





PROUT

PROUT & SONS, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40, 42, 44, 46, 48, 50, 52, 54, 56, 58, 60, 62, 64, 66, 68, 70, 72, 74, 76, 78, 80, 82, 84, 86, 88, 90, 92, 94, 96, 98, 100, 102, 104, 106, 108, 110, 112, 114, 116, 118, 120, 122, 124, 126, 128, 130, 132, 134, 136, 138, 140, 142, 144, 146, 148, 150, 152, 154, 156, 158, 160, 162, 164, 166, 168, 170, 172, 174, 176, 178, 180, 182, 184, 186, 188, 190, 192, 194, 196, 198, 200, 202, 204, 206, 208, 210, 212, 214, 216, 218, 220, 222, 224, 226, 228, 230, 232, 234, 236, 238, 240, 242, 244, 246, 248, 250, 252, 254, 256, 258, 260, 262, 264, 266, 268, 270, 272, 274, 276, 278, 280, 282, 284, 286, 288, 290, 292, 294, 296, 298, 300, 302, 304, 306, 308, 310, 312, 314, 316, 318, 320, 322, 324, 326, 328, 330, 332, 334, 336, 338, 340, 342, 344, 346, 348, 350, 352, 354, 356, 358, 360, 362, 364, 366, 368, 370, 372, 374, 376, 378, 380, 382, 384, 386, 388, 390, 392, 394, 396, 398, 400, 402, 404, 406, 408, 410, 412, 414, 416, 418, 420, 422, 424, 426, 428, 430, 432, 434, 436, 438, 440, 442, 444, 446, 448, 450, 452, 454, 456, 458, 460, 462, 464, 466, 468, 470, 472, 474, 476, 478, 480, 482, 484, 486, 488, 490, 492, 494, 496, 498, 500, 502, 504, 506, 508, 510, 512, 514, 516, 518, 520, 522, 524, 526, 528, 530, 532, 534, 536, 538, 540, 542, 544, 546, 548, 550, 552, 554, 556, 558, 560, 562, 564, 566, 568, 570, 572, 574, 576, 578, 580, 582, 584, 586, 588, 590, 592, 594, 596, 598, 600, 602, 604, 606, 608, 610, 612, 614, 616, 618, 620, 622, 624, 626, 628, 630, 632, 634, 636, 638, 640, 642, 644, 646, 648, 650, 652, 654, 656, 658, 660, 662, 664, 666, 668, 670, 672, 674, 676, 678, 680, 682, 684, 686, 688, 690, 692, 694, 696, 698, 700, 702, 704, 706, 708, 710, 712, 714, 716, 718, 720, 722, 724, 726, 728, 730, 732, 734, 736, 738, 740, 742, 744, 746, 748, 750, 752, 754, 756, 758, 760, 762, 764, 766, 768, 770, 772, 774, 776, 778, 780, 782, 784, 786, 788, 790, 792, 794, 796, 798, 800, 802, 804, 806, 808, 810, 812, 814, 816, 818, 820, 822, 824, 826, 828, 830, 832, 834, 836, 838, 840, 842, 844, 846, 848, 850, 852, 854, 856, 858, 860, 862, 864, 866, 868, 870, 872, 874, 876, 878, 880, 882, 884, 886, 888, 890, 892, 894, 896, 898, 900, 902, 904, 906, 908, 910, 912, 914, 916, 918, 920, 922, 924, 926, 928, 930, 932, 934, 936, 938, 940, 942, 944, 946, 948, 950, 952, 954, 956, 958, 960, 962, 964, 966, 968, 970, 972, 974, 976, 978, 980, 982, 984, 986, 988, 990, 992, 994, 996, 998, 1000

MECHANICAL



od 571

Ученику IV класса Варшавск^{ой} Училищ^и Uczeń klasy IV Gim-
назій^и Realnej^и Warszawsk^{iej} Ernestu Janke w Warszawie Er-
nestowi Hanuske

за благоправіе, прилежаніе
и отличныя успѣхи въ на-
укахъ.

za wzorowe sprawowanie się
odznaczającą się pilność i ce-
lujący postęp w naukach.

w Warszawie dnia 29 Maja (10. Czerwca) 1861 roku.

Dyrektor Wydziału

Rzeczywisty Radca Stanu *Solinski*

Sychoński Dyktos
Inspektor Oddziału Szkoł^{owych} Warszawsk^{iej} Realnej^и Wierzbicki



№ 10. - V

8

ZBIÓR WIADOMOŚCI

z

MECHANIKI

STOSOWANEJ

A. Weizgorki
Stank

Wiel 852 *#10.*

ZBIÓR WIADOMOŚCI
Z
MECHANIKI STOSOWANEJ *22*

DLA UŻYTKU
INŻENIERÓW, MECHANIKÓW, BUDOWNICZYCH,
ORAZ
WSZYSTKICH W OGÓLE TECHNIKÓW.

UŁOŻONY
NA ZASADZIE DZIEŁ I SPOSTRZEŻEŃ NAJZNAKOMITSZYCH INŻENIERÓW

PRZEZ
A. MORIN,

Subtel
#852 BR.
Wd
b. UCZNIA SZKOŁY POLITECHNICZNEJ, PROFESORA MECHANIKI PRZEMYSŁOWEJ
W KONSERWATORJUM SZTUK I RZEMIOŚL, CZŁONKA AKADEMJI KRÓLEWSKIEJ
NAUK W BERLINIE, AKADEMJI W METZ, ORAZ CZŁONKA WIELU INNYCH
TOWARZYSTW UCZONYCH.

Przełożył i Wydał
WŁASNYM NAKŁADEM Z OSTATNIEJ 4ej. EDYCJI

JÓZEF SPORNY
INŻENIER

(z drzeworytami w tekście wykonanymi w Instytucie Drzeworytniczym
Jana Minheymera w Warszawie).

WARSZAWA,

W KSIĘGARNI HENRYKA NATANSONA, KRAKOWSKIE PRZEDMIEŚCIE N. 442.

1858.



26. ⁸⁹² VII. 1859

621



Wolno drukować z warunkiem złożenia w Komitecie Cenzury po
wydrukowaniu prawem przepisanej liczby exemplarzy.

w Warszawie dnia 6 (18) Marca 1858 r.

Starszy Cenzor, Rada Honorowy T. HERTZ.



621:01

27

JAŚNIE WIELMOŻNEMU

RADCY TAJNEMU

JAKÓBOWI ŁASZCZYŃSKIEMU

GUBERNATOROWI CYWILNEMU

GUBERNII WARSZAWSKIEJ

o dowód wysokiego poważania i szczerą
wdzięczności za pomoc o kształceniu się.

PRACĘ SWOJĄ

POŚWIĘCA

JÓZEF SPORNY

INŻENIER.

PRZEDMOWA TŁOMACZA.

Dojście do używania każdej nauki stosowanej praktycznie bez pomocy dzieł, wymaga ciągłych powtarzań i przypominań. Obrabianie stałe jednego przedmiotu przez Technika po długoletniej praktyce w jednej i tej samej gałęzi Mechaniki, doprowadza go do tego, że bez pomocy książek działać może; zajmowanie się zaś coraz odmiennymi przedmiotami dopuszcza zapomnienia nawet ważniejszych formuł teoretycznych, pochodzących z zasady nauki, a tém bardziej też nie pozwala pamiętać udeterminowanych współczynników, które z długoletnich dokładnych doświadczeń ustalone zostały.

Nie idzie nam często o przypomnienie zasady teoretycznej, lub też rozwinięcia tej zasady w nauce stosowanej, bo do tego trzebaby szukać specjalnej rady i nauki w szczegółowych gałęziach mechaniki; ale często idzie o formułę już wynikłą z zasady nauki i doświadczeń, objaśnioną małym praktycznym przypomnieniem, w którą wstawiwszy wiadome dane, otrzymuje się szukane wypadkowe nieznanne, mające być zasadą konstrukcyi lub wykonania jakiegokolwiek projektu technicznego.

Tak dotykany obecnie rozwój na drodze postępu i przemysłu czuć daje dziś więcej, jak kiedykolwiek indziej brak dzieła w podobnym rodzaju w naszym języku, a mianowicie: aby

obejmowało pokrótce wszystkie wypadki praktyczne z mechaniki stosowanej i stało się niejako wyciągiem rzeczy najużyteczniejszych z tej tak rozległej gałęzi nauk; i to właśnie spowodowało mnie do przyswojenia nam dzieła, znanego ze swęj znakomitej wartości, wydanego przez Artura Maurin pod tytułem „AIDE MÉMOIRE DE MECANIQUE”.

Bliższe poznanie pracy pana Maurin w czasie pobytu mego we Francyi przy zwiedzaniu wielu zakładów i robót technicznych, przytoczonych w niniejszém dziele, oraz częste używanie tego dzieła od lat kilkunastu z zupełną korzyścią przy rozmaitych pracach i projektach Inżynierskich, i w tak krótkim czasie tylokrotne wydanie go i zupełne wyczerpanie w oryginale; daje pewność i rękojmię dokładnego obrobienia go pod każdym względem.

Rzeczy nowęj w niem nie ma, oprócz kilku doświadczeń dokonanych z całą ścisłością przez Autora, w niektórych szczegółowych gałęziach mechaniki dla sprawdzenia i pewnego oznaczenia potrzebnych współczynników; ale to, co Technikowi potrzebne być może, zebrane jest praktycznie, czerpane z najlepszych źródeł, a ułożone przez jednego ze zdolniejszych Inżynierów naszjej epoki, i zdaje się tak skompletowane, że wątpię, aby był wypadek, w którymby przy ogólnych wiadomościach z mechaniki, nie było można znaleźć zupełnej pomocy.

Każdy przedmiot w tém dziele traktowany jest z całą popularnością o tyle, o ile gdzie takowa zastosować się dała, aby w każdym razie osiągnąć zupełnie pewne i dokładne w praktyce rezultata; a to dla tego, aby nawet dla ludzi niefachowych dzieło to pomocniczém i użyteczném być mogło, w jaki zaś sposób rozkład całego dzieła dopełniony został, przedmowa Autora poniżej zamieszczona, przedmiot ten najlepiej objaśnia.

Dla ułatwienia rachunków pozostawiłem wszędzie miary i wagi francuzkie, jako decymalne, a ztąd najpraktyczniejsze przy przerabianiu działań, jako też z powodu, że wszelkie tablice doświadczeń, dające wiele używanych współczynników, na miarę francuzką są ułożone; dla ułatwienia wszakże przerabiania danych i wypadkowych na miary nasze bez pomocy obcego dzieła, zamieściłem w końcu porównanie wzajemnemi

i wag, w ciągu całego wykładu używanych, a oprócz tego niektóre wypadkowe czy to z teoryi, czy też z doświadczeń otrzymane, służące za zasadę w wielu projektach, obok wyrażen francuzkich w wyrażeniach polskich zamieściłem. Co zaś do wyrażen w miarach Rossyjskich i Angielskich, takowe zamieszczone są w przekładzie drugiej edycyi tego dzieła na język Rossyjski, wydanego z NAJWYŻSZEGO ROZKAZU pod przewodnictwem *Wojenno-uczonego Komitetu w Petersburgu w r. 1843* pod tytułem „ПАМЯТНАЯ КНИЖКА ПРАКТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ”.

Tworzyć lub składać z znanych już dzieło techniczne, nie mającemu większej praktyki lub szkoły doświadczeń, nie zawsze szczęśliwie udaje się; dla tego też widząc w dziele niniejszém pana Maurin nader trafne nagromadzenie wszystkiego tego, co może być potrzebném w praktyce każdemu technikowi, chętnie przekładem zająłem się.

Prawie wszystkie wyrażenia techniczne użyłem te, jakie są pospolicie u nas przyjęte i używane, zaś zasadnicze, nieustalone, niepewne, a nie dające się dobrze omówić, dla objaśnienia przytoczyłem przy wyrażeniu polskiem, wyrażenie takowych w języku francuzkim.

Jeżeli mały ten owoc pracy chociaż w części tak, jak myślę, moim współkollegom lub komu z współpraci użyteczném stanie się, aż nadto za moje trudy wynagrodzonym zostanie.

Pisałem w Łęczycy d. 14 Stycznia 1858 r.

Józef Sporny.

PRZEDMOWA AUTORA.

Od dawnego czasu myślałem, że wydanie zbioru w którymby się znajdowały najważniejsze wypadki i prawidła z mechaniki stosowanej, byłoby bardzo użytecznem dla ludzi, którzy przez swój urząd, lub położenie socyalne, mają potrzebę użycia ich w praktyce. Wahałem się długo od wydania podobnego dzieła, ponieważ czułem, że byłoby koniecznem, aby każde prawidło, któreby było przytoczone, potwierdzone zostało doświadczeniem.

Położenie moje specyalne, w którym się znajdowałem, będąc przez lat wiele w szkole w Metz, pozwoliło mi przedsiębrać i wykonywać doświadczenia, odnoszące się do wielukwestyi w zastosowaniu, i to mnie właśnie zdecydowało zebrać i ogłosić wypadki najważniejsze, do których doprowadziła mnie teoria i długoletnia praktyka. Przyjęcie, jakie zyskało przez Inżynierów to dzieło chociaż jeszcze nie zupełnie dokładne, i dalekie od wykończenia, jakie by mogło zyskać w rękach ludzi bieglejszych, dowiodło mi, że wszedłem na drogę użyteczną, i zdecydowało do wytrwania. Chociaż czwarta edycja, którą wydaję w tej chwili, ukazuje się tak wcześnie po poprzednich, że nie dozwoliła mi wydać licznych dodatków, które pragnąłbym zamieścić; zawiera ona wszakże niektóre nowe, odnoszące się do przepływu wód w rurach, jako też tabli-

ce do obrachowania nateżenia lin, oporów biernych w blokach i kilku innych maszynach, oraz wypadki doświadczeń co do siły, potrzebnej w rozmaitych przyrządach mechanicznych, w przedziałach lnu, wełny i bawełny.

Formuły, które wyrażają prawidła, nie są poprzedzane żadnym rozbiorem ani dowodzeniem; ograniczyłem się tylko naznaczeniem literami co one w sobie zawierają. Lecz, aby lepiej uczuć sposób, w jakim się powinny używać w zastosowaniu, wytłomaczyłem każdą formułę językiem praktycznym zwyczajnym i objaśniłem przykładami więcej lub mniej licznymi, stosownie do położenia, i wybranymi o ile można z wypadków ustalonych doświadczeniem i obserwacjami bezpośrednimi.

Tłomaczenie czyli omówienie formuł jest bezwątpienia zbyt cennym dla Techników, a mianowicie: Inżynierów, ale mając na celu, aby to dzieło było użytecznym oraz przystępnym i dla osób, które nie mają tak często do czynienia ze znakami algebraicznymi, w objaśnieniu każdej formuły zamieściłem takowe, a jeżeli mogłem dojść do wyrażenia jasnego, dającego dokładne zrozumienie przedmiotu, mam nadzieję, że oddam ważną usługę przemysłowi, który oddawna oczekuje dzieła uwolnionego z poszukiwań naukowych, a pomocniczego dla techników w zastosowaniu.

Lecz jeżeli prawidła praktyczne, proste i jasne są niezaprzeczonego użytku, to przedewszystkiem powinny być rzetelne i oparte z jednej strony na teorii matematycznej, stosownie do natury dzieła, a z drugiej na doświadczeniu dobrze wykonanym i obrobionym; nie ma bowiem, jak zlanie się teorii z obserwacją działań, które właśnie tylko mogą prowadzić do wypadków, dających się zastosować; bo jak teoretyk, który nie radzi się doświadczenia, narażony jest na wielkie błędy w zastosowaniu, tak praktyk nie rozbierający czynów, które obserwuje i niełączący je z rachunkiem albo dowodzeniem, postępuje tylko za ślepą rutyną, i równie może się dopuścić znakomych błędów.

Ten szczęśliwy związek nauki z doświadczeniem odbił się w ostatnich czasach w wysokim stopniu w dziełach dwóch światłych i dostojnych uczonych, którzy szczegółowo się zajęli za-

stosowaniem teorii matematycznych do mechaniki przemysłowej. Nevier, którego nieodżałowaną stratę długi czas będzie opłakiwać nauka w swoich objaśnieniach do budownictwa wodnego (*l'Architecture hydraulique*) Belidor'a, jako też w swoich lekcjach w szkole dróg i mostów, i Poncelet w swoim układzie o maszynach, który dawał w szkole aplikacyjnej artylleryi i inżynieryi, zrobili mechanikę nauką stosowaną, nową, której znajomość jest konieczna dla tych wszystkich, którzy chcą mieć zasady pewne do pomocy w tworzeniu i układaniu mechanizmów.

Zebranie i złączenie prawideł, które ci uczeni a mianowicie: Poncelet, ustanowili, jest większą częścią mego dzieła, obecnie wydającego się.

Zasady i prawidła praktyczne odnoszące się do ruchu płynów i gazów, są wyjęte z 6^{ej} sekcji kursu wykładanego przez Poncelet'a i z notatek, które mi pozostawił, wychodząc ze szkoły w Metz, co do wypływu wód z rezerwoaru kiedy powierzchnia wody zmienia się. Dodałem do téj ostatniej części kilka prawideł, odnoszących się do postępowania przy wypróżnieniu stawów i wyjąłem z dzieła uczonego d'Aubuisson'a Wykład Hydrauliki (*Traité d'hydraulique*) wiele przykładów, odnoszących się do szluz spławnych.

Ta edycja zawiera tablice, co do przepływu wód w rurach, potrzebne do ułatwienia wszelkich obrachowań przy rozprowadzeniu wody w miastach. Są one naśladowaniem tych, które Mary Dyrektor obsługi wód w Paryżu obrachował dla siebie, lecz podział masy wody i średnica rur były zastosowane tylko do miar metrycznych, a tablice tu zamieszczone, rozciągają się i do większej masy wody.

Formuły do obliczenia skutku użytkowego (*l'effet utile*) w kołach wodnych są z 7^{ej} sekcji kursu Poncelet'a i z kursów Navier'a, udokładnione przez współczynnik liczebny, wypadły z doświadczeń Poncelet'a co do kół z krzywymi łopatkami, jako też z moich doświadczeń, które wykonywałem i ogłaszałem co do łopatek prostych.

Ten rozdział zawiera także wypadkowe z doświadczeń, które robiłem w r. 1837 na dwóch turbinach, założonych w departamencie Vosges przez Fourneyron'a.

Co do machin parowych, wyrażenia teoretyczne, które dozwalały w nich obrachować skutek użytkowy, były także oznaczone i ustalone przez Poncelet'a, a współczynniki prostujące, które są w tém dziele zastosowane, są wypadłe z doświadczeń, robionych z hamulcem dynamometrycznym p. Prony. Ale byłoby bardzo pożądaném, aby nowe doświadczenia były robione dla oznaczenia dokładniejszego stosunków, jakie są pomiędzy ciśnieniem pary w kotle a tém, które ma miejsce w cylindrze. Wpłynęłoby ono wiele na wyjaśnienie kwestyj dotąd dosyć ciemnych co do teoryi machin parowych, przeznaczonych obecnie do tak ważnej roli w przemyśle.

Prawidła praktyczne Watt'a i jego następców, co do budowy machin parowych o nizkiém ciśnieniu, są zamieszczone z wykładu o machinach parowych (*Traité de la machine à vapeur*) przez Farey'a, z dzieła, którego dalszy ciąg był prawdziwą usługą dla zakładów, budujących maszyny parowe.

Dla oznaczenia wagi i wymiarów regulatorów wyciągnąłem prawidła praktyczne z własnych uwag i doświadczeń, czynionych na wielu machinach parowych, oraz zastosowałem je do teoryi, ustalonej przez Navier'a i Poncelet'a, i do praktyki podanej przez Watt'a.

Co do łączenia i przenoszenia ruchów, podałem pokrótce prawidła znane i używane przez techników.

Wypadki co do tarcia są wyciągiem z długiego szeregu doświadczeń, czynionych przeze mnie w szkole w Metz w latach od 1831 do 1834.

Zamieściłem tablice dla obrachowania siły i sztywności lin, oraz ślizgania się pasów, lub lin po powierzchni bębnow, unikając formuł bardzo skomplikowanych.

To wydanie zawiera krótki wyciąg wypadków z licznych doświadczeń, które wykonałem w latach 1836 do 1841 na wozach, i nad wpływem ich na uszkodzenia, jakie zrzadzają w drogach.

Co do formuł praktycznych, oznaczających rozmaite wymiary głównych części maszyn, wyciągnąłem takowe z lekcji mechaniki, dawanych w szkole dróg i mostów przez Navier'a, lecz przydałem im zaraz współczynniki liczne podług przeznaczenia szczegółowych części, do których się odnoszą;

i w tém oznaczeniu dopomagałem sobie z spostrzeżeń, bezpośrednich, które mogłem czynić w rozmaitych fabrykach.

W obecnie wydającej się edycji oznaczyłem pokrótce podstawy, służące za zasadę dla wszystkich formuł co do oporu ciał i zgięć, jakie przyjmują pod różną siłą parcia, której są poddane.

W oddzielnym rozdziale złączyłem prawidła i tablice, potrzebne do obliczenia parcia sklepień, ich rozmiary, jako téż i podpór. Są one wyciągiem z dzieła Kapitana Inżynierii Petit drukowanego w Pamiętniku tegoż korpusu.

Zamieściłem także pewną ilość wypadków z doświadczeń Poncelet'a co do parcia ziemi i równowagi murów osłaniających (murs de revêtement), o których sam powiada, że jeszcze wielki Vauban poddał kształt profilu murów osłaniających, pod rozbiór czyli „pod prawa mechaniki”

Prawidła i wypadki praktyczne co do wymiarów w wiązanach ciesielskich kończą ten rozdział, który chociaż poświęcony przedmiotowi obcemu, zdawał mi się potrzebny dla konstruktorów.

Nakoniec dzieło to jest zakończone przez danie ciągu wypadków z spostrzeżeń nad skutkiem użytkowym działaczy żywych, (*l'effet utile des moteurs animés*), mianowicie: w maszynach do wylewania wody, oraz co do ilości działania, potrzebnej do poruszania różnych maszyneryj po fabrykach.

Ta ostatnia tablica, do której zebrałem sam wiele danych, i do czego pomogło mi wiele kolegów i przemysłowców, nie jest tak kompletna jak bym żądał, lecz za to prawidła odpowiednie w wykładzie niniejszego dzieła, wskazane dla oszacowania skutku użytkowego rozmaitych działaczy, dadzą dopełnienie tego braku; byłbym jednak nader obowiązany i wdzięczny osobom, któreby chciały w tym celu komunikować mi wypadki ze starannie czynionych przez siebie spostrzeżeń.

ZBIÓR WIADOMOŚCI

Z

MECHANIKI STOSOWANEJ.

DEFINICYE I OKREŚLENIA, PRZYJĘTE W TĘM DZIELE.

We wszystkich formułach i prawidłach przytoczyć się mających w tēn dziele, będziemy przywiązywali do wyrazów i znaków następujące przyjęte określenia (*definicje*).

SILA (*Force*). Siły, które działają w maszynach, są porównane z ciężarami, przyjmując za jednostkę wagi kilogram; siły te będą wyrażane w kilogramach. Liczba, lub litera, która będzie oznaczać siłę, będzie miała przy sobie znak *kg.*, aby przypomnieć jej oznaczenie.

PRĘDKOŚĆ (*Vitesse*). Prędkość jakiego ciała jest przestrzeń, którą przebiega w jednostajnym ruchu w ciągu jednej sekundy.— Kiedy ruch jest zmienny, to się uważa przestrzeń, jaką przebiega w ciągu 1", w której jest ciało obserwowane, i kiedy od tēj chwili bieg jego staje się jednostajnym. A że metr jest jednostką przyjętą co do długości, przeto prędkość będzie wyrażona w metrach bieżących i odniesiona do sekundy, jako jednostki czasu.

DROGI PRZEBIEŻONE (*Les chemins parcourus*). przez punkta przyczepienia sił, będą wyrażane w metrach.

IŁOŚĆ DZIAŁANIA LUB PRACY (*Quantité d'action ou de travail*). Ilość działania, lub pracy rozwiniętej przez siłę, jest iloczynem z pomnożenia mocy tej siły przez drogę, przebieżoną w kierunku właściwym. Kilogram i metr będą względnie jednostkami przyjętymi do wyrażenia siły i przestrzeni przebieżonej, ilość działania lub pracy będzie oznaczona przez pewną liczbę kilogramów, podniesionych do wysokości jednego metra, a jednostką pracy będzie kilogram, podniesiony do wysokości jednego metra, ztąd też często znajdzie się z prawej strony u góry przy cyfrach t , zamieszczonych w formułach, a oznaczających ilość działania lub pracy znak $k.m.$ Kiedy praca jest długotrwałą i ciągle odnawianą przez działanie sił, dla uniknięcia wielkich liczb uważa się ją, jakby trwała w pewnym czasie, który przyjmuje się 1^{ej} sekundy. Wtedy mówi się, że ilość działania albo pracy, o której mowa, równa się pewnej liczbie kilogramów, wyniesionych do wysokości jednego metra w ciągu jednej sekundy.

SILA KONIA DYNAMICZNEGO (*Force de cheval dynamique*). W machinach silnych, liczby wyrażające ilość działania, lub pracy rozwiniętej w 1", byłyby bardzo wielkie. Ta uwaga i kilka innych okoliczności nastęrczyły mechanikom przyjęcie za zasadę innej jednostki, znaniej pod niewłaściwymi nazwiskami: SILA KONIA (*force de cheval*) KOŃ PAROWY (*cheval vapeur*) KOŃ DYNAMICZNY (*cheval dynamique*). Ważność najwięcej przyjęta dla tej jednostki jest 75 kil., podniesionych do wysokości 1 metra w ciągu 1", i odpowiednia prawie tej, którą nazwał Watt jednostką prawidłową (*unité routinière*), a która się równa 30000 funtom, wyniesionym do wysokości jednej stopy angielskiej w ciągu jednej sekundy.

Ta ważność siły konia nie jest używaną przez wszystkich praktyków, jest jednak ważną w wszelkich obrachowaniach i umowach, używanych do oszacowania tej siły przyjętej.

MASSA CIAŁ (*Masse des corps*). Tak się nazywa iloraz z wagi ciała przez liczbę g , która oznacza prędkość, jakiej ciało spadające nabiera w próżni przy końcu pierwszej sekundy, i jest siłą jego ciężkości (*force de gravité*), albo siłą przyspie-

szoną (*force acceleratrice*). Dla szerokości geograficznej obserwatorium Paryzkiego i w ogóle dla Francji jest $g=9^m,8088$. *)

IŁOŚĆ RUCHU (*Quantité de mouvement*). Jest wypadek z pomnożenia masy ciała przez prędkość, jaką posiada w chwili, kiedy jest uważane.

SILA ŻYWA (*force vive*). Siła żywa, którą posiada ciało, jest iloczynem z masy jego przez kwadrat z prędkości w chwili, kiedy jest uważane.

ZASADA SIŁ ŻYWYCH (*Principe des forces vives*). Kiedy działanie sił na pewne ciało ma za cel zmienić jego prędkość, zmiana siły żywej, którą się ztąd otrzymuje, jest równa podwójnej ilości działania lub pracy, rozwiniętej przez siły, które działają na ciało.

JEDNOSTKI MIAR (*Unités de mesures*). Wymiary linijne będą wyrażone w metrach, powierzchnie w metrach kwadratowych, a objętości w metrach sześciennych, chyba gdyby inaczej było szczegółowo oznaczone. Czas pospolicie będzie wyrażony w sekundach.

*) U nas wyrażenie na g zmienia się i jest około 34, 2 stóp, kiedy według szer. geogr. Paryża jest około 34, 1 stóp; w rachunku różnica jednak jest tak małą, że bez wprowadzenia jej, można przyjąć $g=34'2$.

O PRZEPŁYWIE WÓD.

O WYPŁYWIE WODY (*DÉPENSE*) PRZEZ PEWIEN OTWÓR W CIĄGU JEDNEJ SEKUNDY.

1. W przepływie (*écoulement*) wody przez otwory trzeba rozróżnić dwa wypadki, bardzo łatwe do poznania na pierwszy rzut oka.

1^o Kiedy grubość ścian naczynia jest tak cienka w stosunku wymiarów otworu, że płyn zupełnie nie dotyka boków, wtedy się mówi, że ściśnienie (*contraction*) ma miejsce, jak w ściśnięciu cienkiej (*en mince paroi*). Ten wypadek nader się często zdarza w fabrykach, i jest zawsze wtedy, kiedy grubość ścian otworu, przez który woda z naczynia wypływa, nie jest większa od wymiaru samego otworu, i kiedy grubość ta nie przechodzi 0^m.05 do 0^m.06.

2^o Kiedy ściana ma grubość równą najmniej 1¹/₃ raza wymiarowi otworu, wtedy cząstki wody płynąc, zbliżają się do ścian otworu i zdaje się, jakoby dotykając je, poruszały się na zewnątrz przy wypływie równolegle od ścian. To ma miejsce głównie, kiedy do otworu jest dodana rura. W takim wypadku zdaje się, że płyn wychodząc napienia całą rurę, i mówi się wtedy, że jest przepływ *otwartą paszczą* (*à gueule-bée*)

2. PRĘDKOŚĆ ŚREDNIA Z JAKĄ WODA PRZEPŁYWA PRZEZ OTWÓR W ŚCIANACH CIENKICH. W pierwszym przypadku, jeżeli wypływ ma miejsce na powietrze, prędkość średnia wypływu wody przez otwór małych rozmiarów, będzie w stosunku wymiarów otworu do wymiarów naczynia i ciśnienia wody na środek otworu, czyli dobitniej mówiąc, będzie równa prędkości, pochodzącej od wysokości tego ciśnienia.

A zatem, oznaczając:

H, ciśnienie na środek otworu.

V, prędkość średnią przepływu wody,

$g=9^{m}.8088$ prędkość, jaką ciężenie do środka ziemi nadaje ciałom ważkim w końcu pierwszej sekundy, będzie:

$$V=\sqrt{2gH}.$$

To wyrażenie jest znane pod nazwaniem formuły Torricellego, i daje następujące prawidło:

Aby otrzymać prędkość przepływającej wody przez otwór w naczyniu, pochodzącą od ciśnienia na środek otworu, potrzeba:

Mnożyć wysokość poziomu wody nad środek otworu przez 19,62 i wyciągnąć z tego pierwiastek kwadratowy, a wypadek będzie prędkością szukaną.

3. WYSOKOŚĆ, KTÓREJ JEST DANA ODPOWIEDNIA PRĘDKOŚĆ PRZEPŁYWU. Z poprzedniej formuły otrzymuje się:

$$H=\frac{V^2}{2g}=\frac{V^2}{19.62}.$$

zkaąd otrzymuje się wysokość odpowiednią prędkości znanj, i daje następujące prawidło:

Aby mieć w métrach wysokość odpowiednią danj prędkości, potrzeba: pódzielić kwadrat z téj prędkości przez 19,62.

4. TABLICA WYSOKOŚCI I PRĘDKOŚCI ODPOWIEDNICH. Tablica następująca daje wysokości i prędkości odpowiednie, poczynając od wysokości zero aż do 5^m.00.

TABLICA PRĘDKOŚCI ODPOWIEDNICH ROZMAITYM WYSOKOŚCIOM, (JEDNE I DRUGIE SĄ WYRAŻONE W METRACH).

Wysokość spadku	Prędkość odpo- wiednia	Wysokość spadku	Prędkość odpo- wiednia.	Wysokość spadku	Prędkość odpo- wiednia.	Wysokość spadku.	Prędkość odpo- wiednia.
m	m	m	m	m	m	m	m
0.01	0.443	0.37	2.694	0.73	3.784	1.09	4.624
0.02	0.626	0.38	2.730	0.74	3.810	1.10	4.645
0.03	0.767	0.39	2.766	0.75	3.836	1.11	4.666
0.04	0.886	0.40	2.801	0.76	3.861	1.12	4.687
0.05	0.990	0.41	2.836	0.77	3.886	1.13	4.708
0.06	1.085	0.42	2.870	0.78	3.911	1.14	4.729
0.07	1.172	0.43	2.904	0.79	3.936	1.15	4.750
0.08	1.253	0.44	2.938	0.80	3.961	1.16	4.770
0.09	1.329	0.45	2.971	0.81	3.986	1.17	4.790
0.10	1.401	0.46	3.004	0.82	4.011	1.18	4.811
0.11	1.468	0.47	3.037	0.83	4.035	1.19	4.831
0.12	1.534	0.48	3.069	0.84	4.059	1.20	4.852
0.13	1.597	0.49	3.100	0.85	4.083	1.21	4.872
0.14	1.657	0.50	3.132	0.86	4.107	1.22	4.892
0.15	1.715	0.51	3.163	0.87	4.131	1.23	4.913
0.16	1.772	0.52	3.194	0.88	4.155	1.24	4.933
0.17	1.826	0.53	3.224	0.89	4.178	1.25	4.953
0.18	1.879	0.54	3.253	0.90	4.202	1.26	4.972
0.19	1.931	0.55	3.285	0.91	4.225	1.27	4.991
0.20	1.981	0.56	3.314	0.92	4.248	1.28	5.011
0.21	2.030	0.57	3.344	0.93	4.271	1.29	5.031
0.22	2.078	0.58	3.373	0.94	4.294	1.30	5.050
0.23	2.124	0.59	3.402	0.95	4.317	1.31	5.069
0.24	2.170	0.60	3.431	0.96	4.340	1.32	5.089
0.25	2.215	0.61	3.459	0.97	4.362	1.33	5.108
0.26	2.259	0.62	3.488	0.98	4.384	1.34	5.127
0.27	2.301	0.63	3.516	0.99	4.407	1.35	5.146
0.28	2.344	0.64	3.543	1.00	4.429	1.36	5.165
0.29	2.385	0.65	3.571	1.01	4.451	1.37	5.184
0.30	2.426	0.66	3.598	1.02	4.473	1.38	5.203
0.31	2.466	0.67	3.625	1.03	4.495	1.39	5.222
0.32	2.506	0.68	3.652	1.04	4.517	1.40	5.241
0.33	2.544	0.69	3.679	1.05	4.539	1.41	5.259
0.34	2.582	0.70	3.706	1.06	4.560	1.42	5.278
0.35	2.620	0.71	3.732	1.07	4.582	1.43	5.297
0.36	2.658	0.72	3.758	1.08	4.603	1.44	5.315

TABLICA PRĘDKOŚCI ODPOWIEDNICH ROZMAITYM WYSOKOŚCIOM, (JEDNE I DRUGIE SĄ WYRAŻONE W METRACH).

Wysokość spadku.	Prędkość odpowiednia.	Wysokość spadku.	Prędkość odpowiednia.	Wysokość spadku.	Prędkość odpowiednia.	Wysokość spadku.	Prędkość odpowiednia.
m	m	m	m	m	m	m	m
1.45	5.333	1.81	5.959	2.17	6.525	2.53	7.045
1.46	5.351	1.82	5.975	2.18	6.540	2.54	7.059
1.47	5.370	1.83	5.992	2.19	6.555	2.55	7.073
1.48	5.388	1.84	6.008	2.20	6.570	2.56	7.087
1.49	5.406	1.85	6.024	2.21	6.584	2.57	7.101
1.50	5.425	1.86	6.041	2.22	6.599	2.58	7.114
1.51	5.443	1.87	6.057	2.23	6.614	2.59	7.128
1.52	5.461	1.88	6.073	2.24	6.629	2.60	7.142
1.53	5.479	1.89	6.089	2.25	6.644	2.61	7.156
1.54	5.496	1.90	6.105	2.26	6.658	2.62	7.169
1.55	5.514	1.91	6.122	2.27	6.673	2.63	7.183
1.56	5.532	1.92	6.138	2.28	6.688	2.64	7.197
1.57	5.550	1.93	6.154	2.29	6.703	2.65	7.210
1.58	5.567	1.94	6.170	2.30	6.717	2.66	7.224
1.59	5.585	1.95	6.186	2.31	6.732	2.67	7.237
1.60	5.603	1.96	6.202	2.32	6.746	2.68	7.251
1.61	5.620	1.97	6.217	2.33	6.761	2.69	7.265
1.62	5.637	1.98	6.232	2.34	6.775	2.70	7.278
1.63	5.655	1.99	6.248	2.35	6.790	2.71	7.291
1.64	5.672	2.00	6.264	2.36	6.804	2.72	7.305
1.65	5.690	2.01	6.279	2.37	6.819	2.73	7.318
1.66	5.707	2.02	6.295	2.38	6.833	2.74	7.332
1.67	5.724	2.03	6.311	2.39	6.847	2.75	7.345
1.68	5.741	2.04	6.326	2.40	6.862	2.76	7.358
1.69	5.758	2.05	6.341	2.41	6.876	2.77	7.372
1.70	5.775	2.06	6.357	2.42	6.890	2.78	7.385
1.71	5.792	2.07	6.372	2.43	6.904	2.79	7.398
1.72	5.809	2.08	6.388	2.44	6.919	2.80	7.411
1.73	5.826	2.09	6.403	2.45	6.933	2.81	7.425
1.74	5.842	2.10	6.418	2.46	6.947	2.82	7.437
1.75	5.859	2.11	6.434	2.47	6.961	2.83	7.451
1.76	5.876	2.12	6.449	2.48	6.975	2.84	7.464
1.77	5.893	2.13	6.464	2.49	6.989	2.85	7.477
1.78	5.909	2.14	6.479	2.50	7.003	2.86	7.490
1.79	5.926	2.15	6.494	2.51	7.017	2.87	7.503
1.80	5.942	2.16	6.510	2.52	7.031	2.88	7.517

TABLICA PRĘDKOŚCI ODPOWIEDNICH ROZMAITYM WYSOKOŚCIOM, (JEDNE I DRUGIE SĄ WYRAŻONE W METRACH).

Wysokość spadku.	Prędkość odpowiednia.	Wysokość spadku.	Prędkość odpowiednia.	Wysokość spadku.	Prędkość odpowiednia.	Wysokość spadku.	Prędkość odpowiednia.
m	m	m	m	m	m	m	m
2.89	7.530	3.25	7.985	3.61	8.415	3.97	8.825
2.90	7.543	3.26	7.997	3.62	8.427	3.98	8.836
2.91	7.556	3.27	8.009	3.63	8.439	3.99	8.847
2.92	7.569	3.28	8.022	3.64	8.450	4.00	8.858
2.93	7.582	3.29	8.034	3.65	8.462	4.01	8.869
2.94	7.594	3.30	8.046	3.66	8.474	4.02	8.880
2.95	7.607	3.31	8.058	3.67	8.485	4.03	8.892
2.96	7.620	3.32	8.070	3.68	8.497	4.04	8.903
2.97	7.633	3.33	8.082	3.69	8.508	4.05	8.914
2.98	7.646	3.34	8.095	3.70	8.520	4.06	8.925
2.99	7.659	3.35	8.107	3.71	8.531	4.07	8.936
3.00	7.672	3.36	8.119	3.72	8.543	4.08	8.946
3.01	7.684	3.37	8.131	3.73	8.554	4.09	8.957
3.02	7.697	3.38	8.143	3.74	8.566	4.10	8.968
3.03	7.710	3.39	8.155	3.75	8.577	4.11	8.979
3.04	7.722	3.40	8.167	3.76	8.588	4.12	8.990
3.05	7.735	3.41	8.179	3.77	8.600	4.13	9.001
3.06	7.748	3.42	8.191	3.78	8.611	4.14	9.012
3.07	7.760	3.43	8.203	3.79	8.623	4.15	9.023
3.08	7.773	3.44	8.215	3.80	8.634	4.16	9.034
3.09	7.786	3.45	8.227	3.81	8.645	4.17	9.045
3.10	7.798	3.46	8.239	3.82	8.657	4.18	9.055
3.11	7.811	3.47	8.251	3.83	8.668	4.19	9.066
3.12	7.823	3.48	8.263	3.84	8.679	4.20	9.077
3.13	7.836	3.49	8.274	3.85	8.691	4.21	9.088
3.14	7.849	3.50	8.286	3.86	8.702	4.22	9.099
3.15	7.861	3.51	8.298	3.87	8.713	4.23	9.109
3.16	7.873	3.52	8.310	3.88	8.725	4.24	9.120
3.17	7.886	3.53	8.322	3.89	8.736	4.25	9.131
3.18	7.898	3.54	8.333	3.90	8.747	4.26	9.142
3.19	7.911	3.55	8.345	3.91	8.758	4.27	9.152
3.20	7.923	3.56	8.357	3.92	8.769	4.28	9.163
3.21	7.936	3.57	8.369	3.93	8.780	4.29	9.174
3.22	7.948	3.58	8.380	3.94	8.792	4.30	9.185
3.23	7.960	3.59	8.392	3.95	8.803	4.31	9.195
3.24	7.973	3.60	8.404	3.96	8.814	4.32	9.206

TABLICA PRĘDKOŚCI ODPOWIEDNIH ROZMAITYM WYSOKOŚCIOM, (JEDNE I DRUGIE SĄ WYRAŻONE W METRACH).

Wysokość spadku.	Prędkość odpowiednia.	Wysokość spadku.	Prędkość odpowiednia.	Wysokość spadku.	Prędkość odpowiednia.	Wysokość spadku.	Prędkość odpowiednia.
m	m	m	m	m	m	m	m
4.33	9.217	4.50	9.396	4.67	9.572	4.84	9.744
4.34	9.227	4.51	9.406	4.68	9.582	4.85	9.754
4.35	9.238	4.52	9.417	4.69	9.592	4.86	9.764
4.36	9.248	4.53	9.427	4.70	9.602	4.87	9.774
4.37	9.259	4.54	9.437	4.71	9.612	4.88	9.784
4.38	9.270	4.55	9.448	4.72	9.623	4.89	9.794
4.39	9.280	4.56	9.458	4.73	9.633	4.90	9.804
4.40	9.291	4.57	9.468	4.74	9.643	4.91	9.814
4.41	9.301	4.58	9.479	4.75	9.653	4.92	9.824
4.42	9.312	4.59	9.489	4.76	9.663	4.93	9.834
4.43	9.322	4.60	9.500	4.77	9.673	4.94	9.844
4.44	9.333	4.61	9.510	4.78	9.684	4.95	9.854
4.45	9.343	4.62	9.520	4.79	9.694	4.96	9.864
4.46	9.354	4.63	9.530	4.80	9.704	4.97	9.874
4.47	9.364	4.64	9.541	4.81	9.714	4.98	9.884
4.48	9.375	4.65	9.551	4.82	9.724	4.99	9.894
4.49	9.385	4.66	9.561	4.83	9.734	5.00	9.904

5. PRĘDKOŚĆ ŚREDNIA PRZEPŁYWU PRZES DODATKI WALCOWE. W drugim wypadku jeżeli otwór jest przedłużony w rurkę walcową, lub ostrokągową, której długość jest równa 3 lub 4 razy wymiarowi otworu, albo jeżeli grubość ścian równa 1 lub 1 1/2 raza wymiarowi mniejszemu otworu, prędkość wtedy jest zmieniona przez dotknięcie płynu do ścian, w przypadkach zwyczajnych, zmianę tę prostuje się współczynnikiem 0.82, wypadłym z doświadczenia.

Z czego wypływa następujące prawidło.

Aby mieć prędkość średnią przepływu wody przez otwór, który jest opatrzone rurką:

Mnoży się prędkość odpowiednią ciśnieniu wody na środek otworu przez 0.82.

6. WYSOKOŚĆ DO JAKIEJ SIĘ MOŻE WZNIEŚĆ WYTRYSK WODY (*un jet d'eau*), WYPUSZCZONY PRZES DODATEK WALCOWY. Wypływa z powyższego, że wysokość do jakiej wytrysk może się wznieść w skutek prędkości, którą płyn otrzymał, jest oznaczając tę wysokość wytrysku przez h' ,

$$h' = \frac{(0.82V)^2}{2g} = \frac{0.67V^2}{19.62} = 0.67H,$$

co wyrazi się przez następujące prawidło:

Aby mieć wysokość do jakiej może się wznieść woda, która wypływa z naczynia przez rurkę walcową lub ostrokągową:

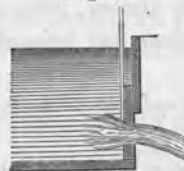
Mnoży się wysokość ciśnienia wody na środek otworu przez 0.67.

7. RÓŻNICA MIĘDZY WYPŁYWEM TEORETYCZNYM A RZECZYWISTYM. Wypływ teoretyczny pewnego otworu jest ten, który nam daje teoria o ruchu płynów, przypuszczając ściany zupełnie równoległe i pomijając wzgląd na ściśnienie, a wypływ rzeczywisty jest ten, który się dopełnia rzeczywistości, i który właśnie poznać nam nadewszystko należy.

Naznaczymy naprzód formuły i prawidła według których oblicza się wypływ teoretyczny, a potem damy środki oznaczenia wypływu rzeczywistego w przypadkach najczęściej się zdarzających w praktyce.

8. OTWORY PRZEPŁYWU WÓD W ZAKŁADACH FABRYCZNYCH MOGĄ BYĆ PODZIELONE NA 3 KLASY. Z powyższych objaśnień wypływa, że otwory, jakie się przytrafiają najczęściej

Fig. 1.

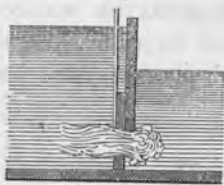


w praktyce, można podzielić na trzy klasy, a mianowicie:

1° Otwory, które wypuszczają wodę na wolne powietrze (*débouché à l'air libre*) (fig. 1), i których ściana górna jest pod poziomem wody w naczyniu.

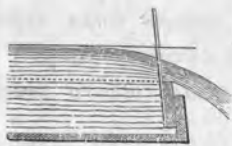


Fig. 2.



2° Otwory, które wypuszczają wodę z jednego naczynia wyższego w drugie niższe (fig. 2), w ten sposób, że ściana górna otworu jest pod poziomem wód w naczyniu górnym i dolnym; mówi się wtedy, że otwór jest zatopiony (*l'orifice est noyé*).

Fig. 3.



3° Otwory w przewałach (*les orifices en deversoir*) czyli w wierzchu naczyń (fig. 3). przez które woda wypływa górą i jest tylko ograniczoną z boków i z dołu, jak np. w niektórych stawidłach i zastawach.

9. WYPŁYW TEORETYCZNY (*dépense theorique*) PRZEZ OTWORY Z CIŚNIENIEM WODY NA ŚCIANĘ GÓRNĄ. OTWORY, KTÓRE WYPUSZCZAJĄ WODĘ NA POWIETRZE Z CIŚNIENIEM NA ICH KRAWĘDZ GÓRNĄ. Najprzód zajmiemy się obliczeniem wypływu wody przez dwa pierwsze rodzaje otworów.

Naznaczymy:

- L szerokość otworu, czyli wymiar szerszy,
 - E wysokość otworu, czyli najmniejszą odległość dwóch ścian przeciwnych zazwyczaj pionową,
 - H ciśnienie, czyli wysokość poziomu wody nad środek otworu,
 - Q wypływ teoretyczny w jednej sekundzie,
- będzie:

$$Q = LE\sqrt{2gH},$$

Co się wyrazi przez następujące prawidło:

Aby obliczyć wypływ teoretyczny pewnego otworu, który wypuszcza wodę na wolne powietrze, i ma ciśnienie nad krawędzią górną otworu:

Mnoży się powierzchnię otworu przez prędkość, pochodzącą od ciśnienia wody na środek tego otworu.

PRZYKŁAD. Jaki jest wypływ teoretyczny wody w jednej sekundzie przez otwór 1^m.20 szeroki, 0^m.15 wysoki i pod ciśnieniem 1^m.30 na środek?

Powierzchnia otworu $= 1^m.20 \times 0^m.15 = 0^{mk}.180$. prędkość średnia przepływu $= \sqrt{19.62 \times 1^m.30} = 5^m.05$ (n^o.2). Będzie więc:

$$\text{Wypływ teoretyczny } Q = 0^{mk}.180 \times 5^m.05 = 0^{ms}.909.$$

10. OTWORY ZATOPIONE (*orifices noyés*) Z CIŚNIENIEM NAD KRAWĘDZIĄ GÓRNĄ.

Oznaczywszy:

- L szerokość otworu,
 - E wysokość otworu,
 - H ciśnienie wody na krawędź dolną otworu od strony naczynia wyższego,
 - h ciśnienie wody na krawędź dolną otworu ze strony naczynia niższego,
 - Q wypływ teoretyczny w 1",
- będzie:

$$Q = LE\sqrt{2g(H-h)},$$

co się wyraża przez następujące prawidło.

Aby otrzymać wypływ teoretyczny przez pewny otwór zatopiony pod ciśnieniem na krawędź górną.

Mnoży się powierzchnię otworu przez prędkość, pochodzącą z różnicy wysokości poziomów wód w naczyniu górnym i dolnym.

UWAGA. Prawidła poprzednie stosują się do wszelkich otworów jakiegokolwiek byłyby kształtu.

PRZYKŁAD. Jaki jest wypływ teoretyczny w 1" przez otwór zatopiony 0^m.90 szeroki, 0^m.10 wysoki, poziom wody w naczyniu górnym jest 1^m.40 wyżej nad poziomem wody w naczyniu dolnym.

Powierzchnia otworu $= 0^m.90 \times 0^m.10 = 0^{mk}.09$, prędkość średnia przepływu $\sqrt{19.62 \times 1^m.40} = 5^m.241$

$$\text{Wypływ teoretyczny } Q = 0^{mk}.09 \times 5^m.241 = 0^{ms}.4717.$$

WYPŁYW RZECZYWISTY (*DÉPENSE EFFECTIVE*) PRZEZ OTWORY Z CIŚNIENIEM WODY NA ICH KRAWĘDZ GÓRNĄ.

11. Wypływ rzeczywisty zawsze jest mniejszy od teoretycznego, a to w miarę tego, o ile jest większe ściśnienie (*contrac-*

tion) wody w otworze, które pochodzi od położenia otworu względem ścian naczynia, od wymiarów otworu, od wysokości poziomu wody nad krawędź górną otworu, inakoniec od niektórych innych okoliczności jak np. od umieszczenia pogródek (*coursiers*), które odprowadzają wodę po wyjściu z otworu. Należymy tu prawidła na wypadki, które się głównie napotyka- ją w praktyce przy zakładach wodnych.

12. PRZYPADK KIEDY ŚCIŚNIENIE WODY JEST ZUPEŁNE (*contraction complète*). Kiedy otwór jest oddalony od dna i bo- ków naczynia $1\frac{1}{2}$ do 2 razy więcej jak jego wymiar mniejszy, to wtedy żyłki wody napływają ze wszystkich stron, do otworu i ściśnienie ma miejsce w całym obwodzie otworu, czyli jest *zupełne*.

Doświadczenia nad przepływem wód w podobnym położe- niu były robione szczegółowo. Najkompletniejsze i najdokła- dniejsze są, robione prze panów Poncelet i Lesbros. *)

Stosunek wypływu rzeczywistego do wypływu teoretycz- nego jest różny przy najmniejszej zmianie otworu i ciśnienia nad krawędź górną. Ważności tego stosunku oznaczone przez ro- biących doświadczenia Inżynierów, są znane pod nazwą *współ- czynników wypływu teoretycznego* (*coefficients de la dépense thé- orique*), które w tablicy poniżej zamieszczonej są ułożone od- powiednio naprzód do wysokości otworów, a po drugie stoso- wnie do ciśnień, działających nad wierzch otworu.

Ponieważ się może przytrafić, że czasem potrzeba mierzyć wysokość ciśnienia wody nad otworem przy samym otworze, gdzie zawsze ta wysokość jest mniejsza, aniżeli gdyby wyso- kość poziomu była mierzona w miejscu spokojnym, dano więc w tej tablicy ważność współczynników, stosujących, się do ka- żdego położenia.

1° W przypadku gdy wysokości ciśnienia są mierzone w miejscu gdzie płyn jest stojący (*spokojny*).

2° W przypadku gdzie ciśnienia są mierzone bezpośrednio przy samym otworze.

*) Expériences hydrauliques sur les lois de l'écoulement de l'eau, entre- prises à Metz par MM. Poncelet et Lesbros, d'après les ordres du ministre de la guerre. Paris, 1832.

TABLICA WSPÓŁCZYNNIKÓW DO FORMUŁ WYPŁYWU TEORETYCZNEGO PRZEZ OTWORY PROSTOKĄTNE PIONOWE W ŚCIANIE CIENKIEJ Z ZUPEŁ- NEM ŚCIŚNIENIEM I PRZEPUSZCZAJĄCE WODĘ NA POWIETRZE.

(Ciśnienia są mierzone w punkcie naczynia gdzie płyn jest zupełnie spokojny).

Ciśnienie nad wierzch otworów.	Współczynniki wypływu teoretycznego, przy wysokości otworów					
	0 ^m .20	0 ^m .10	0 ^m .05	0 ^m .03	0 ^m .02	0 ^m .01
0.000	"	"	"	"	"	"
0.005	"	"	"	"	"	0.705
0.010	"	"	0.607	0.630	0.660	0.701
0.015	"	0.593	0.612	0.632	0.660	0.697
0.020	0.572	0.596	0.615	0.634	0.659	0.694
0.030	0.578	0.600	0.620	0.638	0.659	0.688
0.040	0.582	0.603	0.623	0.640	0.658	0.683
0.050	0.585	0.605	0.625	0.640	0.658	0.679
0.060	0.587	0.607	0.627	0.640	0.657	0.676
0.070	0.588	0.609	0.628	0.639	0.656	0.673
0.080	0.589	0.610	0.629	0.638	0.656	0.670
0.090	0.591	0.610	0.629	0.637	0.655	0.668
0.100	0.592	0.611	0.630	0.637	0.654	0.666
0.120	0.593	0.612	0.630	0.636	0.653	0.663
0.140	0.595	0.613	0.630	0.635	0.651	0.660
0.160	0.596	0.614	0.631	0.634	0.650	0.658
0.180	0.597	0.615	0.630	0.634	0.649	0.657
0.200	0.598	0.615	0.630	0.633	0.648	0.655
0.250	0.599	0.616	0.630	0.632	0.646	0.653
0.300	0.600	0.616	0.629	0.632	0.644	0.650
0.400	0.602	0.617	0.628	0.631	0.642	0.647
0.500	0.603	0.617	0.628	0.630	0.640	0.644
0.600	0.604	0.617	0.627	0.630	0.638	0.642
0.700	0.604	0.616	0.627	0.629	0.637	0.640
0.800	0.605	0.616	0.627	0.629	0.636	0.637
0.900	0.605	0.615	0.626	0.628	0.634	0.635
1.000	0.605	0.615	0.626	0.628	0.633	0.632
1.100	0.604	0.614	0.625	0.627	0.631	0.629
1.200	0.604	0.614	0.624	0.626	0.628	0.626
1.300	0.603	0.613	0.622	0.624	0.625	0.622
1.400	0.603	0.612	0.621	0.622	0.622	0.618
1.500	0.602	0.611	0.620	0.620	0.619	0.615
1.600	0.602	0.611	0.618	0.618	0.617	0.613
1.700	0.602	0.610	0.617	0.616	0.615	0.612
1.800	0.601	0.609	0.615	0.615	0.614	0.612
1.900	0.601	0.608	0.614	0.613	0.612	0.611
2.000	0.601	0.607	0.613	0.612	0.612	0.611
3.000	0.601	0.603	0.606	0.608	0.610	0.609

TABLICA WSPÓŁCZYNNIKÓW DO FORMUŁ WYPŁYWU TEORETYCZNEGO
PRZEZ OTWORY PROSTOKĄTNE PIONOWE W ŚCIANIE CIENKIEJ Z ZUPEŁ-
NĄ ŚCIŚNIENIEM I PRZEPUSZCZAJĄCE WODĘ NA POWIETRZE.
(Ciśnienia są mierzone bezpośrednio nad otworem).

Ciśnienia nad wierzch otworów.	Współczynniki wypływu teoretycznego, przy wysokości otworów.					
	0 ^m .02	0 ^m .10	0 ^m .05	0 ^m .03	0 ^m .02	0 ^m .01
0.000	0.619	0.667	0.713	0.766	0.783	0.795
0.005	0.597	0.630	0.668	0.725	0.750	0.778
0.010	0.595	0.618	0.642	0.687	0.720	0.762
0.015	0.594	0.615	0.639	0.674	0.707	0.745
0.020	0.594	0.614	0.638	0.668	0.697	0.729
0.030	0.593	0.613	0.637	0.659	0.685	0.708
0.040	0.593	0.612	0.636	0.654	0.678	0.695
0.050	0.593	0.612	0.636	0.651	0.672	0.686
0.060	0.594	0.613	0.635	0.647	0.668	0.681
0.070	0.594	0.613	0.635	0.645	0.665	0.677
0.080	0.594	0.613	0.635	0.643	0.662	0.675
0.090	0.595	0.614	0.634	0.641	0.659	0.672
0.100	0.595	0.614	0.634	0.640	0.657	0.669
0.120	0.596	0.614	0.633	0.637	0.655	0.665
0.140	0.597	0.614	0.632	0.636	0.653	0.661
0.160	0.597	0.615	0.631	0.635	0.651	0.659
0.180	0.598	0.615	0.631	0.634	0.650	0.657
0.200	0.599	0.615	0.630	0.633	0.649	0.656
0.250	0.600	0.616	0.630	0.632	0.646	0.653
0.300	0.601	0.616	0.629	0.632	0.644	0.651
0.400	0.602	0.617	0.629	0.631	0.642	0.647
0.500	0.603	0.617	0.628	0.630	0.640	0.645
0.600	0.604	0.617	0.627	0.630	0.638	0.643
0.700	0.604	0.616	0.627	0.629	0.637	0.640
0.800	0.605	0.616	0.627	0.629	0.636	0.637
0.900	0.605	0.615	0.626	0.628	0.634	0.635
1.000	0.605	0.615	0.626	0.628	0.633	0.632
1.100	0.604	0.614	0.625	0.627	0.631	0.629
1.200	0.604	0.614	0.624	0.626	0.628	0.626
1.300	0.603	0.613	0.622	0.624	0.625	0.622
1.400	0.603	0.612	0.621	0.622	0.622	0.618
1.500	0.602	0.611	0.620	0.620	0.619	0.615
1.600	0.602	0.611	0.618	0.618	0.617	0.613
1.700	0.602	0.610	0.617	0.616	0.615	0.612
1.800	0.601	0.609	0.615	0.615	0.614	0.612
1.900	0.601	0.608	0.614	0.613	0.613	0.611
2.000	0.601	0.607	0.614	0.612	0.612	0.611
3.000	0.601	0.603	0.606	0.608	0.610	0.609

13. PRAWIDŁO DO OBLICZANIA WYPŁYWU RZECZYWISTEGO, KIEDY ŚCIŚNIENIE JEST ZUPEŁNE. Za pomocą powyższej tablicy jest łatwo obliczać wypływ rzeczywisty dla wszystkich otworów, mających ciśnienie nad ścianą górną, gdzie ciśnienie jest zupełne.

Oto prawidło podług którego należy postępować.

Wyszukać w tablicy N° 12 wartość współczynnika wypływu odpowiedniego zarazem do otworu i do ciśnienia, i pomnożyć taką przez wypływ teoretyczny; a liczba znaleziona, będzie wypływem rzeczywistym w 1".

To prawidło stosuje się tak do otworów zatopionych, jak i do tych, co wypuszczają wodę w powietrze.

1^y PRZYKŁAD. Jaki jest wypływ rzeczywisty przez otwór 0^m.10 wysoki, 1^m.20 szeroki, i pod ciśnieniem 1^m.30 na środek otworu, wypuszczającego wodę na powietrze?

Prędkość odpowiednia ciśnieniu na środek jest: (prawidło n° 2 i tablica n° 4).

$$\sqrt{19.62 \times 1^m.30} = 5^m.05$$

Powierzchnia otworu = 1^m.20 × 0^m.10 = 0^{mk}.120.

Wypływ teoretyczny (n° 9) 0^{mk}.120 × 5^m.05 = 0^{ms}.606.

Tablica n° 12 wskazuje, że współczynnik wypływu w przypadku podobnym, i jeżeli ciśnienie mierzone było w pewnej odległości od otworu, gdzie płyn był spokojny, jest 0.614.

Wypływ rzeczywisty podług prawidła powyższego jest 0.614 × 0^{ms}.606 = 0^{ms}.372.

2^{gi} PRZYKŁAD. Jaki jest wypływ rzeczywisty w jednej sekundzie przez otwór zatopiony 0^m.10 wysoki, 0^m.90 szeroki, kiedy poziom wody w naczyniu wyższym jest wyżej nad poziom wody w naczyniu niższym 1^m.40, a ciśnienie zupełne?

Prędkość zależna od różnicy poziomów jest (prawidło n° 2, i tablica n° 4)

$$\sqrt{19.62 \times 1^m.40} = 5^m.24.$$

Powierzchnia otworu jest 0^{mk}.09.

Wypływ teoretyczny w sekundzie jest:

$$0^{\text{mk}}.09 \times 5^{\text{m}}.24 = 0^{\text{ms}}.4716.$$

Tablica n° 12 wskazuje współczynnik wypływu w podobnym przypadku, i jeżeli różnica poziomów mierzona przy samym otworze jest 0.612.

Wypływ rzeczywisty podług poprzedzającego prawidła wynosi:

$$0.612 \times 0^{ms}.4716 = 0^{ms}.2886.$$

14. UWAGI NAD ZASTOSOWANIEM POPRZEDNIEGO PRAWIDŁA I TABLIC. Kiedy wysokość otworu, albo ciśnienie nad wierzchem jego będą zawarte między ważnościami wskazanymi w tablicach, bierze się za współczynnik wypływu średnio proporcjonalną między temi, które odpowiadają danym w tablicach.

3^{ci} PRZYKŁAD Jaki jest wypływ rzeczywisty w ciągu sekundy przez otwór 0^m.18 wysoki, 0^m.80, szeroki i pod ciśnieniem 1^m.50 na środek, mierzonym w miejscu, gdzie płyn był zupełnie spokojnym, ściśnienie jest zupełne?

Prędkość odpowiednia ciśnieniu na środek (podług prawidła n° 2 i tablicy n° 4)

$$\sqrt{19.62 \times 1^{m}.50} = 5^{m}.423$$

Powierzchnia otworu jest:

$$0^{m}.18 \times 0^{m}.8 = 0^{mk}.144.$$

Wypływ teoretyczny (podług n° 9)

$$0^{mk}.144 \times 5^{m}.423 \times 0^{ms}.781.$$

Wysokość otworu jest zawartą pomiędzy 0^m.10 i 0^m.20, współczynnik wypływu będzie średnio proporcjonalny pomiędzy 0.602 i 0.611, i będzie równy 0,6038. (*)

(*) Ta średnio proporcjonalna oznacza się we wszystkich podobnych przypadkach w sposób następujący:

Różnica 0^m.20—0^m.10=0^m.10 wysokości otworów znalezionych w tablicach (między którymi znajduje się wysokość szukana); tak się ma do ilości 0.611—0.602=0.009, to jest: różnicy między odpowiedniami współczynnikami, jak się ma 0^m.18—0^m.10=0^m.08, to jest: różnica wysokości danej od wysokości 0^m.10, znalezioną w tablicach; do ilości szukanej x , którą to ilością szukaną potrzeba zmniejszyć współczynnik odpowiedni otworowi 0^m.10, a ilość dopiero wypadła, będzie współczynnikiem odpowiednim wysokości 0^m.18.

Będzie więc:

$$0.10 : 0.009 :: 0.08 : x, x = 0.0072:$$

a następnie współczynnik szukany jest:

$$0.611 - 0.0072 = 0.6038.$$

Wypływ rzeczywisty będzie więc:

$$0.6038 \times 0^{ms}.781 = 0^{ms}.472.$$

UWAGA. Kiedy wysokość otworu będzie przechodzić 0^m.20 przyjmie się za współczynnik wypływu ten, który odpowiada otworowi, mającemu wysokość 0^m.20.

15. PRZYPADEK KIEDY ŚCIŚNIENIE NIE JEST ZUPEŁNE. Jeżeli bok jeden otworu jest w przedłużeniu ściany naczynia, w ten sposób, że żyłki płynu wychodzą równolegle od tej ściany, skutki ściśnienia na tej ścianie są zmniejszone albo zniszczone. Mówi się wtedy, że ściśnienie jest tylko w trzech ścianach. To się np. zdarza wtedy, kiedy próg otworu znajduje się na dnie naczynia. Może się także przytrafić podobne położenie wspólnie z innymi bokami otworu, i wtedy używa się podług doświadczeń p. Bidone następujące prawidło:

Jeżeli nazwiemy:

m współczynnik przepływu, jeżeli ściśnienie jest zupełne.

n część obwodu otworu, na której ściśnienie jest zniesione.

p obwód cały otworu.

m' ważność dla współczynnika przepływu w przypadku uważanym, to wtedy ważność dla m' oblicza się z następujących formuł.

Dla otworów prostokątnych

$$m' = m \left(1 + 0.1523 \frac{n}{p} \right);$$

Dla otworów okrągłych

$$m' = m \left(1 + 0.1279 \frac{n}{p} \right).$$

z czego jest następujące prawidło.

Aby mieć ważność dla współczynnika przepływu przez otwór, w którego części obwodu ściśnienie jest zniesione:

Bierze się stosunek części obwodu, na którym ściśnienia nie ma, do całego obwodu otworu, i mnoży przez 0.1523 jeżeli obwód jest prostokątny, lub przez 0.1279 jeżeli obwód jest okrągły; do tego iloczynu dodaje się jedność i sumę mnoży się przez współczynnik przepływu dla tego samego otworu, znaleziony z tablicy n° 12, tak jakby ściśnienie było zupełne.

1^y PRZYKŁAD. Jaki jest przepływ rzeczywisty otworem 0^m.15 wysokim, 1^m.20 szerokim i pod ciśnieniem 1^m.30 na środek tegoż otworu, kiedy woda wypływa na powietrze, i kiedy próg otworu jest w przedłużeniu dna naczynia?

Gdyby ściśnienie było zupełne, współczynnik przepływu podług n° 12 byłby:

$$m = \frac{0.604 + 0.614}{2} = 0.609,$$

mamy:

$$n = 1^m.20, p = 2 (1.20 + 0.15) = 2^m.70.$$

a ztąd:

$$\frac{n}{p} = \frac{1.20}{2.70} = 0.44, m' = 0.609 (1 + 0.152 \times 0.44) = 0.650.$$

Przepływ teoretyczny jest więc:

$$0^m.15 \times 1^m.20 \sqrt{19.62 \times 1^m.30} = 0^{ms}.909.$$

Przepływ rzeczywisty będzie:

$$0.650 \times 0^{ms}.909 = 0^{ms}.591.$$

2^{gi} PRZYKŁAD. Jeżeli ściśnienie byłoby zniesione we dnie i w dwóch bokach pionowych, byłoby:

$$n = 1^m.20 + 2(0^m.15) = 1^m.50, p = 2^m.70$$

$$\frac{n}{p} = 0.55, m' = 0.609 (1 + 0.152 \times 0.55) = 0.660,$$

przepływ rzeczywisty byłby:

$$0.660 \times 0^{ms}.909 = 0^{ms}.600.$$

16. PRZYPADEK JEŻELI OTWÓR JEST PRZEDŁUŻONY NA WENĄTRZ NACZYNIJA PRZESZ RURĘ. Jeżeli otwór jest przedłużony na wewnątrz naczynia przez rurę dosyć krótką tak, że przepływ nie ma miejsca otwartą paszczą (*à gueule-bée*) co łatwo poznać na pierwszy rzut oka, wtedy podług doświadczeń p. Borda i Bidone współczynnik przepływu jest $m = 0.50$.

To położenie, które czasem bywa w aparatach hydraulicznych lub wytryskach, jest bardzo nie dobre, bo nader przepływ zmniejsza.

17. WPŁYW SZEROKOŚCI OTWORU NA PRZEPŁYW, KIEDY CIŚNIENIE JEST NAD WIERZCHOŁKIEM. Szerokość otworów

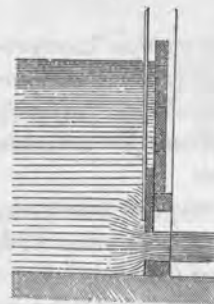
zda się wpływać na przepływ przez też otwory, kiedy ciśnienie jest nad wierzchołkiem, ale w tym względzie mało mamy doświadczeń.

Dla otworu 1^m.50 szerokiego z ciśnieniami nad wierzchołek, zawartymi pomiędzy 0^m.05 do 0^m.20 wysokości, i dla których ściśnienie byłoby zupełne, można przyjąć wartości następujące:

Wysokość ciśnienia Ważność dla współ- czynni. m.	m 0.05	m 0.06	m 0.07	m 0.08	m 0.09	m 0.10	m 0.12	m 0.14	m 0.16	m 0.18	m 0.20
	0.728	0.708	0.695	0.687	0.682	0.679	0.675	0.675	0.675	0.675	0.675

18. STAWIDŁA PRZY SZLUZACH (*Vannes des écluses*). Stawidła szluz są w ogóle tak budowane, że

Fig. 4.



ich próg jest bardzo blisko od dna ponuru (fig 4), w tym wypadku.

Aby ustawić wypływ rzeczywisty, trzeba mnożyć wypływ teoretyczny przez 0.625.

To prawidło stosuje się tak do otworów zatopionych, jak i wypuszczających wodę na wolne powietrze.

PRZYKŁAD. Jaki jest wypływ rzeczywisty w 1" przez stawidło szluzy, które zasłania otwór 0^m.50 wysoki, 0^m.70 szeroki, wypuszczające wody na wolne powietrze, pod ciśnieniem 2^m.50 na próg?

Wypływ teoretyczny obrachowany podług prawidła n° 9 jest:

$$0^m.50 \times 0^m.70 \sqrt{19.62 \times 2^m.25} = 2^{ms}.325.$$

Wypływ rzeczywisty więc jest:

$$0.625 \times 2^{ms}.325 = 1^{ms}.453.$$

19. OTWORY SASIEDNIE (*Orifices voisins*). Świeże doświadczenia, czynione przez p. Castel w Tuluzie, pokazały, że sąsiedztwo 2^{ch} lub 3^{ch} otworów nie zmienia wypływu, jakto dotąd mniemano.

Dla tego też wypływ oblicza się, jak gdyby był otwór pojedynczy.

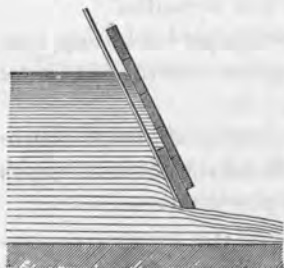
20. STAWIDŁA UKOŚNE. (*Vannes inclinées*) Kiedy dwie ściany boczne i próg otworu są w przedłużeniu ścian naczynia, i kiedy stawidło jest nachylone, współczynnik wypływu podług doświadczeń Poncelet'a jest dla:

stawideł nachylonych $\left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ podstawa do } 2 \text{ wysokości} \dots 0.74 \\ \text{w stosunku jak } 1 \text{ podstawa do } 1 \text{ wysokości} \dots 0.80 \end{array} \right.$

To położenie napotyka się zwykle przy urządzeniach kół z łopatkami krzywymi (*roues à aubes courbes*).

Rozumie się, że wtedy wysokość otworu powinna być mierzona nie po ścianie otworu, ale od góry prostopadłe do dna. To nam daje następujące prawidło:

Fig. 5.



Aby otrzymać wypływ rzeczywisty w ciągu 1" przez otwór nachylony jak $\frac{1}{2}$ (fig. 5) albo jak $\frac{1}{4}$ (fig. 6), dla których ściśnienie jest zniesione w bokach i w dnie:

Mnoży się wypływ teoretyczny w pierwszym przypadku przez 0.74, a w drugim przez 0.80

Fig. 6.



1^y PRZYKŁAD. Jaki jest wypływ rzeczywisty przez otwór 1^m szeroki, 0^m.20 wysoki, nachylony w stosunku 1 podstawy do 2 wysokości, i pod ciśnieniem 1^m.50 na próg, i dla którego ściśnienie jest zniesione we dnie i w dwóch bokach prostopadłych.

Wypływ teoretyczny jest:

$$1^m \times 0^m.20 \times \sqrt{19.62 \times 1^m.40} = 1^{ms}.048.$$

Wypływ rzeczywisty będzie:

$$0.74 \times 1^{ms}.048 = 0^{ms}.776.$$

2 PRZYKŁAD. Jaki będzie wypływ rzeczywisty przez ten sam otwór, i pod tém samém ciśnieniem, jeżeli stawidło nachylone jest w stosunku jeden do jednego, czyli pod kątem 45°?

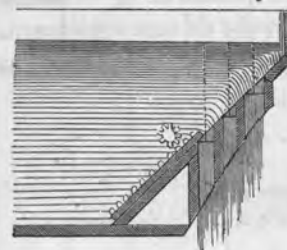
Wypływ teoretyczny jest jeszcze jak powyżej 1^{ms}.048

A wypływ rzeczywisty będzie:

$$0.80 \times 1^{ms}.048 = 0^{ms}.838.$$

21. OTWORY, KTÓRE PROWADZĄ WODĘ PRZEZ GANKI NA ŁOPATKI ŁAMANE (*augets*), CZYLI KORYTKA KOŁA WODNEGO.

Fig. 7.



Kiedy otwory są połączone z pewnym rodzajem ganków w kształcie kanału lub koryta, (fig. 7) przeznaczone do prowadzenia wód na koła, co się często przytrafia w kołach, biorących wodę, poniżej wierzchołka swego, a prawie zawsze w nadsiebiernych, wypływ rzeczywisty otrzymuje się według następującego prawidła:

Obliczyć wypływ teoretyczny dla każdego otworu w progu lub ganku, zasłanianego stawidłem, przyjmując zapłaszczyznę iloczyn z szerokości przez najkrótszą odległość co do wysokości, i za ciśnienie wody wysokość poziomu nad środkiem téj najkrótszej odległości; dodać wypływy odpowiednie każdego otworu, i rozmnóżić sumę przez 0.75, czyli wziąć jęj $\frac{3}{4}$ części, a wypadek będzie wypływem rzeczywistym szukanym.

PRZYKŁAD. Jaki jest wypływ wody w 1" przez otwór nachylony pod 40 stopniem, mający szerokości 2^m.63, i złożony z trzech otworów cząstkowych, dla których odpowiednie wartości są jak następuje:

	szerokość	wysokość	ciśnienie na środek	wypływ teoretyczny
	m	m	m	ms
1. otwór . .	2.63	0.070	0.120	0.282
2. otwór . .	2.63	0.070	0.260	0.416
3. otwór . .	2.63	0.045	0.346	0.308

Wypływ teoretyczny cały

$$\text{Wypływ rzeczywisty } 0.75 \times 1^{ms}.006 = 0^{ms}.754.$$

$$= 1.006.$$

22. OTWORY Z POGRÓDKAMI (*Coursier*) Otwory wypływu mają prawie zawsze pogródki, to jest kanały z drzewa, prowadzące wodę na koła, więcej lub mniej nachylone. Według doświadczeń Bossut'a i najświeższych Poncelet'a i Lesbros'a, obecność pogródek nie oddziałuje znacznie na wypływ wtedy, kiedy ciśnienia na otwór nie są mniejsze od:

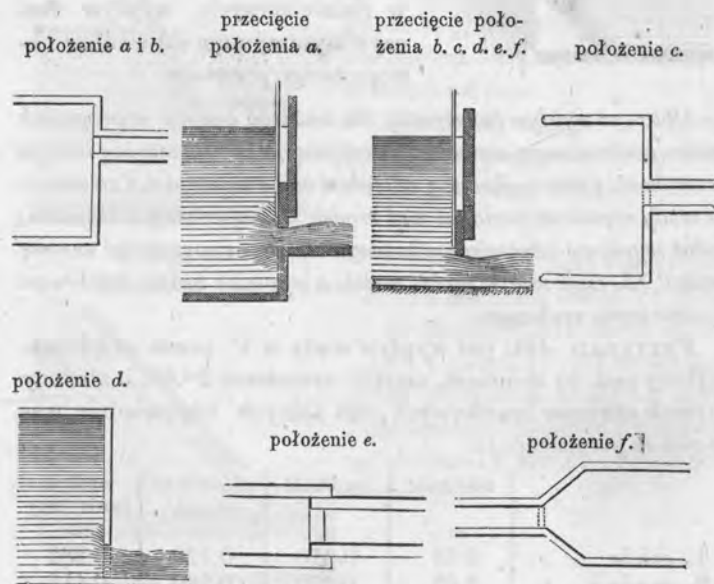
0.50 do 0.60 dla otworów 0.20 do 0.15 wysokości.

0.30 do 0.40 dto. 0.10 dto.

0.20 dto. 0.05 dto. i mniej.

Rzadko się zdarza, żeby ciśnienie na środek otworu było niższe od tego cośmy naznaczyli, lecz ponieważ się to zdarza czasami, następna tablica w razie potrzeby da nam współczynniki wypływów w rozmaitych położeniach otworów, które są oznaczone na (fig. 8.)

Fig. 8.



Wysokość otworu	Ciśnienie na środek	Współczynniki wypływu w położeniu.					
		a	b	c	d	e	f
0.20	m						
	0.40	0.591	0.580	0.582	0.577	0.603	0.597
	0.24	0.559	0.552	0.550*	0.548	0.576	0.573
	0.12	0.483	0.482	0.484	0.485	0.484	0.483*
	0.16	0.590	0.580*	0.583*	0.585*	0.606*	0.604*
	0.11	0.562	0.560*	0.561*	0.562*	0.566*	0.564*
0.10	0.09	0.523	0.522*	0.522*	0.517*	0.510*	0.510*
	0.06	0.464	0.463*	0.462*	0.462*	0.460*	0.460*
	0.20	0.631	0.615	0.618*	0.622	0.636	0.628
	0.11	0.614	0.597	0.598	0.601	0.610	0.609
0.05	0.05	0.495	0.493	0.486	0.490	0.462	0.501
	0.04	0.452	0.443	0.442*	0.442	0.417*	„
0.03	0.20	0.632	0.631*	0.632*	0.635	0.650*	0.651*
	0.06	0.627	0.605*	0.602*	0.607	0.572*	0.594*

UWAGA. Cyfry, przy których jest gwiazdka, były obliczane przez wstawianie (*interpolation*).

Za pomocą ważności dla współczynników wypływu, zamieszczonych powyżej, będzie łatwo w przypadku mniejszych ciśnień obliczyć wypływ rzeczywisty przez otwory, których położenie jest podobne do jednego z powyżej wskazanych.

To nam daje następujące prawo:

Mnoży się wypływ teoretyczny, obliczony stosownie do potrzeby podług prawideł n° 9 lub 10. przez współczynnik wypływu odpowiedniego położeniu otworu, jego ciśnieniu na środek i jego powierzchni.

We wszystkich wypadkach pośrednich między temi, które są zamieszczone w tablicy, można naznaczyć przez przybliżenie dostateczne współczynnik wypływu, biorąc średnio proporcjonalną między ważnościami odpowiedniami, zamieszczonymi w tablicy, a najbliższymi tych, o które idzie.

PRZYKŁAD: w położeniu a. Jaki jest wypływ rzeczywisty w 1" przez otwór 0^m.65 szeroki, 0^m.20 wysoki, pod ciśnieniem 0^m.24 na środek otworu (w położeniu a)?

Wpływ teoretyczny (n° 9) jest:

$$0^m.65 \times 0^m.20 \sqrt{19.62 \times 0^m.24} = 0^{ms}.282.$$

Współczynnik wpływu jest podług tablicy poprzedniej równy 0.559.

Wpływ rzeczywisty będzie:

$$0.559 \times 0^{ms}.282 = 0^{ms}.158$$

Położenie b. Jaki jest wpływ rzeczywisty w 1" przez otwór 0^m.80 szeroki, 0^m.10 wysoki, pod ciśnieniem 0^m.09 na środek otworu (w położeniu b)?

Wpływ teoretyczny równa się:

$$0^m.80 \times 0^m.10 \sqrt{19.62 \times 0^m.09} = 0^{ms}.106.$$

Współczynnik wpływu jest podług tablicy 0.522.

Wpływ rzeczywisty = $0.522 \times 0^{ms}.106 = 0^{ms}.0554$.

Położenie c. Jaki jest wpływ rzeczywisty w 1" przez otwór 0^m.70 szeroki, 0^m.05 wysoki, pod ciśnieniem 0^m.05 na środek otworu (w położeniu c)?

Wpływ teoretyczny jest:

$$0^m.70 \times 0^m.05 \sqrt{19.62 \times 0^m.05} = 0^{ms}.0348.$$

Współczynnik wpływu jest 0.486.

Wpływ rzeczywisty jest:

$$0.486 \times 0^{ms}.0348 = 0^{ms}.0169.$$

Położenie d. Jaki jest wpływ rzeczywisty w 1" przez otwór 0^m.55 szeroki, 0^m.15 wysoki, pod ciśnieniem 0^m.12 na środek otworu (w położeniu d)?

Wpływ teoretyczny równy:

$$0^m.55 \times 0^m.15 \sqrt{19.62 \times 0^m.12} = 0^{ms}.1266.$$

Współczynnik wpływu jest:

$$\frac{0.486 \times 0.562}{2} = 0.523.$$

Wpływ rzeczywisty będzie:

$$0.523 \times 0^{ms}.1266 = 0^{ms}.0662.$$

Położenie e. Jaki jest wpływ rzeczywisty w 1" przez otwór 0^m.10 szeroki, 0^m.10 wysoki, pod ciśnieniem 0^m.11 na środek otworu (w położeniu e)?

Wpływ teoretyczny równy:

$$1^m.10 \times 0^m.10 \sqrt{19.62 \times 0^m.11} = 0^{ms}.161.$$

współczynnik wpływu 0.566.

Wpływ rzeczywisty $0.566 \times 0^{ms}.161 = 0^{ms}.0911$.

Położenie f. Jaki jest wpływ rzeczywisty w 1" przez otwór 0^m.90 szeroki 0^m.20 wysoki i pod ciśnieniem 0^m.12 na środek otworu (w położeniu f).

Wpływ teoretyczny równa się:

$$0^m.90 \times 0^m.20 \sqrt{19.62 \times 0^m.12} = 0^{ms}.276.$$

Współczynnik wpływu = 0.483.

Wpływ rzeczywisty $0.483 \times 0^{ms}.276 = 0^{ms}.1335$.

23. OTWORY Z GANKAMI KRYTEMI PIRAMIDALNEMI (*buses pyramidales*). Znajduje się niekiedy w dawnych zakładach fabrycznych, że do otworów dodane są ganki kryte piramidalne, zwane także (Cannelles), które puszczały wodę na koła rozmaitych rodzaj.

Kiedy te ganki kryte piramidalne są wzmocnione wewnątrz ramami drewnianymi lub żelaznymi, oblicza się wpływ w 1" przez formułę:

$$Q = 0.864 L E \sqrt{19.62 H} (*)$$

w której:

L znaczy szerokość poziomą,

E wysokość ramy, położonej na końcu ganku krytego, stanowiącej otwór przepuszczający wodę,

H wysokość poziomu wody naczynia górnego nad środek ramy, stanowiącej otwór.

PRZYKŁAD. Jaka jest kolumna wody (*volume d'eau*), przepływającej w 1" przez otwór ganku krytego przy młynie n° 1 w Tuluzie, przy danych następujących?

$$L = 0^m.193, E = 0^m.208, H = 3^m.653.$$

Formuła daje:

$$Q = 0.864 \times 0^m.193 \times 0^m.208 \times \sqrt{19.62 \times 3^m.653} = 0^{ms}.2938.$$

Doświadczenie bezpośrednie dało 0^{ms}.2937.

(*) Expériences sur les roues hydrauliques à axe vertical, par MM. G. Piobert et Tardy. 1840.

Kiedy niema ram z drzewa lub żelaza, których wysoki wstrzymują bieg wody, współczynnik wtedy jest $m=0.964$, a formuła będzie:

$$Q=0.964LE\sqrt{19.62H}$$

PRZYKŁAD. Jaka jest kolumna wody, która przepływa w 1" przez ganek kryty młyna n°. 2 w Tuluzie gdy dane są:

$$L=0^m.180, E=0^m.203, H=3^m.378.$$

Formuła daje:

$$Q=0.964 \times 0^m.180 \times 0^m.203 \sqrt{19.62 \times 3^m.378} = 0^{ms}.2867.$$

Doświadczenie bezpośrednie daje tę samą kolumnę wody.

Formuły poprzednie sprowadzają się do następującego pravidła:

Aby obliczyć kolumnę wody, przepływającą w 1" przez ganek kryty piramidalny, podobny do tych, jakie są przy dawnych młynach w Tuluzie.

Mnoży się szerokość otworu przez jego wysokość i przez prędkość, pochodzącą od ciśnienia na środek w końcu ganku; a iloczyn mnoży się przez 0.864, jeżeli są ramy wewnętrzne w ganku, a przez 0.964, jeżeli ich nie ma.

Iloczyn ostatni będzie kolumną szukaną wody.

24. OTWORY Z POGRÓDKAMI (*coursiers*) O ŚCIANACH PIONOWYCH ZWĘŻONEMI W KOŃCU O JEDNĄ CZWARTĄ LUB PIĄTĄ CZĘŚĆ SZEROKOŚCI OTWORU. Są w Tuluzie, w Metz, i w wielu innych miejscach koła wodne z łopatkami zwanymi *à rodets*, na które jest prowadzona woda od otworu przez pogródkę cokolwiek nachylone, których jedna ściana jest prostopadłą do płaszczyzny otworu, a druga jest pochyloną do pierwszój w ten sposób, że pogródkę, której długość jest około 5 razy większa jak szerokość otworu, nie ma na końcu, gdzie wypuszcza wodę, jak czwartą lub piątą część téj, którą miała przy otworze, w takich przypadkach z tyłu otworu w pogródkach, prowadzących wodę na koło, podnosi się woda przez oddziaływanie (*remou*), którego wysokość o tyle jest większą, o ile podniesienie stawidła, puszczającego wodę, jest znaczniejszem.

Wpływ z otworu oblicza się z dostateczną w zwyczajném zastosowaniu dokładnością za pomocą następującej formuły.

$$Q=mLE\sqrt{19.62H},$$

w któręj L i E znaczą szerokość i wysokość otworu, utworzonego przez podniesienie stawidła, H ciśnienie wody na środek tego otworu, i gdzie za współczynnik m wypływu teoretycznego bierze się następujące ważności, odpowiednio stosunkowi pomiędzy wysokością a szerokością uformowanego otworu przez podniesienie stawidła.

	$\frac{E}{L}$	$\frac{m}{0.10}$	$\frac{m}{0.15}$	$\frac{m}{0.20}$	$\frac{m}{0.25}$	$\frac{m}{0.30}$	$\frac{m}{0.35}$	$\frac{m}{0.40}$	$\frac{m}{0.45}$
ważność stosunku		0.740	0.700	0.660	0.630	0.590	0.550	0.520	0.480

PRZYKŁAD. Jaka jest kolumna wody, która przepływa w ciągu 1" przez otwór stawidła przy młynie szpitala w Tuluzie, gdzie dane są następujące:

$$L=0^m.67, E=0^m.1675, H=2^m.09.$$

$$\text{Będzie: } \frac{E}{L}=0.25,$$

a ztąd ważność dla $m=0.63$;

co wstawwszy w ogólną formułę będzie:

$$Q=0.63 \times 0^m.67 \times 0^m.1675 \sqrt{19.62 \times 2^m.09} = 0^{ms}.453.$$

Doświadczenie bezpośrednie w podobnych okolicznościach dało $0^{ms}.438$.

25. OTWORY Z DODATKAMI WALCOWEMI (*ajutages cylindriques*).

Kiedy otwór okrągły jest opatrzony dodatkiem walcowym téj samęj średnicy co otwór, wtedy wypływ znacznie powiększa się, skutkiem dodania téj rury. Z doświadczeń, czynionych przez Eytelweina, pokazało się, że wypływ różni się odpowiednio długości rury. Po obliczeniu wypływu teoretycznego przez otwór zwyczajny podług n° 9, mnoży się go przez następujące liczby, aby mieć wypływ rzeczywisty.

Stosunek długości do średnicy rury.	Współczynnik do wypływu teoretycznego
1 ^m i niżej	0.62
2 do 3	0.82
12	0.77
24	0.73
36	0.68
43	0.63
60	.600

Kiedy rura, czyli dodatek będzie miał długość jeszcze większą, dochodzi się przepływ według prawideł, które będą wskazane poniżej n° 63, mówiąc o rurach rozprzodających wody.

1°. PRZYKŁAD. Jaka jest kolumna wody, która przepływa w 1" przez otwór mający 0^m.05 średnicy; opatrzone dodatkiem którego długość jest 0^m.15, pod ciśnieniem na środek otworu 1^m.25.

Wypływ teoretyczny jest:

$$\frac{0.05^3}{1.273} \times \sqrt{19.62 \times 1^m.25} = 0^{ms}.00972.$$

stosunek długości do średnicy rury równy,

$$\frac{0.15}{0.05} = 3$$

a ztąd współczynnik równy 0.82.

wypływ rzeczywisty będzie więc:

$$Q = 0.82 \times 0^{ms}.00972 = 0^{ms}.00797.$$

2^{ci} PRZYKŁAD. Jaki jest wypływ przy tych samych okolicznościach, jeżeli dodatek ma długość 36 razy większą od średnicy otworu? W takim wypadku współczynnik wypływu będzie 0.68, a ztąd wypływ rzeczywisty jest:

$$Q = 0.68 \times 0^{ms}.00972 = 0^{ms}.00661.$$

widać z tych przykładów, o ile zależy wypływ od długości rurki dodanej.

26. OTWORY Z DODATKAMI LEJKOWATEMI CZYLI STOŻKOWEMI (*coniques*), ZWĘŻAJĄCEMI SIĘ NA ZEWNĄTRZ (*conver-gents*). Dodatki stożkowe, zwężające się bardzo często używane w praktyce są te, które są przymocowane podstawą szerszą ostrokągu ściętego do otworu. Wtedy oblicza się wypływ teoretyczny, przyjmując za płaszczyznę A otworu tę, którą ma dodatek na końcu przy wylocie, i za ciśnienie H to, które ma także na końcu. Wypływ rzeczywisty, który się różni podług kąta, jaki robi ściana dodatku ze ścianą naczynia, otrzymuje się, mnożąc wypływ teoretyczny przez liczby, ozna-

zione w następującej tablicy, podług ważności względnej stosownie do tegoż kąta.

Kąt ściany stożka z ścianą naczynia.	Współczynniki dla	
	Wypływu	Prędkości
0° 0'	0.829	0.830
1 36	0.866	0.866
3 10	0.895	0.894
4 10	0.912	0.910
5 26	0.924	0.920
7 52	0.929	0.931
8 58	0.934	0.942
10 20	0.938	0.950
12 4	0.942	0.955
13 24	0.946	0.962
14 28	0.941	0.966
16 36	0.938	0.971
19 28	0.924	0.970
21 0	0.918	0.971
23 0	0.913	0.974
29 58	0.896	0.975
40 20	0.869	0.980
48 50	0.847	0.984

Ta tablica ułożona przez Pana Castel, stosuje się do dodatków, których długość jest równa 2 do 6 razy wziętej średnicy otworu dodatku na końcu.

PRZYKŁAD. Jaki jest wypływ przez dodatek lejkowaty 0^m.012 średnicy, na końcu przy wylocie 0^m.030 długości, pod ciśnieniem 5^m, kąt nachylenia ściany dodatku 12°.

Wypływ teoretyczny jest:

$$\frac{(0^m.012)^3}{1.273} \times \sqrt{19.62 \times 5^m} = 0^{ms}.00112.$$

Współczynnik odpowiadni 12° jest 0.942, a ztąd wypływ rzeczywisty będzie:

$$Q = 0^m.942 \times 0^{ms}.00112 = 0^{ms}.001055.$$

27. PRĘDKOŚĆ PRZEPŁYWU WODY NA KOŃCU DODATKÓW. Otrzyma się prędkość przepływu wody na końcu dodatku, mnożąc prędkość teoretyczną, znaną podług n° 2 $\sqrt{19.62H}$ przez współczynnik, dany w poprzedniej tablicy n° 24, odpowiedni kątowi nachylenia, jakie robi ściana dodatku z ścianą naczynia.

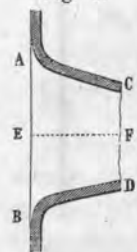
PRZYKŁAD. Jaka jest prędkość wypływu wody przez dodatek lejkowaty w przykładzie poprzedzającym?

Ciśnienie na środek otworu jest $5^m.00$, prędkość teoretyczna na wypływie $=\sqrt{19.62 \times 5^m} = 9^m.09$.

Współczynnik prędkości dla kąta 12° w tablicy poprzedniej jest 0.955, ztąd prędkość rzeczywista będzie:

$$V = 9^m.09 \times 0.955 = 9^m.455.$$

Fig. 9.



Gdyby chciano powiększyć wypływ, który może wywołać dodatek, trzeba mu dać, przy zetknięciu, czyli złączeniu z naczyniem średnicę AB (fig. 9) równą 1 do 2 razy średnicy wypustu CD, i umieścić takową na długość CD, czyli dając długość dodatku równą średnicy małej, jako też łagodząc kany przy przyczepieniu dodatku przez odpowiednie zaokrąglenie.

Powiększa się także jeszcze wypływ, przedłużając dodatek powyżej oznaczony rurą walcową, albo zastępując takową przez rodzaj wywiniętego na zewnątrz musztuku (*embouchure évasée*), którego długość najprzyjaźniejsza równać się powinna 10 razy wziętej średnicy małej podstawy, i kąt górnej ściany rury z naczyniem powinien czynić około 5° , a podług doświadczeń Eytelweina powinien się obliczać wypływ rzeczywisty przez podobne dodatki w sposób następujący:

Naprzód obliczy się wypływ rzeczywisty, jakby był przy dodatku walcowym, za pomocą prawidła i tablicy n° 25. Potem mnoży się otrzymany wypływ przez współczynnik, zamieszczony w tablicy następującej, a to podług stosunku, jaki zachodzi między długością a małą średnicą rury.

Stosunek długości rury do małej średnicy	Współczynniki wypływu z rur walcowych kiedy im dodaje się	
	wypust wywinięty bez dodatku przy wejściu	wypust wywinięty z dodatkiem przy wejściu
1 i niżej	1.56	»
2 do 3	1.15	1.35
12	1.13	1.27
24	1.10	1.24
36	1.09	1.23
48	1.09	1.21
60	1.08	1.17

PRZYKŁAD. Jaki będzie wypływ z dodatku, zamieszczonego w pierwszym przykładzie n° 25, jeżeli się do niego doda: naprzód wypust wywinięty, formy wskazanej powyżej, a potem dodatek zaokrąglony w początku?

Dodatek części walcowej ma długość równą 3 razy średnicy małej $0^m.05$, wypływ więc przez ten dodatek, jako walcowy będzie znaleziony podług n° 25, i będzie równy $0^ms.00797$.

Jeżeli się doda przy wypływie rodzaj rury wywiniętej, wypływ powinien być:

$$Q = 1.15 \times 0^ms.00797 = 0^ms.00917.$$

Jeżeli dodatek będzie więcej wywinięty i zaokrąglony w początku, jak się powiedziało wyżej, wypływ będzie:

$$Q = 1.35 \times 0^ms.00797 = 0^ms.01076.$$

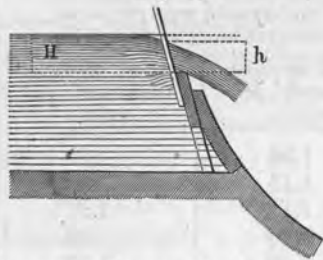
UWAGA. Pokazuje się więc, że w rurach długich, wpływ wylotu wywiniętego mniej oddziałuje na wypływ, jak w dodatkach krótszych wywiniętych, w których jest daleko większy, a mianowicie: gdy kształt ich zbliża się do żyły płynu (*veine fluide*). Trzeba więc zawsze o ile można zgodnie do kształtu żyły płynu formować początek i rury prowadzące wody.

PRZEPŁYW WODY OTWORAMI W PRZEWALACH (*déversoir*).

28. Kolumna wody, która przepływa w 1'' przez otwór w przewale, oblicza się za pomocą formuły następującej:

$$Q = mLH\sqrt{2gH}, \text{ w której:}$$

Fig. 10.



Q jest kolumna wody w metrach sześciennych,

L szerokość otworu w przewale,

H wysokość poziomu wody nad próg przewалу, albo obniżonego stawidła, nad którym płyn przechodzi

(fig. 10). Ta wysokość powinna być mierzona w miejscu, gdzie nie ma obniżenia poziomu, które się zawsze zdarza blisko wylotu i w samym otworze.

$2g=19^m.62$,

m pewien współczynnik liczebny, który podług doświadczeń Panów Poncelet i Lesbros przyjmuje następujące wartości:

ważność na H.	$\frac{m}{0.01}$	$\frac{m}{0.02}$	$\frac{m}{0.03}$	$\frac{m}{0.04}$	$\frac{m}{0.06}$	$\frac{m}{0.08}$	$\frac{m}{0.10}$	$\frac{m}{0.15}$	$\frac{m}{0.20}$	$\frac{m}{0.23}$
współczynnik m.	0.424	0.417	0.412	0.407	0.401	0.397	0.395	0.393	0.390	0.385

W przypadkach zwykłych w praktyce można brać średnio $m=0.405$, w ten sposób formuła praktyczna na obliczenie przepływu w przewalach jest:

$$Q=0.405LH\sqrt{19.62H}.$$

Ta formuła wyrazi się przez następujące prawidło:

Aby obliczyć kolumnę wody, przepływającą w jednej sekundzie przez otwór w przewale:

Mnoży się szerokość otworu przez wysokość poziomu wody nad próg, czyli ścianę stanowiącą dno otworu, iloczyn wypadły mnoży się przez prędkość, pochodzącą od wysokości, a to wszystko w końcu przez 0.405, wypadek z działania będzie szukaną kolumną wody.

PIERWSZY PRZYKŁAD. Jaka jest kolumna wody, która przepływa w 1'' przez otwór w przewale 10^m szeroki, którego próg jest 0^m.20 niżej poziomu głównego wody w rezerwarze?

Formuła poprzednia daje:

$$Q=0.390 \times 10^m \times 0^m.20 \sqrt{19.62 \times 0^m.20} = 1^{ms}.544.$$

Prawidło praktyczne przyjmując $m=0.405$, dałoby:

$$Q=1^{ms}.604.$$

DRUGI PRZYKŁAD. Jaka jest kolumna wody, która przepływa w 1'' przez wierzch stawidła 3^m szerokiego, które tworzy przewał, mający dno 0^m.15 niżej od poziomu wody w rezerwarze?

Formuła daje:

$$Q=0.393 \times 3^m \times 0^m.15 \sqrt{19.62 \times 0^m.15} = 0^{ms}.303.$$

29. PRZEWALY POCHYLE, UTWORZONE PRZEZ STAWIDŁA PRZY KOŁACH O ŁOPATKACH PŁASKICH (*aubes planes*), MAJĄCE TĘ SAMĄ SZEROKOŚĆ CO KANAŁ DOPŁYWOWY I ZAOKRĄGLONE W CZĘŚCI WYŻSZEJ. Ten przypadek bardzo często przytrafia się w praktyce, a jednak pomimo swojej ważności mało był doświadczanym. Kilka doświadczeń robionych w Bouchet w r. 1844 ze stawidłem 2^m.017 szerokim przy wysokości 0^m.08, dały dla współczynnika m następujące wartości:

Ciśnienie na próg przew.	$\frac{m}{0.04}$	$\frac{m}{0.05}$	$\frac{m}{0.06}$	$\frac{m}{0.07}$	$\frac{m}{0.08}$	$\frac{m}{0.09}$	$\frac{m}{0.10}$	$\frac{m}{0.12}$	$\frac{m}{0.14}$	$\frac{m}{0.16}$	$\frac{m}{0.18}$	$\frac{m}{0.20}$
Ważność dla współczynnika m	0.264	0.313	0.355	0.390	0.418	0.437	0.448	0.460	0.467	0.472	0.477	0.482

Przy małych ciśnieniach woda dotyka do obwodu stawidła, ale przy ciśnieniach większych żyła płynu oddziela się zupełnie, i ta okoliczność wywiera wielki wpływ na ilość masy przepływu.

30. UWAGA CO DO MIERZENIA WYSOKOŚCI WODY NAD PRÓG PRZEWALU. W zastosowaniach formuły i prawidła poprzedniego powinno się, jak powiedziano przy n° 28, mierzyć wysokość poziomu wody nad próg przewалу w miejscu, gdzie formujące się przy otworze obniżenie poziomu wody, już czuć się nie daje; co wymaga, aby rezerwar był odkryty najmniej na odległość jednego metra od otworu.

Kiedy otwór przewалу jest mniej szeroki jak rezerwar, poziom wody w bokach stawidła jest tej samej wysokości, co i w odległości nawet dosyć znacznej w górze rezerwaru. Do statecznym więc byłoby mierzyć wysokość poziomu w tych punktach dla znalezienia wywyższenia tego poziomu nad próg przewалу, czyli ciśnienia H.

31. PRZYPADK KIEDY OTWÓR PRZEWALU MA TĘ SAMĄ SZEROKOŚĆ CO KANAŁ DOPŁYWOWY. Kiedy przewał ma tę samą szerokość co kanał dopływowy, i jeżeli tenże kanał ma głę-

doświadczeń P. Poncelet i Lesbros potrzeba wówczas wypadek z formuły:

$$LH \sqrt{2gH}$$

mnożyć przez liczby następujące, zamieszczone w tablicy odpowiednio rozłożeniu otworów *a, b, d, e, f*, oznaczonych na fig. 8 przy n° 22.

Ciśnienie na próg.	Współczynnik dla formuły $LH\sqrt{2gH}$ przy rozłożeniu				
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>
^m					
0.21	0.319	0.324	0.322	0.324	0.336
0.15	0.314	0.313	0.314	"	"
0.10	0.305	0.303	0.303	0.308	0.315
0.06	0.283	0.281	0.280	0.271	0.287
0.04	0.272	0.259	0.257	0.246	0.260
0.03	0.227	0.227	"	"	"

Co wyrazi się przez następujące prawidło:

Aby obliczyć kolumnę wody, która przechodzi przez przewał, złączony z pogródką, odbierającą wodę, i według rozłożenia ścian i dna naczynia w sposób odpowiedni jednemu z wypadków a, b, d, e, f, zamieszczonych na fig. 8 przy n° 22:

Mnoży się szerokość przevalu przez wysokość poziomu wody w rezerwoarze nad próg otworu, i przez prędkość, pochodzącą od tej wysokości; potem wypadek ten mnoży się przez jeden ze współczynników, zamieszczonych w powyższej tablicy, stosownie do położenia otworu przevalu.

1. PRZYKŁAD (rozłożenie a). Jaka jest kolumna wody, która przepływa w 1" przez przewał 4^m.30 szeroki, złączony z pogródką, odbierającą wodę nachyloną jak 1/10, i którego próg jest 0^m.25 pod poziomem głównym wody w rezerwoarze?

Współczynnik odpowiedni w podobnym wypadku, według tablicy poprzedniej jest 0.319, a ztąd wypływ będzie:

$$Q = 0.319 \times 4^m.30 \times 0^m.25 \sqrt{19.62 \times 0^m.25} = 0^{ms}.759.$$

2. PRZYKŁAD (rozłożenie d). Jaka jest kolumna wody, która przepływa w 1" przez przewał 3^m.20 szeroki, złączony

z pogródką, odbierającą wodę, nachyloną na 1/10, i którego próg jest 0^m.10 pod poziomem głównym rezerwoaru?

Współczynnik odpowiedni w podobnym wypadku jest 0.303, a wypływ:

$$Q = 0.303 \times 3^m.20 \times 0^m.10 \sqrt{19.62 \times 0^m.10} = 0^{ms}.136.$$

3. PRZYKŁAD (rozłożenie f). Jaka jest kolumna wody, przepływającej w 1" przez przewał 5^m szeroki, złączony z pogródką poziomą, odbierającą wodę, i którego próg jest 0^m.20 pod poziomem głównym wody w rezerwoarze?

Współczynnik odpowiedni w podobnym wypadku jest 0.336, a wypływ będzie:

$$Q = 0.336 \times 5^m \times 0^m.20 \sqrt{19.62 \times 0^m.20} = 0^{ms}.660.$$

MIERZENIE PRZEPŁYWÓW WÓD.

(*Jaugeage des cours d'eau*).

35. Prawidła i formuły poprzednie są najlepszym środkiem do mierzenia przepływów wód, kiedy jest możność ich zastosowania, ponieważ one są ugruntowane na wypadkach z doświadczeń dokładnych; można jednak oznaczyć kolumnę wody, którą dostarcza rzeka lub kanał, bez tworzenia na niej zastawy i bez regularnych otworów.

36. MIERZENIE PRZEPŁYWU WÓD, UŻYWANE PRZEZ DAWNYCH POMPIARZY (*fontainiers*); CAL WODY (*pouce d'eau*). Dawni pompierze, kiedy chcieli zmierzyć masę wody, jaką wydawało pewne źródło mniejszej wielkości, zastawiali odpływ tego źródła deskami, robiąc w tychże horyzontalnie otwory cala średnicy, zatykane czopami. Jak to było zrobione, odtakiły tyle otworów, aby woda zastawiona, do której z jednej strony dopływała woda ze źródła, pozostawała w jednej wysokości; w takim położeniu przez otwory wychodziło tyle wody, ile dostarczało źródło, a ztąd szacowali ilość wody przez liczbę otworów jednocalowych, które były czynne. Ztąd pochodzi nazwanie *cal wody* (*pouce d'eau*), albo *cal pompierzy* (*pouce de fontainier*).

Wydatek odpowiedni jednemu calowi wody jest:

w ciągu 24 godzin	^{ms} 19.1953,
„ 1 godziny	0.7998,
„ 1 minuty	0.01333,
„ 1 sekundy	0.000222.

nazywa się *linią wody* (*ligne d'eau*), 144 część cala wody; zaś *punktem wody* (*point d'eau*), 144 część linii wody.

Ten sposób mierzenia wody jest niepewny i podległy wielu rodzajom błędów. Dla wszystkich małych przepływów wód, gdzieby go można zastosować, będzie lepiej i prościej a dokładniej, puścić wody przez wierzch zastawy, i oszacować kolumnę przepływającej wody, za pomocą formuły albo prawidła n° 28 i następnych, naznaczonych dla przepływu wód przez przewały

37. MIERZENIE MASY WODY W KANAŁACH ODKRYTYCH FORMY JEDNOSTAJNEJ (*Regime Uniforme*).

Kiedy kanał na pewną długość ma spadek i przecięcie poprzeczne stałe jednakowe, są dwa sposoby mierzenia jego masy przepływu wód:

Pierwszy zależy na zrobieniu dokładnej niwelowanej powierzchni wody, w jak można największej długości, na wymiarzenie przecięcia poprzecznego i obwodu wilgotnego (*contour mouillé*) tego przecięcia, nakoniec na oznaczeniu długości rozwiniętej części niwelowanej.

Potem nazywając:

L długość całą rozwiniętą niwelowanej części regularnej kanału.

H spadek cały powierzchni wody odpowiedni długości kanału L.

A Powierzchnię przecięcia kanału.

S Obwód wilgotny tego przecięcia.

U Prędkość średnią.

Będzie podług wielu doświadczeń, robionych przez różnych Inżynierów, a rozbieżnych przez P. Prony.

$$U = 56.86 \sqrt{\frac{AH}{SL}} - 0^m.072,$$

a masa przepływu wód będzie oznaczona przez formułę $Q = AU$.

Te formuły sprowadzają się do następującego prawidła:

Aby otrzymać prędkość, z jaką woda płynie w kanale przez przecięciu foremnym, którego się zna spadek, obwód wilgotny i długość w rozwinięciu:

Dzieli się powierzchnię profilu przez obwód wilgotny.

Dzieli się spadek cały, powstały z niwelacji powierzchni wody, przez długość rozwiniętą linii środkowej kanału.

Te dwie ilości mnożą się jedna przez drugą, wyciąga się z iloczynu pierwiastek kwadratowy, a otrzymany pierwiastek mnoży się przez 56.86.

Od ostatniego wypadku odejmuje się 0^m.072, a reszta będzie prędkością średnią szukaną.

Fig. 12.

PRZYKŁAD. Jaka jest prędkość średnia wody w kanale murowanym (fig. 12) prostokątnym 3^m szerokim, 1^m.10 głębokim, a którego powierzchnia wody ma na 150^m długości całego spadku 0^m.075?

$$\text{Powierzchnia profilu} = 3^m \times 1^m.10 = 3^m.30.$$

$$\text{Obwód wilgotny} = 3^m + 2 \times 1^m.10 = 5^m.20.$$

$$\text{Ich iloraz} = \frac{3.30}{5.20} = 0.634.$$

$$\text{Spadek} = \frac{0.075}{150} = \frac{1}{2000}$$

$$V \sqrt{\frac{A}{S} \times \frac{H}{L}} = V \sqrt{0.634 \times \frac{1}{2000}} = 0.0178.$$

więc Prędkość średnia szukaną jest:

$$U = 56.86 \times 0.0178 - 0^m.072 = 0^m.940.$$

38. TABLICA PANA PRONY. Pan Prony obrachował tablicę, ułatwiającą wiele rachunków, i w której kładąc $R = \frac{A}{S}$, i $I = \frac{H}{L}$,

dał ważności na wypadki $RI = \frac{A}{S} \times \frac{H}{L}$, odnoszące się do prędkości wzrastających od centimetra do centimetra, od 0^m.01 aż do 2^m.50.

TABLICA

ZASTOSOWANA DO RUCHU WÓD W RZEKACH I KANAŁACH.

Prę- kość średnia U.	Ważność na R.I.	Prę- kość średnia U.	Ważność na R.I.	Prę- kość średnia U.	Ważność na R.I.
^m 0.01	0.0000005	^m 0.35	0.0000534	^m 0.69	0.0001779
0.02	0.0000010	0.36	0.0000561	0.70	0.0001827
0.03	0.0000016	0.37	0.0000588	0.71	0.0001875
0.04	0.0000023	0.38	0.0000616	0.72	0.0001924
0.05	0.0000030	0.39	0.0000644	0.73	0.0001973
0.06	0.0000038	0.40	0.0900673	0.74	0.0002023
0.07	0.0000046	0.41	0.0000702	0.75	0.0002073
0.08	0.0000055	0.42	0.0000732	0.76	0.0002124
0.09	0.0000065	0.43	0.0000763	0.77	0.0002176
0.10	0.0000075	0.44	0.0000794	0.78	0.0002229
0.11	0.0000086	0.45	0.0000826	0.79	0.0002282
0.12	0.0000098	0.46	0.0000859	0.80	0.0002335
0.13	0.0000110	0.47	0.0000892	0.81	0.0002389
0.14	0.0000123	0.48	0.0000926	0.82	0.0002444
0.15	0.0000136	0.49	0.0000960	0.83	0.0002500
0.16	0.0000150	0.50	0.0000996	0.84	0.0002556
0.17	0.0000165	0.51	0.0001031	0.85	0.0002613
0.18	0.0000180	0.52	0.0001068	0.86	0.0002670
0.19	0.0000196	0.53	0.0001104	0.87	0.0002728
0.20	0.0000213	0.54	0.0001142	0.88	0.0002786
0.21	0.0000230	0.55	0.0001180	0.89	0.0002846
0.22	0.0000247	0.56	0.0001219	0.90	0.0002906
0.23	0.0000266	0.57	0.0001258	0.91	0.0002966
0.24	0.0000285	0.58	0.0001298	0.92	0.0003027
0.25	0.0000304	0.59	0.0001339	0.93	0.0003089
0.26	0.0000325	0.60	0.0001380	0.94	0.0003151
0.27	0.0000346	0.61	0.0001422	0.95	0.0003214
0.28	0.0000367	0.62	0.0001465	0.96	0.0003277
0.29	0.0000389	0.63	0.0001508	0.97	0.0003342
0.30	0.0000412	0.64	0.0001551	0.98	0.0003406
0.31	0.0000435	0.65	0.0001596	0.99	0.0003472
0.32	0.0000459	0.66	0.0001641	1.00	0.0003538
0.33	0.0000484	0.67	0.0001686	1.01	0.0003604
0.34	0.0000509	0.68	0.0001733	1.02	0.0003672

TABLICA

ZASTOSOWANA DO RUCHU WÓD W RZEKACH I KANAŁACH.

Prę- kość średnia U.	Ważność na R. I.	Prę- kość średnia U.	Ważność na R. I.	Prę- kość średnia U.	Ważność na R. I.
^m 1.03	0.0003739	1.37	0.0006414	1.71	^m 0.0009805
1.04	0.0003808	1.38	0.0006504	1.72	0.0009915
1.05	0.0003877	1.39	0.0006594	1.73	0.0010026
1.06	0.0003947	1.40	0.0006685	1.74	0.0010138
1.07	0.0004017	1.41	0.0006776	1.75	0.0010251
1.08	0.0004088	1.42	0.0006868	1.76	0.0010364
1.09	0.0004159	1.43	0.0006961	1.77	0.0010477
1.10	0.0004232	1.44	0.0007054	1.78	0.0010592
1.11	0.0004304	1.45	0.0007148	1.79	0.0010706
1.12	0.0004378	1.46	0.0007242	1.80	0.0010822
1.13	0.0004452	1.47	0.0007337	1.81	0.0010938
1.14	0.0004527	1.48	0.0007433	1.82	0.0011055
1.15	0.0004602	1.49	0.0007529	1.83	0.0011172
1.16	0.0004678	1.50	0.0007626	1.84	0.0011290
1.17	0.0004754	1.51	0.0007724	1.85	0.0011409
1.18	0.0004831	1.52	0.0007822	1.86	0.0011528
1.19	0.0004909	1.53	0.0007921	1.87	0.0011648
1.20	0.0004988	1.54	0.0008020	1.88	0.0011768
1.21	0.0005067	1.55	0.0008120	1.89	0.0011889
1.22	0.0005146	1.56	0.0008221	1.90	0.0012011
1.23	0.0005226	1.57	0.0008322	1.91	0.0012133
1.24	0.0005307	1.58	0.0008424	1.92	0.0012256
1.25	0.0005389	1.59	0.0008527	1.93	0.0012380
1.26	0.0005471	1.60	0.0008630	1.94	0.0012504
1.27	0.0005553	1.61	0.0008733	1.95	0.0012628
1.28	0.0005637	1.62	0.0008838	1.96	0.0012754
1.29	0.0005721	1.63	0.0008943	1.97	0.0012880
1.30	0.0005805	1.64	0.0009048	1.98	0.0013006
1.31	0.0005890	1.65	0.0009155	1.99	0.0013134
1.32	0.0005976	1.66	0.0009261	2.00	0.0013262
1.33	0.0006063	1.67	0.0009369	2.01	0.0013390
1.34	0.0006150	1.68	0.0009477	2.02	0.0013519
1.35	0.0006237	1.69	0.0009586	2.03	0.0013649
1.36	0.0006326	1.70	0.0009695	2.04	0.0013779

TABLICA

ZASTOSOWANA DO RUCHU WÓD W RZEKACH I KANAŁACH.

Prędkość średnia U.	Ważność na RI;	Prędkość średnia U.	Ważność na RI.	Prędkość średnia U.	Ważność na RI.
2.05	0.0013910	2.37	0.0018427	2.69	0.0023578
2.06	0.0014042	2.38	0.0018579	2.70	0.0023749
2.07	0.0014174	2.39	0.0018731	2.71	0.0023921
2.08	0.0014307	2.40	0.0018883	2.72	0.0024093
2.09	0.0014440	2.41	0.0019037	2.73	0.0024266
2.10	0.0014574	2.42	0.0019190	2.74	0.0024440
2.11	0.0014709	2.43	0.0019345	2.75	0.0024614
2.12	0.0014844	2.44	0.0019500	2.76	0.0024789
2.13	0.0014980	2.45	0.0019656	2.77	0.0024965
2.14	0.0015117	2.46	0.0019812	2.78	0.0025141
2.15	0.0015254	2.47	0.0019869	2.79	0.0025318
2.16	0.0015392	2.48	0.0020126	2.80	0.0025495
2.17	0.0015530	2.49	0.0020285	2.81	0.0025673
2.18	0.0015669	2.50	0.0020443	2.82	0.0025851
2.19	0.0015809	2.51	0.0020603	2.83	0.0026031
2.20	0.0015949	2.52	0.0020763	2.84	0.0026210
2.21	0.0016090	2.53	0.0020924	2.85	0.0026391
2.22	0.0016231	2.54	0.0021085	2.86	0.0026572
2.23	0.0016373	2.55	0.0021247	2.87	0.0026754
2.24	0.0016516	2.56	0.0021409	2.88	0.0026936
2.25	0.0016659	2.57	0.0021572	2.89	0.0027119
2.26	0.0016803	2.58	0.0021736	2.90	0.0027302
2.27	0.0016948	2.59	0.0021900	2.91	0.0027487
2.28	0.0017093	2.60	0.0022065	2.92	0.0027671
2.29	0.0017239	2.61	0.0022231	2.93	0.0027857
2.30	0.0017385	2.62	0.0022397	2.94	0.0028043
2.31	0.0017532	2.63	0.0022564	2.95	0.0028229
2.32	0.0017680	2.64	0.0022731	2.96	0.0028417
2.33	0.0017828	2.65	0.0022900	2.97	0.0028605
2.34	0.0017977	2.66	0.0023068	2.98	0.0028793
2.35	0.0018126	2.67	0.0023238	2.99	0.0028982
2.36	0.0018277	2.68	0.0023407	3.00	0.0029172

39. UŻYCIĘ POWYŻSZEJ TABLICY. Dla obliczenia prędkości średniej w kanale, którego się zna przecięcie A, obwód zwilżony S i spadek na metr bieżący $\frac{H}{L} = I$; wykonywa się działanie $\frac{A}{S} \times \frac{H}{L} = RI$, a mając wypadek, szuka się odpowiedniej cyfry w tablicy, znalazłszy takową w zupełności, albo przyjmując największą zbliżoną, znajdzie się obok ważności na prędkość średnią U szukaną.

PRZYKŁAD. W przypadku przykładu zamieszczonego pod n° 37, gdzie było:

$$A = 3^{\text{mk}}.30, S = 5^{\text{m}}.20, \frac{H}{L} = \frac{0.075}{150} = \frac{1}{2000},$$

$$\text{jest: } \frac{A}{S} \times \frac{H}{L} = RI = \frac{3.30}{5.20} \times \frac{1}{2000} = 0.0003175.$$

znajduje się ważność na RI największą przybliżoną 0.0003151, a ztąd obok zamieszczoną prędkość średnią $U = 0^{\text{m}}.940$.

Co się zupełnie zgadza z wypadkiem bezpośredniego rachunku, wykonanego według formuły wskazanej.

Znając prędkość średnią i powierzchnię przecięcia, zajmowanego przez wodę, oznacza się z łatwością masę przepływu wody w kanale w jednej sekundzie, za pomocą następującego pravidła:

Aby mieć kolumnę wody, jaką dostarcza kanał w ciągu jednej sekundy, znając przecięcie poprzeczne wody w kanale i prędkość średnią:

Mnoży się powierzchnia przecięcia przez tę prędkość średnią.

PRZYKŁAD. W poprzednim przykładzie:

Powierzchnia profilu = $3^{\text{mk}}.30$.

Prędkość średnia = $0^{\text{m}}.940$.

Massa przepływu wody oznaczy się:

$$Q = 3^{\text{mk}}.30 \times 0^{\text{m}}.940 = 3^{\text{ms}}.102.$$

40. STOSUNEK MIĘDZY PRĘDKOŚCIĄ ŚREDNIĄ, A PRĘDKOŚCIĄ NA POWIERZCHNI. Kiedy nie można robić niwellacji powierzchni wody na długości dostatecznej, oznacza się prędkość średnią podług prędkości znalezionej na powierzchni, mierzonej w nurcie za pomocą wzajemnego stosunku, oznaczonego z licznych doświadczeń.

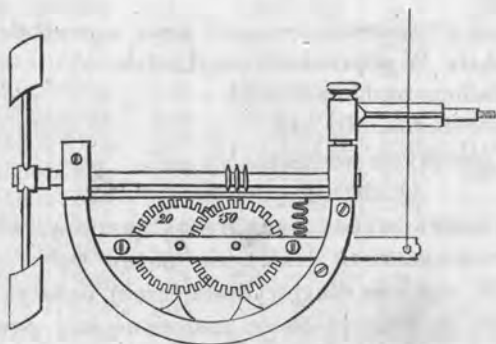
Prędkość na powierzchni	m	m	m	m	m	m	m	m	m
Stosunek prędkości średniej do prędkości na powierzchni.	0.10	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00
	0.760	0.786	0.812	0.832	0.848	0.862	0.873	0.883	0.891

Gdyby prędkość, znaleziona na powierzchni, zawarta była np. między $0^m.20$ a $1^m.50$, można z dokładnością dostateczną w praktyce brać za stosunek prędkości średniej do prędkości na powierzchni 0.80.

41. SPOSÓB OZNACZANIA PRĘDKOŚCI NA POWIERZCHNI. Środek najprostszy i najdokładniejszy do mierzenia prędkości na powierzchni jest, rzucając na wodę w nurt (*thalweg*), gdzie się znajduje największy pęd wody, jeden albo więcej pławików (*flotteur*) lekkich z drzewa dębowego, takowe zanurzają się prawie całe, i obserwując za pomocą zegarka z sekundami czas onym potrzebny do przepływu pewnej oznaczonej przestrzeni, która o ile można powinna być najdłuższą, i w części najregularniejszej kanału albo rzeki. Następnie dzieląc długość drogi przebieżonej, przez czas w sekundach potrzebny do przepływu, będziemy mieli szukaną prędkość wody na powierzchni w ciągu 1". Dla lepszej dokładności potrzeba, o ile można, i w rozmaitych miejscach powtarzać obserwacje.

42. MOŻNA PRĘDKOŚĆ ŚREDNIĄ OZNACZYĆ ODRAZU ZA POMOGĄ MŁYNKA WOLTEMANA (*Moulinet de Volteman*). Używa się także dla oznaczenia prędkości średniej przepływu wód w rzece lub kanale narzędzia, które jest znane pod nazwiskiem

Fig. 13.



młynka Woltemana (stochmesser), a to wtedy, kiedy przede-

wszystkiem dobrze został oznaczony stosunek prędkości do jego skrzydełek, co przedstawia dosyć trudności. Robiąc spostrzeżenia, młynek umieszcza się w rozmaitych punktach szerokości kanału lub rzeki i w rozmaitych głębokościach. Miejsca wybiera się najodpowiedniejsze, których liczba powinna być o ile można największa, a potem ze wszystkich wypadków obserwacji bierze się średnia arytmetyczna między wszystkimi obserwowanymi prędkościami. Potrzeba robienia wielu spostrzeżeń przeszkadza używaniu tego narzędzia dla wód, których przecięcie nie miałoby więcej jak metr kwadratowy powierzchni $0^m.20$ do $0^m.30$ głębokości.

Powinno się zresztą mieć uwagę, aby robić spostrzeżenia w miejscach, gdzie cała masa wody jest w ruchu ożywionym, i następnie unikać miejsc bliskich różnych zastaw, prądów, raf i innych zawałów. Jakikolwiek będzie środek oznaczenia prędkości średniej masa przepływu wód obliczy się zawsze według prawidła n° 28.

43. PRĘDKOŚĆ WODY NA DNIIE KANAŁÓW. Prędkość wody na dnie kanałów jest mniejsza aniżeli prędkość średnia, jest ważnem, aby nie dochodziła granicy, w której woda zaczyna przez porywanie cząstek zniżać dno kanału. Granica ta naznacza się przez formułę $W=2U-V$, w której.

W przedstawia prędkość na dnie.

U prędkość średnią.

V prędkość na powierzchni,

Co daje następujące prawidło:

Aby otrzymać prędkość wody na dnie kanału, podwaja się prędkość średnią, i od tego odciąga się prędkość na powierzchni.

PRZYKŁAD. Jaka jest prędkość na dnie kanału, którego prędkość średnia= $0^m.35$, a prędkość na powierzchni $0^m.45$?

Prędkość na dnie będzie:

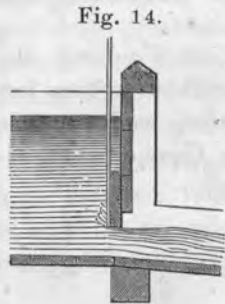
$$W=2 \times 0^m.35 - 0^m.45 = 0^m.25.$$

44. GRANICE DO JAKICH DOCHODZIĆ MOŻE PRĘDKOŚĆ WODY NA DNIIE KANAŁÓW, BEZ ZNIŻENIA TO JEST USZKADZANIA TYCHŻE. Tablica następująca oznacza najwyższe granice prędkości, jaką woda może mieć na dnie kanałów stosownie do natury gruntu, aby nie czyniła w nich uszkodzeń przez porywanie cząstek ziemi, czyli obniżenie.

	Granice prędkości
Ziemie przesiąkające brunatne . . .	0.076
Gliny słabe.	0.152
Piaski	0.305
Piaski żwirowe	0.609
Krzemienie w kawałkach	0.614
Kamienie w kawałach i krzemień . .	1.220
Krzemienie większe i łupki słabe . .	1.520
Kamienie skalne w pokładach . . .	1.830
Kamienie skalne twarde	3.050

PRĘDKOŚĆ WODY W POGRÓDKACH.

45. PRĘDKOŚĆ WODY NA POCZĄTKU POGRÓDEK ZŁĄCZONYCH Z OTWORAMI. Jakkolwiek obecność pogródek z dołu otworu (fig. 14),



nie zmienia wypływu, to jednak w przypadkach najpospolitszych w praktyce zdarza się, że zmniejsza prędkość przepływu po wyjściu z otworu. Żyłą płynu (*la veine fluide*) rozszerza się, a przez to prędkość średnia staje się mniejszą. Trzeba obliczać prędkość wody, jaka jest z dołu otworu, w odległości równej 2 lub $1\frac{1}{2}$ raza, wziętemu wymiarowi mniejszemu tegoż otworu, przez następującą formułę:

$$U = \frac{\sqrt{2gH}}{\sqrt{1 + \left(\frac{1}{m} - 1\right)^2}},$$

w której oznacza:

U prędkość szukaną,

H ciśnienie na środek otworu,

$2g = 19^m.62$,

m współczynnik wypływu w szczególności dla rodzaju otworu, z którym mamy do czynienia.

Formuła powyższa wyrazi się przez następujące prawidło:

Od stosunku $\frac{1}{m}$ (to jest jedności do współczynnika wypływu), odejmuje się jedność, reszta pozostała podnosi się do kwadratu, do wypadku dodaje się jedność i wyciąga się z tego pierwiastek kwadratowy.

Prędkość, pochodzącą od ciśnienia na środek otworu, znalezionej podług n° 2 lub tablicy n° 4, dzieli się przez pierwiastek powyżej wynaleziony, a iloraz będzie prędkością średnią, jaką ma woda w pogródku, złączonej z otworem z dołu tegoż otworu na odległość równą $1\frac{1}{2}$, lub 2 razy wziętemu mniejszemu wymiarowi otworu.

PRZYKŁAD. Jaka jest prędkość średnia wody na początku pogródku, złączonej z otworem, dla którego współczynnik wypływu jest 0.64, a ciśnienie na środek $= 1^m.10$?

Mamy:

$$\frac{1}{0.64} = 1562, (1562 - 1)^2 = 0.316, \sqrt{1 + 0.316} = 1.147.$$

Prędkość pochodząca od ciśnienia na środek jest:

$$\sqrt{19.62 \times 1^m.10} = 4^m.646.$$

$$\text{Prędkość szukaną} = \frac{4^m.646}{1.147} = 4^m.05.$$

UWAGA. W wielu zastosowaniach, gdzie ciśnienie ma miejsce w 3 bokach i gdzie ciśnienie jest silne, można przyjąć prawidło następujące, daleko prostsze a dostateczniej dokładne:

Aby mieć prędkość wody przy początku pogródku, złączonej z dołu z otworem, mnoży się prędkość, pochodzącą od ciśnienia na środek przez 0.85.

PRZYKŁAD. Jaka jest prędkość wody przy początku pogródku, dodanej do otworu, dla którego współczynnik wypływu jest 0.62 i ciśnienie na środek $0^m.90$?

Prędkość pochodząca od ciśnienia na środek, równa:

$$\sqrt{19.62 \times 0^m.90} = 4^m.20.$$

$$\text{Prędkość szukaną} = 0.85 \times 4^m.20 = 3^m.57.$$

46. PRĘDKOŚĆ WODY NA KOŃCU POGRÓDEK. W wielu wy-

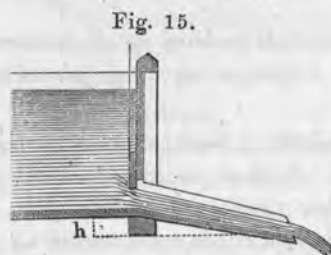


Fig. 15.

padkach pogródku, które prowadzą wodę z otworu na koło wodne, są bardzo krótkie i spadek ich bardzo przykry, tak że można pominąć opór ścian przy ruchu płynu (fig. 15), uważając dno pogródek w przedłużeniu progu otworu i nazywając:

h spadek cały pogródku od progu otworu do końca pogródek.

u prędkość na końcu pogródek.

U prędkość średnią w pogródkach na odległość, równą $1\frac{1}{2}$ lub 2 razy wziętemu mniejszemu wymiarowi otworu, obrachowaną podług n° 45.

H wysokość odpowiednią tej prędkości,

będziemy mieć: $u = \sqrt{2g(H + h)}$,

co się sprowadza do następującego prawidła:

Aby otrzymać prędkość wody na końcu pogródek małej długości, przystosowanych do otworu, dodaje się wysokość odpowiadającą, czyli pochodzącą od prędkości średniej wody w pogródkach na początku, obliczoną podług n° 45, do wysokości całego spadku pogródku; a prędkość, pochodząca od summy tych dwóch wysokości, znaleziona według n° 2 lub tablicy n° 4, będzie prędkością szukaną.

PRZYKŁAD. W okolicznościach pierwszego przykładu n° 45, jaka będzie prędkość wody na końcu pogródek, jeżeli mają 1^m.30 długości, a 0^m.25 wysokości spadku?

Prędkość przy początku pogródek n° 41 = 4^m.050,

Wysokość zależna od tej prędkości = 0^m.836,

Summa wysokości = 0.836 + 0^m.25 = 1^m.086,

Prędkość na końcu pogródek będzie:

$$u = \sqrt{19.62 \times 1^m.086} = 4^m.62.$$

47. POGRÓDKI WIĘKSZEJ DŁUGOŚCI. Kiedy koryto pogródek jest długie, opór o ściany wody przepływającej wpływa

na zmniejszenie prędkości, co potrzeba także wprowadzić w rachunek.

Najlepszy jest środek, jeżeli można zmierzyć i obliczyć profil wypływającej wody na końcu pogródek, a mając to:

Podzielić kolumnę wody przepływającej otworem przez profil wody, wypływającej na końcu pogródek, a iloraz będzie prędkością średnią szukaną.

Jeżeli nie można dostąpić do końca pogródek, co się często zdarza, a przez to nie można mieć profilu wypływającej wody, wtenczas oznacza się przez przybliżenie prędkość szukaną następującym sposobem:

Naprzód wynajduje się ważność na prędkość wody na końcu pogródek, nie zwracając uwagi na opór ścian, jak to było powiedziane w poprzednim numerze 46, i nazywając:

u tę prędkość średnią, bierze się średnią arytmetyczną pomiędzy nią a prędkością U , będącą przy początku pogródek, obliczoną podług prawidła przy n° 45, wynajdując podług n° 2 lub tablicy n° 4 wysokość zależną od tej prędkości.

Dzieląc wypływ Q przez tę prędkość średnią $\frac{u + U}{2}$, będziemy mieli powierzchnię średnią A przecięcia pogródek, a z tego wynajdzie się obwód zwilżony S .

To mając zrobione, mnoży się stosunek obwodu zwilżonego S do powierzchni przecięcia średniego pogródek A przez 0.007 długości L pogródek i przez kwadrat L prędkości średnio arytmetycznej $\frac{u + U}{2}$.

Do kwadratu z prędkości U , będącej na początku kanału, dodaje się prędkość, pochodzącą od wysokości spadku całego h , a od summy tej odejmuje się cyfra wypadła z działania poprzedniego.

Pierwiastek kwadratowy z tej reszty będzie ważnością dostatecznie przybliżoną dla prędkości średniej na końcu pogródek.

To prawidło sprowadza się do następującej formuły:

$$U' = \sqrt{U^2 + 2gh - 0.007 \frac{SL}{A} \left(\frac{U + u}{2} \right)^2},$$

w której oprócz poprzednich określeń oznacza:

h wysokość spadku całego pogródek,

U' prędkość średnią szukaną na końcu pogródek.

PRZYKŁAD. W okoliczności przykładu zamieszczonego przy n° 45, jaka będzie prędkość na końcu pogródki 7^m długiej i mającej całego spadku 0^m.35?

Szerokość otworu ma 1^m, a wysokość 0^m.25, będzie więc naprzód podług n° 45.

$$U = 4^m.05, u = \sqrt{(4.05)^2 + 19.62 \times 0^m.35} = \sqrt{23.269} = 4^m.823.$$

$$\frac{U + u}{2} = 4^m.436;$$

potém, jeżeli współczynnik wypływu jest $m = 0.64$:

$$Q = 0.64 \times 1^m \times 0^m.25 \sqrt{19.62 \times 0^m.10} = 0^m.743.$$

$$\frac{Q}{\frac{U + u}{2}} = A = 0^m.167,$$

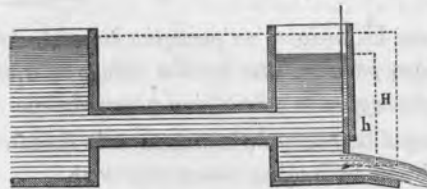
$$S = 1^m + 2 \times 0^m.167 = 1^m.334, 0.007 \times \frac{S}{A} L \left(\frac{U + u}{2} \right)^2 = 7^m.70,$$

$$U' = 3^m.95.$$

KOMORY WODNE. (Cabinets d'eau)

48. STRATA SPADKU Z POWODU KOMÓR WODNYCH. Używa się często w fabrykach, że woda prowadzi się na koła przez ganki (fig. 16), które

Fig. 16.



przechodzą powyżej lub poniżej gruntu, i stanowią komunikację rezerwaru głównego z naczyniami szczegółowymi, zwanymi komory wodne. Zwykle komora jest umieszczona

przy samych kołach, i wypuszcza na nie wodę za pomocą stawideł. To rozprowadzenie wody zrzadza zawsze różnicę wysokości wód w głównym rezerwarze i w łączącej się z nim komorze, a przez to wpływa na stratę spadku, którą to stratę oblicza się podług następującej formuły:

$$H - h = \frac{m'^2 a^2}{A^2} \left\{ \left(\frac{1}{m} - 1 \right)^2 + 1 + 0.007 \frac{S}{A} L \right\} h,$$

w której oznacza się przez:

H wysokość poziomu rezerwaru głównego nad środek otworu w komorze,

h wysokość poziomu wody w komorze nad środek otworu w tejże,

m współczynnik wypływu, zastosowanego do początku rury, prowadzącej wodę,

m' współczynnik wypływu, zastosowanego do otworu, utworzonego przez stawidło w komorze,

a powierzchnia otworu w komorze,

A powierzchnia przecięcia wody w rurze, prowadzącej wodę,

S obwód zwilżony w rurze,

L długość rury.

Ta formuła sprowadza się do następującego prawidła:

Aby obliczyć stratę spadku zrządzonego przez komorę wodną potrzeba:

Od stosunku jedności do współczynnika przepływu na początku rury odjąć jedność, a resztę wynieść do kwadratu i dodać potem jedność.

Rozmnożyć 0.007 przez stosunek obwodu zwilżonego do powierzchni przecięcia wody w rurze, pomnożony przez długość rury, i ilość wypadłą dodać do summy poprzedniej.

Nowo otrzymaną sumę pomnożyć, naprzód przez wysokość h poziomu wody w komorze nad środek otworu w tejże, a potem przez stosunek współczynnika wypływu wody otworem w komorze do kwadratu z powierzchni przecięcia wody w rurze, i przez kwadrat z powierzchni otworu w komorze.

Wypadek będzie stratą szukaną spadku.

PRZYKŁAD. Koło wodne tartaku przy Arsenale w Metz odbiera wodę za pośrednictwem komory, dla której dane są następujące:

$$m' = 0.67, m = 0.62, a = 0^m.0682, A = 0^m.25,$$

$$L = 7^m.60, S = 2^m, h = 1^m.625.$$

Jak znaleźć stratę spadku, działaną przeprowadzeniem wody przez komorę?

Formuła poprzednia daje:

$$H-h = \frac{0.67^2 \times 0^{mk}.0682^2}{0^{m}.25^2} \left[\left(\frac{1}{0.62} - 1 \right)^2 + 1 + \right. \\ \left. 0.007 \frac{2^m}{0^{mk}.25} 7^m.60 \right] 1^m.625.$$

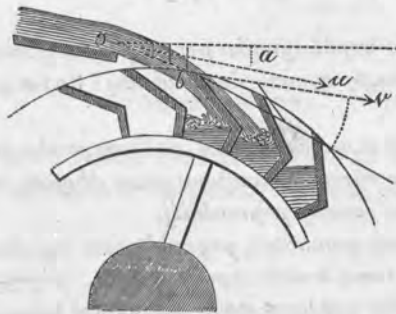
Z czego będzie:

$$H-h = 0^m.0978$$

Ta formuła i rachunek wskazuje, że trzeba unikać komór wodnych, a w najgorszym razie, kiedy je trzeba zastosować, należy o tyle, ile się da powiększyć powierzchnię przecięcia rury, prowadzącej wodę, a zmniejszyć jej długość.

PRĘDKOŚĆ WODY PRZYCHODZĄCEJ NA KOŁA.

49. WYKREŚLENIE LINII KRZYWEJ, OPISANEJ PRZECZ PRO-MIEN ŚRODKOWY WAR-STWY WODY (*filet moyen de la veine fluide*), WY-CHODZĄCEJ Z KOŃCA POGRÓDEK. Po ozna-czeniu prędkości płynu na końcu pogródek, wed-lug poprzecznych prawi-deł n° 46 i 47, powin-no być łatwo nazna-czyć krzywiznę, opisa-ną przez promień środ-kowy żyły płynu, wy-chodzącej z tegoż końca pogródek, wykazanej na (fig. 17) krop-kowaną linią c. b.



chodzącej z tegoż końca pogródek, wykazanej na (fig. 17) krop-kowaną linią c. b.

Jakoż uważając:

u prędkość wody na końcu pogródek,
 α kąt pogródki z linią poziomą,

Linia krzywa opisana przez promień środkowy żyły płynu, będzie miała zarównanie, w którym jest:
 x jej odcięte, mierzone na linii poziomej czyli osi, poprowadzo-ną przez środek profilu, gdzie prędkość średnia jest u .

y jej rzędne pionowe, oznaczone przez oś pionową, przecho-dzącą przez ten sam środek.

$$y = \frac{gx^3}{2u^2 \text{ dost: } a} + x \text{ stycz: } a$$

To równanie sprowadza się do następującego prawidła:

Ażeby obliczyć rzędne krzywizny, opisaną przez promień środ-kowy żyły płynu, odpowiadający odciętym horyzontalnym danym:

Mnoży się kwadrat z prędkości u wody na końcu pogródek (n° 46 albo 47) przez dwa razy wzięty kwadrat z dostawy kąta, sformowanego przez pogródki z linią poziomą, a wypadkiem tym podzieli się iloczyn, powstały z 9.81 przez kwadrat z odciętych da-nych.

Do ilorazu wypadłego dodaje się iloczyn z odciętej przez sty-czną kąta α , jaki czyni linia pogródek z linią poziomą.

A summa będzie ważnością szukaną dla rzędnej y .

Dając ważności dla x równe 0^m.1, 0^m.2, 0^m.3 i t. d. otrzyma się ważności odpowiednie dla y , i tym sposobem oznaczy się krzywiznę promienia środkowego żyły płynu, wychodzącego z końca pogródki.

W przypadku jeżeli pogródki są horyzontalne, jest:

$$a=0, \text{ dost: } a=1, \text{ stycz: } a=0,$$

a ztąd:

$$y = \frac{gx^3}{2u^2}$$

To równanie sprowadza się do następującego prawidła:

Podzielić 9.81 przez podwójny kwadrat prędkości u na końcu pogródek, a to roz mnożyć przez kwadrat z odciętych x danych.

Wypadek będzie rzędna y , odpowiadającą ważności danych odciętych.

Jeżeli otwór jest przewalem, wówczas przypominając sobie, że grubość warstwy wody, czyli wysokość nad progiem wyno-si około 0.80 wysokości H poziomu wody w rezerwoarze nad ten sam punkt. Promień środkowy jest 0.60 tej samej wyso-kości, którego prędkość wypada:

$$u = \sqrt{19.62 \times 0.6H},$$

i będzie mniej więcej w kierunku poziomym. Można więc w każ-dym wypadku oznaczyć z łatwością parabolę, opisaną przez

promień środkowy żyły płynu, wychodzącego z końca pogródek.

50. PRĘDKOŚĆ PRZYCHODZĄCEJ WODY NA KOŁA WODNE, POŁOŻONE PONIŻEJ POGRÓDEK (*placées au dessous d'un coursier*), CZYLI NA KOŁA NADSIEBIERNE. W punkcie, gdzie linia krzywa promienia środkowego żyły płynu spotyka się z obwodem koła wodnego, prowadzi się styczna do paraboli, a jej kierunek będzie prędkością V wody nad kołem. Potem do wysokości, pochodzącej od prędkości u (n° 2 lub tablica n° 4), dodaje się wysokość od początku krzywizny przy wylocie do punktu spotkania się z kołem. Prędkość odpowiednia sumie wysokości, będzie prędkością wody V przy przybyciu jej na koło.

PRZYKŁAD. Jaka jest prędkość wody, przybyłej do koła wodnego 3^m.50 średnicy, którego oś jest o 0^m.25 oddalona od linii pionowej, przechodzącej przez koniec koryta pogródku, nachylonej w stosunku jak $1/12$? Przypuszcza się, że koniec pogródek jest 0^m.02 wyżej nad obwód koła wodnego, i że prędkość średnia, wypływającej warstwy wody, która ma 0^m.10 grubości, jest 3^m w jednej sekundzie.

Jeżeli dno pogródek jest nachylone w stosunku $1/12$, jest:

$$\text{stycz: } a = 1/12 = 0.083, \quad \text{dost: } a = 0.995, \quad u = 3^m.$$

a ztąd:

$$y = \frac{9.81x^3}{2(3 \times 0.995)^2} + 0.083x = 0.55x^3 + 0.083x;$$

otrzymuje się więc odpowiednie wartości dla współrzędnych krzywizny:

$$\begin{array}{cccccc} x = 0.100, & 0.200, & 0.300, & 0.400, & 0.500, & 0.600, \\ y = 0.014, & 0.038, & 0.074, & 0.120, & 0.178, & 0.246. \end{array}$$

Przecięcie się więc krzywizny tak oznaczonej z obwodem koła jest w odległości około 0^m.07 pod punktem środkowym żyły wody, wychodzącej z końca pogródek, czyli pod początkiem krzywizny, i wysokość odpowiednia tej prędkości 3^m, jest 0^m.46, wysokość zaś cała, pochodząca od prędkości szukanej, jest 0^m.53; tym sposobem prędkość szukana = 3^m23 na jedną sekundę.

URZĄDZENIE KANAŁÓW WEDŁUG PRAWIDEŁ STAŁYCH.

51. Kanały, które są z przodu lub z tyłu zakładów wodnych o tyle, ile można, powinny być urządzone według zasad stałych, to jest: ażeby spadek, powierzchnia poprzeczna wody i prędkość, były o ile można oznaczone według zasad sztuki.

52. OZNACZENIE PRĘDKOŚCI ŚREDNIEJ. PRZYPADEK, KIEDY WYMIARY KANAŁU SĄ DANE. Jeżeli przez wzgląd na miejscowość lub oszczędność, są stałe wymiary kanału, to będą znane naprzód A jego profil i obwód zwilżony S . Kolumną przepływającej wody będąc Q , można oznaczyć prędkość średnią z formuły $U = \frac{Q}{A}$, wstawiając wartości dane wiadome.

Ta prędkość zresztą powinna być taka, jaką przyjmuje płyn na dnie kanału, obrachowana podług prawidła n° 43, i nie przechodzić granicy, wskazanej pod n° 44 co do natury gruntu na dnie kanału.

53. PRZYPADEK, KIEDY WYMIARY KANAŁU NIE SĄ DANE. Będziemy wtedy zaczynać od obrachowania prędkości średniej największej, jaką można przyjąć z formuły:

$$U = 1.33W.$$

gdzie W jest prędkością ograniczoną, którą może znosić dno; równanie to sprowadza się do następującego prawidła:

Aby otrzymać największą prędkość średnią, jaką woda może mieć w kanale bez pogłębienia dna:

Mnoży się największą prędkość, jaką dno może znieść (n° 44) przez 1.33, a wypadek będzie prędkością średnią największą szukaną.

PRZYKŁAD. Jaka powinna być największa prędkość średnia w kanale, którego dno jest żwirowe?

Tablica n° 40 daje za granicę prędkości w dnie kanału $W = 0^m.609$.

Prawidło powyższe daje za prędkość średnią maximum $U = 1.33 \times 0^m.609 = 0^m.81$.

54. OZNACZENIE STOSOWNEJ PRĘDKOŚCI ŚREDNIEJ. Prędkość średnia nie powinna nigdy osiągać maximum, mając wzgląd na oszczędzenie spadku, a oblicza się według formuły powyższej, w której wstawia się ważność $W=0^m.15$, jeżeli rzeka w czasie powodzi nie porywa jaktylko lekkie muły, a $W=0^m.30$, unosząc z sobą piaski.

PRZYKŁAD. Jaka jest prędkość średnia, którą należy zastosować w kanale poprzednim, jeżeli woda porywa piaski, nie chcąc one składać na dnie?

Tablica n° 44, daje dla prędkości na dnie unoszącej piaski, ważność $W=0^m.305$.

Z prawidła powyższego wypada $U=1.33 \times 0^m.305=0^m.406$.

55. OZNACZENIE POWIERZCHNI POPRZECZNEGO PROFILU (profil transversal) KANAŁU. Jeżeli kolumna wody Q , jaką kanał powinien dostarczać, jest wiadoma, oblicza się powierzchnię poprzecznego przecięcia wody w kanale przez formułę:

$$A = \frac{Q}{U}$$

co sprowadza się do następującego prawidła:

Aby obliczyć powierzchnię poprzecznego przecięcia wód w kanale:

Dzieli się kolumna wody, jaką kanał dostarcza, przez prędkość średnią, wynalezioną podług prawidła n° 54; a iloraz będzie powierzchnią szukaną.

PRZYKŁAD. Kolumna wody, którą kanał dostarcza w 1" w przykładach poprzednich jest $0^{ms}.500$, jaka powinna być powierzchnia przecięcia poprzecznego?

Prawidło powyższe daje:

$$A = \frac{Q}{U} = \frac{0^{ms}.500}{0^m.406} = 1^{mk}.231.$$

56. WYMIARY PROPORCYONALNE KANAŁÓW. Jeżeli kanały są z drzewa, albo z muru o ścianach prostopadłych, należy dla zmniejszenia oporu ścian, aby głębokość wody była połową szerokości w dnie.

Dla kanałów z ziemi szerokość w dnie bywa zwyczajnie równa 4, 5 do 6 razy głębokości i ściany są pod pewnym spadkiem.

Jeżeli nazwiemy:

h głębokość wody w kanale,

b szerokość w dnie,

n stosunek podstawy do wysokości spadku w ścianie będzie, dla kanałów z drzewa, albo z muru o ścianach prostopadłych:

$$h = \frac{1}{2}b, \quad A = hb = 2h^2,$$

aztąd:

$$h = \sqrt{\frac{A}{2}}$$

to jest:

Aby oznaczyć głębokość wody, którą należy przyjąć w kanale z drzewa lub z kamienia o ścianach prostopadłych:

Dzieli się powierzchnia poprzecznego przecięcia wody, znaleziona według prawidła n° 55 przez dwa, i z tego ilorazu wyciąga się pierwiastek kwadratowy.

PRZYKŁAD. Jaka powinna być głębokość kanału w przykładach poprzednich, przypuszczając, że kanał jest z drzewa i ma ściany prostopadłe?

Prawidło powyższe daje:

$$h = \sqrt{\frac{A}{2}} = \sqrt{\frac{1.231}{2}} = 0^m.784,$$

a z tąd:

$$b = 2 \times 0^m.784 = 1^m.568.$$

Dla kanałów z ziemi, albo mających ściany pod spadkiem, wykładane kamieniem jest:

$$A = bh + nh^2,$$

jeżeli zrobimy:

$$b = 4h, \text{ to wtedy } A = h^2(4+n),$$

$$b = 5h, \text{ " " } A = h^2(5+n),$$

$$b = 6h, \text{ " " } A = h^2(6+n),$$

będzie więc głębokość wody w kanale oznaczona przez jedną z formuł:

$$h = \sqrt{\frac{A}{4+n}},$$

$$h = \sqrt{\frac{A}{5+n}},$$

$$h = \sqrt{\frac{A}{6+n}},$$

a to podług stosunku, jaki będzie między podstawą a wysokością spadku w ścianach, czyli głębokością wody w kanale.

Te formuły sprowadzają się do ogólnego, następującego pravidła:

Aby oznaczyć głębokość wody, którą należy przyjąć w kanale z ziemi ze spadkami w ścianach:

Dzieli się powierzchnię profilu przecięcia wody, obrachowaną według pravidła n° 55, przez stosunek podstawy do wysokości spadku w ścianach, powiększony 4, 5 lub 6 razy, a to stosownie do przyjętego stosunku szerokości w dnie do wysokości wody, czyli nachylenia ścian.

Wyciągnięty pierwiastek kwadratowy z tego ilorazu, daje wypadek, który będzie głębokością szukaną.

PRZYKŁAD. Jaka powinna być wysokość wody w kanale z ziemi ze spadkami w ścianach w stosunku 1 podstawy do 1 wysokości, w przypadku przykładów poprzednich?

Jest:

$$A=1^{\text{mk}}.231, \quad n=1.$$

Pravidło poprzednie daje:

$$b=4h, \quad h=\sqrt{\frac{1.231}{4+1}}=0^{\text{m}}.496,$$

a ztąd:

$$b=4 \times 0^{\text{m}}.496=1^{\text{m}}.984.$$

57. NACHYLENIE ŚCIAN. (*pante des talus*). W kanałach, mających ściany wyłożone z kamienia na mech, daje się zawsze spadek $n=0^{\text{m}}.50$, w ścianach z ziemi $n=1$, a w ścianach z ziemi lepszych i piasków $n=2$.

58. OBWÓD ZWILŻONY (*Périmètre mouillé*). Kiedy głębokość wody i szerokość kanału w dnie są oznaczone, wtedy oblicza się łatwo obwód zwilżony S.

Będzie:

$S=(b+2h)$ dla kanałów o ścianach prostopadłych,

$S=(b+2.23h)$, jeżeli spadki w ścianach są pół-stopowe, to jest: 1 podstawy do 2 wysokości,

$S=(b+2.83h)$, jeżeli spadki w ścianach są jedno-stopowe, to jest: 1 podstawy do 1 wysokości,

$S=(b+2.47h)$, jeżeli spadki są dwu-stopowe, to jest: 2 podstawy do 1 wysokości.

PRZYKŁAD. Jaki jest obwód zwilżony kanału, w przypadku objętym poprzednim przykładem?

Jest:

$$b=1^{\text{m}}.984, \quad h=0^{\text{m}}.496.$$

Pravidło powyższe daje,

$$S=1^{\text{m}}.984 \times 2^{\text{m}}.83 \times 0^{\text{m}}.496=2^{\text{ms}}.388.$$

59. PRZYPADEK, GDZIE GŁĘBOKOŚĆ KANAŁU JEST NAPRZÓD DANA. W niektórych okolicznościach głębokość wody w kanale, albo jego szerokość, są dane z góry, jako szczególne warunki. Wówczas otrzymuje się z dwóch wymiarów ten, który nie będzie dany naprzód z wiadomej drugiej daniej, i znaniej powierzchni A profilu.

60. SPADEK KANAŁU NA METR BIEŻĄCY. Kiedy powierzchnia A profilu i jego obwód zwilżony S są znane, jak również masa przepływu wód i prędkość średnia, oblicza się wtedy spadek kanału na metr bieżący, czyli jego pochyłość przez formułę:

$$I=\frac{S}{A}U(0.0000444+0.000309U),$$

z czego wyprowadza się następujące pravidło:

Aby obliczyć spadek, który się powinien dać kanałowi na metr bieżący, urządzonemu według zasad stałych, przecięcia i głębokości znanych, i dla którego prędkość średnia jest także ważnością daną:

Mnoży się prędkość dana przez 0.000309 i do iloczynu dodaje się 0.0000444.

Summę mnoży się przez stosunek obwodu zwilżonego do powierzchni profilu i przez prędkość średnią daną.

PRZYKŁAD. Jaki powinien być spadek na metr bieżący w kanale przykładów poprzednich?

Jest:

$$U=0^{\text{m}}.406, \quad A=1^{\text{mk}}.231, \quad S=2^{\text{ms}}.388.$$

Prawidło powyższe daje:

$$I = \frac{3.383}{1.251} \times 0.406(0.0000444 + 0.000309 \times 0.406) = 0^m.000189.$$

61. OGÓLNY SPADEK KANAŁU. Spadek cały kanału widocznie będzie równy iloczynowi IL, to jest spadkowi na metr bieżący, rozmnożonemu przez długość kanału.

PRZYKŁAD. Jaki powinien być spadek ogólny kanału w przypadkach poprzednich, jeżeli długość kanału jest 1200 metrów?

Spadek kanału na metr bieżący jest:

$$I = 0^m.000189.$$

Prawidło powyższe daje:

$$IL = 0^m.000189 \times 1200 = 0^m.227,$$

62. UWAGI CO DO KANAŁÓW ZAROSŁYCH ZIELSKIEM. Aby utrzymać kanał w porządku, potrzeba takowy często czyścić z zielska i sitowia, które nadzwyczaj powiększają opór w przepływie wód; skutkiem czego w kanałach dopływowych, podnosząc pochyłość powierzchni wody, a w kanałach odpływowych, wznosząc wody zaraz na początku odpływu; tym sposobem w obu wypadkach działają na stratę, czyli zmniejszenie spadku.

RURY ROZPROWADZAJĄCE WODY.

(*Tuyaux de conduite des eaux*).

63. MIERZENIE WYPEŁWU WODY Z RUR OKRĄGLYCH.

Prawidła następujące są zastosowane do rur, mających wymiary przecięcia: stałe, równe i jednakowe bez żadnych przeszkód wewnątrz, jak to powinno mieć miejsce w rurach dobrze urządzonych. Przypuszcza się także, że rury rozprawdzające wody nie mają kolan ani zagieć raptownych, a jeżeli się znajdują zagiecia, to są zaokrąglone w znacznych promieniach krzywizny. Później damy środek obliczenia skutku, jaki kolana czyli zagiecia wywierają na przepływ wody, jeżeli takowe dać trzeba koniecznie.

Kiedy w podobnem rozprawdzaniu wód, ruch tejże wody odbywa się według zasad pewnych, to jest: kiedy poziom re-

zerwoaru wyższego, wydającego wody, i niższego, odbierającego wody, utrzymują się w wysokościach stałych, w ten sposób, że kolumna wypływającej wody na sekundę jest stałą, otrzymuje się prędkość średnią przepływu w ciągu jednej sekundy, podług formuły następującej, którą Pan Prony wypróbowadził z doświadczeń Couplet'a, Dubuat'a i Bossut'a.

$$U = 53.58 \sqrt{\frac{DI}{4}} - 0^m.025,$$

$$\text{albo } U = 26.79 \sqrt{DI} - 0^m.025,$$

w której oznacza się przez:

U prędkość średnią szukaną,

D średnica rury,

$I = \frac{H}{L}$ nachylenie na metr bieżący, równy stosunkowi wysoko-

ści całej H pochyłości rury, albo różnicy poziomów dwóch rezerwoarów, połączonych rurą do L długości całej téjże rury.

Poznawszy prędkość średnią U z ważności, znanych dla D i

dla $I = \frac{H}{L}$, otrzymuje się ważność na przepływ wody z formuły:

$$Q = \frac{D^3 U}{1.273}$$

Te formuły sprowadzają się do następujących prawideł:

Aby obliczyć prędkość średnią wód, prowadzonych rurami: Mnoży się średnica wewnętrzna danej rury przez stosunek różnicy poziomów dwóch rezerwoarów do długości ogólnej rury; z iloczynu tego wyciąga się pierwiastek kwadratowy, i mnoży się przez 26.79. Od iloczynu ostatniego odciąga się $0^m.025$, a reszta będzie prędkością średnią szukaną.

Ażeby otrzymać kolumnę wody, przepływającej rurą w jednej sekundzie:

Mnoży się prędkość średnią, otrzymana z poprzedniej formuły przez kwadrat z średnicy, a iloczyn powstały dzieli się przez 1.273; z czego otrzymany wypadek, będzie szukaną kolumną wody w metrach sześciennych.

PRZYKŁAD. Oznaczyć prędkość i przepływ wody w 1" w rurze 0^m.30 średnicy, położonej na 2000 metrów długości, przy różnicy poziomów pomiędzy rezerwoarem wyższym i niższym 4^m?

Prawidło powyższe daje:

$$U = 26.79 \sqrt{\frac{0^m.30 \times 4}{2000}} = 0^m.025 = 0^m.631.$$

następnie:

$$Q = \frac{(0^m.30)^3 \times 0^m.631}{1.273} = 0^{ms}.0446.$$

64. TABLICA PANA PRONY. Pan Prony dał następującą tablicę, ułatwiającą o wiele rachunki co do tego przedmiotu, a w której są wykazane prędkości średnie, odpowiadające ważności znanj $\frac{DI}{4}$.

TABLICA

PANA PRONY. UŁATWIAJĄCA RACHUNKI MAJĄCE NA CELU WYNALEZIENIE STOSUNKÓW MIĘDZY PRĘDKOŚCIĄ WODY W RURACH ICH DŁUGOŚCI, SPADKIEM I ŚREDNICĄ RUR.

Prędkość średnia	Ważność na $\frac{1}{4}DI$	Prędkość średnia	Ważność na $\frac{1}{4}DI$	Prędkość średnia	Ważność na $\frac{1}{4}DI$
0.01	0.0000002	0.35	0.0000487	0.69	0.0001778
0.02	0.0000005	0.36	0.0000514	0.70	0.0001828
0.03	0.0000008	0.37	0.0000541	0.71	0.0001879
0.04	0.0000013	0.38	0.0000569	0.72	0.0001930
0.05	0.0000017	0.39	0.0000597	0.73	0.0001982
0.06	0.0000023	0.40	0.0900627	0.74	0.0002035
0.07	0.0000029	0.41	0.0000656	0.75	0.0002089
0.08	0.0000036	0.42	0.0000687	0.76	0.0002143
0.09	0.0000044	0.43	0.0000718	0.77	0.0002198
0.10	0.0000052	0.44	0.0000750	0.78	0.0002254
0.11	0.0000061	0.45	0.0000783	0.79	0.0002310
0.12	0.0000071	0.46	0.0000817	0.80	0.0002368
0.13	0.0000081	0.47	0.0000851	0.81	0.0002425
0.14	0.0000093	0.48	0.0000886	0.82	0.0002484
0.15	0.0000104	0.49	0.0000921	0.83	0.0002543
0.16	0.0000117	0.50	0.0000957	0.84	0.0002603
0.17	0.0000130	0.51	0.0000994	0.85	0.0002663
0.18	0.0000144	0.52	0.0001032	0.86	0.0002725
0.19	0.0000159	0.53	0.0001070	0.87	0.0002787
0.20	0.0000174	0.54	0.0001109	0.88	0.0002849
0.21	0.0000190	0.55	0.0001149	0.89	0.0002913
0.22	0.0000207	0.56	0.0001189	0.90	0.0002977
0.23	0.0000224	0.57	0.0001230	0.91	0.0003042
0.24	0.0000242	0.58	0.0001272	0.92	0.0003107
0.25	0.0000261	0.59	0.0001315	0.93	0.0003173
0.26	0.0000280	0.60	0.0001358	0.94	0.0003240
0.27	0.0000301	0.61	0.0001402	0.95	0.0003308
0.28	0.0000322	0.62	0.0001446	0.96	0.0003376
0.29	0.0000343	0.63	0.0001491	0.97	0.0003445
0.30	0.0000365	0.64	0.0001537	0.98	0.0003515
0.31	0.0000388	0.65	0.0001584	0.99	0.0003585
0.32	0.0000412	0.66	0.0001631	1.00	0.0003656
0.33	0.0000436	0.67	0.0001679	1.01	0.0003728
0.34	0.0000462	0.68	0.0001728	1.02	0.0003800

(Dalszy ciąg)

Prę- kość średnia	Ważność na $\frac{1}{4}$ DI.	Prę- kość średnia	Ważność na $\frac{1}{4}$ DI.	Prę- kość średnia	Ważność na $\frac{1}{4}$ DI.
m				m	
1.03	0.0003873	1.37	0.0006774	1.71	0.0010480
1.04	0.0003947	1.38	0.0006871	1.72	0.0010601
1.05	0.0004022	1.39	0.0006970	1.73	0.0010723
1.06	0.0004097	1.40	0.0007069	1.74	0.0010845
1.07	0.0004173	1.41	0.0007168	1.75	0.0010969
1.08	0.0004249	1.42	0.0007268	1.76	0.0011093
1.09	0.0004327	1.43	0.0007369	1.77	0.0011217
1.10	0.0004405	1.44	0.0007471	1.78	0.0011343
1.11	0.0004483	1.45	0.0007573	1.79	0.0011469
1.12	0.0004563	1.46	0.0007677	1.80	0.0011596
1.13	0.0004643	1.47	0.0007780	1.81	0.0011723
1.14	0.0004724	1.48	0.0007885	1.82	0.0011851
1.15	0.0004805	1.49	0.0007990	1.83	0.0011980
1.16	0.0004887	1.50	0.0008096	1.84	0.0012110
1.17	0.0004970	1.51	0.0008202	1.85	0.0012240
1.18	0.0005054	1.52	0.0008310	1.86	0.0012371
1.19	0.0005138	1.53	0.0008418	1.87	0.0012502
1.20	0.0005223	1.54	0.0008526	1.88	0.0012635
1.21	0.0005309	1.55	0.0008636	1.89	0.0012768
1.22	0.0005395	1.56	0.0008746	1.90	0.0012901
1.23	0.0005482	1.57	0.0008856	1.91	0.0013036
1.24	0.0005570	1.58	0.0008968	1.92	0.0013171
1.25	0.0005658	1.59	0.0009080	1.93	0.0013307
1.26	0.0005747	1.60	0.0009193	1.94	0.0013443
1.27	0.0005837	1.61	0.0009306	1.95	0.0013581
1.28	0.0005928	1.62	0.0009420	1.96	0.0013718
1.29	0.0006019	1.63	0.0009535	1.97	0.0013857
1.30	0.0006111	1.64	0.0009651	1.98	0.0013996
1.31	0.0006204	1.65	0.0009767	1.99	0.0014136
1.32	0.0006297	1.66	0.0009884	2.00	0.0014277
1.33	0.0006391	1.67	0.0010002	2.01	0.0014418
1.34	0.0006486	1.68	0.0010120	2.02	0.0014560
1.35	0.0006581	1.69	0.0010240	2.03	0.0014703
1.36	0.0006677	1.70	0.0010359	2.04	0.0014847

(Dalszy ciąg)

Prę- kość średnia	Ważność na $\frac{1}{4}$ DJ.	Prę- kość średnia	Ważność na $\frac{1}{4}$ DJ.	Prę- kość średnia	Ważność na $\frac{1}{4}$ DJ.
m		m		m	
2.05	0.0014991	2.37	0.0019972	2.69	0.0025667
2.06	0.0015136	2.38	0.0020139	2.70	0.0025856
2.07	0.0015281	2.39	0.0020307	2.71	0.0026046
2.08	0.0015428	2.40	0.0020476	2.72	0.0026237
2.09	0.0015575	2.41	0.0020645	2.73	0.0026429
2.10	0.0015722	2.42	0.0020815	2.74	0.0026621
2.11	0.0015871	2.43	0.0020985	2.75	0.0026814
2.12	0.0016020	2.44	0.0021157	2.76	0.0027007
2.13	0.0016169	2.45	0.0021329	2.77	0.0027202
2.14	0.0016320	2.46	0.0021502	2.78	0.0027397
2.15	0.0016471	2.47	0.0021675	2.79	0.0027592
2.16	0.0016623	2.48	0.0021849	2.80	0.0027789
2.17	0.0016775	2.49	0.0022024	2.81	0.0027986
2.18	0.0016928	2.50	0.0022199	2.82	0.0028184
2.19	0.0017082	2.51	0.0022376	2.83	0.0028382
2.20	0.0017237	2.52	0.0022553	2.84	0.0028581
2.21	0.0017392	2.53	0.0022730	2.85	0.0028781
2.22	0.0017548	2.54	0.0022908	2.86	0.0028982
2.23	0.0017705	2.55	0.0023087	2.87	0.0029183
2.24	0.0017862	2.56	0.0023267	2.88	0.0029385
2.25	0.0018021	2.57	0.0023448	2.89	0.0029588
2.26	0.0018179	2.58	0.0023629	2.90	0.0029791
2.27	0.0018339	2.59	0.0023810	2.91	0.0029995
2.28	0.0018499	2.60	0.0023993	2.92	0.0030200
2.29	0.0018660	2.61	0.0024176	2.93	0.0030405
2.30	0.0018822	2.62	0.0024360	2.94	0.0030612
2.31	0.0018984	2.63	0.0024545	2.95	0.0030819
2.32	0.0019147	2.64	0.0024730	2.96	0.0031026
2.33	0.0019310	2.65	0.0024916	2.97	0.0031234
2.34	0.0019475	2.66	0.0025102	2.98	0.0031443
2.35	0.0019640	2.67	0.0025290	2.99	0.0031653
2.36	0.0019806	2.68	0.0025478	3.00	0.0031863

65. UŻYCIE POWYŻSZEJ TABLICY. Za pomocą téj tablicy można rozwiązać od razu wiele zagadnień bardzo ważnych.

1°. Mając daną średnicę D i spadek rur na metr bieżący $\frac{H}{L}=I$, oznaczyć prędkość średnią i masę przepływu.

Jest dostatecznem obliczyć ważność na $\frac{1}{4} DI$ podług danych, i wyszukać w tablicy cyfrę największą zbliżoną, a po lewej stronie na téj samej linii, znajdując się prędkości średnie odpowiednie wiadomym danym.

PRZYKŁAD. Jaka jest prędkość średnia wody w rurze $0^m.25$ średnicy, z pochyleniem $I=0.003789$, odpowiadającym np. różnicy poziomów $H=11^m.366$, i przy długości rury 3000^m jest: $\frac{1}{4} DI = \frac{1}{4}(0.25 \times 0.003789) = 0.0002368$, na lewo téj liczby w tablicy znajdziemy ważność odpowiednią dla prędkości średniej:

$$U = 0^m.80,$$

a wiedząc czemu się równa U znajdziemy że:

$$Q = \frac{0.25^3 \times 0^m.80}{1.273} = 0^{ms}.0392.$$

2°. Mając znany przepływ wody rurą i jęj średnicę, jaki będzie spadek?

Oblicza się naprzód prędkość średnia z formuły:

$$U = \frac{1.273Q}{D^3},$$

co się wyrazi:

Trzeba pomnożyć kolumnę przepływającej wody przez 1.273, a iloczyn powstały podzielić przez kwadrat z średnicy.

Potem w tablicy na prawo téj prędkości znajdzie się ważność, odpowiednia na $\frac{1}{4} DI$, dzieląc ją przez $\frac{1}{4} D$, które jest znane, otrzyma się ważność na spadek I , a z tego mając długość rury znajdziemy różnicę poziomów wód w rezerwoarach, połączonych rurą.

PRZYKŁAD. Jaka będzie różnica poziomów dwóch rezerwoarów, połączonych rurą 1500^m długą, mającą $0^m.60$ średnicy, a która powinna przepuszczać $0^{ms}.200$ wody na sekundę.

Jest naprzód:

$$U = \frac{1^m.2373 \times 0^{ms}.200}{(0^m.602)^3} = 0^m.70722$$

Tablica daje dla prędkości 0,71,

ważność na: $\frac{1}{4} DI = 0.0001879$.

z czego wynajdzie się:

$$I = \frac{H}{L} = \frac{0.0001879}{\frac{1}{4} \times 0.60} = 0.001253,$$

a w końcu ważność dla H , czyli dla różnicy poziomów:

$$H = IL = 0.001253 \times 1500 = 1^m.879.$$

66. URZĄDZENIE RURY ZDOLNEJ PROWADZIĆ DANĄ MASĘ WODY. Mając wiadome masę wody winna się rozprowadzić i różnicę poziomów w rezerwoarach, znajdziemy i ważność na

$I = \frac{H}{L}$, z której będziemy mieli oznaczenie średnicy rury za pomocą formuły:

$$Q = 21.045 \sqrt{D^5 I} - 0.0196 D^3,$$

rozwiązując ją przez wstawianie dowolnych ważności, jak to wskażemy.

67. ROZWIĄZANIE PRZYBLIŻONE. Jeżeli w równaniu powyższem opuści się ostatni wyraz drugiej części, otrzymamy ważność dla średnicy cokolwiek za małą, wyrażoną formułą:

$$D = 0.2956 \sqrt[5]{\frac{Q^3}{I}} = 0.2956 \sqrt[5]{\frac{Q^3 L}{H}},$$

A co nam daje następujące prawidło:

Aby oznaczyć przez przybliżenie średnicę rury długości danéj, mającej prowadzić wody z jednego rezerwoaru do drugiego, położonych w wysokości danéj H .

Mnoży się kwadrat z kolumny przepływu wody przez długość rury, a iloczyn dzieli się przez różnicę wysokości poziomów, na koniec z ilorazu wyciągnięty pierwiastek stopnia 5^o mnoży się przez 0.2956, a

Wypadek będzie ważnością przybliżoną średnicy rury.

PRZYKŁAD. Jaka powinna być średnica rury, przeznaczonéj do prowadzenia $0^{ms}.02666$ wody w ciągu 1 sekundy na odległość 1000^m z rezerwoaru, położonego $36^m.770$ wyżej od punktu odbierania wody?

Formuła daje:

$$D = 0.2956 \sqrt[5]{\frac{(0.02666)^3 \times 1000}{36.77}} = 0^m.13426.$$

68. PRZYPADEK GDZIE POWYŻSZE ROZWIĄZANIE BĘDZIE DOSTATECZNEM. W każdym razie, kiedy prędkość średnia U wynaleziona przez formułę:

$$U = \frac{1.273Q}{D^3},$$

w którą wstawiwszy za Q daną kolumnę wody, a za D średnicę rury, otrzymaną według pravidła poprzedzającego, będzie równa lub wyższa od $0^m.50$; można bez obawy popełnienia znacznego błędu, przyjąć ostatecznie otrzymany wypadek za średnicę rury.

Lecz kiedy prędkość wypadnie mniejsza, średnica tak obliczona, a tém samem ikolumna wody, byłyby za małe, i dla tego trzeba szukać rozwiązania więcej przybliżonego i prawdziwego.

69. ROZWIĄZANIE DOKŁADNIEJSZE. Wstawia się w równanie:

$$Q = 21.045 \sqrt{D^5 I} - 0.0196 D^3,$$

ważności dane na Q i na S , i oblicza się ważności po sobie następujące, które przybiera drugi członk równania przez podstawienie różnych ważności dla D , poczynając od téj, jaka będzie wynaleziona podług pravidła n° 67, i powiększając od centimetru do centimetru, albo od 5 millimetrów do 5 millimetrów.

Najpierw wstawione ważności drugiego członka w równanie, będą naprzód bardzo małe, odpowiadając pierwszemu członkowi Q , lecz następnie będą podwyższały się stopniowo, i przewyższają je niezadługo, a co będzie oznaczać, że ostatnie ważności wstawione za D , są już za wielkie, i wtedy przyjąć należy ostatnie. Trzy albo cztery wstawienia są dostateczne do dokładnego rozwiązania.

To zrobiwszy, bierze się na wielkiej skali naprzykład 5 centimetrów za jeden, czyli 5:1, i średnicę D za odcięte linji krzywéj, otrzyma się rzędne, które będą ważnościami, odpowiedniemi drugiemu członkowi powyższego równania, wyrobione także na wielką skalę z 5 centimetrów np. 0.0001.

Potém wyprowadza się równoległą od osi odciętych w odległości równej ważności kolumny wody Q , na tę samą skalę co rzędne.

Ta równoległa spotka krzywiznę w jednym punkcie, którego odległość na osi odciętych będzie ważnością szukaną średnicy.

PRZYKŁAD. Jaka powinna być średnica rury, przeznaczonéj do prowadzenia $0^m.0266$ kolumny wody na 1" z nachyleniem $I = 0^m.0001937$?

Formuła w przybliżeniu daje:

$$D = 0.2956 \sqrt[5]{\frac{(0.02666)^3}{0.0001937}} = 0^m.3824.$$

Biorąc następnie ważności na D stosunkowo cokolwiek większe, i obliczając ważności odpowiednie drugiego członka równania zupełnego, n° 66, będzie następnie:

Ważności na D odcięte.	Ważności drugiego członka równania, rzędne.
m	m
0.3832	0.023778
0.3900	0.024840
0.4000	0.026503
0.4100	0.028230

Przecięcie krzywéj z równoległą od osi odciętych, poprowadzonéj w odległości $Q = 6^m.02660$, ma miejsce w jednym punkcie, którego odcięta jest:

$$D = 0^m.40093.$$

Co nam daje prawdziwy wymiar średnicy.

70. SPOSTRZEŻENIE BARDZO WAŻNE. We wszystkiém co poprzedziło, wysokość H uważaliśmy, jak powiedziano, za różnicę wysokości ciśnienia nad koniec rury, wydającej wodę, czyli wysokość poziomu górnego wody nad koniec rury, a w przypadku jeżeli rura prowadzi wody między dwoma rezerwoarami, różnicę poziomów tychże rezerwoarów.

Jeżeli rura wypuszcza wodę wolno w powietrze, H jest wysokością wody w rezerwoarze wyższym nad środek wewnętrzny końca rury, który wypuszcza wody.

Jeżeli rachunek zastosowywa się do jakiej części rur środkujących, to H jest różnicą wysokości między obydwoimi uważanymi końcami części rury; pokazuje się, że w każdym wypadku H jest wysokością ciśnienia wody, potrzebną dla utrzymania ruchu jednakowego i zniszczenia tarcia wody w rurach.

Jeżeli w miejsce poprowadzenia wody z górnego rezerwoaru w dolny, trafi się przeciwnie podnosić wody z rezerwoaru niższego do górnego przez rurę, wówczas H byłoby wysokością, którąby mierzyła ciśnienie, działające w części dolnej rury dla zwyciężenia oporu biernego; i dla tego ten opór powinien być dodany do wysokości naczynia górnego nad początek rury w dole, aby mieć wysokość całą ciśnienia, jaką działacz (*moteur*) ma pokonać, albo do której powinien być zdolny podnieść wody. Będziemy rozbić później to położenie szczegółowo.

71. ZAKŁADANIE RÓR DLA ROZPROWADZANIA WÓD W MIASTACH. W obsłudze rozprowadzenia wód w miastach jest nieodzownym, aby mieć rodzaje średnic, ustalone w pewnych kilku gatunkach wymiarów, stosownie do potrzeby oznaczonych, a to dla zmniejszenia liczby modeli na te rury i ułatwienia ich zakładania.

Oszacowano, że jeden słup, wydający wodę (*borne-fontaine*) może być potrzebnym do wypuszczania 8 cali wody (*pouces de fontainier*), czyli 1^{litr}.78 na 1". Zgodzono się także, aby prędkość nie była jeżeli można mniejsza nad 0^m.005 w 1" dla małych rur, a 0^m.100 dla większych, i aby nie przechodziła nigdy 3^m we wszystkich zwyczajnych przypadkach.

Podług tych ZASAD są obliczone następujące tablice, dające wypływy prędkości i spadki na metr bieżący dla średnic rur 0^m.05, 0^m.06, 0^m.08, 0^m.10, 0^m.15, 0^m.20, 0^m.25, 0^m.30, 0^m.35, 0^m.40, 0^m.45, 0^m.50, 0^m.60, i dla wypływów powiększających się.

litr:	litr:
od 0.01 aż do	0.10,
0.10 » »	5.00,
0.20 » »	10.00,
1.00 » »	100.00,
5.00 » »	850.00,

Granice prędkości średnie, zostały oznaczone w tych tablicach, z uwagi na średnice rur, podług zasad przyjętych w następującej tablicy.

Średnica rur	Prędkości średnie	
	Minimum	Maximum
^m 0.05	^m 0.005	^m 3.00
0.06	0.0035	3.00
0.08	0.20	3.00
0.10	0.0127	3.00
0.15		
0.20		
0.25		
0.30		
0.35	0.100	3.00
0.40		
0.45		
0.50		
0.60		

TABLICA

ODNOSZĄCA SIĘ DO RUCHU WÓD W RURACH ROZPROWADZAJĄCYCH TĘŻ WODY.

Kolumna wody wypu- szczanej w litrach	Średnice			
	0m.05.		0m.06.	
	Prędkość średnia	Strata ciśnienia na metr bieżący	Prędkość średnia	Strata ciśnienia na metr bieżący
Litry	m	m	m	m
0.01	0.0051	0.000008	0.0035	0.000004
0.02	0.0102	0.000017	0.0071	0.000009
0.03	0.0153	0.000028	0.0106	0.000015
0.04	0.0204	0.000040	0.0141	0.000021
0.05	0.0255	0.000053	0.0177	0.000028
0.06	0.0300	0.000068	0.0212	0.000035
0.07	0.0356	0.000085	0.0248	0.000043
0.08	0.0407	0.000103	0.0283	0.000051
0.09	0.0458	0.000122	0.0318	0.000060
0.1	0.0509	0.000143	0.0354	0.000070
0.2	0.1019	0.000430	0.0707	0.000198
0.3	0.1528	0.000862	0.1061	0.000384
0.4	0.2037	0.001439	0.1415	0.000628
0.5	0.2546	0.002160	0.1768	0.000930
0.6	0.3056	0.003025	0.2122	0.001290
0.7	0.3565	0.004035	0.2475	0.001709
0.8	0.4074	0.005190	0.2829	0.002186
0.9	0.4584	0.006489	0.3183	0.002720
1.0	0.5093	0.007933	0.3537	0.003313
1.1	0.5602	0.009521	0.3890	0.003964
1.2	0.6112	0.011254	0.4244	0.004672
1.3	0.6621	0.013131	0.4598	0.005439
1.4	0.7130	0.015453	0.4951	0.006264
1.5	0.7639	0.017319	0.5305	0.007147
1.6	0.8149	0.019630	0.5659	0.008088
1.7	0.8658	0.022085	0.6012	0.009088
1.8	0.9167	0.024685	0.6367	0.010145
1.9	0.9677	0.027430	0.6720	0.011260
2.0	1.0186	0.030318	0.7073	0.012434
2.1	1.0695	0.033352	0.7427	0.013666
2.2	1.1204	0.036530	0.7781	0.014955
2.3	1.1714	0.039853	0.8135	0.016303
2.4	1.2223	0.043320	0.8488	0.017709
2.5	1.2732	0.046931	0.8842	0.019173
2.6	1.3242	0.050687	0.9196	0.020695
2.7	1.3751	0.054588	0.9549	0.022275
2.8	1.4260	0.058633	0.9903	0.023913
2.9	1.4770	0.062823	1.0257	0.025609
3.0	1.5279	0.067158	1.0610	0.027364

(Dalszy ciąg)

Kolumna wody wypu- szczanej w litrach	Średnice			
	0m.05.		0m.06.	
	Prędkość średnia	Strata ciśnienia na metr bieżący	Prędkość średnia	Strata ciśnienia na metr bieżący
Litry	m	m	m	m
3.1	1.5788	0.071637	1.0964	0.029176
3.2	1.6297	0.076260	1.1318	0.031047
3.3	1.6807	0.081028	1.1671	0.032975
3.4	1.7316	0.085910	1.2025	0.034962
3.5	1.7825	0.090997	1.2379	0.037007
3.6	1.8335	0.096199	1.2732	0.039109
3.7	1.8844	0.101545	1.3086	0.041270
3.8	1.9353	0.107035	1.3440	0.043489
3.9	1.9863	0.112670	1.3793	0.045766
4.0	2.0372	0.118450	1.4147	0.048101
4.1	2.0881	0.124374	1.4501	0.050495
4.2	2.1390	0.130443	1.4854	0.052946
4.3	2.1900	0.136656	1.5208	0.055455
4.4	2.2409	0.143013	1.5562	0.058023
4.5	2.2918	0.149516	1.5916	0.060648
4.6	2.3428	0.156162	1.6269	0.063332
4.7	2.3937	0.162954	1.6623	0.066074
4.8	2.4446	0.169890	1.6977	0.068874
4.9	2.4955	0.176970	1.7330	0.071732
5.0	2.5465	0.184195	1.7684	0.074648
5.2	2.6483	0.199078	1.8391	0.080654
5.4	2.7502	0.214540	1.9099	0.086893
5.6	2.8520	0.230579	1.9806	0.093363
5.8	2.9539	0.247197	2.0513	0.100067
6.0	3.0538	0.264393	2.1221	0.107002
6.2	"	"	2.1928	0.114170
6.4	"	"	2.2635	0.121571
6.6	"	"	2.3343	0.129203
6.8	"	"	2.4050	0.137068
7.0	"	"	2.4757	0.145165
7.2	"	"	2.5465	0.153495
7.4	"	"	2.6172	0.162057
7.6	"	"	2.6879	0.170851
7.8	"	"	2.7587	0.179878
8.0	"	"	2.8294	0.189137
8.2	"	"	2.9001	0.198628
8.4	"	"	2.9709	0.208352
8.6	"	"	2.0416	0.218308

(Dalszy ciąg)

Kolumna wody wypu- szczanej w litrach	Średnice			
	0m.08.		0m.10.	
	Prędkość średnia	Strata ciśnienia na metr bieżący	Prędkość średnia	Strata ciśnienia na metr bieżący
Litry	m	m	m	m
0.1	0.0199	0.000024	0.0127	0.000011
0.2	0.0398	0.000062	0.0255	0.000027
0.3	0.0597	0.000114	0.0382	0.000047
0.4	0.0796	0.000179	0.0509	0.000071
0.5	0.0995	0.000258	0.0637	0.000101
0.6	0.1194	0.000352	0.0764	0.000134
0.7	0.1393	0.000458	0.0891	0.000172
0.8	0.1592	0.000579	0.1019	0.000215
0.9	0.1790	0.000713	0.1146	0.000262
1.0	0.1989	0.000862	0.1273	0.000314
1.1	0.2188	0.001024	0.1401	0.000370
1.2	0.2387	0.001199	0.1528	0.000431
1.3	0.2586	0.001389	0.1655	0.000496
1.4	0.2785	0.001592	0.1783	0.000566
1.5	0.2984	0.001809	0.1910	0.000641
1.6	0.3183	0.002040	0.2037	0.000719
1.7	0.3382	0.002285	0.2164	0.000803
1.8	0.3581	0.002543	0.2292	0.000891
1.9	0.3780	0.002815	0.2419	0.000983
2.0	0.3979	0.003101	0.2546	0.001080
2.1	0.4178	0.003401	0.2674	0.001181
2.2	0.4377	0.003715	0.2801	0.001287
2.3	0.4576	0.004042	0.2928	0.001398
2.4	0.4775	0.004383	0.3056	0.001513
2.5	0.4974	0.004738	0.3183	0.001632
2.6	0.5173	0.005107	0.3310	0.001756
2.7	0.5371	0.005490	0.3438	0.001885
2.8	0.5570	0.005886	0.3565	0.002018
2.9	0.5769	0.006296	0.3692	0.002155
3.0	0.5968	0.006720	0.3820	0.002297
3.1	0.6167	0.007157	0.3947	0.002444
3.2	0.6366	0.007609	0.4074	0.002595
3.3	0.6565	0.008074	0.4202	0.002750
3.4	0.6764	0.008553	0.4329	0.002911
3.5	0.6963	0.009046	0.4456	0.003075
3.6	0.7162	0.009552	0.4584	0.003244
3.7	0.7361	0.010073	0.4711	0.003418

(Dalszy ciąg)

Kolumna wody wypu- szczanej w litrach	Średnice			
	0m.08.		0m.10.	
	Prędkość średnia	Strata ciśnienia na metr bieżący	Prędkość średnia	Strata ciśnienia na metr bieżący
Litry	m	m	m	m
3.8	0.7560	0.010607	0.4838	0.003596
3.9	0.7759	0.011155	0.4966	0.003779
4.0	0.7958	0.011716	5.5093	0.003966
4.1	0.8157	0.012292	0.5220	0.004158
4.2	0.8356	0.012881	0.5348	0.004354
4.3	0.8555	0.013484	0.5475	0.004555
4.4	0.8754	0.014101	0.5602	0.004760
4.5	0.8952	0.014732	0.5730	0.004970
4.6	0.9151	0.015376	0.5857	0.005184
4.7	0.9350	0.016034	0.5984	0.005403
4.8	0.9549	0.016706	0.6112	0.005627
4.9	0.9748	0.017392	0.6239	0.005855
5.0	0.9947	0.018091	0.6366	0.006087
5.2	1.0345	0.019532	0.6621	0.006565
5.4	1.0743	0.021027	0.6875	0.007062
5.6	1.1141	0.022578	0.7130	0.007576
5.8	1.1539	0.024184	0.7385	0.008109
6.0	1.1937	0.025845	0.7639	0.008660
6.2	1.2334	0.027561	0.7894	0.009228
6.4	1.2732	0.029332	0.8149	0.009815
6.6	1.3130	0.031158	0.8403	0.010420
6.8	1.3528	0.033040	0.8658	0.011043
7.0	1.3926	0.034976	0.8913	0.011684
7.2	1.4324	0.036968	0.9167	0.012343
7.4	1.4722	0.039015	0.9422	0.013020
7.6	1.5120	0.041117	0.9677	0.013715
7.8	1.5518	0.043274	0.9931	0.014428
8.0	1.5916	0.045486	1.0186	0.015160
8.2	1.6313	0.047753	1.0440	0.015909
8.4	1.6711	0.050076	1.0695	0.016676
8.6	1.7109	0.052454	1.0950	0.017462
8.8	1.7507	0.054887	1.1204	0.018265
9.0	1.7905	0.057375	1.1459	0.019087
9.2	1.8303	0.059918	1.1714	0.019926
9.4	1.8701	0.062516	1.1968	0.020784
9.6	1.9099	0.065169	1.2223	0.021660
9.8	1.9497	0.067878	1.2478	0.022554

(Dalszy ciąg)

Kolumna wody wypu- szczanej w litrach	Średnice			
	0m.08.		0m.10.	
	Prędkość średnia	Strata ciśnienia na metr bieżący	Prędkość średnia	Strata ciśnienia na metr bieżący
Litry	m	m	m	m
10.0	1.9894	0.070642	1.2732	0.023466
11.0	2.1884	0.085287	1.4006	0.028296
12	2.3873	0.101310	1.5279	0.033579
13	2.5863	0.118712	1.6552	0.039313
14	2.7852	0.137492	1.7825	0.045499
15	2.9842	0.157650	1.9098	0.052136
16	"	"	2.0372	0.059225
17	"	"	2.1645	0.066766
18	"	"	2.2918	0.074758
19	"	"	2.4192	0.083202
20	"	"	2.5465	0.092098
21	"	"	2.6738	0.101445
22	"	"	2.8011	0.111244
23	"	"	2.9284	0.121495

(Dalszy ciąg).

Kolumna wody wypu- szczanej w litrach	Średnice			
	0m 15.		0m 20.	
	Prędkość średnia	Strata ciśnienia na metr bieżący	Prędkość średnia	Strata ciśnienia na metr bieżący
Litr	m	m	m	m
1.8	0.1019	0.000143	"	"
1.9	0.1075	0.000157	"	"
2.0	0.1132	0.000171	"	"
2.1	0.1188	0.000186	"	"
2.2	0.1245	0.000201	"	"
2.3	0.1302	0.000217	"	"
2.4	0.1358	0.000234	"	"
2.5	0.1414	0.000251	"	"
2.6	0.1471	0.000269	"	"
2.7	0.1528	0.000287	"	"
2.8	0.1584	0.000306	"	"
2.9	0.1641	0.000326	"	"
3.0	0.1698	0.000346	"	"
3.1	0.1754	0.000367	"	"
3.2	0.1811	0.000388	0.1019	0.000108
3.3	0.1867	0.000410	0.1050	0.000113
3.4	0.1924	0.000433	0.1082	0.000119
3.5	0.1981	0.000456	0.1114	0.000125
3.6	0.2037	0.000480	0.1146	0.000131
3.7	0.2094	0.000504	0.1178	0.000137
3.8	0.2150	0.000529	0.1210	0.000144
3.9	0.2207	0.000554	0.1241	0.000150
4.0	0.2264	0.000580	0.1273	0.000157
4.1	0.2320	0.000607	0.1305	0.000164
4.2	0.2377	0.000634	0.1337	0.000171
4.3	0.2433	0.000662	0.1369	0.000178
4.4	0.2490	0.000691	0.1401	0.000185
4.5	0.2546	0.000720	0.1432	0.000193
4.6	0.2603	0.000750	0.1464	0.000200
4.7	0.2660	0.000780	0.1496	0.000208
4.8	0.2716	0.000811	0.1528	0.000216
4.9	0.2773	0.000842	0.1560	0.000224
5.0	0.2829	0.000874	0.1592	0.000232
5.2	0.2943	0.000940	0.1655	0.000248
5.4	0.3056	0.001008	0.1719	0.000265
5.6	0.3169	0.001079	0.1783	0.000283
5.8	0.3282	0.001152	0.1846	0.000301

(Dalszy ciąg)

Kolumna wody wypu- szczanej w litrach	Średnice			
	0m.15.		0m.20.	
	Prędkość średnia	Strata ciśnienia na metr bieżący	Prędkość średnia	Strata ciśnienia na metr bieżący
litr	m	m	m	m
6.0	0.3395	0.001228	0.1910	0.000320
6.2	0.3508	0.001305	0.1974	0.000340
6.4	0.3622	0.001385	0.2037	0.000360
6.6	0.3735	0.001468	0.2100	0.000380
6.8	0.3848	0.001553	0.2165	0.000401
7.0	0.3961	0.001640	0.2228	0.000423
7.2	0.4074	0.001730	0.2291	0.000445
7.4	0.4188	0.001822	0.2355	0.000468
7.6	0.4301	0.001916	0.2419	0.000491
7.8	0.4414	0.002013	0.2483	0.000515
8.0	0.4527	0.002113	0.2546	0.000540
8.2	0.4640	0.002214	0.2610	0.000565
8.4	0.4753	0.002318	0.2674	0.000591
8.6	0.4867	0.002424	0.2737	0.000617
8.8	0.4980	0.002533	0.2801	0.000644
9.0	0.5093	0.002644	0.2865	0.000671
9.2	0.5206	0.002758	0.2928	0.000699
9.4	0.5319	0.002874	0.2992	0.000727
9.6	0.5432	0.002992	0.3056	0.000756
9.8	0.5546	0.003112	0.3119	0.000786
10	0.5659	0.003235	0.3183	0.000816
11	0.6225	0.003886	0.3501	0.000975
12	0.6791	0.004596	0.3820	0.001149
13	0.7356	0.005366	0.4138	0.001336
14	0.7922	0.006195	0.4456	0.001538
15	0.8488	0.007084	0.4775	0.001753
16	0.9054	0.008032	0.5093	0.001983
17	0.9620	0.009039	0.5411	0.002227
18	1.0186	0.010106	0.5730	0.002485
19	1.0752	0.012233	0.6048	0.002757
20	1.1318	0.012419	0.6366	0.003044
21	1.1884	0.013664	0.6684	0.003344
22	1.2449	0.014969	0.7003	0.003658
23	1.3015	0.016333	0.7321	0.003987
24	1.3581	0.017757	0.7639	0.004330
25	1.4147	0.019241	0.7958	0.004687
26	1.4713	0.020783	0.8276	0.005058

(Dalszy ciąg)

Kolumna wody wypu- szczanej w litrach	Średnice			
	0m.15.		0m.20.	
	Prędkość średnia	Strata ciśnienia na metr bieżący	Prędkość średnia	Strata ciśnienia na metr bieżący
Litr	m	m	m	m
27	1.5279	0.022386	0.8594	0.005443
28	1.5845	0.024047	0.8913	0.005852
29	1.6411	0.025769	0.9231	0.006255
30	1.6977	0.027549	0.9549	0.006682
31	1.7542	0.029390	0.9868	0.007124
32	1.8108	0.031289	1.0186	0.007580
33	1.8674	0.033249	1.0504	0.008049
34	1.9240	0.035267	1.0822	0.008533
35	1.9806	0.037345	1.1141	0.009031
36	2.0372	0.039483	1.1459	0.009543
37	2.0938	0.041680	1.1777	0.010069
38	2.1504	0.043937	1.2096	0.010610
39	2.2070	0.046253	1.2412	0.011164
40	2.2635	0.048628	1.2736	0.011733
41	2.3201	0.051063	1.3051	0.012315
42	2.3767	0.053558	1.3369	0.012912
43	2.4333	0.056112	1.3687	0.013523
44	2.4899	0.058725	1.4006	0.014148
45	2.5465	0.061398	1.4324	0.014787
46	2.6031	0.064130	1.4642	0.015440
47	2.6597	0.066922	1.4961	0.016108
48	2.7162	0.069774	1.5279	0.016789
49	2.7728	0.072684	1.5597	0.017485
50	2.8294	0.075755	1.5916	0.018195
51	2.8860	0.078684	1.6234	0.018918
52	2.9426	0.081774	1.6552	0.019656
53	2.9992	0.084922	1.6870	0.020408
54	"	"	1.7189	0.021175
55	"	"	1.7507	0.021955
56	"	"	1.7825	0.022749
57	"	"	1.8144	0.023558
58	"	"	1.8462	0.024380
59	"	"	1.8780	0.025217
60	"	"	1.9099	0.026068
61	"	"	1.9417	0.026933
62	"	"	1.9735	0.027812
63	"	"	2.0054	0.028705

(Dalszy ciąg)

Kolumna wody wypu- szczanej w litrach	Średnice			
	0m.15.		0m.20.	
	Prędkość średnia	Strata ciśnienia na metr bieżący	Prędkość średnia	Strata ciśnienia na metr bieżący
Litr	m	m	m	m
64	»	»	2.0372	0.029612
65	»	»	2.0690	0.030534
66	»	»	2.1008	0.031469
67	»	»	2.1327	0.032419
68	»	»	2.1645	0.033383
69	»	»	2.1963	0.034360
70	»	»	2.2282	0.035352
71	»	»	2.2600	0.036359
72	»	»	2.2918	0.037379
73	»	»	2.3237	0.038413
74	»	»	2.3555	0.039462
75	»	»	2.3873	0.040524
76	»	»	2.4192	0.041601
77	»	»	2.4510	0.042692
78	»	»	2.4828	0.043796
79	»	»	2.5146	0.044915
80	»	»	2.5465	0.046049
81	»	»	2.5783	0.047196
82	»	»	2.6101	0.048357
83	»	»	2.6420	0.049533
84	»	»	2.6738	0.050722
85	»	»	2.7056	0.051926
86	»	»	2.7375	0.053144
87	»	»	2.7693	0.054376
88	»	»	2.8011	0.055622
89	»	»	2.8330	0.056882
90	»	»	2.8648	0.058156
91	»	»	2.8966	0.059444
92	»	»	2.9284	0.060747
93	»	»	2.8603	0.062064
94	»	»	2.9921	0.063394

(Dalszy ciąg)

Kolumna wody wypu- szczanej w litrach	Średnice			
	0m.25.		0m.30.	
	Prędkość średnia	Strata ciśnienia na metr bieżący	Prędkość średnia	Strata ciśnienia na metr bieżący
Litr	m	m	m	m
5.0	0.1086	0.000086	»	»
5.2	0.1059	0.000092	»	»
5.4	0.1100	0.000098	»	»
5.6	0.1141	0.000104	»	»
5.8	0.1182	0.000111	»	»
6.0	0.1222	0.000117	»	»
6.2	0.1263	0.000124	»	»
6.4	0.1304	0.000131	»	»
6.6	0.1345	0.000138	»	»
6.8	0.1385	0.000145	»	»
7.0	0.1426	0.000153	0.0990	0.000068
7.2	0.1467	0.000160	0.1019	0.000072
7.4	0.1508	0.000168	0.1047	0.000075
7.6	0.1548	0.000176	0.1075	0.000079
7.8	0.1589	0.000185	0.1103	0.000082
8.0	0.1630	0.000193	0.1132	0.000086
8.2	0.1671	0.000202	0.1160	0.000089
8.4	0.1711	0.000210	0.1188	0.000093
8.6	0.1752	0.000219	0.1217	0.000097
8.8	0.1793	0.000229	0.1245	0.000101
9.0	0.1833	0.000238	0.1273	0.000105
9.2	0.1874	0.000247	0.1302	0.000109
9.4	0.1915	0.000257	0.1330	0.000113
9.6	0.1956	0.000267	0.1358	0.000117
9.8	0.1996	0.000277	0.1386	0.000121
10	0.2037	0.000288	0.1415	0.000126
11	0.2241	0.000342	0.1556	0.000148
12	0.2445	0.000401	0.1698	0.000173
13	0.2648	0.000464	0.1839	0.000200
14	0.2852	0.000532	0.1981	0.000228
15	0.3056	0.000605	0.2122	0.000258
16	0.3259	0.000682	0.2264	0.000290
17	0.3463	0.000764	0.2405	0.000324
18	0.3667	0.000851	0.2546	0.000360
19	0.3871	0.000942	0.2688	0.000398
20	0.4074	0.001038	0.2829	0.000437
21	0.4278	0.001138	0.2971	0.000478

(Dalszy ciąg)

Kolumna wody wypu- szczanej w litrach	Średnice			
	0m.25.		0m.30.	
	Prędkość średnia	Strata ciśnienia na metr bieżący	Prędkość średnia	Strata ciśnienia na metr bieżący
Litr	m	m	m	m
22	0.4482	0.001243	0.3112	0.000522
23	0.4686	0.001353	0.3254	0.000567
24	0.4889	0.001468	0.3395	0.000614
25	0.5093	0.001587	0.3537	0.000663
26	0.5297	0.001710	0.3678	0.000713
27	0.5500	0.001838	0.3820	0.000766
28	0.5704	0.001971	0.3961	0.000820
29	0.5908	0.002109	0.4103	0.000876
30	0.6112	0.002251	0.4244	0.000934
31	0.6315	0.002397	0.4386	0.000994
32	0.6519	0.002549	0.4527	0.001056
33	0.6723	0.002705	0.4669	0.001120
34	0.6926	0.002865	0.4810	0.001185
35	0.7130	0.003031	0.4951	0.001253
36	0.7334	0.003200	0.5093	0.001322
37	0.7538	0.003375	0.5234	0.001393
38	0.7741	0.003554	0.5376	0.001466
39	0.7945	0.003738	0.5517	0.001541
40	0.8149	0.003926	0.5659	0.001618
41	0.8352	0.004119	0.5800	0.001696
42	0.8556	0.004317	0.5942	0.001777
43	0.8760	0.004519	0.6083	0.001859
44	0.8963	0.004726	0.6225	0.001943
45	0.9167	0.004937	0.6366	0.002029
46	0.9371	0.005153	0.6508	0.002117
47	0.9575	0.005374	0.6649	0.002207
48	0.9778	0.005599	0.6791	0.002298
49	0.9982	0.005829	0.6932	0.002392
50	1.0186	0.006064	0.7074	0.002487
51	1.0390	0.006303	0.7215	0.002584
52	1.0593	0.006547	0.7356	0.002683
53	1.0797	0.006795	0.7498	0.002784
54	1.1001	0.007048	0.7639	0.002887
55	1.1204	0.007306	0.7781	0.002991
56	1.1408	0.007568	0.7922	0.003098
57	1.1612	0.007835	0.8064	0.003206
58	1.2816	0.008107	0.8205	0.003316

(Dalszy ciąg)

Kolumna wody wypu- szczanej w litrach	Średnice			
	0m.25.		0m.30.	
	Prędkość średnia	Strata ciśnienia na metr bieżący	Prędkość średnia	Strata ciśnienia na metr bieżący
Litr	m	m	m	m
59	1.2019	0.008383	0.8347	0.003428
60	1.2223	0.008664	0.8488	0.003542
61	1.2427	0.008949	0.8630	0.003658
62	1.2631	0.009239	0.8771	0.003775
63	1.2834	0.009534	0.8913	0.003895
64	1.3038	0.009834	0.9054	0.004016
65	1.3242	0.010137	0.9196	0.004139
66	1.3445	0.010446	0.9337	0.004264
67	1.3649	0.010759	0.9478	0.004391
68	1.3853	0.011077	0.9620	0.004520
69	1.4056	0.011400	0.9761	0.004650
70	1.4262	0.011727	0.9903	0.004783
71	1.4464	0.012058	1.0044	0.004917
72	1.4668	0.012395	1.0186	0.005053
73	1.4871	0.012736	1.0327	0.005191
74	1.5075	0.013081	1.0469	0.005331
75	1.5279	0.013431	1.0610	0.005473
76	1.5483	0.013786	1.0752	0.005616
77	1.5686	0.014146	1.0893	0.005762
78	1.5890	0.014410	1.1035	0.005909
79	1.6094	0.014879	1.1176	0.006058
80	1.6297	0.015252	1.1318	0.006209
81	1.6501	0.015630	1.1459	0.006362
82	1.6705	0.016012	1.1601	0.006517
83	1.6909	0.016400	1.1742	0.006674
84	1.7112	0.016791	1.1884	0.006832
85	1.7316	0.017188	1.2025	0.006992
86	1.7520	0.017589	1.2167	0.007155
87	1.7723	0.017995	1.2308	0.007319
88	1.7927	0.018305	1.2449	0.007485
89	1.8131	0.018820	1.2591	0.007652
90	1.8335	0.019240	1.2732	0.007822
91	1.8538	0.019664	1.2874	0.007993
92	1.8742	0.020093	1.3015	0.008167
93	1.8946	0.020526	1.3157	0.008342
94	1.9150	0.020964	1.3298	0.008519
95	1.9353	0.021407	1.3440	0.008698

(Dalszy ciąg)

Kolumna wody wypu- szczanej w litrach	Średnice			
	0m.25.		0m.30.	
	Prędkość średnia	Strata ciśnienia na metr bieżący	Prędkość średnia	Strata ciśnienia na metr bieżący
Litr	m	m	m	m
96	1.9557	0.021854	1.3581	0.008879
97	1.9761	0.022306	1.3723	0.009061
98	1.9964	0.022763	1.3864	0.009246
99	2.0168	0.023224	1.4006	0.009432
100	2.0372	0.023890	1.4247	0.009620
105	2.1390	0.026088	1.4854	0.010589
110	2.2409	0.028603	1.5562	0.011605
115	2.3428	0.031232	1.6269	0.012666
120	2.4446	0.033978	1.6977	0.013775
125	2.5465	0.036839	1.7684	0.014930
130	2.6483	0.039816	1.8391	0.016131
135	2.7502	0.042908	1.9099	0.017379
140	2.8520	0.046116	1.9806	0.018673
145	2.9539	0.049439	2.0513	0.020013
150	3.0558	0.052879	2.1221	0.021401
155	"	"	2.1928	0.022834
160	"	"	2.2635	0.024314
165	"	"	2.3343	0.025841
170	"	"	2.4050	0.027414
175	"	"	2.4757	0.029033
180	"	"	2.5465	0.030699
185	"	"	2.6172	0.032412
190	"	"	2.6879	0.034170
195	"	"	2.7587	0.035976
200	"	"	2.8194	0.037827
205	"	"	2.9002	0.039726
210	"	"	2.9709	0.041670
215	"	"	3.0416	0.043662

(Dalszy ciąg)

Kolumna wody wypu- szczanej w litrach	Średnice			
	0m.35.		0m.40.	
	Prędkość średnia	Strata ciśnienia na metr bieżący	Prędkość średnia	Strata ciśnienia na metr bieżący
Litr	m	m	m	m
9.8	0.1019	0.000061	"	"
10	0.1039	0.000064	"	"
11	0.1143	0.000075	"	"
12	0.1247	0.000087	0.0955	0.000048
13	0.1351	0.000099	0.1035	0.000055
14	0.1455	0.000113	0.1114	0.000063
15	0.1559	0.000128	0.1194	0.000070
16	0.1663	0.000143	0.1273	0.000079
17	0.1767	0.000159	0.1353	0.000087
18	0.1871	0.000176	0.1432	0.000096
19	0.1975	0.000194	0.1512	0.000106
20	0.2079	0.000213	0.1592	0.000115
21	0.2183	0.000233	0.1671	0.000126
22	0.2287	0.000253	0.1751	0.000137
23	0.2391	0.000275	0.1830	0.000148
24	0.2495	0.000297	0.1910	0.000160
25	0.2598	0.000320	0.1989	0.000172
26	0.2702	0.000344	0.2069	0.000185
27	0.2806	0.000369	0.2149	0.000198
28	0.2910	0.000395	0.2228	0.000212
29	0.3014	0.000421	0.2308	0.000225
30	0.3118	0.000449	0.2387	0.000240
31	0.3222	0.000477	0.2467	0.000255
32	0.3326	0.000506	0.2546	0.000270
33	0.3430	0.000536	0.2626	0.000286
34	0.3534	0.000567	0.2706	0.000302
35	0.3637	0.000599	0.2785	0.000318
36	0.3742	0.000631	0.2865	0.000336
37	0.3846	0.000665	0.2944	0.000353
38	0.3950	0.000699	0.3024	0.000371
39	0.4054	0.000734	0.3104	0.000389
40	0.4158	0.000770	0.3183	0.000408
41	0.4261	0.000807	0.3263	0.000427
42	0.4365	0.000845	0.3342	0.000447
43	0.4469	0.000884	0.3422	0.000467
44	0.4573	0.000923	0.3501	0.000488
45	0.4677	0.000963	0.3581	0.000509

(Dalszy ciąg)

Kolumna wody wypu- szczanej w litrach	Średnice			
	0m.35.		0m.40.	
	Prędkość średnia	Strata ciśnienia na metr bieżący	Prędkość średnia	Strata ciśnienia na metr bieżący
Litr	m	m	m	m
46	0.4781	0.001005	0.3661	0.000530
47	0.4885	0.001047	0.3740	0.000552
48	0.4989	0.001089	0.3820	0.000574
49	0.5093	0.001133	0.3899	0.000597
50	0.5197	0.001178	0.3979	0.000620
51	0.5301	0.001223	0.4058	0.000644
52	0.5405	0.001270	0.4138	0.000668
53	0.5509	0.001317	0.4218	0.000693
54	0.5613	0.001365	0.4297	0.000718
55	0.5717	0.001414	0.4377	0.000743
56	0.5821	0.001464	0.4456	0.000769
57	0.5924	0.001514	0.4536	0.000795
58	0.6028	0.001566	0.4615	0.000822
59	0.6132	0.001618	0.4695	0.000849
60	0.6236	0.001671	0.4775	0.000877
61	0.6340	0.001725	0.4854	0.000905
62	0.6444	0.001780	0.4934	0.000933
63	0.6548	0.001836	0.5013	0.000962
64	0.6652	0.001893	0.5093	0.000992
65	0.6756	0.001950	0.5173	0.001021
66	0.6860	0.002009	0.5252	0.001052
67	0.6964	0.002068	0.5332	0.001082
68	0.7068	0.002128	0.5411	0.001113
69	0.7172	0.002189	0.5491	0.001145
70	0.7276	0.002251	0.5570	0.001177
71	0.7380	0.002314	0.5650	0.001210
72	0.7484	0.002377	0.5730	0.001242
73	0.7587	0.002442	0.5809	0.001276
74	0.7691	0.002507	0.5889	0.001310
75	0.7795	0.002573	0.5968	0.001344
76	0.7899	0.002640	0.6048	0.001379
77	0.8003	0.002708	0.6127	0.001414
78	0.8107	0.002776	0.6207	0.001449
79	0.8211	0.002846	0.6287	0.001485
80	0.8315	0.002917	0.6366	0.001522
81	0.8419	0.002988	0.6445	0.001559
82	0.8523	0.003060	0.6525	0.001596

(Dalszy ciąg)

Kolumna wody wypu- szczanej w litrach	Średnice			
	0m.35.		0m.40.	
	Prędkość średnia	Strata ciśnienia na metr bieżący	Prędkość średnia	Strata ciśnienia na metr bieżący
Litr	m	m	m	m
83	0.8626	0.003133	0.6605	0.001634
84	0.8731	0.003207	0.6684	0.001672
85	0.8835	0.003282	0.6764	0.001711
86	0.8939	0.003357	0.6844	0.001750
87	0.9043	0.003434	0.6923	0.001789
88	0.9147	0.003511	0.7003	0.001829
89	0.9250	0.003589	0.7082	0.001870
90	0.9354	0.003668	0.7162	0.001910
91	0.9458	0.003748	0.7242	0.001952
92	0.9562	0.003829	0.7321	0.001993
93	0.9666	0.003910	0.7401	0.002036
94	0.9770	0.003993	0.7480	0.002078
95	0.9874	0.004076	0.7560	0.002121
96	0.9978	0.004160	0.7639	0.002165
97	1.0082	0.004245	0.7719	0.002209
98	1.0186	0.004331	0.7799	0.002253
99	1.0200	0.004418	0.7878	0.002298
100	1.0394	0.004506	0.7958	0.002343
105	1.0913	0.004957	0.8356	0.002576
110	1.1433	0.005429	0.8754	0.002820
115	1.1953	0.005923	0.9151	0.003075
120	1.2473	0.006439	0.9549	0.003341
125	1.2992	0.006976	0.9947	0.003618
130	1.3512	0.007534	1.0345	0.003906
135	1.4032	0.008114	1.0743	0.004205
140	1.4551	0.008716	1.1141	0.004516
145	1.5071	0.009339	1.1539	0.004837
150	1.5591	0.009983	1.1937	0.005169
155	1.6110	0.010649	1.2335	0.005512
160	1.6630	0.011337	1.2732	0.005866
165	1.7150	0.012046	1.3130	0.006232
170	1.7669	0.012776	1.3528	0.006608
175	1.8189	0.013528	1.3926	0.006995
180	1.8709	0.014302	1.4324	0.007394
185	1.9229	0.015097	1.4722	0.007803
190	1.9748	0.015913	1.5120	0.008223
195	2.0268	0.016751	1.5518	0.008655

(Dalszy ciąg)

Kolumna wody wypu- szczanej w litrach	Średnice			
	0m. 35.		0m. 40.	
	Prędkość średnia	Strata ciśnienia na metr bieżący	Prędkość średnia	Strata ciśnienia na metr bieżący
Litr	m	m	m	m
200	2.0788	0.017611	1.5916	0.0009097
205	2.1307	0.018492	1.6313	0.0009551
210	2.1827	0.019394	1.6711	0.0010015
215	2.2347	0.020318	1.7109	0.0010491
220	2.2866	0.021264	1.7507	0.0010977
225	2.3386	0.022231	1.7905	0.0011475
230	2.3906	0.023219	1.8303	0.0011984
235	2.4425	0.024229	1.8701	0.0012503
240	2.4945	0.025200	1.9099	0.0013034
245	2.5465	0.026313	1.9496	0.0013576
250	2.5984	0.027388	1.9894	0.0014128
255	2.6504	0.028484	2.0292	0.0014692
260	2.7024	0.029601	2.0690	0.0015267
265	2.7544	0.030740	2.1088	0.0015853
270	2.8063	0.031901	2.1486	0.0016450
275	2.8583	0.033083	2.1884	0.0017057
280	2.9103	0.034286	2.2282	0.0017676
285	2.9622	0.035511	2.2680	0.0018306
290	3.0142	0.036758	2.3077	0.0018947
295	"	"	2.3475	0.0019599
300	"	"	2.3873	0.0020262
305	"	"	2.4271	0.0020936
310	"	"	2.4669	0.0021621
315	"	"	2.5067	0.0022317
320	"	"	2.5465	0.0023024
325	"	"	2.5863	0.0023743
330	"	"	2.6261	0.0024472
335	"	"	2.6658	0.0025212
340	"	"	2.7056	0.0025963
345	"	"	2.7454	0.0026725
350	"	"	2.7852	0.0027499
355	"	"	2.8250	0.0028283
360	"	"	2.8648	0.0029078
365	"	"	2.9046	0.0029885
370	"	"	2.9444	0.0030702
375	"	"	2.9842	0.0031530
380	"	"	3.0239	0.0032370

(Dalszy ciąg).

Kolumna wody wypu- szczanej w litrach	Średnice			
	0m. 45.		0m. 50.	
	Prędkość średnia	Strata ciśnienia na metr bieżący	Prędkość średnia	Strata ciśnienia na metr bieżący
Litr	m	m	m	m
16	0.1006	0.000047	"	"
17	0.1069	0.000052	"	"
18	0.1132	0.000057	"	"
19	0.1195	0.000063	0.0968	0.000039
20	0.1257	0.000068	0.1019	0.000043
21	0.1320	0.000074	0.1070	0.000047
22	0.1383	0.000080	0.1120	0.000051
23	0.1446	0.000087	0.1171	0.000054
24	0.1509	0.000094	0.1222	0.000059
25	0.1572	0.000101	0.1273	0.000063
26	0.1635	0.000108	0.1324	0.000067
27	0.1698	0.000115	0.1375	0.000072
28	0.1761	0.000123	0.1426	0.000076
29	0.1823	0.000131	0.1477	0.000081
30	0.1886	0.000139	0.1528	0.000086
31	0.1949	0.000148	0.1579	0.000091
32	0.2012	0.000156	0.1630	0.000097
33	0.2075	0.000165	0.1681	0.000102
34	0.2138	0.000174	0.1732	0.000108
35	0.2201	0.000184	0.1783	0.000113
36	0.2264	0.000194	0.1833	0.000119
37	0.2326	0.000203	0.1884	0.000125
38	0.2389	0.000214	0.1935	0.000131
39	0.2452	0.000224	0.1986	0.000137
40	0.2515	0.000235	0.2037	0.000144
41	0.2578	0.000245	0.2088	0.000150
42	0.2641	0.000257	0.2139	0.000157
43	0.2704	0.000268	0.2190	0.000164
44	0.2767	0.000280	0.2241	0.000171
45	0.2829	0.000291	0.2292	0.000178
46	0.2892	0.000304	0.2343	0.000185
47	0.2955	0.000316	0.2394	0.000193
48	0.3018	0.000329	0.2445	0.000200
49	0.3081	0.000341	0.2496	0.000208
50	0.3144	0.000354	0.2546	0.000216
51	0.3207	0.000368	0.2597	0.000224
52	0.3270	0.000381	0.2648	0.000232

(Dalszy ciąg)

Kolumna wody wypu- szczanej w litrach	Średnice			
	0m.45.		0m.50.	
	Prędkość średnia	Strata ciśnienia na metr bieżący	Prędkość średnia	Strata ciśnienia na metr bieżący
Litr	m	m	m	m
53	0.3332	0.000395	0.2699	0.000240
54	0.3395	0.000409	0.2750	0.000249
55	0.3458	0.000424	0.2801	0.000257
59	0.3521	0.000438	0.2852	0.000266
57	0.3584	0.000453	0.2903	0.000275
58	0.3647	0.000468	0.2954	0.000284
56	0.3710	0.000483	0.3005	0.000293
60	0.3773	0.000499	0.3056	0.000303
61	0.3835	0.000515	0.3107	0.000312
62	0.3898	0.000531	0.3158	0.000322
63	0.3961	0.000547	0.3209	0.000331
64	0.4024	0.000563	0.3259	0.000341
65	0.4087	0.000580	0.3310	0.000351
66	0.4150	0.000597	0.3361	0.000361
67	0.4213	0.000614	0.3412	0.000372
68	0.4276	0.000632	0.3463	0.000382
69	0.4338	0.000650	0.3514	0.000393
70	0.4401	0.000668	0.3565	0.000404
71	0.4464	0.000686	0.3616	0.000414
72	0.4527	0.000704	0.3667	0.000425
73	0.4590	0.000723	0.3718	0.000437
74	0.4653	0.000742	0.3769	0.000448
75	0.4716	0.000761	0.3820	0.000459
76	0.4778	0.000781	0.3871	0.000471
77	0.4841	0.000800	0.3922	0.000483
78	0.4904	0.000820	0.3973	0.000495
79	0.4967	0.000840	0.4023	0.000507
80	0.5030	0.000861	0.4074	0.000519
81	0.5093	0.000882	0.4125	0.000531
82	0.5156	0.000903	0.4176	0.000544
83	0.5219	0.000924	0.4227	0.000556
84	0.5282	0.000945	0.4278	0.000569
85	0.5344	0.000967	0.4329	0.000582
86	0.5407	0.000989	0.4380	0.000595
87	0.5470	0.001011	0.4431	0.000608
88	0.5533	0.001033	0.4482	0.000622
89	0.5596	0.001056	0.4533	0.000635

(Dalszy ciąg)

Kolumna wody wypu- szczanej w litrach	Średnice			
	0m.45.		0m.50.	
	Prędkość średnia	Strata ciśnienia na metr bieżący	Prędkość średnia	Strata ciśnienia na metr bieżący
Litr	m	m	m	m
90	0.5659	0.001079	0.4584	0.000649
91	0.5722	0.001102	0.4635	0.000663
92	0.5785	0.001125	0.4686	0.000677
93	0.5847	0.001149	0.4736	0.000691
94	0.5910	0.001173	0.4787	0.000705
95	0.5973	0.001197	0.4838	0.000719
96	0.6036	0.001221	0.4889	0.000734
97	0.6099	0.001246	0.4940	0.000748
98	0.6162	0.001271	0.4991	0.000763
99	0.6225	0.001296	0.5042	0.000778
100	0.6288	0.001321	0.5093	0.000793
105	0.6602	0.001451	0.5348	0.000871
110	0.6916	0.001588	0.5602	0.000952
115	0.7231	0.001730	0.5857	0.001037
120	0.7545	0.001879	0.6112	0.001125
125	0.7860	0.002034	0.6366	0.001217
130	0.8174	0.002195	0.6621	0.001313
135	0.8488	0.002362	0.6875	0.001412
140	0.8803	0.002535	0.7130	0.001515
145	0.9117	0.002714	0.7395	0.001622
150	0.9431	0.002900	0.7639	0.001732
155	0.9746	0.003091	0.7894	0.001846
160	1.0060	0.003289	0.8149	0.001963
165	1.0374	0.003402	0.8403	0.002084
170	1.0689	0.003702	0.8658	0.002208
175	1.1003	0.003918	0.8913	0.002337
180	1.1318	0.004140	0.9167	0.002468
185	1.1632	0.004369	0.9422	0.002604
190	1.1947	0.004603	0.9677	0.002743
195	1.2261	0.004844	0.9931	0.002886
200	1.2575	0.005090	1.0186	0.003032
205	1.2890	0.005343	1.0441	0.003182
210	1.3204	0.005602	1.0695	0.003335
215	1.3518	0.005867	1.0950	0.003492
220	1.3833	0.006138	1.1204	0.003653
225	1.4147	0.006415	1.1459	0.003817
230	1.4462	0.006698	1.1714	0.003985

(Dalszy ciąg)

Kolumna wody wypu- szczanej w litrach	Średnice			
	0m.45.		0m.50.	
	Prędkość średnia	Strata ciśnienia na metr bieżący	Prędkość średnia	Strata ciśnienia na metr bieżący
Litr	m	m	m	m
235	1.4776	0.006988	1.1969	0.004157
240	1.5090	0.007283	1.2223	0.004332
245	1.5405	0.007585	1.2478	0.004511
250	1.5719	0.007893	1.2732	0.004693
255	1.6033	0.008207	1.2987	0.004879
260	1.6348	0.008527	1.3242	0.005069
265	1.6662	0.008853	1.3496	0.005262
270	1.6977	0.009185	1.3751	0.005459
275	1.7291	0.009524	1.4056	0.005659
280	1.7605	0.009868	1.4260	0.005863
285	1.7920	0.010219	1.4515	0.006071
290	1.8234	0.010576	1.4770	0.006282
295	1.8549	0.010939	1.5024	0.006497
300	1.8863	0.011308	1.5279	0.006716
305	1.9177	0.011683	1.5534	0.006938
310	1.9492	0.012064	1.5788	0.007163
315	1.9806	0.012451	1.6043	0.007393
320	2.0120	0.012845	1.6298	0.007626
325	2.0435	0.013244	1.6552	0.007862
330	2.0749	0.013650	1.6807	0.008102
335	2.1064	0.014062	1.7061	0.008346
340	2.1378	0.014480	1.7316	0.008594
345	2.1692	0.014904	1.7511	0.008845
350	2.2007	0.015334	1.7825	0.009099
355	2.2321	0.015771	1.8080	0.009358
360	2.2635	0.016213	1.8335	0.009619
365	2.2950	0.016662	1.8589	0.009885
370	2.3264	0.017116	1.8844	0.010154
375	2.3579	0.017577	1.9099	0.010427
380	2.3893	0.018044	1.9353	0.010703
585	2.4207	0.018517	1.9608	0.010983
390	2.4522	0.018996	1.9863	0.011266
395	2.4836	0.019482	2.0117	0.011554
400	2.5150	0.019973	2.0372	0.011844
405	2.5465	0.020471	2.0626	0.012139
410	2.5779	0.020974	2.0881	0.012437
415	2.6094	0.021484	2.1136	0.012738

(Dalszy ciąg)

Kolumna wody wypu- szczanej w litrach	Średnice			
	0m.45.		0m.50.	
	Prędkość średnia	Strata ciśnienia na metr bieżący	Prędkość średnia	Strata ciśnienia na metr bieżący
Litr	m	m	m	m
420	2.6408	0.022000	2.1390	0.013044
425	2.6722	0.022522	2.1645	0.013553
430	2.7037	0.023050	2.1900	0.013665
435	2.7351	0.023584	2.2154	0.013981
440	2.7666	0.024125	2.2409	0.014301
445	2.7980	0.024671	2.2664	0.014624
450	2.8294	0.025224	2.2918	0.014951
455	2.8609	0.025783	2.3173	0.015282
460	2.8923	0.026348	2.3428	0.015616
465	2.9237	0.026919	2.3682	0.015954
470	2.9552	0.027496	2.3937	0.016295
475	2.9866	0.028079	2.4192	0.016640
480	3.0181	0.028668	2.4446	0.016988
485	"	"	2.4701	0.017341
490	"	"	2.4955	0.017696
495	"	"	2.5210	0.018056
500	"	"	2.5465	0.018419
505	"	"	2.5719	0.018785
510	"	"	2.5974	0.019156
515	"	"	2.6229	0.019530
520	"	"	2.6483	0.019907
525	"	"	2.6738	0.020288
530	"	"	2.6993	0.020673
535	"	"	2.7247	0.021061
540	"	"	2.7502	0.021453
545	"	"	2.7757	0.021849
550	"	"	2.8011	0.022248
555	"	"	2.8266	0.022650
560	"	"	2.8521	0.023057
565	"	"	2.8775	0.023467
570	"	"	2.9030	0.023880
575	"	"	2.9284	0.024298
580	"	"	2.9539	0.024718
585	"	"	2.9794	0.025143
590	"	"	3.0048	0.025571

(Dalszy ciąg)

Średnica 0m.60.					
Kolumna wody wypu- szczanej w litrach	Prędkość średnia	Strata ciśnienia na metr bieżący	Kolumna wody wypu- szczanej w litrach	Prędkość średnia	Strata ciśnienia na metr bieżący
Litr	m	m	Litr	m	m
29	0.1026	0.000036	66	0.2334	0.000153
30	0.1061	0.000038	67	0.2370	0.000158
31	0.1096	0.000041	68	0.2405	0.000162
32	0.1132	0.000043	69	0.2440	0.000166
33	0.1167	0.000045	70	0.2476	0.000171
34	0.1203	0.000047	71	0.2511	0.000175
35	0.1238	0.000050	72	0.2546	0.000180
36	0.1273	0.000052	73	0.2582	0.000185
37	0.1309	0.000055	74	0.2617	0.000189
38	0.1344	0.000057	75	0.2653	0.000194
39	0.1379	0.000060	76	0.2688	0.000199
40	0.1415	0.000063	77	0.2723	0.000204
41	0.1450	0.000066	78	0.2759	0.000209
42	0.1485	0.000068	79	0.2794	0.000213
43	0.1521	0.000071	80	0.2829	0.000219
44	0.1556	0.000074	81	0.2895	0.000224
45	0.1592	0.000077	82	0.2900	0.000229
46	0.1627	0.000080	83	0.2936	0.000234
47	0.1662	0.000083	84	0.2971	0.000239
48	0.1698	0.000087	85	0.3006	0.000244
49	0.1733	0.000090	86	0.3042	0.000250
50	0.1768	0.000093	87	0.3077	0.000255
51	0.1804	0.000096	88	0.3112	0.000261
52	0.1839	0.000100	89	0.3148	0.000266
53	0.1874	0.000103	90	0.3183	0.000272
54	0.1910	0.000107	91	0.3218	0.000278
55	0.1945	0.000110	92	0.3254	0.000283
56	0.1981	0.000114	93	0.3289	0.000289
57	0.2016	0.000118	94	0.3325	0.000295
58	0.2051	0.000121	95	0.3360	0.000301
59	0.2087	0.000125	96	0.3395	0.000307
60	0.2122	0.000129	97	0.3431	0.000313
61	0.2157	0.000133	98	0.3466	0.000319
62	0.2193	0.000137	99	0.3501	0.000325
63	0.2228	0.000141	100	0.3537	0.000331
64	0.2264	0.000145	105	0.3714	0.000363
65	0.2299	0.000149	110	0.3890	0.000396

(Dalszy ciąg)

Średnica 0m.60.					
Kolumna wody wypu- szczanej w litrach	Prędkość średnia	Strata ciśnienia na metr bieżący	Kolumna wody wypu- szczanej w litrach	Prędkość średnia	Strata ciśnienia na metr bieżący
Litr	m	m	Litr	m	m
115	0.4067	0.000431	300	1.0610	0.002736
120	0.4244	0.000467	305	1.0787	0.002826
125	0.4421	0.000505	310	1.0964	0.002918
130	0.4598	0.000544	315	1.1141	0.003010
135	0.4775	0.000584	320	1.1318	0.003105
140	0.4951	0.000626	325	1.1494	0.003200
145	0.5128	0.000670	330	1.1671	0.003298
150	0.5305	0.000715	335	1.1848	0.003397
155	0.5482	0.000761	340	1.2025	0.003496
160	0.5659	0.000809	345	1.2202	0.003596
165	0.5836	0.000858	350	1.2379	0.003701
170	0.6013	0.000900	355	1.2556	0.003805
175	0.6189	0.000961	360	1.2732	0.003911
180	0.6366	0.001019	365	1.2909	0.004018
185	0.6543	0.001070	370	1.3086	0.004127
190	0.6720	0.001126	375	1.3263	0.004237
195	0.6897	0.001184	380	1.3440	0.004349
200	0.7074	0.001243	385	1.3617	0.004462
205	0.7250	0.001304	390	1.3793	0.004577
210	0.7427	0.001367	395	1.3970	0.004693
215	0.7604	0.001430	400	1.4147	0.004810
220	0.7781	0.001496	405	1.4324	0.004929
225	0.7958	0.001562	410	1.4501	0.005049
230	0.8135	0.001630	415	1.4678	0.005171
235	0.8311	0.001700	420	1.4854	0.005295
240	0.8488	0.001771	425	1.5031	0.005419
245	0.8665	0.001843	430	1.5208	0.005545
250	0.8842	0.001917	435	1.5385	0.005673
255	0.9019	0.001993	440	1.5562	0.005802
260	0.9196	0.002069	445	1.5739	0.005933
265	0.9372	0.002148	450	1.5916	0.006065
270	0.9549	0.002227	455	1.6092	0.006198
275	0.9726	0.002309	460	1.6269	0.006333
280	0.9903	0.002391	465	1.6446	0.006470
285	1.0080	0.002475	470	1.6623	0.006607
290	1.0257	0.002561	475	1.6800	0.006747
295	1.0433	0.002648	480	1.6977	0.006887

(Dalszy ciąg)

Średnica 0 ^m .60.					
Kolumna wody wypu- szczanej w litrach	Prędkość średnia	Strata ciśnienia na metr bieżący	Kolumna wody wypu- zczanej w litrach	Prędkość średnia	Strata ciśnienia na metr bieżący
Litr	m	m	Litr	m	m
485	1.7153	0.007030	670	2.3696	0.013311
490	1.7330	0.007173	675	2.3873	0.013508
495	1.7507	0.007318	680	2.4050	0.013707
500	1.7684	0.007465	685	2.4227	0.013907
505	1.7861	0.007613	690	2.4404	0.014109
510	1.8038	0.007762	695	2.4581	0.014312
515	1.8214	0.007913	700	2.4757	0.014517
520	1.8391	0.008065	705	2.4934	0.014723
525	1.8568	0.008219	710	2.5111	0.014930
530	1.8745	0.008374	715	2.5288	0.015139
535	1.8922	0.008531	720	2.5465	0.015350
540	1.9099	0.008689	725	2.5642	0.015561
545	1.9275	0.008849	730	2.5818	0.015775
550	1.9452	0.009010	735	2.5995	0.015989
555	1.9629	0.009172	740	2.6172	0.016206
560	1.9806	0.009336	745	2.6349	0.016423
565	1.9983	0.009502	750	2.6526	0.016643
570	2.0160	0.009669	755	2.6703	0.016863
575	2.0336	0.009837	760	2.6879	0.017085
580	2.0513	0.010007	765	2.7056	0.017309
585	2.0690	0.010178	770	2.7233	0.017534
590	2.0867	0.010351	775	2.7410	0.017760
595	2.1044	0.010525	780	2.7587	0.017988
600	2.1221	0.010700	785	2.7764	0.018217
605	2.1397	0.010877	790	2.7941	0.018448
610	2.1574	0.011056	795	2.8117	0.018680
615	2.1751	0.011236	800	2.8294	0.018914
620	2.1928	0.011417	805	2.8471	0.019149
625	2.2105	0.011600	810	2.8648	0.019385
630	2.2282	0.011784	815	2.8825	0.019623
635	2.2459	0.011970	820	2.9002	0.019863
640	2.2635	0.012157	825	2.9178	0.020104
645	2.2812	0.012346	830	2.9352	0.020346
650	2.2989	0.012536	835	2.9532	0.020590
655	2.3166	0.012727	840	2.9709	0.020835
660	2.3343	0.012920	845	2.9886	0.021082
665	2.3520	0.013115	850	3.0063	0.021330

72. UŻYCIE POWYŻSZEJ TABLICY.

Za pomocą tej tablicy można rozwiązywać z łatwością wiele zagadnień bardzo ważnych.

PRZEPŁYW WODY W RURZE O WYPŁYWIE JEDNOSTAJNYM, BEZ ŻADNEGO OTWORU NA CAŁEJ DŁUGOŚCI.

PRZYKŁAD. Niech będzie kolumna wody, potrzebnej do użycia, czyli mającej wypływać, $Q=0^{ms}.011$, długość rury $L=2000$ metrów ze spadkiem całym, albo różnicą poziomów $H=3^m$, będzie wiadoma ważność na $I=\frac{H}{L}=0.0015$. Pytanie, jaka stosowna powinna być średnica rury?

Nad linią poziomą, odpowiadającą kolumnie wody danej $0^{ms}.011$ czyli 11 litrów, szuka się w kolumnach, gdzie jest ciśnienie na metr bieżący, i liczby najwięcej przybliżonej do 0.0015, nie przechodząc takowej, a znajdzie się $0^{m}.000975$, odpowiednią średnicy $0^{m}.20$, napisanej na wierzchu kolumny. Ta średnica będzie cokolwiek za wielka, lecz średnica poprzednia równa $0^{m}.15$ byłaby znowu za mała, bo wymagałaby ciśnienia na metr bieżący $0^{m}.003886$, a zatem wyższego aniżeli to, którym możemy rozrządzać.

Nie ma nic złego, przyjmować za średnicę rury ilość cokolwiek większą, z powodu osadu i zakwasaradniania się, jakie zawsze po pewnym czasie ma miejsce w rurze; a ztąd zmniejsza jej otwór.

73. DOKŁADNIEJSZE OZNACZENIE ŚREDNICY. Jeżeliby chciano mieć ważność średnicy rury więcej zbliżoną, potrzebaby zrobić obliczenie na zasadzie części proporcjonalnych, jak to zaraz wskażemy przy użyciu poprzednich tablic, uważając że:

Wypływ $0^{ms}.011$ w 1" przez rurę $0^{m}.15$ średnicy wymaga spadku $0^{m}.003886$, a przez rurę $0^{m}.20$ spadku $0^{m}.000975$.

Więc powiększenie $0^{m}.05$ w średnicy robi zmniejszenie

$$0^{m}.003886 - 0^{m}.000975 = 0^{m}.002911$$

w spadku.

Różnica pomiędzy spadkiem danym równym $0^{m}.001500$, a tym, który odpowiada średnicy $0^{m}.20$, jest:

$$0^{m}.001500 - 0^{m}.000975 = 0^{m}.000525.$$

Jest więc stosunek mniej więcej:

$$0^m.002911 : 0^m.05 : : 0^m.000525 : x;$$

z czego:

$$x = \frac{0^m.05 \times 0^m.000525}{0.002911} = 0^m.009$$

i to będzie różnicą między średnicą $0^m.20$ a średnicą największą przybliżoną, a ztąd:

$$0^m.200 - 0^m.009 = 0^m.191.$$

74. OZNACZENIE, DO JAKIEJ WYSOKOŚCI MOŻE SIĘ WZNEŚĆ WODA NAD POWIERZCHNIĘ GRUNTU W KOŃCU RURY, KTÓRĄ MASSA WYPŁYWAJĄCEJ WODY I ŚREDNICA SĄ DANE. Dla oznaczenia tej wysokości potrzeba będzie szukać w tablicy odpowiedniej ilości danej przepływu, potrzebnego ciśnienia na metr bieżący przy średnicy danej. Znalazłszy ciśnienie, pomnoży się go przez całą długość rury, a przez to będziemy mieli całe ciśnienie, potrzebne do zwyciężenia oporów. Dodając to ciśnienie do znamienia niwellacyjnego (*cote*) wysokości poziomu rezerwoaru wyższego, odniesioną do płaszczyzny poziomej porównawczej wyższej nad wszystkie w połączeniu będące rury, i odejmując od tej summy, znamie niwellacyjne powierzchni ziemi w punkcie danym, reszta będzie wysokością, do której woda podniesie się nad powierzchnię gruntu.

PRZYKŁAD. W przypadku poprzednim poziom rezerwoaru wyższego znamie niwellacyjne ma 50^m , a rura prowadząca wodę ma 1000 metr: długości, do jakiej wysokości woda podniesie się na końcu rury nad poziom gruntu, którego to końca znamie niwellacyjne ma wysokości $53^m.000$?

Ciśnienie na metr bieżący, odpowiadający średnicy $0^m.191$ dla wypływu $Q=0^m.011$, jest: $I=0^m.0015$, więc ciśnienie całe będzie: $H=0.0015 \times 1.000 = 1^m.50$.

Przeto znamie niwellacyjne wysokości, do której wzniosła by się woda na końcu rury będzie: $50^m + 1^m.50 = 51^m.50$.

Ponieważ powierzchnia gruntu ma znamie niwellacyjne $53^m.00$, więc woda podniesie się $53^m.00 - 51^m.50 = 1^m.50$ wyżej nad powierzchnię gruntu.

75. PODNOSZENIE WODY ZA POMOCĄ POMP. Można także za pomocą tych tablic obliczyć siłę działaczy (*moteur*), potrzebnych do wzniesienia wód do wysokości danych, i oszacować wpływ (niekiedy wielki) oporów.

Przypuśćmy na przykład, jakby szło o wyniesienie w Marly 180 litrów wody na sekundę, [odpowiednich około 800 cali wody (*pouces de fontainier*)], do rezerwoaru, położonego na początku wodociągu i wyniesionego 166 metrów nad poziom wód w Sekwannie, i w odległości 1400 metrów.

Wyszuka się w tablicach ciśnienie, spotrzebowane na metr bieżący dla wszystkich średnic, jakie można użyć, aby tylko woda nie miała za wielkiej prędkości. Mnożąc to ciśnienie przez 1400^m, otrzymana się ważność na ciśnienia całe w rurach, a do tego dodawszy ciśnienie 166^m, jakie wypływa z różnicy poziomów wód w rezerwoarze górnym i w Sekwannie, będziemy mieli wysokość całą, do której działacz powinien być zdolny podnieść 180 litrów wody w 1". Trzeba wprowadzić w rachunek siłę, spotrzebowaną przez opory i siłę całą, jaką działacz powinien dostarczyć.

Tak w przykładzie powyższym jest:

Średnice	Ciśnienie spotrzebowane przez tarcie.		Siła spotrzebowana przez tarcie w koniach	Działanie użytkowe w koniach	Działanie całe w koniach
	na metr bieżący	całe			
m	m	m	ko:	ko:	ko:
0.30	0.030699	42.98	103.15	398.40	501.55
0.35	0.014302	20.02	48.05	398.40	446.45
0.40	0.007394	10.35	24.84	398.40	423.24
0.45	0.004140	5.80	13.92	398.40	412.32
0.50	0.002468	3.46	8.30	398.40	406.70
0.60	0.001014	1.42	3.41	398.40	401.81

wynika z tego, że bez użycia rury większej średnicy, dostatecznym będzie, przyjąć średnicę $0^m.40$ dla tego, że siła spotrzebowana przez opory nie jest bardzo znaczna w porównaniu z działaniem użytkowym. (*l'effet utile*)

76. OGRANICZENIE ŚREDNIC UŻYWANYCH. Spostrzega się w tablicach, że ciśnienie niszczone przez opory, wzrasta raptownie z prędkością; należałoby więc głównie, gdyby chciano zmniejszyć ten skutek, aby ograniczyć prędkość średnią do kilku centymetrów dla małych, a do kilku decymetrów dla wielkich średnic, co by dało najmniejszą średnicę do przyjęcia. Ale z drugiej strony, jeżeli wody niosą męty, których obawiano się, aby nie osadzały się w rurach, przepływy winny mieć prędkość, zdolną do ich uniesienia, a co jest dane przez tablicę n° 44.

77. ROZPROWADZENIE WODY ZA POMOCĄ RURY JEDNOSTAJNÉJ ŚREDNICY, ZASILAJĄCÉJ W SWOJÉJ DŁUGOŚCI INNE RURY BOCZNE OBJĘTOŚCI OZNACZONEJ. Wynajdzie się za pomocą tablicy n° 71 straty ciśnień cząstkowych, sprawionych w rurze średnicy danéj, przez wypływ wody na boki, które każda rura boczna powinna wydawać. Doda się te wszystkie straty, aby mieć stratę ogólną aż do ostatniego otworu, i dopiero się znajdzie, czy pozostałe ciśnienie jest dostateczne do zapewnienia wypływu wody, oznaczonego dla ostatniego otworu rury głównej.

W podobnych przypadkach, zastosowywa się najmniejsze rury, jakieby zadosyć uczyniły warunkom danym, a to dla tego, aby o ile można, zmniejszyć wypływ na boki.

78. WARUNKI, DOTYCZĄCE SŁUPÓW POMPOWYCH, CZYLI WYTRYSKÓW (*bornes-fontaines*). Dla obsługi słupów pompowych, czyli wytrysków oblicza się, że każdy słup powinien wydawać około 0^m.00180 wody na 1", albo mniej więcej 8 cali wody (*pouce d'eau*), i jest dostatecznym dla tego odpływu, aby woda mogła się wzniesić do kilku decymetrów wyżej, jak otwór słupa, umieszczonego 0^m.50 nad powierzchnią gruntu.

PRZYKŁAD. Rura wody wychodząca z rezerwoaru, którego znamie niwellacyjne poziomu wody wynosi 50^m w odniesieniu do płaszczyzny porównawczej, ma zasilać 20 słupów pompowych w stosunku 0^{ms}.00180 na każdy słup, to jest wydawać na wszystkie 0^{ms}.036. Słupy są tak rozłożone, jak poniżej wyrażono, na całej długości rury:

4	słupy na 100 ^m .	od początku rury
2	"	80 od poprzednich
2	"	90 —
4	"	70 —
2	"	80 —
2	"	50 —
4	"	60 —
20		

Jeżeli zrobimy próbę z rurą 0^m.20 średnicy, uformuje się za pomocą tablic poprzednich następująca tablica:

Liczba słupów do zasilenia.	Kolumna wody do rozdania w litrach.	Odległość do przebieżenia przez te kolumny.	Ciśnienia	
			na metr	całe.
20	litr: 36.0	m 100	0.009543	0.95430
16	28.8	80	0.006172	0.49376
14	25.2	90	0.004761	0.42849
12	21.6	70	0.003532	0.24724
8	14.4	80	0.001624	0.12992
6	10.8	50	0.000943	0.04715
4	7.2	60	0.000445	0.02670
			2.32756	

Ciśnienie całe zużytkowane przez tarcie jest 2^m.328, pokazuje się więc, że jeżeli na początku rury poziom rezerwoaru miał znamie niwellacyjne 50^m, czyli jeżeli co wychodzi na jedno, ciśnienie otrzymane na początku, było zdolne wzniesić wodę do znamienia 50^m, to ono nie wzniosłoby wody na końcu rury, jak do znamienia niwellacyjnego 52^m.328.

Jeżeli więc grunt miałby znamie niwellacyjne 54^m.60, to woda wznosiłaby się nad powierzchnię gruntu 54^m.600—52^m.328=2^m.272, co jest aż nadto dostatecznym dla wypływu dobrego z wytrysków, umieszczonych w słupach na końcu rury.

Gdyby przeciwnie grunt miał znamie niwellacyjne mniejsze jak 52^m.238, to wtedy potrzeba by było użyć rurę większą, któ-

rabę mniej niszczyła ciśnienie, aby zwyciężać tarcie i dozwoliła wznieść się wodom wyżej.

79. WPLYW ZAGIĘĆ NA PRZEPŁYW W RURACH. Kolana, albo zmiany kierunku w rurach powinny mieć zawsze kształt zaokrąglony. One stają się przyczyną straty wysokości, czyli straty ciśnienia, na co niekiedy bardzo potrzeba zwracać uwagę, oblicza się tę stratę ciśnienia przez formułę:

$$h=H(0.0039+0.0186r, \frac{c}{r^3})$$

w której oznacza się przez:

h stratę ciśnienia szukanego,

H wysokość zależną od prędkości średniej,

U prędkość średnią wody w rurze, obliczoną podług n° 67,

r promień zaokrąglenia osi rury,

c długość rozwinięta tej osi zagięcia;

formuła powyższa wyrazi się:

Aby obliczyć stratę ciśnienia, spowodowanego przez zagięcie:

Mnoży się promień zakrzywienia osi, utworzonej przez kolano, przez 0.0186, i do iloczynu dodaje 0.0039. Summa ta mnoży się przez wysokość, pochodzącą od prędkości średniej wody w rurze i przez stosunek długości rozwiniętej osi zagięcia do kwadratu z promienia zakrzywienia.

Wypadek będzie stratą spadku szukaną w metrach.

To prawidło pokazuje, że trzeba powiększać o ile można promień zakrzywienia rury, aby zmniejszyć stratę ciśnienia, którą przez zagięcie ponosi się.

PRZYKŁAD. Jeżeli w przykładzie poprzednim n° 74 rura ma mieć 3 kolana pod kątem prostym z promieniem zakrzywienia równym $r=0^m.75$, to byłoby:

$$c=\frac{3.14 \times 0^m.75}{2}=1^m.177;$$

a ztąd:

$$(0.0039+0.0186r) \frac{c}{r^3}=0.03734.$$

Jeżeli kolana powinny być umieszczone na 100^m, 270^m, i 420^m, od początku rury przy słupach, położonych w tychże samych odległościach, to wtedy są dane następujące:

Nr kolana	Kolumna przepływu przez każde kolano Q.	Prędkość średnia odpowiednia U.	Wysokość odpowiednia prędkości H.
1	litr. 28.8	^m 0.9167	^m 0.0428
2	21.6	0.6875	0.0241
3	10.8	0.3438	0.00602

Więc strata spadku dla każdego kolana będzie:

$$1^o \quad 0.0428 \times 0.03734 = 0^m.00160$$

$$2^o \quad 0.0241 \times 0.03734 = 0^m.00090$$

$$3^o \quad 0.00602 \times 0.03734 = 0^m.00022$$

$$\text{Strata cała} \quad \underline{\quad 0^m.00272 \quad}$$

Pokazuje się z tego przykładu, że straty spadku przez zagięcia są bardzo małą rzeczą w stosunku do tych, jakie zrządza tarcie, i z resztą, jeżeli nie są liczne i mają łagodne zaokrąglenia, można wypuszczać je z rachunku w bardzo wielu wypadkach.

80. ROZPROWADZENIE WODY ZA POMOCĄ RURY, KTÓREJ ŚREDNICA ZMIENIA SIĘ. Kiedy ciśnienie, działające jest aż nadto dostateczne, oszczędność każe często ścieśniać otwór rury w miarę, jak można zmniejszyć kolumnę wody, która jest przeznaczona do przeprowadzenia. Trzeba więc wtedy zapewnić się za pomocą rachunku o częściach ciśnień, niszczonych przez każdą część rury, a to dla tego, aby woda wzniosła się przy umieszczeniu każdego otworu do wysokości dostatecznie zapewniającej wypływ onęj.

PRZYKŁAD. Przypuśćmy, że chcieliby zastąpić rozprorowadzenie wody w przykładzie n° 78 przez rury rozmaitych średnic. Tablica następująca daje rozłożenie, które by mogło być zastosowane w przypadku podobnym.

Liczba wytrysków do zasilania.	Kolumna wody wyrażona w litrach.	Odległość do przebieżenia	Średnice rur.	Ciśnienia zużytkowane przez tarcie	
				Na metr bieżący	Całe
	litr.	m.	m	m	m
20	36.0	100	0.200	0.009543	0.95430
16	28.8	80		0.006172	0.49376
14	25.2	90		0.004835	0.42849
12	21.6	70		0.014447	1.01129
8	14.4	80	0.150	0.006551	0.52408
6	10.8	50		0.003756	0.18780
4	7.2	60	0.100	0.012343	0.74058
					4.34030

Znamie niwelacyjne poziomu rezerwoaru jest 50^m, więc by się wody wzniosły do znamienia 54^m.34030, czyli 54^m.34, a ponieważ znamie na końcu rury jest 54^m.60, pokazuje się więc, że woda podniosłaby się przy wylocie nad poziom 54^m.60—54^m.34=0^m.26, co jeszcze jest dostateczne do zapewnienia wypływu z ostatnich słupów wytryskowych.

81. OZNACZENIE ZAOKRĄGLENIA ZAGIĘĆ RUR, ROZPROWADZAJĄCYCH WODY. Aby wpływ zagięć był słaby, potrzeba im dać odpowiedni promień zakrzywienia. Przy obsłudze wód w Paryżu trzymają się zasad następujących:

Średnica rur.	Promień zakrzywienia.	Rozwinięcie osi zagięcia w 5 częściach obwodu.
m.	m	
0.05	0.45	0.250
0.06		
0.08		
0.10		
0.15	0.75	0.250
0.20		
0.25		
i wyżej	1.50	0.125

82. WYMIARY RUR, UŻYTYCH PRZY ROZPROWADZENIU WÓD W PARYŻU. W obsłudze wód w Paryżu dano rurom grubość, która jest oznaczona dosyć dokładnie przez formułę:

$$e = 0.02d + 0^m.01.$$

e jest grubością, a d średnicą rury, te rury powinny doznawać ciśnienia 10^{ciu} atmosfer.

Formuła grubości danych rurom, która będzie w rozdziale formuł praktycznych oporu ciał, w tym przypadku jest:

$$e = 0.00238nd + 0^m.0085,$$

n jest ciśnieniem liczby atmosfer, jakim się rury opierać powinny, gdzie $n=10$, formuła ta daje wypadkowe dla grubości, mało się różniące od poprzednich, cokolwiek słabsze dla małych średnic, a cokolwiek mocniejsze dla większych, dostateczne jednak w każdym wypadku. Tablica następna obejmuje wymiary główne rur, rozprawdzających wody, i zawiera grubości rur, obliczone podług obu formuł.

TABLICA WYMIARÓW RUR, SŁUŻĄCYCH DO ROZPROWADZANIA WÓD W MIASTACH.

Długość rur.	Grubość rur.		Osadzenie.		Obwód		Listewki.		Hamulce.				Liczba dziur.				
	1 ^o z wypukłością z jednego końca.	2 ^o z wypukłością z drugiego końca.	1 ^o z hamulcem z drugiego końca.	2 ^o z hamulcami z obu końców.	Podług stosunków używanych w Paryżu.	Podług formuły proponowanej.	Wienkim końcem.	Wyskok.	Srednica wypukłości.	Srednica zewnętrzna.	Srednica, przechodząca przez środek otworu.	Grubość na złączeniu rury.					
0.05	1.60	1.50	0.0110	0.0097	0.10	0.015	0.090	0.08	0.0035	2	0.010	0.005	0.195	0.158	0.016	0.003	3
0.06			0.0112	0.0099			0.100	0.08					0.203	0.168			
0.08	2.12	2.00	0.0116	0.0106	0.12	0.016	0.120	0.08	0.0040	2	0.012	0.006	0.225	0.188	0.020	0.004	4
0.10			0.0120	0.0109			0.140	0.08					0.245	0.208	0.024		
0.15			0.0130	0.0121			0.195	0.08					0.301	0.268	0.025		6
0.20	2.65	2.50	0.0140	0.0133	0.15	0.020	0.245	0.08	0.0050	3	0.015	0.007	0.355	0.320	0.030		6
0.25			0.0150	0.0145			0.300	0.08					0.410	0.375	0.035	0.005	6
0.30			0.0160	0.0156			0.350	0.08					0.470	0.430	0.040		8
0.35			0.0170	0.0168			0.410	0.08					0.530	0.495	0.045		8
0.40			0.0180	0.0180			0.460	0.08					0.585	0.547	0.045		9
0.45	2.70	2.50	0.0190	0.0192	0.20	0.025	0.510	0.08	0.0050	3	0.020	0.008	0.650	0.605	0.045		9
0.50			0.0200	0.0204			0.560	0.08					0.700	0.655	0.045		12
0.60			0.0220	0.0228			0.660	0.08					0.800	0.755	0.045		12

83. SPOSTRZEŻENIE OGÓLNE CO DO ZAKŁADANIA RUR. Kiedy w rozprowadzeniu wielkiej ilości rur nie można uniknąć kolan, lub też nie można im dać łagodnego zakrzywienia, a przede wszystkim, kiedy składanie rur formuje nierówności na wewnątrz, będzie roztropnie wypadek, wynikły z poprzednich prawideł, powiększyć o $\frac{1}{4}$ lub $\frac{1}{3}$ część ważności otrzymanej.

84. OZNACZENIE CIŚNIENIA, [DZIAŁAJĄCEGO W JAKIMKOLWIEK PUNKCIE RURY, PROWADZĄCEJ WODĘ. Jest czasem bardzo ważnym, aby wiedzieć, jakie ciśnienie działa na ścianę rury w pewnym danym punkcie, a to dla dokładnego oznaczenia grubości, (fig. 18) na to jest formuła:

Fig. 18.



$$P' = P + 1.000[H - (h' - h)],$$

w której:

P' wyraża ciśnienie szukane w danym punkcie,

P , ciśnienie na początku lub w pewnym punkcie wiadomym,

H wysokość punktu, gdzie ciśnienie jest P' od punktu, w którym jest ciśnienie P .

h' i h wysokości odpowiednie do prędkości wody w punktach, gdzie jest ciśnienie P' i P .

Przypomnijmy sobie, że prędkości są łatwe do oznaczenia, dzieląc kolumnę wody, wydawaną za pomocą rury, przez powierzchnię jej przecięcia, w każdym z punktów uważanych.

Jeżeli rura ma powierzchnię przecięcia stałą, to prędkość jest wszędzie równa i $h' = h$, a wtedy formuła powyższa zamieni się:

$$P' = P + 1000H.$$

PRZYKŁAD. Jakie jest ciśnienie, znoszone przez metr kwadratowy, w rurze wodnej w punkcie, położonym 25^m poniżej rezerwoaru górnego otwartego, i którego poziom jest 2^m nad środkiem otworu w rurze?

Formuła daje:

$$P' = 2 \times 1000 \text{ kg} + 1000 \text{ kg} \times 25 = 27000 \text{ kg}.$$

na metr kwadratowy powierzchni, czyli 2.61 atmosfer.

WYPŁYW WODY PRZESZ OTWÓR W REZERWOARZE, KTÓREGO
POZIOM W CZASIE UPŁYWU ZMIENIA SIĘ.

85. Jeżeli otwór w rezerwoarze wydaje więcej wody aniżeli źródło dostarcza, wtedy poziom zniża się, i ciśnienie na środek stopniowo zmniejsza się. Wtedy dla oznaczenia masy wody, wypływającej w pewnym danym czasie z naczynia, będziemy się trzymali następującego postępowania:

86. OTWÓR Z CIŚNIENIEM NA JEGO ŚCIANĘ GÓRNĄ. Umieszcza się w rezerwoarze wodowskaz pionowy, na którym oznaczona podziałka, mierzyć będzie bezpośrednio wysokość podnoszenia lub zniżania poziomów, odpowiednich przeciągom czasów równych, i w liczbach parzystych.

To zrobiwszy, nazywając:

L szerokość otworu,

E wysokość otworu,

m współczynnik wypływu, dla którego przyjmuje się ważność średnio arytmetyczna pomiędzy ważnościami odpowiedniami, zawartymi między najwyższym a najniższym obserwowanym ciśnieniem,

h_1, h_2, h_3, h_4, h_5 wysokości poziomu, odpowiednie do czterech przeciągów czasu równych t ,

Q masa wody, wypływającej w całym czasie $=4t$,

będzie się więc:

$$Q=1.476mLEt[\sqrt{h_1}+\sqrt{h_5}+4(\sqrt{h_2}+\sqrt{h_4})+2\sqrt{h_3}],$$

formuła ta sprowadza się do następującego prawidła:

Aby otrzymać masę wody, przepływającej w danym czasie przez otwór z ciśnieniem nad wierzchołkiem, kiedy poziom wody w rezerwoarze zmienia się, i kiedy jakiejś powiedzieli różnica poziomów była obserwowana.

Bierze się pierwiastek kwadratowy z każdej wysokości poziomu nad środek otworu.

Do summy pierwiastków najwyższego i najniższego ciśnienia dodaje się: summa 4 razy wzięta pierwiastków kwadratowych ciśnień rzędów parzystych w porządku obserwacji i 2 razy wzięta summa pierwiastków ciśnień nieparzystych w tym samym porządku.

Summę całą mnoży się przez czas, upłyniony między dwoma obserwacjami, przez powierzchnię otworu, przez współczynnik wypływu i przez 1.476.

UWAGA. Prawidło powyższe okazuje, że można uważać dowolną liczbę wysokości odpowiednich równym przeciągom czasów w liczbach parzystych, co pozwala pomnażać obserwacje o tyle, o ile wymaga każde zastosowanie. W przypadkach zwyczajnych 5 obserwacji powinno być dostatecznym, jak to przyjęto w powyższej formule.

PRZYKŁAD. Jaka jest masa wody, wypływającej otworem 1^m szerokim, a 0^m.30 wysokim, w czasie 3 godzin, kiedy poziom wody w rezerwoarze zmieniał się w następujących wysokościach nad środek otworu?

Czasy 0" 45" 90" 135" 180".

Ciśnienie na środek otworu 1^m.30 1^m.10 0^m.81 0^m.63 0^m.46.

Pierwastki kwadratowe tych

ciśnień 1.140 1.048 0.900 0.794 0.678.

Współczynnik przepływu jest $m=0.603$, prawidło poprzednie daje:

$$Q=1.476 \times 0.603 \times 1^m \times 0^m.30 \times 45'' \left\{ \frac{1^m.140 + 0^m.678 + 4}{(1^m.048 + 0^m.794)} + 2 \times 0^m.900 \right\} = 132^{ms}$$

87. OTWÓR W PRZEWALE (*en déversoir*). Aby obliczyć masę wody, przepływającej w danym czasie przez przewal nad wierzchołkiem, którego ciśnienie zmienia się podczas przepływu, uważa się (jak to było powiedziano w numerze poprzednim) wysokości po sobie następujące poziomów nad próg przewалу, odpowiednie przeciągom czasów równych, i nazywając:

L szerokość przewалу,

$m=405$ ważność średnią współczynnika wypływu.

H_1, H_2, H_3, H_4, H_5 wysokości po sobie następujące poziomów nad próg przewалу, odpowiednie równym przeciągom czasu t .

Q masą wody, przepływającej podczas całego trwania obserwacji, równego $4t$.

będziemy mieli:

$$Q=0.598Lt [H_1/\bar{H}_1+H_5/\bar{H}_5+4(H_2/\bar{H}_2+H_4/\bar{H}_4)+2H_3/\bar{H}_3],$$

formuła ta daje następujące prawidło:

Mnoży się każda z obserwowanych wysokości poziomu nad próg przevalu przez swój pierwiastek kwadratowy, i dając temu wypadkowi ten sam porządek, co dopełnionym obserwacyom, trzeba dodać pierwszą i ostatnią, potem dodać do tego cztery razy wziętą summę parzystych i dwa razy wziętą summę nieparzystych.

Całą tak powstałą summę mnoży się przez 0.598, przez szerokość przevalu i przez przeciąg czasu równy, zawarty pomiędzy obserwacyami.

Wypadek będzie masą przepływu wody szukaną.

PRZYKŁAD. Jaka jest masa wody, która wypływa w ciągu 20 godzin przevaliem, mającym 15^m szerokości, kiedy wysokości poziomu wody nad próg przevalu zmieniały się w sposób następujący:

Czasy upłynione . . . 0", 300", 600", 900", 1200".
Wysokości poziomu . . 1^m, 0^m.80, 0^m.62, 0^m.47, 0^m.33,
Mamy z tego ważności dla:

$$H/\bar{H} \quad 1, \quad 0.716, \quad 0.487, \quad 0.322, \quad 0.189.$$

Formuła daje:

$$Q=0.598 \times 15^m \times 300'' (1+0^m.189+4 \times 1.038+2 \times 0^m.487) = 6994^m s.$$

88. UWAGA CO DO MIERZENIA WYSOKOŚCI POZIOMU. Jeżeli się natrafiają trudności w mierzeniu wysokości odpowiednich przeciągom czasów równych, robi się linija krzywa, której odcięte będą czasy, upłynione od początku obserwacji, a rzędne ciśnienia, odpowiadające tym czasom. Potem dzieląc liniję prostą, przedstawiającą czas trwania obserwacji, na liczbę parzystą części równych, i z każdego punktu podziału dopełniając rzędne linji krzywéj, otrzymamy ciśnienia odpowiednie przeciągom czasów równych, i postąpi się z ważnościami otrzymanymi na h , jak to było powiedziane w poprzednich dwóch numerach i będzie przytoczone w następnych.

OTWORY ZATOPIONE. Jeżeli otwór, przepuszczający wody, jest zatopiony, postępuje się w ten sam sposób, obserwując je-

dnocześnie wysokości poziomów z góry i z dołu otworu wrównych przeciągach czasów. Zachowując uwagi poprzednie i nazywając: H_1 i h_1 , H_2 i h_2 , H_3 i h_3 , H_4 i h_4 , H_5 i h_5 , wysokości względne i jednocześnie poziomów z góry i z dołu nad środek otworu, odpowiednich równym przeciągom czasu t , obrachowywa się masa przepływu cała w czasie dopełnianych obserwacji, przez formułę:

$$Q=1.476mLEt[\sqrt{H_1-h_1}+\sqrt{H_5-h_5}+4(\sqrt{H_2-h_2}+\sqrt{H_4-h_4})+2\sqrt{H_3-h_3}],$$

co sprowadza się widocznie do prawidła, zastosowanego przy n° 86, w którym zastępuje się ciśnienie na środek z jednej strony przez różnicę ciśnień z góry i z dołu otworu.

PRZYKŁAD. Jaka jest masa wody, przepływającej otworami, zatopionemi dwóch stawideł szluzy, z których każde ma 0^m.70 szerokości i wysokości 0^m.60 podczas 5 godzin, kiedy wysokości poziomów wód z góry i z dołu zmieniają się w sposób następujący:

Czasy	0",	75",	150",	225",	300".
	^m	^m	^m	^m	^m
Ważności na . .	{ H 2.00,	1.75,	1.33,	1.13,	0.94.
	{ h 0.65,	0.75,	0.83,	0.89,	0.94.

a ztąd:

Ważności $H-h$. . .	^m 1.35,	^m 1.00,	^m 0.500,	^m 0.24,	^m 0.
Ważności $\sqrt{H-h}$	1.16,	1.00,	0.707,	0.49,	0.

Jest z n° (18) $m=0.625$.

Formuła zaś daje:

$$Q=2 \times 1.476 \times 0.625 \times 0^m.70 \times 0^m.60 \times 75'' \left\{ \frac{1.16+4(1+0.49)}{+2 \times 0.707} \right\} = 4.95^m s.$$

90 OTWÓR, KTÓRY WYPUSZCZA WODĘ NAPRZÓD NA POWIETRZE, A NASTĘPNIE BYWA ZATOPIONY. Jeżeli otwór wypuszcza z początku wodę na powietrze, a potem po pewnym przeciągu czasu jest zatopiony, oblicza się naprzód wypływ na powietrze za pomocą n° 13, jeżeli poziom wody w rezerwoarze jest stały, albo za pomocą n° 86, jeżeli ten poziom zmienia się. Potem dodaje się ten, który ma miejsce od czasu, kiedy otwór zaczyna być zatopiony aż do końca obserwacji, a summa będzie wypływem całym.

W tym wypadku wykreślenie krzywizny, która daje wysokości poziomą, wskazane w n° 88. byłoby bardzo użytecznym.

PRZYKŁAD. Jaka jest masa wody przepływającej w 7. godzinach przez otwór 0^m.75 szerokości, a 0^m.60 wysokości, pod ciśnieniem stałym 1^m.50 nad środek tegoż otworu, a który zaczyna być zanurzony po upływie 3 godzin i dla którego ciśnienia wody na otwór z strony odpływu, mają postępowo ważności następujące?

Czas upłyniony . . . 180", 240", 300", 360", 420".

Ciśnienie na środek . 0^m.30, 0^m.61, 0^m.85, 1^m.15, 1^m.50.

W pierwszym peryodzie 3 godzinnym, kiedy otwór nie jest zatopiony, wypływ obliczony według n° 13 i następnych będzie:

$$Q = 0.601 \times 0.75 \times 0.60 \sqrt{19.62 \times 1.50 \times 180} = 265^{ms}.$$

Do obrachowania wypływu w drugim peryodzie 4 godzinnym, kiedy otwór zanurza się, będą:

Ważności $H-h$	1.200,	0.890,	0.650,	0.350,	0.
Ważności $\sqrt{H-h}$	1.095,	0.944,	0.806,	0.592,	0.
a ztąd:					

$$Q = 1.476 \times 0.601 \times 0.75 \times 0.60 \times 60'' (1^{m}.095 + 6.144 + 1.612) = 212^{ms}.$$

Wypływ cały w 7 godzinach będzie:

$$Q = 265^{ms} + 212^{ms} = 477^{ms}.$$

91. MIERZENIE PRZEPŁYWU WODY ZA POMOCĄ OTWORÓW, PRZED KTÓRYM POZIOM TEJŻE WODY ZMIENIA SIĘ. Jest często bardzo trudno tak urządzić otwór, aby w czasie całego przepływu tymże otworem powierzchnia poziomu wody co do wysokości w rezerwoarze nie zmieniła się, a co by pozwalało zmierzyć masę wody dopływu pewnego źródła za pomocą prawidła n° 13 i następnych. Kiedy nie można tak urządzić, aby poziom w rezerwoarze był stały, postępuje się w następujący sposób:

Podnosi się stawidło w ten sposób, aby wypływ otworem w każdej sekundzie był większy aniżeli dopływ wody ze źródła, przez co poziom wody w rezerwoarze będzie się zniżał. Następnie będzie się uważać w przeciągu czasów równych odpowiednio po sobie następujące wysokości poziomu, i obliczy

się masę, przepływającą wody w całym danym czasie, za pomocą formuł n° 86, lub następnych, stosownie do tego, która się da zastosować.

Potem zamknie się raptem otwór i będzie się uważać czas potrzebną, aby poziom przyszedł do pierwotnej wysokości.

To zrobiwszy, nazywając:

Q masą, przepływającą przez otwór wody w całym danym czasie,

t cały czas obserwowany przepływu w sekundach,

t' czas w sekundach, który jest potrzebny, aby poziom wrócił do pierwotnej wysokości,

X dopływ źródła w 1",

będzie:

$$X = \frac{Q}{t+t'}.$$

co się da sprowadzić do następującego prawidła:

Oblicza się masę wody, przepływającą podczas pewnego czasu, w którym poziom wody w naczyniu obniża się podług n° 86 i następnych, i dzieli się tę masę wody przez czas cały przepływu, powiększony czasem, potrzebnym do powrotu poziomu do swojej pierwotnej wysokości od chwili zamknięcia tegoż otworu; a

Iloraz będzie wypływem wody ze źródła w 1"

PRZYKŁAD. W przypadku danym w przykładzie n° 86, jaki będzie wypływ źródła, zasilającego rezerwoar wodą, jeżeli poziom powróci do swego pierwotnej wysokości w ciągu 2 godzin, czyli 120 sekund?

Jest $Q = 132^{ms}$, $t = 180$ $t' = 120$. Na zasadzie więc prawidła niniejszego będzie:

$$X = \frac{132^{ms}}{300''} = 0^{ms}.440 \text{ w jej sekundzie.}$$

92. CZAS POTRZEBNY DO WYPRÓŻNIENIA SZLUZY SPŁAWNEJ LUB STAWU. Uważając, że górne wrota szluzy są zamknięte, i nie ma żadnego zasilenia, oblicza się czas, potrzebny do wypróżnienia szluzy aż do pewnego danego poziomu, przypuszczając wypływ na powietrze, przez formułę następującą:

$$t = \frac{0.451A}{ma} (\sqrt{H} - \sqrt{h}),$$

w której jest oznaczone przez:

t przeciąg czasu szukany, potrzebny do obniżenia poziomu,
 A płaszczyzna stała powierzchni poziomu wody w szluzie,
 a powierzchnia otworu,
 m współczynnik wypływu, zastosowanego do otworu, zwykle równy dla szluz 0.625,

H i h wysokości poziomu na początku i na końcu obserwacji,

Ta formuła sprowadzić się daje do następującego prawidła:

Aby obliczyć czas, potrzebny do wypróżnienia szluzy, aż do pewnego naznaczonego poziomu przez otwór, który wypuszcza wodę na powietrze:

Mnoży się płaszczyznę stałą powierzchni poziomu wody w szluzie przez 0.451, a iloczyn ten dzieli się przez powierzchnię otworu, rozmnożoną przez odpowiedni współczynnik wypływu.

Noraz powstały mnoży się przez różnicę pierwiastków kwadratowych z wysokości poziomu nad środek otworu przy zaczęciu i przy skończeniu obserwacji.

Wypadek będzie czasem szukany, wyrażonym w sekundach

PRZYKŁAD. Jaki jest czas potrzebny do wypróżnienia szluzy, dla której są dane następujące?

$$A=220^{\text{mk}}, H=1^{\text{m}}.20, h=0^{\text{m}}.30, a=1^{\text{mk}}.20.$$

Dla dwóch otworów czy dla jednego (n° 18)
 $m=0.625.$

Prawidło poprzednie daje:

$$t = \frac{0.451 \times 220^{\text{mk}}}{0.625 \times 1^{\text{mk}}.2} (\sqrt{1.20} - \sqrt{0.30}) = 72''.5 = 1'12''5.$$

93. PRZYPADEK, KIEDY STAW JEST ZASILANY W CZASIE WYPŁYWU PRZEZ PEWNĄ IŁOŚĆ DOPŁYWU WODY. Jeżeli staw jest zasilany w czasie odpływu, nazywając:

Q kolumnę wody, dostarczaną w 1" przez źródło, i zachowując poprzednie oznaczenia, znajdzie się czas wypróżnienia stawu przez formułę:

$$t = \frac{0.451A}{ma} (\sqrt{H} - \sqrt{h}) + \frac{0.235AQ}{m^2 a^2} \log \frac{ma\sqrt{2gH-Q}}{ma\sqrt{2gh-Q}},$$

co sprowadza się do następującego prawidła:

Aby obliczyć czas, potrzebny do wypróżnienia stawu, zasilanego masą daną wody, kiedy jest wiadoma powierzchnia otworu, przez który woda odpływa, i wysokość poziomu przed zaczęciem i przy końcu obserwacji:

Oznacza się naprzód według prawidła poprzedniego (n° 92) czas wypróżnienia, jakby dopływ zasilający nie miał miejsca.

Oblicza się masę wody, przepływającej w 1" otworem pod największym i pod najmniejszym ciśnieniem, każdy z tych wypadków zmniejsza się o masę wody, dostarczaną w 1" przez źródło, i bierze się logarytm stosunku tych dwóch reszt, ten logarytm mnoży się przez 0.235, przez powierzchnię średnią poziomu wód w stawie i przez kolumnę dopływu wody ze źródła w 1"; a wypadek z tego dzieli się przez kwadrat z iloczynu powierzchni otworu przez odpowiedni współczynnik wypływu.

Wypadek, wyrażony w sekundach, dodaje się do czasu, potrzebnego do wypróżnienia stawu, przypuszczając, że nie ma zasilania; a summa ztąd powstała da czas, potrzebny do wypróżnienia.

PRZYKŁAD Jaki będzie czas, potrzebny do wypróżnienia stawu, mającego powierzchnię 10 hektarów, czyli 100.000^{mk}, za pomocą otworu 1^m.30 szerokiego, a 0^m.60 wysokiego, ciśnienie na środek tego otworu będzie 2^m w początku przepływu, a 0^m.40 na końcu, i staw będzie zasilany przez źródło, które dostarcza 0^{ms}.100 na sekundę?

Będzie naprzód dla oznaczenia trwania czasu wypróżnienia, przypuszczając jakby nie było zasilania żadnego.

$$t = \frac{0.451 \times 100.000^{\text{mk}}}{0.60 \times 1.30 \times 0.60} (\sqrt{2} - \sqrt{0.4}) = 75335'' = 20^{\text{h}} 55'35''.$$

Druga część równania, czyli powiększenie czasu, potrzebnego do wypróżnienia przez wpływ dopływającej wody ze źródła, będzie równy:

$$\frac{0.235 \cdot 100000 \text{ mk} \cdot \times 0^{\text{ms}} \cdot 100}{(0.60 \times 1.30 \times 0.60)^2} \log \frac{0.60 \times 1.30 \times 0.60 \sqrt{19.62 \times 2 - 0^{\text{ms}} \cdot 100}}{0.60 \times 1.30 \times 0.60 \sqrt{19.62 \times 0.40 - 0^{\text{ms}} \cdot 100}} = 3962'' = 1^{\circ} 6' 2''.$$

Potrzebny więc czas cały byłby $22^{\circ} 1' 37''$.

94. SPOSTRZEŻENIE NAD WPŁYWEM ZASILENIA. Zdarza się najczęściej, że stawy są tak słabo zasilane przez źródła, iż w wielu zastosowaniach można opuścić powiększenie się czasu, sprawione przez zasilanie.

95. CZAS TRWANIA WYPRÓŻNIENIA, KIEDY OTWÓR JEST PRZEWALEM. Rezerwoary szluz pędzących (*écluses de chasse*) wypróżniają się często przez otwory przewalne (*en déversoir*).

W przypadku, jeżeli nie ma zasilania znacznego podczas przepływu, oblicza się czas trwania wypróżnienia przez formułę:

$$t = \frac{1.114A}{L} \frac{\sqrt{H} - \sqrt{h}}{\sqrt{Hh}}$$

w której oznaczone jest przez:

A powierzchnia stała, lub średnia poziomu wód w rezerwarze,
L szerokość przewалу,

H i h wysokości poziomów w rezerwarze nad próg przewалу w początku i na końcu przepływu.

Ta formuła sprowadza się do następującego prawidła:

Dzieli się różnica pierwiastków kwadratowych z ciśnień na próg przewалу, w początku i na końcu wypróżnienia przez pierwiastek kwadratowy ich iloczynu, iloraz mnoży się przez 1.114 razy powierzchnię poziomu wody w naczyniu, iloczyn zaś ten dzieli się przez szerokość otworu w przewale.

Wypadek wyrażony w sekundach, będzie czasem całym, potrzebnym do wypróżnienia.

UWAGA. W zastosowaniach potrzeba starać się, aby nie przypuszczać nigdy $h=0$ w końcu wypróżnienia, ponieważ formuła poprzednia dałaby czas nieoznaczony, co nie powinno mieć miejsca w podobnych zastosowaniach; można jednakże robić $h=0^{\text{m}}.05$, lub mniej, a wówczas będziemy mieli obniżenie poziomu bardzo bliskie wysokości progu w przewale.

PRZYKŁAD. Jaki jest czas, potrzebny do wypróżnienia rezerwoaru szluzy pędzącej z przewalem w przypadku, gdzie są dane następujące?

$$A=28000 \text{ mk}, H=1^{\text{m}}.50, h=0^{\text{m}}.10, L=12^{\text{m}}.$$

formuła daje:

$$t = \frac{1.114 \times 28000}{12} \frac{\sqrt{1.50} - \sqrt{0.10}}{\sqrt{1.5 \times 0.1}} = 6097'' = 1^{\circ} 41' 37''.$$

96. PRZYPADEK, KIEDY OTWÓR PRZEPŁYWU MA NAPRZÓD CIŚNIENIE NA WIERZCHOŁEK, A NASTĘPNIE ZMIENIA SIĘ W PRZEWAL. Zdarza się często otwór, który ma z początku przepływu ciśnienie nad wierzchołkiem, potem przemienia się w przewal, skutkiem obniżenia poziomu. W takim wypadku oblicza się naprzód czas trwania przepływu od początku aż do chwili, w której ciśnienie zeszło pod krawędź górną otworu, a następnie ocenia się czas trwania początkowego przepływu, jak w przewale aż do czasu, kiedy wypróżnienie dojdzie swojej najniższej granicy, stosując się do uwagi w numerze poprzednim.

97. UWAGA, ODNOSZĄCA SIĘ DO STAWÓW, KTÓRYCH POZIOM, CZYLI LUSTRO WODY, MA POWIERZCHNIĘ ZMIENNĄ W CZASIE WYPRÓŻNIANIA. Kiedy powierzchnia płaszczyzny poziomu wód w stawie różni się podczas wypróżnienia, przez te zmiany rachunek bardzo utrudnia się, jeżeli chcemy postępować z całą dokładnością. Uniknie się tej trudności, zachowując w wypadkach dokładność dostateczną dla praktyki, a to przez dzielenie wysokości całej obniżenia poziomu na najwięcej jak można części, z których dla każdej z osobna, bez znacznego błędu można przyjąć powierzchnię poziomu w ważności stałej, i obliczając następnie czas trwania obniżenia poziomu od jednej części do drugiej. Summa tych szczegółowych czasów da nam cały czas trwania zupełnego wypróżnienia.

To spostrzeżenie stosuje się do szluz, do stawów i do jakichkolwiek bądź rodzajów przepływów.

98. SPOSÓB POSTĘPOWANIA PRZY WYPRÓŻNIANIU STAWÓW. Kiedy idzie o wypróżnienie stawu, potrzeba urządzać otwory

w ten sposób, aby niziny i ziemie poniżej położone, nie były zalewane, a przecież żeby wypróżnienie nastąpiło w czasie, o ile może być najkrótszym.

Przyjdzie się do tego, działając jak następuje, podług niwellacyi podłużnej niziny dolnej i profilu średniego kanału odpływowego, lub strumienia, oblicza się za pomocą prawidła n°. 37 i następnych ilość wody, która może przepływać kanałem w pełnych brzegach bez wystąpienia na nizinę.

To zrobiwszy, daje się szerokość otworu równą prawie szerokości kanału, jeżeli nie otrzyma się z tego wymiarów za wielkich, chociaż prawie zawsze wymiar ten dany jest a priori. W jednym lub drugim przypadku ta szerokość dajmy na to, że jest znaną, umieszcza się mniej więcej próg równo ze dnem kanału i dnem stawu, jeżeli się to da zrobić, potem na wodowskazi całej wysokości obniżenia: robi się podziały 0^m.10 do 0^m.20, czyli 1/2 do 1 cala, jeżeli staw jest bardzo wielki 0^m.30 do 0^m.50, czyli około 1 do 2 cali, jeżeli jest mały. Oznacza się dla każdego obniżenia cząstkowego przez pomiar geometryczny powierzchnię średnią płaszczyzny poziomu wody.

Za pomocą formuły prawidła n°. 13 będzie:

$$Q = mL\sqrt{2gH},$$

a ztąd:

$$E = \frac{Q}{mL\sqrt{2gH}}.$$

Z tej formuły, oznaczy się przez przybliżenie ważność maximum dla wysokości E poziomu odpowiedniego podziałowi, będącemu podniesieniem stawidła; aby uczynić otwór, dla którego wypływ w 1" ma być równy massie przepływu wód w kanale odpływowym bez wylania na brzegi.

Ta formuła, której znaki liter są wiadome, sprowadza się do następującego prawidła:

Aby oznaczyć podniesienie stawidła, jakie należy dać dla każdego z otworów odpowiednio następującym po sobie wysokościom poziomym, mnoży się prędkość, pochodzącą od wysokości poziomów nad środek otworu, przez szerokość otworu i przez współczynnik wypływu.

Iloczynem ztąd wypadłym, dzieli się massa wody, jaką może odprowadzić kanał odpływowy w 1", a iloraz będzie szukaną wysokością otworu.

Otwór z tą wysokością wynalezioną rzeczywiście cokolwiek mniej przepuszcza wód, aniżeli kanał odpływowy będzie je mógł odprowadzić.

Będzie wreszcie łatwem, stosując prawidło n°. 88 i następne, obliczyć czas trwania każdej części przepływu, a summa tych podziałów da czas trwania całego wypróżnienia.

Jeżeli czas trwania tak otrzymany, przechodzi o wiele ten, który możemy zastosować, trzeba powiększyć wtedy wymiary kanału odpływowego.

Prawidło niniejsze stosuje się do wszystkich wypadków, czy zasilenie stawu ma miejsce, lub nie.

PRZYKŁAD. Kanał odpływowy stawu ma 200 hektarów powierzchni, szerokości średniej 2^m.20 i głębokości średniej metr 1. Spadek dna kanału jest 2^m na 1800^m. długości, czyli 0^m.0011 na metr bieżący.

Formuła n°. 37, zastosowana do kanałów o wymiarach regularnych, daje dla prędkości średniej wody ważność:

$$U = 56.86 \sqrt{\frac{2^{mk}.20}{4^{m}.20}} \times 0.0011 = 0^{m}.072 = 1^{m}.288,$$

i dla przepływu, który może być bez przepełnienia brzegów:

$$Q = 2^{mk}.20 \times 1^{m}.288 = 2^{ms}.83.$$

Podług położenia otworu współczynnik wypływu będzie $m = 0.62$. Dzieląc kolumnę wody, zawartą w stawie, na części 0^m.15 grubości, i obliczając podniesienie stawidła podług prawidła poprzedniego, aż do chwili takiego obniżenia, że otwór przepływu zamieni się w przewal, uformuje się tablicę następującą, zawierającą dane i wypadki rachunku.

Wysokości poziomu nad próg, odpowiednie granicom każdej części.		Powierzchnia średnia poziomu.	Podniesienie stawu, albo wysokość otworu.	Ciśnienie na środek otworu, odpowiednie do poziomu		Czas wypróżnienia każdego podziału.	
				H. wyższego	h niższego	w sekundach.	w dniach
m	m	mk	m	m	m	„	dni
3.10 do 2.95		2000000	0.531	2.835	2.085	64000	0.741
2.95 do 2.80		2000000	0.544	2.678	2.528	65500	0.755
2.80 do 2.65		2000000	0.558	2.521	2.371	67800	0.785
2.65 do 2.50		2000000	0.573	2.364	2.214	72700	0.842
2.50 do 2.35		2000000	0.590	2.205	2.055	75700	0.876
2.35 do 2.20		2000000	0.609	2.046	1.896	78700	0.911
2.20 do 2.05		2000000	0.630	1.885	1.735	81500	0.941
2.05 do 1.90		1995000	0.652	1.724	1.574	85700	1.992
1.90 do 1.75		1990000	0.672	1.564	1.414	88200	1.021
1.75 do 1.60		1985000	0.707	1.397	1.247	93900	1.087
1.60 do 1.45		1980000	0.739	1.231	1.081	99400	1.150
1.45 do 1.30		1972000	0.775	1.063	0.913	107700	1.248
1.30 do 1.15		1964000	0.822	0.889	0.739	117000	1.355
1.15 do 1.10		1960000	0.872	0.714	0.560	41300	0.479

Czas trwania całego obniżenia od 3^m.10 do 1^m.10 dni
wysokości nad próg otworu 13.173

Kiedy poziom przyszedł do wysokości 1^m.10 nad próg, a otwór zrobił się przewalem, licząc za pomocą formuły n^o. 95, czas trwania przepływu, odpowiedniego 1^m.15 wysokości każdego podziału, aż do grubości warstwy wody 0^m.35 nad progiem, to jest wtedy, kiedy wody zeszły już prawie do dna, i można staw uważać za wypróżniony, będziemy mieli dane wypadkowe następujące:

Ciśnienia na próg przewалу odpowiednio do poziomu		Powierzchnia płaszczyzny średniej poziomu	Czas trwania wypróżnienia każdego podziału	
wyższego H.	niższego h.		w sekundach	w dniach.
m	m	mk	„	
1.10 do 0.95		1900000	136000	1.dni.572
0.95 do 0.80		1400000	129500	1.520
0.80 do 0.65		900000	112800	1.309
0.65 do 0.50		400000	70500	0.817
0.50 do 0.35		15000	41700	0.483

Czas trwania obniżenia poziomu od 1^m.10.
do 0^m.35 nad próg otworu 5dni.701.

Czas trwania całego wypróżnienia stawu będzie więc równe:

$$13^{\text{dni}}.173 + 5^{\text{dni}}.701 = 18^{\text{dni}}.874.$$

To zastosowanie odnosi się do wypróżnienia stawu w czasie, oznaczonym do trzech tygodni przez wyrok sądu apelacyjnego w Kolmar, po długim i kosztownym procesie, którego można było uniknąć, jeśli podobne postępowanie, jakie wskazaliśmy, miało swe zastosowanie od początku.

99. WYSOKOŚĆ, DO JAKIEJ ZNIŻA SIĘ POZIOM W PEWNYM DANYM CZASIE. Jeżeli chcemy obliczyć wysokość, do której poziom rezerwoaru graniastosłupowego, nie mającego zasilania, zniży się w danym czasie, wtedy oznaczy się ważność dla tej wysokości przy otworach z ciśnieniem nad wierzchołkiem, przez formułę:

$$H-h = \frac{tma}{A} \sqrt{2gH - 4.904 \frac{t^3 m^2 a^2}{A^2}},$$

w której wszystkie oznaczenia są podług n^o. 88, a co daje następujące prawidło:

Mnoży się powierzchnia otworu przez współczynnik i przez czas przepływu, a iloczyn z tego dzieli się przez powierzchnię płaszczyzny rezerwoaru. Iloraz powstały, mnoży się przez prędkość, pochodzącą od ciśnienia na środek otworu w początku przepływu.

Pierwszy iloraz podnosi się do kwadratu i mnoży się przez 4.904, a iloczyn ten odejmuje się od iloczynu, powstałego z pierwszej części, zaś reszta otrzymana, będzie obniżeniem poziomu w czasie danym.

PRZYKŁAD. Jaka będzie wysokość zmiany poziomu przez 2 minut czyli 120 " w szluzie graniastosłupowej mającej 250^{mk} powierzchni, której dwa otwory wynoszą 0^{mk}.30 powierzchni z ciśnieniem 1^m.80 na środek z początku przepływu?

Współczynnik przepływu będzie dla tych dwóch otworów sąsiednich $m=0.625$, więc:

$$\frac{tma}{A} = \frac{120 \times 0.625 \times 2 \times 0^{\text{mk}}.30}{250^{\text{mk}}} = 0.180.$$

Formuła daje:

$$H-h=0.180 \times 5.95 - (0.180)^2 \times 4^{\text{m}}.904 = 0^{\text{m}}.912.$$

100. OTWORY W PRZEWALE, ODPROWADZAJĄCE WODY Z ZALEWÓW. Dla otworów w przewale, oblicza się zniżenie poziomu w końcu danego czasu, przez następującą formułę:

$$H-h=H \left\{ 1 - \frac{1}{\left(1 + \frac{t \cdot 0.202 L \sqrt{2gH}}{A} \right)^2} \right\},$$

w której oznaczenia liter są te same, jak w n^o. 95 i daje następujące prawidło:

Mnoży się prędkość, pochodzącą od wysokości poziomu nad próg przewalu w początku przepływu, przez 0.202, przez szerokość otworu i przez czas upłyniony, a iloczyn dzieli się przez powierzchnię rezerwoaru.

Iloraz powstały, dodaje się do jedności, wynosi się do kwadratu, i przez kwadrat ten dzieli się jedność.

Tę całą ilość odejmuje się od jedności i mnoży się reszta przez wysokość poziomu nad próg naczynia w początku przepływu.

Iloczyn będzie obniżeniem poziomu w czasie danym.

PRZYKŁAD. O ile zniży się w jednej godzinie, czyli 3600 sekundach poziom wody w szluzie pędzącej (*écluse de chasse*), której powierzchnia ma 250000^{mk}, a przepływ ma miejsce przez otwór w przewale 12^m szerokim, przy ciśnieniu 1^m.80 nad próg w początku przepływu?

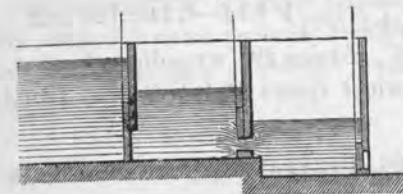
Formuła daje:

$$H-h=1^{\text{m}}.80 \left\{ 1 - \frac{1}{\left(1 + \frac{3600 \times 0.202 \times 12 \sqrt{19.62 \times 1.80}}{250000} \right)^2} \right\} = 0^{\text{m}}.563.$$

101. UWAGA, ODNOŚZĄCA SIĘ DO STAWÓW, KTÓRYCH POZIOM, CZYLI LUSTRO WODY, W CZASIE WYPRÓŻNIENIA ZMIENIA SIĘ. Jeżeli powierzchnia płaszczyzny poziomu różni się znacznie podczas przepływu, trzeba czas, o ile będzie można, podzielić na bardzo drobne cząstki, i w każdej z nich uważać powierzchnię poziomu, zamieszczając ją w formułach poprzedzających.

102. CZAS, POTRZEBNY DO NAPEŁNIENIA SZLUZY. SZLUZY PODWÓJNE SPŁAWNE.

Fig. 19.



W szluzach podwójnych spławnych, (fig. 19) komora wyższa wypróżnia się w niższą bez zasilań, i czas potrzebny, aby obie komory były wypełnione do jednego poziomu, oblicza się podług prawideł następujących:

103. OTWORY ZATOPIONE OD POCZĄTKU PRZEPŁYWU. Jeżeli otwór jest zatopiony od początku przepływu, nazywając: A i A' powierzchnie stałe wyższej i niższej komory, H i h' wysokości poziomu wody nad środek otworu z góry i z dołu.

a powierzchnią otworu, lub sumą powierzchni otworów, jeżeli są dwa.

m współczynnik wypływu (n^o. 12 i następne).

Obliczy się czas, potrzebny do napełnienia komór w ten sposób, aby miały jeden poziom wody, przez formułę:

$$t = \frac{0.451AA'}{ma(A+A')} \sqrt{H'-h'},$$

co sprowadza się do następującego prawidła:

Naprzód mnoży się powierzchnię komory górnej przez powierzchnię komory dolnej i przez 0.451.

Potem mnoży się powierzchnię otworu przez współczynnik wypływu i przez sumę z powierzchni obu komór.

Dzieli się pierwszy iloczyn przez drugi, a iloraz mnoży się przez pierwiastek kwadratowy z różnicy wysokości poziomów z góry i z dołu otworu w początku przepływu.

Wypadek będzie czasem potrzebnym, aby wody w dwóch komorach zrównoważyły się do jednego poziomu.

PRZYKŁAD. Dla podwójnej szluzy na kanale z Bayard do Tuluzy, gdzie są dane następujące:

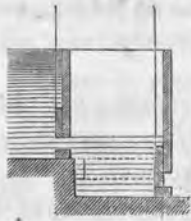
$A=205^{\text{mk}}$, $A'+215^{\text{mk}}$, $a=1^{\text{mk}}.249$, $m=0.625$, $H'=4^{\text{m}}.14$, $h'=0^{\text{m}}.24$ ile potrzeba czasu, aby poziomy w obu komorach zrównoważyły się?

Formuła daje:

$$t = \frac{0.451 \times 205^{\text{mk}} \times 215^{\text{mk}}}{0.625 \times 1^{\text{mk}}.249 (205^{\text{mk}} + 215^{\text{mk}})} \sqrt{4.14 - 0.24} = 120'' = 2'.$$

Doświadczenie dało 2'29'', różnica 29'' wypadła od czasu, użytego na podniesienie stawideł (patrz *D'Aubuisson'a, Traité d'hydraulique* str. 99).

Fig. 20.



104. PRZYPADK, GDZIE OTWÓR NIE JEST ZATOPIONY W POCZĄTKU PRZEPŁYWU. Jeżeli otwór, przepuszczający wodę z komory górnej do dolnej, nie jest zatopiony z początku przepływu, i kiedy nawet (fig. 20) poziom dolnej komory jest niższy progu w chwili, kiedy przepływ zaczyna się, oblicza się czas, upłynięty od tej chwili aż do czasu zatopienia, otworu przez formułę:

$$t = \frac{0.451 \sqrt{A}}{ma} \left\{ \sqrt{AH'} - \sqrt{AH' - A'(h' + h)} \right\}$$

w której lit: A, A', H', m, a, znaczą to samo, co powyżej, a przez h' oznaczono wzniesienie się progu otworu nad poziom komory niższej w chwili zaczęcia przepływu, i h półwysokość otworu.

Ta formuła daje następujące prawidło:

Mnoży się pierwiastek kwadratowy z powierzchnią poziomą komory wyższej przez 0.451, a ten iloczyn dzieli się przez współczynnik przepływu, mnożony przez powierzchnię otworu.

Oblicza się masę wody, zawartą w komorze górnej powyżej środka otworu, i masę tej, która powinna przejść do komory niższej dla wzniesienia w nią poziomu aż do środka otworu, odejmuje się od pierwszej druga, i z reszty wyciąga się pierwiastek kwadratowy.

Od pierwiastku kwadratowego z masy wody, zawartej w komorze górnej, odejmuje się wypadek z drugiego działania, a reszta mnoży się przez pierwszy iloraz.

Wypadek będzie wyrażać w sekundach czas, potrzebny do napełnienia komory dolnej o tyle, aby poziom wody wzniosł się do środka otworu, to jest do chwili, w której tenże otwór będzie uważany, jako zatapiany.

Od tej chwili oblicza się czas, potrzebny do napełnienia szluzy dolnej, podług prawidła n^o. 103.

PRZYKŁAD. W szluzie w Bayard, jaki będzie czas, potrzebny do podniesienia poziomu komory dolnej, który jest 0^m.30 niższy środka otworu, a którego wysokość wynosi 0^m.70? Jest więc: $h+h'=0^{\text{m}}.65$.

Formuła poprzednia daje:

$$t = \frac{0.451 \sqrt{205}}{0.625 \times 1^{\text{m}}.249} \left(\sqrt{205 \times 4.14} - \sqrt{205 \times 4.14 - 215 \times 0.65} \right) = 21''.$$

105. CZAS, POTRZEBNY DO NAPEŁNIENIA SZLUZY WODĄ Z REZERWOARU, KTÓREGO POZIOM, CZYLI LUSTRO WODY; NIE ZMIENIA SIĘ. Kiedy otwór jest jeszcze nie zatopiony, oblicza się czas, potrzebny do podniesienia poziomu w komorze dolnej aż do środka otworu, przez formułę:

$$t = \frac{Ak'}{ma\sqrt{2gH}}$$

w której oznacza:

A powierzchnię poziomu wody w szluzie,
 k' wysokość poziomu w szluzie na początku przepływu do środka otworu,
 a powierzchnię otworu,
 m odpowiedni współczynnik, przepływu
 H wysokość stałą poziomu rezerwoaru górnego nad środek otworu,
 $2g=19.62$.

Ta formuła sprowadza się do następującego prawidła:

Mnoży się powierzchnia poziomu wody w szluzie przez wysokość tego poziomu niżej środka otworu, i dzieli się tę masę wody przez kolumnę, która przepływa w 1" pod ciśnieniem stałym poziomu rezerwoaru górnego nad środek otworu. Iloraz będzie czasem w sekundach, potrzebnym do podniesienia poziomu wody w szluzie do środka otworu.

Kiedy to jest zrobionem, stosując się do prawideł i uwag poprzednich, będziemy mieli zaraz czas, potrzebny do podniesienia poziomu wody w szluzie od środka otworu aż do poziomu głównego rezerwoaru, przez formułę:

$$t = \frac{0.451A}{ma} \sqrt{H},$$

Co sprowadza się do następującego prawidła:

0.451 pomnożone przez powierzchnię poziomu wody w szluzie, dzieli się przez iloczyn z powierzchni otworu, albo otworów, przez współczynnik wypływu, a iloraz ten mnoży się przez pierwiastek kwadratowy z wysokości poziomu rezerwoaru głównego nad środek otworu.

Wypadek będzie wyrażał w sekundach czas, potrzebny do napełnienia szluzy równo z poziomem rezerwoaru głównego od chwili, kiedy woda w szluzie zaczęła się wznosić nad środek otworu.

PRZYKŁAD. Jaki jest czas, potrzebny do napełnienia szluzy, której poziom jest naprzód równo z progiem otworu $Q^{m.65}$ wysokiego, i powinien się wzniesć do $2^{m.25}$ wysokości, aby się

zrównoważył z poziomem rezerwoaru głównego; i dla której to szluzy są dane następujące?

$$A=325^{mk}, \quad a=1^{mk}.258, \quad m=0.625.$$

Obliczy się najprzód czas, potrzebny od początku przepływu aż do dojścia poziomu w szluzie do środka otworu, czyli do chwili zatopienia go, z formuły:

$$t = \frac{325^{mk} \times 0^{m.325}}{0.625 \times 1^{mk}.258 \sqrt{19.62 \times 2^{m.25}}} = 20'',$$

i od tego czasu aż do zrównoważenia poziomów przez formułę:

$$t = \frac{0.451 \times 325^{mk}}{0.625 \times 1^{mk}.258} \sqrt{2^{m.25}} = 279''.$$

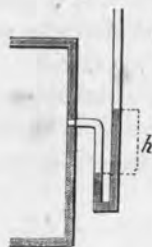
Cały czas, potrzebny do napełnienia szluzy będzie więc:
 $20'' + 279'' = 299'' = 4' 59''.$

RUCH I PRZEPŁYW GAZÓW.

(Mouvement et écoulement des gaz).

106. MIERZENIE PRĘŻNOŚCI, CZYLI PARCIA (*pression*) GAZÓW I PARY. Dla zmierzenia kolumny gazu, która przepływa przez otwór dany, jest koniecznym znać parcie tego gazu. Używa się do tego pewnego rodzaju rury zgiętej (fig 22) w kształcie smoczka (*siphon*) przewróconego, w którą jest nalana woda, jeżeli parcie jest słabsze, albo merkuryusz, jeżeli parcie jest silniejsze.

Fig 22.



Nazywając:

P . parcie wewnętrzne w naczyniu, lub rurce, w której wychodzi rurka parciomierza (*manometre*) na jeden centymetr kwadratowy,
 p parcie zewnętrzne, czyli ciśnienie powietrza atmosferycznego na 1 centymetr kwadratowy,
 h wysokość kolumny płynu w rurce, który mierzy różnicę tego parcia w metrach,
 będziemy mieli dla wyrażenia różnicy parcia P i p , wypadkowe następujące:

$P - p = 0^{\text{mgr}}.1h$, jeżeli płyn w rurce parciomierza jest wodą,

$P - p = 1^{\text{mgr}}.3598h$, jeżeli, w rurce jest merkuryusz.

Ciśnienie średnie powietrza atmosferycznego, mierzonego przez kolumnę merkuryusza jest $0^{\text{m}}.76$ wysokości i jest równe $1^{\text{mgr}}.3598 \times 0^{\text{m}}.76 = 1^{\text{mgr}}.0333$ na centymetr kwadratowy.

A ztąd parcie P gazu wewnątrz wyrazi się przez formułę:

$P = 1^{\text{mgr}}.0333 + 0^{\text{mgr}}.1h$, jeżeli płyn w rurce jest wodą,

$P = 1^{\text{mgr}}.0333 + 1^{\text{mgr}}.3598h$, jeżeli jest merkuryuszem.

Z tych formuł wyprowadza się następujące prawidła:

Aby oznaczyć nadmiar parcia gazu, w jakiegokolwiek objętości nad ciśnieniem atmosferycznym, mnoży się wysokość płynu (wyrażona w metrach), który w parciomierzu mierzy tę różnicę ciśnień przez:

$0^{\text{mgr}}.10$, jeżeli płyn jest wodą,

$1^{\text{mgr}}.3598$, jeżeli płyn jest merkuryuszem,

iloczyn będzie szukaną różnicą parcia, wyrażoną w kilogramach na jeden centymetr kwadratowy.

PRZYKŁAD. Jakie jest parcie wewnątrz powietrza w rurce miecha mechanicznego, kiedy parciomierz z merkuryuszem pokazuje różnicę poziomów $0^{\text{m}}.06$?

Formuła daje na nadmiar parcia wewnętrznego nad ciśnienie powietrza atmosferycznego:

$$P - p = 1^{\text{mgr}}.3598 \times 0^{\text{m}}.06 = 0^{\text{mgr}}.0816,$$

a ztąd parcie wewnętrzne jest:

$$P = 1^{\text{mgr}}.0333 + (1^{\text{mgr}}.3598 \times 0.06) = 1^{\text{mgr}}.1149$$

na jeden centymetr kwadratowy.

107. WYRAŻENIE PARCIA W ATMOSFERACH. Jest w zwyczajach porównywać parcie gazu, a nadewszystko pary z ciśnieniem atmosferycznym, które wtenczas jest wzięte za jedność.

Dzielać ważność ciśnienia pary, wyrażonej w kilogramach, wyprowadzonej z formuły powyższej (n° 106) przez 1.0333 , albo wysokość kolumny merkuryusza, która mierzy parcie przez $0^{\text{m}}.76$; iloraz wskaże ważność ciśnień atmosfery, równoważnych do parcia mierzonego.

PRZYKŁAD. Ciśnienie pary w kotle pokazuje na kolumnie merkuryusza $1^{\text{m}}.90$ nad ciśnienie powietrza, nadmiar ciśnienia tej pary nad ciśnienie atmosferyczne jest równe:

$$\frac{1^{\text{m}}.90}{0^{\text{m}}.76} = 2.5 \text{ atmosfer,}$$

a parcie rzeczywiste w kotle jest:

$$\frac{1\text{m}.90 + 0\text{m}.76}{0\text{m}.76} = 3.5 \text{ atmosfer.}$$

108. MIERZENIE PARCIA, WYWARTÉGO NA PEWNĄ DANĄ POWIERZCHNIĘ. Znajac parcie na 1 centimetr kwadratowy, i mnożąc takowe przez liczbę centymetrów kwadratowych, zawartych w powierzchni danej, będziemy mieli parcie na tę powierzchnię.

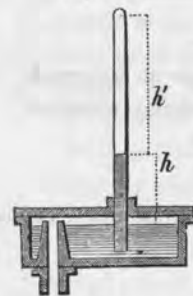
Tak parcie na metr kwadratowy otrzyma się, mnożąc przez 10000, to jest to, które jest znoszone przez 1 centimetr kwadratowy.

W przykładzie poprzednim nadmiar parcia wewnętrznego nad ciśnienie zewnętrzne byłoby na metr kwadratowy równe $10000 \times 0.0816 = 816$ kilogramów.

109. PARCIOMIERZ O DŁUGIEJ RURCE. W kilku zakładach parowych, używają dla mierzenia natężenia plynu, parciomierzy podobnych do tych, jakie są na figurze poprzedniej, lecz złożonych z długiej rurki żelaznej (fig. 23), w której merkuryusz może się wznosić do kilku metrów wysokości, co pozwala ocenić ciśnienie kilku atmosfer. Pływak (flotteur) zawieszony na nici, przechodzącej przez bloczek, pływa po kolumnie merkuryusza, askazówka, przymocowana do drugiego końca nitki, posuwa się odpowiednio po linji, na której jest podziałka, tak że można czytać na niej wysokość kolumny merkuryusza, czyli raczej ciśnienie pary.



Fig. 24.



110. PARCIOMIERZ ZWYCZAJNY MACHIN WYSOKIEGO CIŚNIENIA. Parciomierz głównie używany przy maszynach parowych, składa się jak wiadomo z rurki, zamkniętej w części górnej, a zanurzonej drugim końcem w miedniczkę (cuvette), zawierającą w sobie merkuryusz (fig. 24).

Narzędzie to zwyczajnie jest podzielone na stopnie w ten sposób, że gdyby powietrze, zam-

knięte w rurce, miało temperaturę średnią powietrza zewnętrznego $+10^{\circ}\text{C}$, i ciśnienie atmosferyczne średnie; merkuryusz, zawarty w rurce, byłby równo z poziomem merkuryusza w miedniczce.

Nazywając więc:

p' ciśnienie m powietrza, kiedy narzędzie było dzielone na stopnie zwyczajne $= 1^{\text{kil}}.0333$,

t' temperaturą w tym samym czasie, przypuszczając równą $+10^{\circ}\text{C}$,

t temperaturę w skrzynce parciomierza,

h' wysokość, wynikającą z ciśnienia powietrza w rurce w chwili obserwacji,

h wysokością, do której merkuryusz jest podniesiony nad poziom w miedniczce,

x ciśnienie m powietrza, zawartego w rurce; będzie naprzód:

$$x = \frac{h+h'}{h} \times \frac{1+0.003665t}{1+0.003665t'} \times p',$$

parcie P gazu, lub pary oblicza się z formuły:

$$P = x + 1^{\text{kil}}.3598h.$$

Te formuły wyrażą się przez prawidła:

Mnoży się temperaturę, w której narzędzie było podzielone na stopnie przez 0.003665, iloczyn powiększa się jednością; mnoży się podobnie temperaturę skrzynki parciomierza przez 0.003665 i powiększa się iloczyn jednością; bierze się stosunek drugiej summy do pierwszej, i mnoży przez stosunek wysokości całej rurki nad poziom w miednicy do wysokości powietrza, zawartego w rurce.

Iloczyn mnoży się przez ciśnienie atmosferyczne, a wypadek będzie ciśnieniem powietrza, zawartego w rurce parciomierza. Do tego ciśnienia dodając iloczyn z wysokości kolumny merkuryusza nad poziom w miedniczce przez $1^{\text{kil}}.3598$, summa będzie ciśnieniem pary w kotle na jeden centimetr kwadratowy.

UWAGA. Gdyby w rurce była mała kolumna wody, która by pływała po merkuryuszu, potrzebaby zmniejszyć wysokość h' warstwą tej wody, i dodać w miejsce to wagę, odpowiednią kolumnie merkuryusza.

W tym wypadku potrzebaby także powiększyć ciśnienie powietrza, zawartego w rurce, ilością pary wody w temperaturze t skrzynki parciomierza, którą się znajdzie w tablicach, danych poniżej przy rozdziale o machinach parowych.

PRZYKŁAD. Jakie jest ciśnienie pary w kotle, kiedy parciomierz wskazuje, jak następuje?

$$h=0^m.16, \quad h'=0^m.30, \quad t'=10^\circ\text{C}, \quad t=30^\circ\text{C}.$$

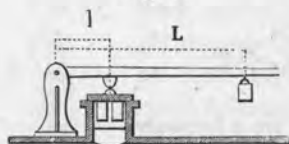
Pierwsza formuła daje:

$$x = \frac{0^m.46}{0^m.30} \times \frac{1+0.10995}{1+0.03665} \times 1^{\text{kil}}.033 = 1^{\text{kil}}.696.$$

a ztąd druga będzie:

$$P = 1^{\text{kil}}.696 + (1^{\text{kil}}.3598 \times 0^m.16^{\text{kil}}.1^{\text{kil}}) = .913.$$

111. OZNACZENIE PRĘŻNOŚCI (*tension*) PARY ZA POMOCĄ KŁAP BEZPIECZEŃSTWA (*soupapes de sureté*). Jeżeli nie ma parciomierza, można w zakładach parowych uciec się do używania kłap bezpieczeństwa, uważając je w chwili, kiedy są w równowadze pod działaniem pary i ciężarem ruchomym, zawieszonym na drążku, chociaż ten sposób jest dosyć niedokładnym.



Nazywając wtedy (fig 25):

- q . ciężar ruchomy zawieszony na drążku,
- o . powierzchnię wewnętrzną kłapy, wystawioną na działanie pary w centymetrach kwadratowych,
- r promień osi drążka,
- f . stosunek tarcia do ciśnienia dla osi drążka i jego panewek (patrz rozdział o tarcu),
- l . odległość pozioma punktu ciśnienia drążka na klapę od płaszczyzny pionowej, przechodzącej przez oś obrotu,
- L . odległość podobną ciężarowi ruchomemu q ,
- $p = 1^{\text{kil}}.0333$ ciśnienie atmosferyczne na 1 cent. kw.

Będziemy mieli wyrażoną prężność pary w kotle P przez formułę:

$$P = p + \frac{q(L-fr)}{o(l+fr)},$$

co daje następujące prawidło:

Mnoży się promień osi drążka przez stosunek tarcia do ciśnienia dla osi i ich panewek, a iloczyn odejmuje się od odległości L ciężaru ruchomego od osi obrotu, ten sam iloczyn dodaje się do odległości l punktu ciśnienia drążka na klapę od osi obrotu, bierze się stosunek różnicy poprzedniej do tej sumy i mnoży przez ciężar ruchomy q , wyrażony w kilogramach, a dzieli przez o powierzchnię wewnętrzną kłapy, wyrażoną w centymetrach kwadratowych, i dodaje się ten iloczyn do ciśnienia atmosferycznego; suma przeto będzie prężnością pary w kotle.

PRZYKŁAD. Powierzchnia wewnętrzna kłapy bezpieczeństwa ma 12 centymetrów kwadratowych, i jest:

$$q=6^{\text{kg}}, \quad L=0^m.45, \quad f=0.08, \quad r=0^m.005, \quad l=0^m.08.$$

Formuła daje:

$$P = 1^{\text{kg}}.033 + 2^{\text{kg}}.795 = 3^{\text{kg}}.828 = 3^{\text{atm}}.704.$$

112 GĘSTOŚĆ (*densité*) POWIETRZA, ALBO PARY. Kiedy się zna parcie P i temperaturę t , jakiego gazu albo pary, łatwo można wyznaczyć gęstość d , czyli wagę metra sześciennego, przez następującą formułę:

Dla powietrza atmosferycznego:

$$d = \frac{1.2572P}{1+0.003665},$$

Dla pary wodnej:

$$d = \frac{0.7840P}{1+0.00368t},$$

co nam daje następujące prawidło:

Aby obliczyć gęstość powietrza lub pary wodnej:

Mnoży się ciśnienie, wyrażone w kilogramach na jeden centymetr kwadrat: dla powietrza przez 1.2572, a dla pary wodnej przez 0.7827, i iloczyn powstały dzieli się przez jedność, powiększoną iloczynem z temperatury, wyrażonej w stopniach cieplomierza stopniowego przez 0.003665 dla powietrza, a przez 0.00368 dla pary.

Wypadek będzie wagą w kilogramach jednego metra sześciennego.

PRZYKŁAD. Jaka jest gęstość powietrza w temperaturze $t=+10^{\circ}\text{C}$ i przy ciśnieniu $P=1^{\text{mgr}}.115$?

Formuła daje:

$$d=1^{\text{mgr}}.352.$$

113. PRĘDOKŚĆ ŚREDNIA, Z JAKĄ GAZ, ALBO PARA WYCHODZI Z OTWORU. Kiedy się będzie znało, przez obserwację parciomierza, nadmiar $P-p$ ciśnienia wewnętrznego gazu, zawartego w naczyniu pod ciśnieniem innego naczynia, w które przepływa, albo pod ciśnieniem atmosferycznym, jeżeli przepływ ma miejsce na wolne powietrze, oznaczy się prędkość przepływu przez formułę:

$$V=\sqrt{\frac{P-p}{2g \frac{d}{d}}}$$

w której:

$$g=9^{\text{m}}.8088.$$

P jest parcie wewnętrzne
 p jest parcie zewnętrzne
 d gęstość gazu, albo waga metra kubicznego, oznaczone, jak powiedziano w n° 112.

Jeżeli się używało parciomierza merkuryalnego, formułę powyższą można zastąpić następującą:

$$V=\sqrt{\frac{13598}{2g \frac{d}{d}}} \quad h=\sqrt{\frac{266760h}{d}},$$

co daje następujące prawidło:

Aby oznaczyć prędkość, z jaką gaz przepływa przez otwór naczynia:

Mnoży się wysokość kolumny merkuryusza, która mierzy w metrach różnicę parcia wewnętrznego i zewnętrznego, przez 2.66760, o iloczyn dzieli się przez gęstość gazu, oznaczonego przez formułę n° 112.

Pierwiastek kwadratowy z tego ilorazu będzie prędkością szukaną.

UWAGA. To prawidło nie daje się zastosować jak tylko w wypadkach zwyczajnych, gdzie parcie zewnętrzne nie przechodzi wewnętrznego od $\frac{1}{4}$ do $\frac{1}{5}$ największej.

PRZYKŁAD. Jaka jest prędkość wypływu powietrza, przechodzącego przez rurkę, w której nadmiar parcia wewnętrznego nad parcie zewnętrzne atmosferyczne, jest mierzone przez kolumnę merkuryusza $h=0^{\text{m}}.06$ i mającego temperaturę $t=+10^{\circ}\text{C}$?

Znajdzie się naprzód podług n° 112 że $d=1^{\text{mgr}}.352$, a formuła powyższa daje:

$$V=\sqrt{\frac{266760 \times 0^{\text{m}}.06}{1^{\text{mgr}}.352}}=108^{\text{m}}.8.$$

114. KOLUMNA POWIETRZA, WYCHODZĄCA OTWOREM POWIERZCHNI DANEJ. Wypływ teoretyczny, albo kolumna gazu, lub pary, który przepływa przez otwór powierzchni danej, odzrucając skutki ściśliwości (*contraction*), oblicza się przez następującą formułę:

$$Q=AV,$$

w której:

A jest powierzchnią otworu w metrach kwadratowych,

V prędkość na sekundę w metrach,

a co daje następujące prawidło:

Mnoży się powierzchnia otworu przez prędkość przepływu, oznaczoną podług prawidła poprzedniego n° 113.

Iloczyn będzie szukanym wypływem teoretycznym.

Aby mieć wypływ rzeczywisty, potrzeba mnożyć wypływ teoretyczny przez:

0.61, jeżeli ściśnienie jest zupełne,

0.84, jeżeli otwór jest zakończony dodatkiem walcowym,

0.96, jeżeli otwór jest na końcu rury ostrokątowej, przedłużonej i zrównanej, jak to zwyczajnie ma miejsce.

PRZYKŁAD. Jaka jest kolumna powietrza, która przepływa przez otwór $0^{\text{m}}.034$ średnicy, położony na końcu rury wielkiego pieca żelaznego, przy nadmiarze parcia wewnętrznego

w rurze nad ciśnienie powietrza, mierzonym przez kolumnę merkuryusza $0^m.06$ w temperaturze $+10^0$ C?

Formuła n° 109 daje na prędkość przepływu:

$$V=108^m.8 \text{ w } 1''.$$

Kolumna powietrza, wychodzącego w $1''$, będzie:

$$Q=0.96 \times 0^{mk}.00091 \times 108^m.8 = 0^{ms}.095.$$

115. PRZYPADK, GDZIE SIĘ UWAŻA PARCIE W ODLEGŁOŚCI ZNACZNEJ OD OTWORU RURY. Kiedy będziemy uważali ciśnienie za pomocą parciomierza w jakim miejscu rury, znacznie oddalonem od końca tak, że opór ścian wywiera wpływ znaczny na zmniejszenie tego ciśnienia, oblicza się prędkość w otworze, umieszczonym na końcu tej rury, przypuszczając ją okrągłą i gładką we środku, to jest tak, jak się zdarza zwyczajnie przez formułę:

$$V = \sqrt{\frac{2g(P-p)}{d \left(1 + \frac{0.0252 L m^2 D'^4}{D^5}\right)}} = \sqrt{\frac{266760h}{d \left(1 + \frac{0.0252 L m^2 D'^4}{D^5}\right)}},$$

w której przedstawia:

$P-p$ nadmiar parcia wewnętrznego nad zewnętrznem na metr kwadratowy i równy $1.3598h$, które to h jest kolumną merkuryusza, mierzącą różnicę ciśnień,

d gęstość, czyli wagę 1 metrasześciennego gazu pod parciem P ,

L długość rury w metrach,

D średnicę rury w metrach,

D' średnicę otworu w metrach,

m współczynnik przepływu względnie do otworu.

Ta formuła wyrazi się następującym prawidłem:

Aby obliczyć prędkość, z jaką powietrze przepływa na końcu rury przy mierzeniu ciśnienia w znacznej odległości od otworu:

Mnoży się długość rury w metrach przez 0.0252 , przez kwadrat z współczynnika, odpowiadającego otworowi (n° 12 i następne), i przez czwartą potęgę z średnicy otworu, dzieląc ten cały iloczyn przez średnicę rury, wyniesioną do potęgi piątej.

Do ilorazu powyższego dodaje się jedność i mnoży sumę przez wagę metra sześciennego gazu, czyli gęstość obliczoną podług n° 112.

Mnoży się wysokość kolumny merkuryusza, która mierzy nadmiar parcia wewnętrznego nad ciśnienie zewnętrzne przez 2.66760 , a iloczyn ten dzieli się przez poprzedni.

Pierwiastek kwadratowy tego ostatniego ilorazu będzie szukaną prędkością.

PRZYKŁAD. Jaka jest kolumna powietrza w temperaturze $+10^0$ C, która przepływa przez otwór $0^m.06$ średnicy, położony na końcu rury szerokiej $0^m.25$ w średnicy, a 100^m dłuższej na początku, której nadmiar parcia jest mierzony przez kolumnę merkuryusza $0^m.06$?

Formuła poprzednia daje:

$$V = \sqrt{\frac{2.66760 \times 0^m.06}{1.352 \left(1 + \frac{0.0252 \cdot 100 \cdot (0.96)^2 \cdot (0^m.06)^4}{(0.25)^5}\right)}} = 107^m.3.$$

Mając wiadomą tym sposobem prędkość przepływu w końcu rury, z łatwością obliczy się przepływ za pomocą formuły i prawidła n° 110.

Jeżeli otwór jest rurą zwyczajną:

$$Q = 0.96 \times 0.7854 (0^m.06)^2 \times 107^m.3 = 0^{ms}.291.$$

116. PRZYPADK, GDZIE SIĘ UWAŻA PARCIE W NACZYNIU, Z KTÓREGO RURA WYCHODZI. Jeżeli mamy umieszczony parciomierz w naczyniu, z którego wychodzi rura, prowadząca gaz, oblicza się prędkość na końcu tej rury przez formułę:

$$V = \sqrt{\frac{266760h}{d \left[1 + \frac{m^2 D'^4}{D^4} \left\{ \left(\frac{1}{m} - 1\right)^2 + \frac{0.0252 L}{D} \right\} \right]}},$$

w której oprócz oznaczeń poprzednich,

m' wyraża współczynnik przepływu przez otwór rury zwykle równy 0.61 .

Ta formuła daje prawidło:

Dzieli się jedność przez współczynnik przepływu na początku rury, od ilorazu odejmuje się jedność, i resztę wynosi do kwadratu; mnoży się długość rury przez 0.0252, a iloczyn ten dzieli się przez średnicę rury, i dodaje się do tego ilorazu ilość, powstała z kwadratu poprzedniego, a summa ztąd wypadła mnoży się przez kwadrat z współczynnika, odpowiadającego otworowi rury, i przez średnicę otworu, wyniesioną do potęgi czwartej, i dzieli przez średnicę rury, wyniesioną do potęgi czwartej.

Do wypadku dodaje się jedność, i sumę mnoży się przez gęstość gazu, czyli wagę 1 metra sześciennego (n° 112).

Mnoży się następnie wysokość kolumny merkuryusza, która mierzy nadmiar parcia w naczyniu nad ciśnienie zewnętrzne, przez 2.66760.

Ten ostatni iloczyn dzieli się przez wypadek działań poprzednich, a pierwiastek kwadratowy z ilorazu będzie prędkością wypływu gazu z otworu rury, wyrażony w metrach sześciennych.

PRZYKŁAD. Jakaby była w przykładzie poprzednim prędkość wypływu, jeżeliby parcie oznaczone, było mierzone w naczyniu?

Współczynnik wypływu na początku rury byłby:

$$m' = 0.61,$$

więc by się znalazło:

$$V = 107^m.06,$$

co wskazuje, że nie ma różnicy znacznej, kiedy parcie mierzy się w naczyniu, czy też przy początku otworu w rurze.

117. SPOSTRZEŻENIA I UWAGI NAD PRAWIDŁA MI WINNEMI SIĘ ZACHOWAĆ PRZY ZAKŁADANIU RUR, ROZPROWADZAJĄCYCH GAZ. Formuły poprzednie wskazują, że w rozprowadzeniu rur gazowych, powinno się:

1° Dać rurom średnice tak wielkie, o ile pozwala oszczędność i miejscowość. Zgodzono się robić:

$$D = 0^m.30 \text{ do } 0^m.40,$$

to jest 12 do 17 cali dla rur głównych, i

$$D = 0^m.20 \text{ do } 0^m.25,$$

czyli 8 do 10 cali dla rur rozprowadzających.

2° Zmniejszyć o ile można długość całą rur.

3° Unikać wszelkich zatykań i ściskań w rurach.

4° Rozłożyć wszystkie przejścia bądź to na początku rur, bądź to przy kurkach rozprowadzających w sposób, aby zmniejszyć albo zniszczyć skutek ściśliwości.

5° Unikać niepotrzebnych zmian kierunku prostego rur, zaokrąglając kolana, jak można najforemniej.

O SILE BIEGU WODY. (*de la force de cours d'eau*).

118. SPADEK CAŁKOWITY (*la chute totale*) biegu wody w fabryce jest, wysokość poziomu w kanale dopływowym nad poziom wody w kanale odpływowym.

SILA BIEGU WODY, albo IŁOŚĆ PRACY CAŁKOWITEJ BEZWZGLĘDNEJ (*la quantité de travail absolu*), którą ta woda dostarcza, jest iloczyn z wagi wody, przepływającej przez spadek całkowity.

Nazywając zawsze:

Q masę wody, wyrażoną w metrach sześciennych,

H spadek całkowity w metrach.

Działanie zupełne, albo siła biegu wody będzie dana przez:

$$1000QH^{km},$$

i jeśliby chiano wyrazić tę siłę w koniach parowych (*chevaux-vapeur* po 75^{km}, każdy, byłaby liczba N koni, mogąca się naznaczyć przez formułę:

$$N = \frac{1000QH}{75}.$$

PRZYKŁAD. Jaka jest siła całkowita biegu wody, która dostarcza 0^{ms}.450 na sekundę i ma spadek całkowity 5^m.25?

Siła całkowita szukana jest:

$$1000 \times 0^{ms}.450 \times 5^m.25 = 2362^{km}.5,$$

a jej wyrażenie w koniach:

$$N = \frac{2362^{km}.5}{75^{km}} = 31.5^{kp}.$$

Ta siła całkowita biegu wody, która stanowi jej wartość, powinna być szacowana stosownie do uregulowanego wydatku, kiedy otwory, przepuszczające wody, są tak urządzone, że bieg wody jest w technicznym porządku, co się poznaje po stałej wysokości poziomu wód w kanale dopływowym podczas ruchu wody, czyli w czasie jej przepływu.

Powinno się także uważać, aby mierzyć masy wód w takiej porze, kiedy wysokość ich jest średnia, a pewniej jeszcze w czasie wód najniższych.

KOŁA WODNE.

PRAWIDŁA UŻYWANE PRZY OSZACOWANIU SKUTKU UŻYTKOWEGO (*l'effet utile*) KOŁA WODNEGO JUŻ URZĄDZONEGO.

120. ROZGATUNKOWANIE ROZMAITYCH UŻYWANYCH RODZAJ KÓŁ WODNYCH. Rodzaje kół wodnych, najwięcej używanych, są:

1^o Dawne koła o *łopatkach płaskich*, (*à palettes planes*), które odbierają wodę w części dolnej i poruszają się w pogródce, mając oddalenie od dna i ścian (*jeu*) mniej lub więcej znaczne.

2^o Koła o *łopatkach płaskich*, osadzone w pogródkach w części całego spadku zaokrąglonych, i które odbierają wodę przez otwory z ciśnieniem wody nad krawędzią górną otworu.

3^o Koła o *łopatkach płaskich*, osadzone w pogródkach zaokrąglonych w całej wysokości spadku, odbierających wodę z góry progu, jak w przewale, a które niewłaściwie nazywają koła boczne (*roues de côtes*).

4^o Koła z *łopatkami krzywymi* (*à aubes courbes*), utworzone przez Pana Poncelet, które odbierają wodę w części dolnej w pogródce zaokrąglonej i przez stawidła nachylone.

5^o Koła z *łopatkami łamanymi* (*roues à augets*), które odbierają wodę albo z wierzchołka albo poniżej takowego.

6^o Koła *wiszące* czyli *plywaki* (*roues pendantes*), osadzone na statkach, które się poruszają w prądzie wody w pewny nieoznaczony sposób przez stosunek do ich wymiarów.

7^o *Turbiny*. (*Turbines*),

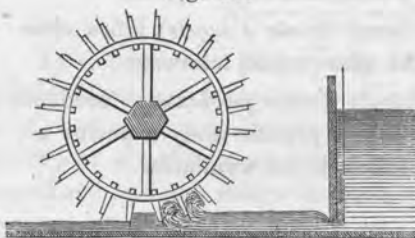
121. OBJAŚNIENIE ZNACZENIA LITER, KTÓRESIĘ BĘDĄ UŻYWAĆ W FORMUŁACH W TYM ROZDZIALE. W całym niniejszym wykładzie odcio kół wodnych będziemy nazywali:

- Q Kolumna wody, przepływającej w 1", wyrażona w metrach sześciennych,
- V prędkość przybywającej warstwy wody na koło oznaczona jak to było powiedziano przy n° 49,
- v prędkość obwodu zewnętrznego koła,
- a kąt sformowany przez te dwie prędkości. Ten kąt jest łatwy do oznaczenia, prowadząc według zasady styczną do linii krzywej, opisaną przez promień środkowy (n° 49), i styczną do obwodu koła w punkcie, gdzie się te linie krzywe przecinają.
- P skutek średni, wywarty przez wodę na obwód zewnętrzny koła, wyrażony w kilogramach, czyli ciężar, jakoby koło mogło unieść za pomocą sznura, umieszczonego na tym obwodzie.
- h wysokość, którą woda schodzi od punktu swego wejścia na koło aż do spodu tegoż, to jest wysokość punktu spotkania się środkowej linii warstwy płynu z obwodem zewnętrznym koła nad punkt dolny koła.

Podług tego iloczyn Pv wagi, która byłaby wzniesiona na obwodzie koła, i drogi v , przebieżonej przez jej punkt dotknięcia w 1", będzie przedstawiał *skutek użytkowy* (l'effet utile), albo ilość pracy, odniesionej do obwodu koła.

122. DAWNE KOŁA O ŁOPATKACH PŁASKICH. (à palettes planes). Te koła, które często napotykamy w dawnych młynach,

Fig. 26.



są pospolicie umieszczone w pogródkach z drewna, albo kamienia łupanego, dosyć źle pobudowane, gdzie ich łopatki mają oddalenie od dna i ścian (jeu) 0^m.03 do 0^m.04 najmniej (fig 26).

Ramystawidłowe są prostopadłe, i położone zazwyczaj w odległości bardzo znacznej od koła.

Doświadczenia Bossut'a i Sméaton'a pokazały, że prędkość obwodu zewnętrznego koła, jest najwięcej w stosunku 0.33, lub 0.50 do działania całkowitego wody napływowej.

Pierwszy stosunek zgadza się szczególniej w przypadku, kiedy spadki i prędkości są wielkie, a drugi, gdzie masy wody są znaczne. W tych okolicznościach skutek użytkowy, albo ilość pracy, przeniesiona na obwód koła, jest dana przez formułę praktyczną następującą, wyprowadzoną z doświadczeń powyżej przytoczonych autorów:

$$Pv = 61Q(V - v)v^{km},$$

w której prędkość V oznacza się stosownie do położenia podług n° 45 i następnych.

Ta formuła daje następujące prawidło:

Aby mieć skutek użytkowy, czyli ilość pracy, zużywanej przez koło o łopatkach płaskich, odbierających wodę z dołu:

Mnoży się masę przepływającej wody, wyrażoną w metrach sześciennych, przez 61, przez nadmiar prędkości wody, przybyłej do koła względem prędkości zewnętrznego obwodu koła, i przez prędkość tegoż obwodu zewnętrznego koła.

Iloczyn cały będzie szukany skutek użytkowy, wyrażony w kilogramach, podniesionych do wysokości jednego metra w ciągu sekundy.

PRZYKŁAD. Jaki jest skutek użytkowy koła z łopatkami płaskimi w rodzaju poprzednio opisanym, które ma przepływ 0^{ms}.500 na sekundę, prędkość przybyłej wody do koła jest 4^m.50, a obwodu zewnętrznego koła 2^m.50?

Prawidło poprzedzające daje, dla skutku użytkowego szukanego formułę:

$$Pv = 61 \times 0^{ms}.500 \times (4^m.50 - 2^m.50) 2^m.50 = 152^{km}.5,$$

albo około dwóch koni.

123. STOSUNEK SKUTKU UŻYTKOWEGO DO SIŁY ZUPEŁNEJ BEZWZGLĘDNEJ DZIAŁACZA. Gdyby otwór był położony przy samém kole, i gdyby prędkość była mniej niszczone przez opór ścian, wysokość cała spadku odpowiednia prędkości $V = 4^m.50$ byłaby około 1^m.03 (n° 3); a ztąd praca bezwzględna działacza:

$$1000 \times 0^{ms}.500 \times 1^{m}.03 = 515^{km},$$

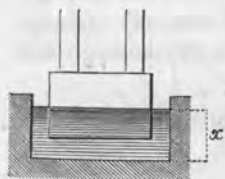
albo 6.87 koni.

Stosunek skutku użytkowego rzeczywistego do skutku bezwzględnego całkowitego działacza jest $\frac{152.5}{515} = 0.297$, pokazuje się więc z tego, że te koła nie użytkują prawie jak 0.30 skutku całkowitego swego działacza.

Kiedy oddalenie od pogródek (*jeu*) koła przechodzi 0.04, to skutek użytkowy jeszcze bardziej się zmniejsza tak, że nie przechodzi 0.25 siły bezwzględnej działacza.

124. SPOSTRZEŻENIE. Potrzeba ograniczyć zastosowanie tego prawidła w przypadku, gdzie masa wody, puszczanej na koło, nie napełnia zupełnie przestrzeni, zawartej pomiędzy łopatkami, o czym łatwo się zapewnić prostym spojrzeniem. W przypadku zaś, gdzie kolumna wody przepływowej byłaby większa, jak ta, jaką koło może przyjąć, oblicza się skutek użytkowy, przypuszczając masę wody, sprowadzoną do téj, która może się pomieścić pomiędzy łopatkami.—Lecz powinno się mieć na uwadze, że wtedy ocenienie będzie bardzo niepewne.

125. PRZYPADEK, KIEDY ŁOPATKI MAJĄ ZNACZNE ODDALENIE OD ŚCIAN I DNA POGRÓDEK (*jeu*). Jeżeli oddalenie koła od pogródek przechodzi o wiele stosunki wyżej naznaczone, (fig. 27) nie byłoby możliwem zastosować formułę, z doświadczenia poprzednio wskazaną, i potrzebaby się uciec do następującego prawidła:



Znając masę wody Q , przepływającą otworem, oznaczy się podług prawidła n° 45 i następnych stosownie do kształtu pogródki prędkość V , przybyłej wody na koło; potem nazywając:

L szerokość znaną pogródki,

x grubość warstwy wody w pogródce w miejscu, gdzie dosięga koła, będzie widocznie:

$$Q = VLx, \text{ z czego: } x = \frac{Q}{VL},$$

co daje prawidło, że:

Grubość warstwy wody pod kołem jest równa ilorazowi z masy wody, przepływającej w P , przez iloczyn prędkości wody, przybyłej do koła, przez szerokość pogródki.

Mając tak oznaczoną głębokość x wody, będziemy mieli powierzchnię A przecięcia wody z iloczynu $xL = A$, to jest szerokości pogródki przez wysokość wody pod kołem.

Podług rysunku i wymiarów łopatek będzie łatwo oznaczyć, w jakiej głębokości zanurzają się łopatki w tém przecięciu wody, i nazywając a powierzchnię, zanurzoną każdej łopatki, oblicza się skutek użytkowy koła przez następującą formułę:

$$Pv = 76.45 aV(V-v)v^{km},$$

co daje następujące prawidło:

Mnoży się powierzchnia zanurzona przez 76.45, przez prędkość wody, przybyłej do koła, przez nadmiar prędkości téj saméj nad prędkość obwodu zewnętrznego koła, i przez prędkość tegoż obwodu.

Iloczyn będzie skutkiem użytkowem koła, wyrażony u kilogramach, podniesionych do wysokości 1 metra w sekundzie.

PRZYKŁAD. Jaki jest skutek użytkowy koła podsiebiernego z łopatkami płaskimi, które jest oddalone $0^{m}.10$ od każdej ściany pogródki i $0^{m}.06$ od dna upustu, mając jego dane następujące:

$$Q = 0^{ms}.600, V = 5^{m}.50, v = 3^{m},$$

$$L = 1^{m} \text{ szerokość pogródek;}$$

$$l = 0^{m}.80 \text{ szerokość łopatek.}$$

Będzie więc:

$$x = \frac{Q}{VL} = \frac{0^{ms}.600}{5^{m}.50 \times 1^{m}} = 0^{m}.109,$$

$$a = 0^{m}.80(0^{m}.109 - 0^{m}.06) = 0^{mk}.0392,$$

$$Pv = 76.45 \times 0^{mk}.0392 \times 5^{m}.50(5^{m}.50 - 3^{m})3^{m} = 124^{km},$$

czyli $Pv = 1.65$ koni.

Jeżeli otwór przepływu był położony przy samym kole, przez co było mniej straty prędkości w pogródku, spadek cały byłby mniej więcej odpowiedni prędkości przybyłej $V=5^m.50$, czyli równy $1^m.54$, i siła bezwzględna biegu wody byłaby około:

$$1000 \times 0.600 \times 1^m.54 = 924^{km}.$$

Stosunek skutku użytkowego do pracy bezwzględnej działacza jest więc:

$$\frac{124}{924} = 0.134.$$

Pokazuje się więc, że w położeniu przykładu powyższego skutek użytkowy jest najwięcej 0.134, albo $\frac{1}{7.46}$ częścią siły bezwzględnej działacza.

126. DZIAŁANIE NAJWIĘKSZE WYWARTÉ PRZEZ WODĘ NA KOŁO. Często jest ważnem, aby można obliczyć skutek największy, jaki może wywrzeć woda na koło w chwili rozpoczęcia ruchu w fabryce. Chcąc przyjść do tego, przypuszcza się stawidło, podniesione najwyżej, albo raczej dostarczające wodę więcej, jak dostateczną do napełnienia przestrzeni pomiędzy łopatkami, i oblicza się praca użytkowa odpowiednia maximum działania na koło przez to podniesienie stawidła, za pomocą prawideł danych powyżej. Znając tę ilość pracy, dzieli się ją przez prędkość v obwodu koła, i będziemy mieli skutek P , wywarty w przypadku największego działania przy podniesieniu najwyższém stawidła. Mnoży się ten skutek przez 1.33, a iloczyn $1.33P$ da nam skutek największy, jaki koło może wywrzeć na wprowadzenie w ruch zakładu.

PRZYKŁAD. Przyjmując kolumnę wody $0^{ms}.500$, przyjętej w przykładzie poprzednim przy n° 122, i przypuścimy, że ona jest największą, jaką może koło przyjąć między łopatki, jaki jest skutek największy, wywarty w chwili puszczenia w ruch zakładu?

Przepływ będąc bardzo znacznym, daje prędkość obwodu koła, odpowiednią największemu działaniu, to jest: (n° 122)

$$V = 0.50 \times 4^m.50 = 2^m.25.$$

Formuła wtedy daje na skutek użytkowy:

$$P = 61 \times 0^{ms}.500 (4^m.50 - 2^m.25) 2^m.25 = 154^{km}.4.$$

A z tego działanie wywarte na obwód zewnętrzny koła jest wtedy:

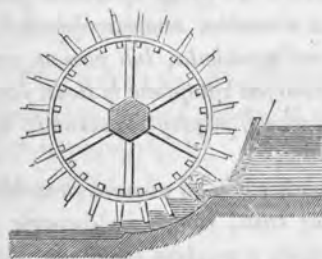
$$P = \frac{154^{km}.4}{2^m.25} = 68^{kgr}.67,$$

a działanie największe w chwili puszczenia w ruch zakładu przy podniesieniu tém stawidła będzie około:

$$1.33 \times 68^{kgr}.67 = 91^{kgr}.33.$$

127. KOŁA O PŁASKICH ŁOPATKACH, DOKŁADNIE OSADZONE

Fig. 28.



NE W POGRÓDKACH, ZAOKRĄGLONYCH I ODBIERAJĄCE WODĘ PRZEZ OTWÓR, NAD KTÓREGO KRAWĘDZIĄ GÓRNĄ JEST POZIOM, CZYLI WYSOKOŚĆ CIŚNIENIA. Napotyka się często koła o płaskich łopatkach, starannie budowane, które są osadzone w pewnej części całego spadku w po-

gródku zaokrąglonej, z małym oddaleniem od ścian i bardzo często z podłogą. (fig. 28).

Woda działa na te koła w sposób że zaraz po przejściu przez otwór, dotyka łopatek całą prędkością V , a następnie postępując za ruchem koła, schodzi po kole z wysokości h równej oddaleniu punktu spotkania z kołem od spodu tegoż koła. Jeżeli łopatki koła są zanurzane w pewnej części równej, albo niższej od wysokości wody, która może się pomieścić między dwoma łopatkami na dole, bierze się za h wysokość punktu spotkania wody napływowej z kołem nad poziom wód w kanale odpływowym.

Otwór jest wtedy utworzony przez stawidło, które podnosząc się, lub zniżając, zawsze zostawia poziom wody górnej nad wierzchnią krawędzią otworu.

Jakikolwiek byłby stosunek części zaokrąglonej pogródki do wysokości spadku, zawsze kolumna wody, wchodząca w ko-

ło, nie będzie przenosić $\frac{2}{3}$ objętości, zawartej między przedziałami łopatek, i prędkość koła nie będzie się znacznie różnić od prędkości wody, przybyłej na koło. Formuła praktyczna następna, wyprowadzona z wielu doświadczeń (*) czynionych na 4^{ch} kołach rozmaitej wielkości i siły od dwóch do 15 koni, wskazuje skutek użytkowy koła, nie więcej jak o $\frac{1}{30}$ zupełnie pewny.

$$Pv = 750Q \left\{ h + \frac{(V_{dosta} - v)v}{9.81} \right\}^{km},$$

której oznaczenie liter jest znane podług (n° 121), a daje prawidło następujące:

Oznacza się za pomocą prawidła n° 49 punkt spotkania promienia średniego warstwy płynu z obwodem zewnętrznym koła, bierze się wysokość h tego punktu nad spód koła, lub poziom wody w kanale odpływowym, jeżeli koło jest zatapiane w ilości równej, lub większej grubości wody, zawartej między łopatkami, będącemi najniżej.

Mnoży się prędkość V napływowej wody za pomocą prawidła n° 49 wynalezionej, przez dostawę kąta, który ona formuje ze styczną poprowadzoną do obwodu koła w punkcie spotkania warstwy płynu, od tego iloczynu odejmuje się prędkość v obwodu koła, a resztę mnoży się przez tę samą prędkość, i iloczyn powstały dzieli się przez 9.81.

Dodając iloraz poprzedni do wysokości h , i mnożąc tę sumę przez 750 razy kolumnę wody, przepływającej w jednej sekundzie, wyrażonej w metrach sześciennych, będziemy mieli na iloczyn skutek użytkowy koła w I°.

1°. PRZYKŁAD. Koło wodne przy giserni, czyli odlewni w Tuluzie. Jaka jest siła użytkowa tego koła przy danych następujących?

$$Q = 0^{ms}.604, h = 0^{m}.422, a = 0. V = 5^{m}.47. v = 3^{m}.04.$$

(*) Experiences sur les roues hydrauliques, par M. A. Morin, (Metz 1836) à Paris, chez L. Mathias, libraire.

Formuła daje:

$$Pv = 750 \times 0^{ms}.604 \left(0^{m}.422 + \frac{5^{m}.47 - 3^{m}.04}{9.81} \times 3^{m}.04 \right) = 532^{km}.$$

Doświadczenie bezpośrednie z hamulcem dynamometrycznym dało 504^{km}.

2^{gi} PRZYKŁAD. Koło wodne suszarni sztucznej prochu w Metz. Jaka jest siła użytkowa tego koła przy danych następujących?

$$Q = 0^{ms}.215, h = 0^{m}.414, a = 0, V = 2^{m}.696, v = 1^{m}.616.$$

Formuła daje:

$$Pv = 750 \times 0^{ms}.215 \left\{ 0.414 + \frac{(2^{m}.696 - 1^{m}.616)}{9.81} \times 1^{m}.616 \right\} = 95.5^{km}.$$

Doświadczenie robione z hamulcem dało 96.3^{km}.

3^{ci} PRZYKŁAD. Koło wodne fryszerki, należącej do fabryki broni Châtellerault. Jaka jest siła użytkowa tego koła przy danych następujących?

$$Q = 0^{ms}.441, h = 1^{m}.28, \text{dost: } a = 0.90, V = 2^{m}.77, v = 1^{m}.025.$$

Formuła daje:

$$Pv = 750 \times 0^{ms}.441 \left\{ 1^{m}.28 + \frac{(2^{m}.493 - 1^{m}.025)}{9.81} \times 1^{m}.025 \right\} = 474^{km}.$$

Doświadczenie czynione z hamulcem dało 460^{km}.

4^{ty} PRZYKŁAD. Koło wodne przy zakładzie w Baccarat (Meurthe) do tłuczenia materiałów. Jakie jest działanie tego koła przy danych następujących?

$$Q = 0^{ms}.392, h = 1^{m}.40, a = 50^{\circ}, V_{\text{dost:}} a = 1^{m}.985, v = 1^{m}.375.$$

Formuła daje:

$$Pv = 750 \times 0^{ms}.392 \left\{ 1^{m}.40 + \frac{(1^{m}.985 - 1^{m}.375)}{9.81} \times 1^{m}.375 \right\} = 437^{km}.$$

Doświadczenie bezpośrednie z hamulcem dało ten sam wypadek.

Cztery przykłady, które daliśmy, odnoszą się do kół, z którymi były czynione doświadczenia, zamieszczone zostały

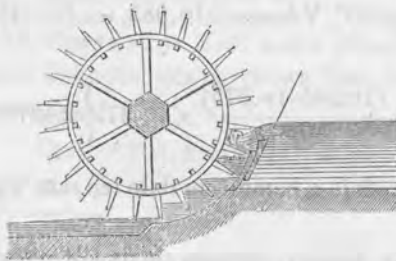
w dziele wyżej przytoczonym, i na zasadzie tych doświadczeń ułożoną została, przytoczona tu przez nas formuła praktyczna.

128. PORÓWNANIE DZIAŁANIA UŻYTKOWEGO DO SIŁY BEZWZGLĘDNEJ I ZUPEŁNEJ DZIAŁACZA. Porównanie działania użytkowego koła wodnego do pracy bezwzględnej działacza wskazuje stosunek pomiędzy sobą tych ilości, i jest dla koła wodnego giserni w Tuluzie, gdzie wysokość h była około $\frac{1}{4}$ części całego spadku, jak 0.40 do 0.45
 koło wodne suszarni sztucznej prochu w Metz, gdzie h było $\frac{2}{5}$ całego spadku, jest: . . . 0.42 do 0.49
 koło wodne fabryki broni w Châtellerault, gdzie h było $\frac{2}{3}$ całego spadku, jest: 0.47
 koło wodne zakładu tłuczenia w Baccarat, gdzie h było $\frac{1}{2}$ całego spadku, jest: 0.55
 Co dowodzi, że koła użytkują o tyle część większą siły działacza, o ile woda jest brana bliżej poziomu.

129. KOŁA O PŁASKICH ŁOPATKACH, OSADZONE W POGRÓDCE ZAOKRĄGLONEJ NA CAŁĄ WYSOKOŚĆ SPADKU, I ODBIERAJĄCE WODĘ PRZEZ STAWIDŁO W PRZEWALE. Najlepsze koła o płaskich łopatkach są, dokładnie osadzone na całą wysokość spadku w zaokrąglonej pogródce, gdzie nie mają, jak kilka millimetrów odległości od ścian, i odbierają wodę z przewалу stawidłem, o ile można najbliższym obwodu koła.

Za każdym razem, jak kolumna wody przychodzi do łopatek, nie powinna przechodzić połowy, lub

Fig. 29.



najwięcej o $\frac{1}{20}$ dokładne i pewne przez formułę

praktyczną następującą, wyprowadzoną z długich doświadczeń, czynionych na dwóch kołach wielkich, jednego siły 12 koni, a drugiego siły 25 koni, umieszczonych w fabryce kryształów Baccarat (Meurthe) (fig. 29).

$$Pv = 797Q \left\{ h + \frac{(V_{\text{dost}} - v)v}{9.81} \right\}^{\frac{1}{2}} \text{ km}$$

Ta formuła daje prawidłowo widocznie to samo, co przy poprzednim kole, wyjąwszy tylko zmiany współczynnika, wypadłego z doświadczeń, który w tém położeniu zamiast 750 powinien być 797.

Pokazuje się korzyść, jaką znajdujemy z umieszczenia stawidła w przewale, a widoczniej jeszcze jest, porównując działanie użytkowe z pracą bezwzględną działacza, ponieważ stosunek tych ilości wznosi się w tym ostatnim wypadku 0.70 około wtedy, kiedy dla kół poprzednich było najwięcej 0.55. (*)

PIERWSZY PRZYKŁAD. Jakie jest działanie koła z łopatkami płaskimi w fabryce kryształów w Baccarat przy następujących okolicznościach?

Szerokość otworu w przewale	3 ^m .90
Wysokość poziomu głównego nad próg	0 ^m .175
Kolumna wody przepływającej Q	0 ^{ms} .493
Spadek cały	2 ^m .056

Oprócz tego:

$$h = 1^{\text{m}}.935, \quad V_{\text{dost}} = 1^{\text{m}}.033, \quad v = 0^{\text{m}}.728.$$

Znajdzie się dla działania użytkowego szukanego,

$$Pv = 797 \times 0^{\text{ms}}.493 \left\{ 1^{\text{m}}.935 + \frac{1^{\text{m}}.033 - 0^{\text{m}}.728}{9.81} \times 0^{\text{m}}.728 \right\} = 769^{\text{km}}.$$

Doświadczenie bezpośrednie z hamulcem dało 748^{km}. Spadek cały jest 2^m.056, stosunek działania użytkowego do siły bezwzględnej działacza jest 0^m.679.

DRUGI PRZYKŁAD. Jakie jest działanie użytkowe koła z łopatkami płaskimi w szlifierni kryształów w Baccarat, przy następujących okolicznościach?

(*) Zobacz Mémoire, przytoczony przy poprzednim numerze, rozdział 4 i 5 stronnica 42 do 65.

Przepływ wody jest:

$$Q=0^{ms}.419, h=1^m.48, V_{dost:a}=0^m.985, v=1^m.621,$$

Znajdzie się dla działania użytkowego szukanego:

$$Pv=797 \times 0^{ms}.419 \left\{ 1^m.48 - \frac{1^m.621 - 0^m.985}{9.81} \times 1^m.621 \right\} = 458^{km}$$

Doświadczenie czynione z hamulcem dało 458^{km} .

Spadek cały jest $1^m.623$, więc praca bezwzględna działacza równa się:

$$1000 \times 0^{ms}.419 \times 1^m.623 = 681^{km},$$

i stosunek działania użytkowego do pracy bezwzględnej jest:
0.673,

wtedy, kiedy to samo koło, gdyby odbierało wody przez otwór z ciśnieniem nad wierzchołkiem, nie zużytkowałoby pracy bezwzględnej działacza jak 0.55.

UWAGA. W zastosowaniu formuł w tym numerze przytoczonych i w poprzednim, nie powinno zadziwiać, że prędkość w przypływie na koło jest niekiedy mniejsza od prędkości obrotu koła, i wtedy wyrażenie $\frac{(V_{dost:a}-v)}{9.81}v$ stanie się ujemne, jak to właśnie miało miejsce w ostatnim przytoczonym przykładzie.

130. PRAWIDŁO DO OBLICZENIA MASY WODY, ZAWARTÉJ W KAŻDÉM KORYTKU ŁOPATEK NA KOLE. Prawdła poprzedzające, dane przy n° 127 do 129, zastosowują się do kół, których korytka, czyli przestrzeń, zawarta pomiędzy dwoma łopatkami, przyjmuje kolumnę wody nie przechodzącą $\frac{2}{3}$ części objętości.

Dla obliczenia téj masy wody, którą przyjmuje każde korytko, nazwawszy q i e oddalenie łopatek na obwodzie zewnętrznym koła, będzie, zachowując poprzednie oznaczenie innych liter:

$$q = \frac{Q_{e^{ms}}}{v},$$

co sprowadzi się do następującego prawidła:

Aby obliczyć objętość wody, jakie odbiera każde korytko:

Dzieli się prędkość obrotu przez oddalenie łopatek, z czego otrzyma się liczba korytek, które przechodzą w sekundę przed otworem.

Dzieli się kolumna wody, przepływającej w $1''$, przez liczbę korytek, przechodzących w $1''$ przed otworem.

Wówczas będzie kolumną wody, którą powinno odbierać każde korytko.

PRZYKŁAD. Jaka jest kolumna wody, która powinna być odbierana przez każde korytko koła o łopatkach płaskich w szlifierni w Baccarat, w przypadku danym w drugim przykładzie n° 129, gdzie:

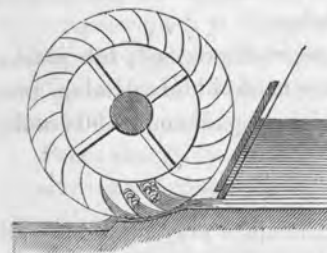
Oddalenie łopatek jest	$0^m.398$
Przepływ wody był	$Q=0^{ms}.419,$
Prędkość obrotu koła	$v=1^m.621,$
Liczba korytek, które przechodzą w $1''$ przed otworem	$\frac{v}{e} = \frac{1^m.621}{0^m.398} = 4.07,$

Kolumna wody, wchodząca w każde korytko	$q = \frac{0^{ms}.419}{4.07} = 0^{ms}.103$
Objętość korytek	$= 0^{ms}.493$
Stosunek kolumny wody, którą każde korytko odbiera do jego objętości	$\frac{0.103}{0.493} = \frac{1}{4.8}$

Postępuje się w ten sam sposób we wszystkich podobnych wypadkach, jakikolwiek byłby rodzaj koła.

131. KOŁA O KRZYWYCH ŁOPATKACH (*a aubes courbes*). Te

Fig. 30.



koła, których układ i teoria pochodzą od P. Poncelet, są opatrzone stawidłem, nachylonym w stosunku 1 podstawy do 1 lub 2 wysokości, osadzone w stronie dolnej w bardzo krótkiej pogródcie okrągłej przedłużonej w ścianę murowaną, lub drewnianą, kanału odpływowego (fig 30).

One mogą być budowane z drzewa lub żelaza i odbierają wodę w części dolnej koła.

Kiedy łopatki utrzymują się dobrze w obwodzie, i korona ich jest dosyć szeroka, że nie dozwala wciskać się wodzie wewnątrz koła, doświadczenie wskazuje:

1°. Że prędkość v obwodu zewnętrznego koła, odpowiadająca największemu działaniu, jest $v=0.55V$;

2°. Że wtedy dla spadków $2^m.00$ i więcej stosunek działania użytkowego do siły bezwzględnej działacza podnosi się do 0.60 i 0.65 .

3°. Że przy pogródkach płaskich stosunek działania użytkowego do siły bezwzględnej działacza zmniejsza się znacznie wtedy, jak prędkość oddala się widocznie od tej, która odpowiada największemu działaniu, lecz z pogródkami okrągłymi, których wykreślenie jest oznaczone przy $n^0 175$, prędkość może się różnić znacznie, a działanie użytkowe bardzo mało zmienia się.

4°. Że przeciwnie, jeżeli korony nie są dosyć szerokie, i jeżeli łopatki tworzą kąt ostry z obwodem wewnętrznym korony, woda wtedy wpada w koło, i działanie użytkowe przy spadkach 2^m jest 0.50 , a przy spadkach $1^m.50$ jest 0.55 częścią siły bezwzględnej działacza.

5°. Że siła największa, jaką koło może wyrzucić w chwili puszczenia zakładu wodnego w ruch, jest równa tej, która odpowiada największemu działaniu, mnożonemu przez 1.30 przy podniesieniu stawidła na $0^m.15$ wysokości i mniej, i przez 1.25 przy podniesieniu na $0^m.20$ i wyżej.

Można obliczyć działanie użytkowe tych kół przez formuły, w których:

V oznacza prędkość, zależną od ściśnienia na wierzchołek otworu, i inne oznaczenia wiadome:

1°. Koła dobrze zbudowane z pogródką okrągłą lub płaską, gdzie woda nie przerzuca się na wewnątrz, i które działają przy podniesieniu stawidła $0^m.20$ i wyżej i ze spadkami $1^m.50$ i mniej.

$$Pv=162.9Q(V-v)v^{km}.$$

2°. Koła dobrze zbudowane, działające przy mocnym podniesieniu stawidła pod spadkami $1^m.60$ do $2^m.00$,

$$Pv=152.9Q(V-v)v^{km}.$$

3°. Koła w których woda cokolwiek przedziera się na wewnątrz, i które mają podniesienie stawidła $0^m.10$ do $0^m.20$ i spadki mniejsze jak $1^m.50$.

$$Pv=142.9Q(V-v)v^{km}.$$

4°. Koła, mające stawidła mało nachylone, lub prostopadłe, położone daleko od koła, których działanie użytkowe jest bardzo słabe i oblicza się przez formułę.

$$Pv=102Q(V-v)v^{km}.$$

formuły powyższe pokazują najlepiej korzyść, jaką się ma z dobrego urządzenia kół o łopatkach krzywych.

Doświadczenie wskazuje najlepiej, że skutek użytkowy wzrasta z wysokością otworu, i że najkorzystniej używać podniesienia $0^m.20$ do $0^m.25$ i wyżej.

Kiedy korony koła wodnego są dobrze zbudowane, nie mają wyskoków, któreby opór wodzie stanowiły, wtedy koło nie zmienia działania i prędkości, chociażby koła do $\frac{2}{3}$ części były zatopione.

Formuły te używać można, kiedy podniesienie stawideł nie będzie mniejsze od $0^m.08$ i $0^m.10$, i gdzie woda nie będzie napływać bardzo obficie na koła.

Powyższe formuły praktyczne sprowadzają się do następującego prawidła:

Aby obliczyć działanie użytkowe koła z łopatkami krzywymi, odbierającego wodę w swojej części dolnej, mnoży się kolumna wody, przepływającej w 1", wyrażona w metrach sześciennych, przez nadmiar $(V-v)$ prędkości wody, przyплиwającej na koło, nad prędkość obwodu zewnętrznego koła, i przez prędkość v tegoż obwodu.

Potem iloczyn mnoży się stosownie do położenia koła i spadku, przez współczynnik dany z doświadczenia, a dla stawideł prostopadłych przy średnim utrzymaniu przez 102.0 .

Iloczyn będzie szukanym działaniem użytkowem.

PRZYKŁAD. Jakie jest działanie użytkowe koła o krzywych łopatkach w pogródce zaokrąglonej przy danych następujących?

$$Q=0^{ms}.5844, \quad V=4^{m}.418, \quad v=2^{m}.172,$$

Korony są dostatecznie szerokie, i woda łatwo się miesci w łopatkach, nie wyrzucając się na wewnątrz.

Formuła odpowiednia dla kół dobrze urządzonych jest:

$$Pv=162.9 \times 0^{ms}.5844(4^{m}.418-2^{m}.172)2^{m}.172=464^{km}.41.$$

Doświadczenie z hamulcem dało $475^{km}.9$.

Spadek cały jest $1^{m}.272$, a ztąd siła bezwzględna działacza jest:

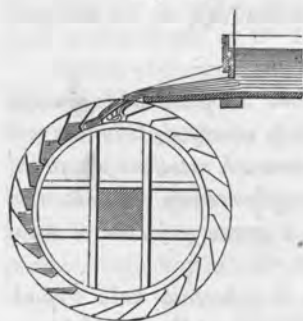
$$584^{kg}.4 \times 1^{m}.272=743^{km}.4.$$

Stosunek działania użytkowego danego z formuły do siły bezwzględnej działacza jest:

$$\frac{464.41}{743.4}=0.624.$$

Doświadczenie z hamulcem dało 0.64.

132. KOŁA O ŁOPATKACH ŁAMANYCH (korytkowe) (roues à augets) *Fig. 31.*



Koła korytkowe odbierają wodę albo na wierzchołek przez pogródkę, która prowadzi wodę od otworu na jedno z korytek, będące w wierzchołku koła, albo niżej wierzchołka przez stawidło pochylone. Te koła zwykle nie są osadzone w pogródkach zaokrąglonych (fig. 31).

Rozróżniemy dwa przypadki szczegółowe dla obliczenia działania użytkowego tych kół.

1°. Przypadek kiedy koła obracają się z prędkością, która nie przechodzi 2^{m} na obwodzie, i kiedy mają 2^{m} do $2^{m}.50$ średnicy, i gdzie korytka nie wypełniają się więcej, jak w połowie swęj objętości, co jest łatwo poznać za pomocą prawidła n°. 130.

2°. Przypadek gdzie koło będąc mniejsze, obraca się z prędkością więcej jak 2^{m} na sekundę na obwodzie koła, i gdzie korytka są napełnione w większej połowie ich objętości, a ztąd siła odśrodkowa sprawia wylewanie wody, co się zdarza w znacznej wysokości od spodu koła.

133. KOŁA Z ŁOPATKAMI ŁAMANEMI (KORYTKOWE) MAŁEJ PRĘDKOŚCI, KTÓRYCH KORYTKA NIE WYPEŁNIAJĄ SIĘ JAK W POŁOWIE ICH OBJĘTOŚCI. Pierwszy przypadek jest najczęściej trafiający się, i wtedy działanie użytkowe koła będzie podług licznych doświadczeń, czynionych (*) na czterech kołach, których średnice były $9^{m}.10$, $3^{m}.425$, $2^{m}.74$, $2^{m}.28$, oznaczone w przybliżeniu $\frac{1}{30}$ zupełnej dokładności, przez następującą praktyczną formułę:

$$Pv=780 Qh+102 Q(V \text{ dost } a-v)v,$$

gdzie wszystkie litery zachowują oznaczenia już wskazane w n° 121, a która da się sprowadzić do następującego prawidła:

Aby otrzymać działanie użytkowe koła korytkowego w pierwszym przypadku wyszczególnionym pod n° 131:

Mnoży się kolumna wody, przepływającej w 1" przez 780 i przez wysokość punktu, spotkania się średniego promienia warstwy wody z obwodem koła, nad spód tego koła, jak to było objaśnione n° 49.

Mnoży się prędkość V , przybyłej wody na koła (n° 49.) przez dostawę kąta, który się tworzy przez styczną poprowadzoną do obwodu koła w punkcie dotknięcia promienia średniego, przepły-

(*) Doświadczenia z kołami wodnemi, rozdziały 6, 7, 8 i 9, Mémoire przytoczonego w n° 127.

wajacęj wody na koło, od iloczynu odejmuje się prędkość v obwo-
du zewnętrznego koła, a reszta mnoży się przez tę samą prędkość
koła i przez 102 razy masę wody, przepływającą w 1", nako-
niec dodają się te dwa iloczyny.

Summa tych dwóch iloczynów będzie szukany działaniem
użytkowem.

1°. PRZYKŁAD. Jakie jest działanie użytkowe koła wodnego,
korczak zwanego, przy przędzalni pana N. Schlumberger et
Comp. w Guebwiller, przy następujących danych?

Przepływ wody w 1" $Q=0^{ms}.383$

Prędkość wody, przybywającą na koło . . . $V=2^m.13$

Prędkość obwołu koła $v=1^m.22$

Dostawa kąta $a=1$

Wysokość punktu spotkania promienia środko-
wego warstwy wody z obwodem koła nad
spód tego koła $h=7^m.452$

Znajdzie się:

$$Pv=780 \cdot 0^{ms}.383 \cdot 7^m.452 + 102 \cdot 0^{ms}.383 (2^m.13 - 1^m.22) 1^m.22 = \\ = 2270^{km}.$$

albo 30.26 koni parowych, z których każdy uważany za 75 ki-
logramów, podniesionych do wysokości 1 metra w ciągu 1
sekundy. (*)

Spadek cały jest $7^m.78$

Działanie bezwzględne wywierane na koło jest:

$$1000 \times 0^{ms}.383 \times 7^m.78 = 2980^{km}.$$

Stosunek działania użytkowego do bezwzględnego
całkowitego jest 0.762

2°. PRZYKŁAD. Jakie jest działanie użytkowe
koła korytkowego w młynie Senelles pod Lon-
gwy w następujących okolicznościach?

(*) To koło może podnieść siłę około 48 koni, lecz wtedy korytka są
bardzo pełne, i stosunek działania użytkowego do działania zupełnego jest
tylko najwięcej 0.60.

Przepływ wody w 1" $Q=0^{ms}.135$

Prędkość wody, przybywającą na koło . . . $V=2^m.67$

Prędkość obwołu koła $v=1^m.70$

Kąt dwóch prędkości $a=36^\circ$

Wysokość punktu spotkania promienia środ-
kowego wody z kołem nad spód tego koła . . $h=3^m.425$

Znajdzie się:

$$Pv = \left\{ 780 \times 0^{ms}.135 \times 3^m.425 + 102 \times 0^{ms}.135 \right. \\ \left. \times (2^m.67 \times 0.804 - 1^m.70) 1^m.70 \right\} = 371^{km}.$$

czyli około 5 koni parowych.

Spadek cały jest $3^m.34$, ztąd działanie całkowite będzie:

$$1000 \times 0^{ms}.135 \times 3^m.84 = 519^{km}.$$

i stosunek działania użytkowego do bezwzględnego jest (*)

$$\frac{371}{519} = 0.71.$$

3°. PRZYKŁAD. Jakie jest działanie koła korytkowego (kor-
czaka) w szlifierni Fleur-Moulin (Moselle) przy następujących
okolicznościach?

Przepływ wody w 1" $Q=0^{ms}.1215$

Prędkość przybywającą wody na koło . . . $V=2^m.36$

Prędkość obwołu koła w 1" $v=1^m.24$

Kąt dwóch prędkości mniej więcej $a=0$

Wysokość punktu dotknięcia wody, przybywają-
cą z kołem od spodu tego koła $h=2^m.28$

Znajdzie się:

$$Pv = 780 \times 0^{ms}.1215 \times 2^m.28 + 102 \times 0^{ms}.1215 \times \\ \times (2^m.36 - 1^m.24) 1^m.24 = 233^{km}.$$

czyli 3.1 koni parowych po 75^{km} .

Spadek cały jest $2^m.56$, a ztąd działanie bezwzględne cał-
kowite:

$$1000 \times 0^{ms}.1215 \times 2^m.56 = 311^{km}.$$

(*) Patrz doświadczenia z kołami wodnymi, rozdziały 6, 7 i 8, Mémoire
przytoczony powyżej.

Stosunek działania użytkowego do zupełnego jest:

$$\frac{233}{311} = 0.749.$$

Przykłady, które daliśmy, są wypadkami bezpośrednimi z doświadczeń czynionych z hamulcem. (*)

134. UPROSZCZENIE FORMUŁY POPRZEDNIEJ, KIEDY KORYTKA SĄ NAPEŁNIONE WIĘCEJ, JAK W POŁOWIE OBJĘTOŚCI. Formuła poprzednia może być jeszcze zastosowana z dostatecznym przybliżeniem do wielkich kół wodnych, których korytka wypełniają się kolumną wody równą $\frac{2}{3}$ częściom swęj objętości, podstawiając za współczynnik 780 pierwszego wyrazu formuły współczynnik 650.

PRZYKŁAD. Jakie jest działanie użytkowe koła wodnego przy przedzalni Panów Schlumberger et Comp. w Guebwiller (Haut-Rhin), w następujących okolicznościach?

Przepływ wody w 1" $Q = 0^{ms}.766$

Prędkość, przyływającej wody na koło . . . $V = 3^{m}.01$

Prędkość obwodu koła $v = 1^{m}.50$

Kąt dwóch prędkości (V i v) $\alpha = 0$

Wysokość punktu spotkania wody, przybywającej z obwodem koła od spodu tegoż koła $h = 7^{m}.08$

Znajdzie się:

$$Pv = \left\{ \frac{650 \times 0^{ms}.766 \times 7^{m}.08 + 102 \times }{0^{ms}.766(3^{m}.01 - 1^{m}.50)1^{m}.50} \right\} = 3702^{km}.$$

Spadek cały jest $7^{m}.77$, działanie bezwzględne zupełne jest 5951^{km} , i stosunek działania użytkowego do bezwzględnego:

$$\frac{3702}{5951} = 0.622$$

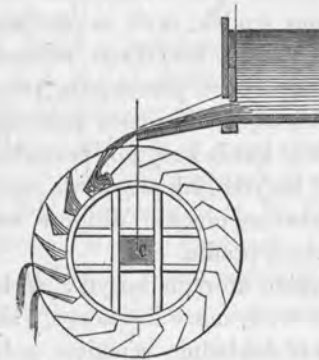
wtedy, kiedy był 0.75, jak korytka były wypełnione tylko w połowie.

(*) Patrz doświadczenia z kołami wodnymi już przytoczonymi rozdz. 9.

135. KOŁA WODNE WIELKIEJ PRĘDKOŚCI, KTÓRYCH KORYTKA SĄ NAPEŁNIONE WIĘCEJ JAK W $\frac{2}{3}$ CZĘŚCIACH ICH OBJĘTOŚCI. Kiedy koła są małe i prędkość ich obwodu zewnętrznego przechodzi 2^{m} na sekundę, i kiedy korytka są wypełnione więcej jak $\frac{2}{3}$ ich objętości, wtedy działanie siły odśrodkowej, złączonej z siłą ciężkości, przyspiesza znacznie wylewanie się wody, co zależy od stosunku prędkości i rozmiarów; i wówczas formuła poprzednia nie może być zastosowana do obliczenia działania użytkowego.

To położenie przytrafia się najczęściej w fryszerkach i tartakach w krajach górzystych, i wtedy trzeba się uciec do formuł danych przez pana Poncelet, których dokładność była wielokrotnie sprawdzana przez bezpośrednie doświadczenia z hamulcem dynamometrycznym. (*)

Fig. 32.



Pod działaniem téj ciężkości i siły odśrodkowej, powierzchnia wody w korytku przyjmuje krzywiznę walcową (fig. 32), której oś jest równoległą od osi koła wodnego, i znajduje się na płaszczyźnie pionowej, przechodzącej przez oś tego koła w odległości CI od środka osi, wyrażonej przez formułę:

$$CI = \frac{894.6}{n^2},$$

w której n wyraża liczbę obrotów koła w 1", i co daje następujące prawidło:

Aby znaleźć środek powierzchni krzywizny walcowej, utworzonej przez wodę w korytkach koła wodnego:

Dzieli się 894.6 przez kwadrat z liczby obrotów koła wodnego w 1".

(*) Patrz doświadczenia z kołami wodnymi, rozdz. 6, 7, i 8 Mémoire przytaczanego.

Noraz będzie odległością, odniesioną do płaszczyzny pionowej, przechodzącej przez środek osi koła wodnego, i będzie oznaczać wymiar oddalenia tego punktu od środka osi koła, znajdującego się zarazem na środku osi walca, którego powierzchnię stanowi woda w korytkach.

PRZYKŁAD. Jaka jest wysokość środka krzywizny powierzchni wody w korytkach koła wodnego fryszerki Renardière w Framont od osi tego koła, robiącego 24.25 obrotów na minutę?

jest:

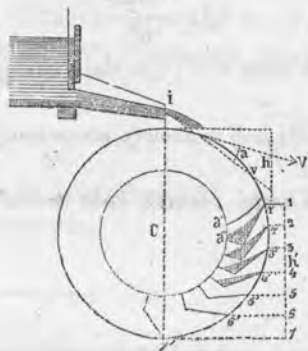
$$CI = \frac{894.6}{(24.25)^2} = 1^m.52.$$

Ten środek więc znajduje się bardzo blisko obwodu zewnętrznego koła, które ma promień 1^m .³⁷

136. OZNACZENIE WYSOKOŚCI, OD KTÓREJ WYLEWANIE WODY ZACZYNA SIĘ. Mając oznaczony środek, czyli oś powierzchni krzywój, sformowanej przez wodę w korytkach, nakreśla się z tego punktu łuki koła, których końce przechodzą przez brzegi każdego korytka, potem obliczając za pomocą prawidła n° 130 masę wody winnej wypełniać każde korytko, porównywa się ją z tą, którą może zawierać korytko, jak przybywa mniej więcej do wysokości osi, co jest łatwem, mnożąc długość wewnętrzną korytka przez powierzchnię profilu.

Pozna się wtedy z łatwością około którego korytka wyle-

Fig. 33.



wanie wody może się zacząć, i aby znaleźć dokładnie w jakim położeniu korytka to ma miejsce, nakreśla się ze środka I (fig. 33) łuki koła cokolwiek mniejsze, lub cokolwiek większe od odpowiadającego brzegowi korytka, którego położenie wskaże, czy wylewanie zaczęło się już, lub jeszcze nie. Potem przez punkta spotkania się tych łuków z obwodem zewnętrznym koła nakreśla się profil wewnętrzny korytka, które ma prze-

chodzić położenia po sobie następujące α' α'' etc.

Po dwóch lub trzech próbach znajdzie się z łatwością położenie korytka, gdzie masa wody, jaką może pomieścić, jest równa téj, którą powinno przyjmować. Niech będzie a'' tém położeniem.

137. OBLICZENIE UŻYTKOWEGO DZIAŁANIA KOŁA. To zrobimy oznaczając przez:

h wysokość punktu spotkania się średniego promienia warstwy przepływającej wody, z obwodem koła nad brzeg korytka, przybyłego do punktu *a''*, w którym zaczyna się wylewanie wody.

h' wysokość brzegu korytka, z którego zaczyna się wylewanie nad spód koła wodnego,

q masę wody, którą każde korytko powinno przyjąć, obliczone według przepisu n° 130,

i zachowując dla liter V, v, a, Q oznaczenia, poprzednio przyjęte (n^o 121).

Dzieli się wysokość h' na sześć części równych w punktach 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, przez te punkta prowadzi się linije poziome (fig. 30), spotykające zewnętrzny obwód koła w punktach 1', 2', 3', 4', 5', 6', 7, wykreśla się profil wewnętrzny korytka, którego brzeg będzie przechodził, następnie do rozmaitych wysokości h' i zakresła się łuki koła promieni $I_1, I_2, I_3, \dots I_7$, oznaczające granice powierzchni wody w korytkach.

Wtedy się oblicza kolumny wód, zawarte w korytkach w tych rozmaitych położeniach; nazywając je:

$q_1, q_2, q_3, q_4, q_5, q_6, q_7,$

Zauważa się naprzód, że $q=q^1$ czyli przyjętej kolumnie wody, ponieważ odpowiada położeniu, gdzie wylewanie wody zaczyna się, i że będziemy mieli zawsze $q_7=0, q_6=0$, i bardzo często jeszcze $q_5=0$, co będzie naznaczone przez ślad sam łuków do krzywizny poziomów, które przejdą wtedy na zewnątrz ściany korytek.

To zrobisz, działanie użytkowe koła będzie dane przez formułę następującą, wyprowadzoną przez pana Poncelet z uwag i rozbiórów teoretycznych prostych, w zupełności sprawdzonych przez doświadczenia, czynione na kołach fryszerek Renardiére w Framont (*).

(*) Ddoświadczenia już przytaczane z kołami wodnemi. Rozd: 9. Metz 1836.

$$Pv = 1000k \left(qh + \frac{k'}{18} [q_1 + 4(q_2 + q_4 + q_6) + 2(q_3 + q_5)] \right) + 102Q(V \text{ dost: } a - v)v,$$

gdzie k oznacza liczbę korytek w czasie sekundy, przechodzących przed otworem a , która jest równą widocznie ilorazowi $\frac{v}{e}$, prędkości v koła na obwodzie zewnętrznym przez oddalenie e korytek.

Ta formuła daje następujące prawidło:

Oznacza się podług prawidła n° 130 kolumna wody, którą każde korytko powinno odbierać, i mnoży się przez wysokość punktu przecięcia się przybywającej wody na koło z obwodem tegoż (n° 49) nad punkt, gdzie się zaczyna wylewanie (n° 136).

Dzieli się wysokość punktu, od którego zaczyna się wylewanie nad spód koła na liczbę par części równych, oblicza się, jak to mówiono wyżej, kolumnę wody, zawartą w korytku, przechodzącym kolejno rozmaite wysokości, dodaje się kolumna wody, wprowadzonej w każde korytko do 4 razy wziętej summy kolumn wód, znajdujących się w rzędach korytek parzystych, począwszy od punktu, oznaczającego wylewanie, i do 2 razy wziętej summy kolumn wody, będące w reszcie korytek rzędów nieparzystych, ta summa mnoży się przez trzecią część odległości jednego z podziałów, na ile takowych wysokość punktu, gdzie się zaczyna wylewanie nad spód koła, rozdzieloną została.

Ten iloczyn dodaje się do pierwszego i następnie summe mnoży się przez tysiąc razy, wziętą liczbę korytek, przechodzących w $1''$ przed otworem.

Mnoży się prędkość V przybywającej wody na koło przez dostawę kąta, który czyni ona z styczną, poprowadzoną w punkcie dotknięcia do obwodu koła, od iloczynu odejmuje się prędkość obwodu koła, i resztę mnoży się przez tę ostatnią prędkość i przez 102 razy wziętą kolumnę wody, przepływającą w $1''$.

Ten nowy iloczyn dodaje się do poprzedniego.

A summa będzie działaniem użytkowym koła w jednej sekundzie.

PRZYKŁAD. Jakie jest działanie koła fryszerki Renardière w Framont, przy następujących okolicznościach?

$$Q = 0^{\text{ms}}.380, \quad n = 24.25,$$

Będzie (n° 130)

$$CI = \frac{894.6}{(24.25)^2} = 1^{\text{m}}.51, \quad h = 1^{\text{m}}.44 \quad h' = 1^{\text{m}}.30.$$

Dzieląc h' na 4 części równych, jest:

$$q = q_1 = 0^{\text{ms}}.047, \quad q_2 = 0^{\text{ms}}.027 \quad q_3 = q_4 = q_5 = 0, \\ V = 5^{\text{m}}.04, \quad \text{dost: } a = 0.98, \quad v = 3^{\text{m}}.478.$$

Liczba korytek tego koła jest 20, a przechodzi przed otworem na sekundę $k = 8.083$ korytek.

Formuła daje:

$$Pv = \left\{ 1000 \times 8.083 \left(+ \frac{0^{\text{ms}}.047 \times 1^{\text{m}}.44}{12} [0^{\text{ms}}.047 + 4 \times 0^{\text{ms}}.027] \right) \right\}_{\text{km}} \\ + 102 \times 0^{\text{ms}}.380 [5^{\text{m}}.04 \times 0.98 - 3^{\text{m}}.478] 3^{\text{m}}.478$$

$$Pv = 8083 [06768 + 0.0168] + 197 = 683 + 197 = 880^{\text{km}} \\ \text{czyli } 11,7 \text{ koni.}$$

138. PRZYPADEK, KIEDY WODA, PRZEPŁYWAJĄCA OTWOREM, NIE MOŻE SIĘ POMIEŚCIĆ WSZYSTKA W KORYTKACH KOŁA WODNEGO. Zdarzają się w fryszerkach koła, które obracają się tak prędko i na które wylewa się taka masa wody, że pewna część nie może być przez koło spotrzebowana, i w takim razie jest trudność w obliczeniu działania użytkowego. Jednakże przychodzi się jeszcze z przybliżeniem dostatecznym do obliczenia podług następujących prawideł:

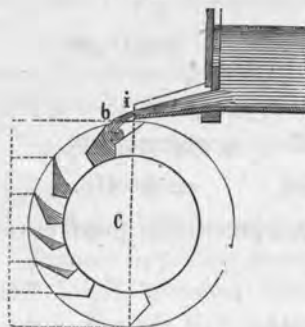
Ponieważ cała woda nie może być przyjęta przez koło, przeto pierwsze korytko, które odbiera wodę, jest przepelnione i wylewanie zaczyna się od niego, czyli jest we wszystkich, a ztąd w formule poprzedniej trzeba zrobić $h = 0$.

Massa wody, odbierana rzeczywiście przez koło, jest równą tej, jaka może być zawarta w pierwszym korytku, w które wchodzi, mnożona przez liczbę $k = \frac{v}{e}$ korytek, przechodzących w $1''$ przed otworem.

Potrzeba będzie więc w poprzedniej formule zastąpić Q przez kq , i wtedy działanie użytkowe koła będzie dane przez formułę:

$$Pv = 1000k \left\{ \frac{k'}{18} [q + 4(q_2 + q_4 + q_6) + 2(q_3 + q_5)] \right\} + 102kq(V \text{ dost: } a - v)v$$

Fig. 34.



Czyni się wzmianka, że dla oznaczenia kolumny wody q , zawartej w pierwszym korytku, potrzeba zakreślić łuk koła promienia Ib , który będzie powierzchnią wody, znajdującą się w korytku, i obliczyć powierzchnię profilu międzytym łukiem a ścianami korytka, potem rozmnożyć przez szerokość wewnętrzną dzwona koła (fig. 34), czyli szerokość w świetle korytka.

Formuła powyższa sprowadza się do następującego prawidła:

Dzieli się wysokość punktu spotkania się, przybywającej wody z kołem nad spód koła (n° 49), na pewną liczbę części równych parzystych, potem oblicza się kolumna wody, jaką zawiera korytko w rozmaitych po sobie następujących wysokościach (n° 137).

Do kolumny wody, zawartej w pierwszym korytku od góry, dodaje się 4 razy wzięta summa kolumn wód, znajdujących się w korytkach części parzystych i 2 razy wzięta summa masy wód objętych korytkami pozostałych rzędów nieparzystych, i summę tę mnoży się przez trzecią część wysokości, zawartej między dwoma po sobie następującymi wysokościami korytek, i przez 1000 razy liczbę korytek, przechodzących w 1" przed otworem.

Mnoży się prędkość, przybywającej wody na koło, przez dostawę kąta, którą czyni ze styczną do obwodu koła, poprowadzoną w punkcie zetknięcia się wody z kołem, a od tego iloczynu odejmuje się prędkość obwodu koła, i resztę mnoży się przez tę prędkość zewnętrznego obwodu koła i przez 102 razy kolumnę wody, wprowadzoną w korytko, i przez liczbę korytek, przechodzących w 1" przed otworem.

Dodaje się ten ostatni iloczyn do pierwszego.

A summa będzie ilością działania użytkowego, które koło wydaje w 1".

139. KOŁA ZAWIESZONE NA STATKACH, (Pływaki). Działanie użytkowe koła zawieszonego na statkach, stale umocowanych, zanurzającego się w pływającej wodzie, oblicza się zwykle za pomocą następującej formuły:

$$Pv=147.5A(V-v)^2v,$$

w której oznacza się przez:

A powierzchnię części zanurzonej łopatki, będącej w położeniu pionowym,

V prędkość płynącej wody, mierzona na powierzchni,

v prędkość środka części zanurzonej łopatki pionowej,

Co się wyrazi następującym praktycznym prawidłem:

Aby obliczyć działanie użytkowe koła zawieszonego na statkach.

Wynosi się do kwadratu nadmiar prędkości wody na powierzchni nad prędkość środka zanurzonej części łopatki pionowej, i mnoży się ten kwadrat przez tę ostatnią prędkość, przez powierzchnię zanurzonej części tej samej łopatki i przez 147.5.

A iloczyn ostatni będzie szukanym działaniem użytkowym.

PRZYKŁAD. Jakie jest działanie użytkowe koła, wiszącego przy młynie pływaku na rzece Rodan, przy danych następujących?

Powierzchnia zanurzona łopatki pionowej . . . $A=2^{mk}.08$

Prędkość wody na powierzchni $V=2^m.00$

Prędkość środka części zanurzonej łopatki pionowej $v=1^m.00$

Formuła daje na działanie użytkowe:

$$Pv=147.5 \times 2^{mk}.08 \times 1=307^{km}.$$

140. INNA FORMUŁA DLA POPRZEDZAJĄCYCH KÓŁ. P. Poncellet proponował dla obliczenia działania użytkowego kół, zawieszonych na statkach, formułę, która jest uzasadnioną na spostrzeżeniach więcej ścisłych jak poprzednia, i która zgadza się z wielką dokładnością z wypadkami 17 doświadczeń, czynionych przez P. Bossut.

Tą formułą jest:

$$Pv=81.56AV(V-v)v,$$

w której oznaczenia liter są te same jak w poprzedniej, i daje się wyrazić przez następujące prawidło:

Aby obliczyć działanie użytkowe koła wodnego, zawieszonego na statkach:

Mnoży się 81.56 razy powierzchnia zanurzonej części łopatki pionowej, przez prędkość wody na powierzchni, przez nadmiar prędkości tej na powierzchni wody nad prędkość środka pomie-

nionej części łopatki pionowej i przez tę ostatnią prędkość środka zanurzonej części.

Iloczyn będzie szukaną ilością działania.

PRZYKŁAD. Jakie jest działanie użytkowe koła, przytoczonego powyżej?

Formuła daje:

$$Pv = 81.56 \times 2^{mk} .08 \times 2^m (2-1) 1 = 339 \text{ km.}$$

Pokazuje się, że w granicach zwykłych w praktyce oba prawidła zgadzają się około w $\frac{1}{12}$ części.

Jest niemniej do pożądanego, aby w tym przedmiocie były czynione bezpośrednie doświadczenia dla otrzymania zupełnie pewnych wypadków.

141. TURBINY. Nazywają się zazwyczaj turbinami koła wodne o osi pionowej, których łopatki są niekiedy proste, a po większej części krzywe, poruszające się przez działanie wody, wchodzącej w nie wewnątrz, czyli od osi koła, a wychodzącej zewnątrz łopatek, czyli na obwodzie, i odwrotnie.

142. DAWNE KOŁA Z OSIĄ PIONOWĄ. Napotykają się w południowej Francji dawne koła o osi pionowej niedokładnie zbudowane o łopatkach prostych (*palettes*), albo łyżkowych (*cuillères courbes*), których koła umieszczone są w cembrowinach (*roues à cuves*). Takie są przy młynach Szpi-tala i Basacle w Tuluzie, i młyna Quatre-Tournants w Metz.

Inne są po prostu o łopatkach krzywych, wprowadzonych w ruch przez uderzenie wody, która jest prowadzona kanałem krytym, i nazywają się koła latające (*rouets volants*). Takie są przy młynie kanału w Tuluzie i t. p.

143. DZIAŁANIE UŻYTKOWE KÓŁ W CEMBROWINACH. Dla kół w cembrowinach oblicza się stosunek działania użytkowego do skutku bezwzględnej działacza przez formułę:

$$R = \frac{4.2n \frac{D'^2}{D^2} \sqrt{E} - n^2}{39 \frac{D'}{D} E}$$

wyprowadzoną przez P. Piobert z doświadczeń, czynionych na trzech kołach tego rodzaju, i w której oznacza się przez:

R stosunek szukany,

n liczba obrotów koła w 1",

D średnica ocembrowania,

D' średnica zewnętrzna koła ruchomego,

E podniesienie stawidła.

Działanie bezwzględne całkowite otrzyma się, mnożąc ciężar wody, przepływającej przez otwór, obliczony podług prawidła n° 22 dla otworów, opatrzonych dodatkiem o ścianach pionowych, schodzących się przez cały spadek, mierzony od poziomu rezerwoaru głównego aż do spodu koła.

Nakoniec mnożąc działanie zupełne przez stosunek R, wyprowadzony z formuły powyższej, będziemy mieli skutek użytkowy, działający na koło.

PRZYKŁAD. Jakie jest działanie koła o osi pionowej, osadzonego w cembrowinie przy młynie Basacle w Tuluzie, przy następujących okolicznościach?

$$D = 1^m .02, \quad D' = 0^m .89, \quad n = 1.50, \quad E = 0^m .50, \\ Q = 1^{ms} .353, \quad H = 2^m .35?$$

Jest więc:

$$R = \frac{4.2 \times 1.50 \left(\frac{0.89}{1.02} \right)^2 \sqrt{0.50} - (1.50)^2}{39 \times \frac{0.89}{1.02} \times 0.50} = 0.105.$$

Doświadczenie bezpośrednie dało $R = 0.110$.

Skutek zupełny wydany przez działacza jest:

$$QH = 1353 \text{ kil} \times 2^m .35 = 3180 \text{ km.}$$

Działanie użytkowe jest:

$$0.105 \times 3180 \text{ km} = 334 \text{ km.}$$

Doświadczenie z hamulcem dało 352. km9.

144. PRĘDKOŚĆ, ODPOWIADAJĄCA NAJWIĘKSZEMU DZIAŁANIU KÓŁ W CEMBROWINACH. Liczba obrotów, która odpowiada największemu działaniu kół, umieszczonych w cembrowinach, jest dana przez formułę:

$$n = 2.1 \frac{D'^2}{D^2} \sqrt{E}.$$

PRZYKŁAD. Jaka jest liczba obrotów w 1" koła, opisanego w poprzednim przykładzie, któraby odpowiadała największemu działaniu?

Jest:

$$D=1^m.02, \quad D'=0^m.89, \quad E=0.50.$$

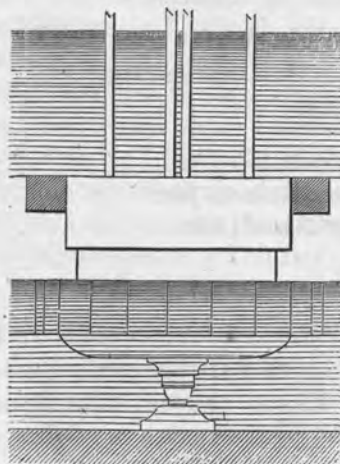
Formuła daje:

$$n=2.1 \times \frac{(0.89)^2}{(1.02)} \sqrt{0.50}=1.35.$$

145. DZIAŁANIE UŻYTKOWE KÓŁ LATAJĄCYCH (*des roues à rouets volants*). Doświadczenia Panów Tardy i Piobert na jednym z kół młyna Kanału w Tuluzie wskazują, że w okolicznościach najprzyjaźniejszych ilość działania użytkowego, odebranego przez koła nie była jak 0.35 częścią zupełnego skutku użytkowego działacza, i że maximum skutku, otrzymało się, kiedy prędkość v punktu na kole, gdzie średni promień warstwy wody dotyka go, była równa około 0.55 prędkości V , przybywającej wody na koło.

146. TURBINY PANA FOURNEYRON. P. Fourneyron Inżynier

Fig. 35.

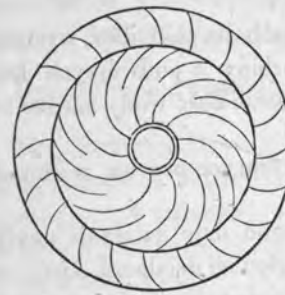


cywilny buduje od pewnego czasu nowe turbiny daleko wyższe pod względem działania od dawniejszych (fig. 35). Zajmują miejsca bardzo mało, ważą nie wiele w stosunku działania, które otrzymują, obracając się zatopione w wodzie w jakiegokolwiek głębokości, i zastosowują się zarówno do wielkich i do małych spadków.

Doświadczenia, zamieszczone w sprawozdaniu Akademii umiejętności (*) i inne, które były ogłaszane w ro-

(*) *Compte-Rendu des séances de l'Académie des Sciences*, n° 13, année 1836, et n° 9, année 1837.

Fig. 35.



ku 1838(*) wskazują, że jeżeli nazwiemy:

n liczbę obrotów koła w 1 minucie,

V prędkość zależną od całego spadku,

R promień zewnętrzny koła, w każdym razie jeżeli liczba n będzie zawarta pomiędzy ważnościami:

$$n = \frac{3.3V}{R} \quad \text{i} \quad n = \frac{5.6V}{R},$$

i jeżeli podniesienie stawidła dosięgnie, albo przejdzie $\frac{2}{3}$, wysokości koła, działanie użytkowe, albo ilość pracy, przeniesionej na koło, będzie oznaczona w przybliżeniu o $\frac{1}{15}$ do $\frac{1}{10}$ zupełnej pewności przez formułę:

$$Pv=0.650QH \quad \text{do} \quad Pv=0.700QH^{km}.$$

Kiedy podniesienie stawidła jest zawarte między $\frac{2}{3}$ lub $\frac{1}{2}$ wysokości koła, działanie użytkowe nie jest większe, jak:

$$Pv=0.600QH \quad \text{do} \quad Pv=0.650QH,$$

w których to formułach:

Q jest kolumną wody, przepływającej w 1",

H spadek cały, czyli wysokość, wypadła z różnicy poziomów w kanale dopływowym i odpływowym.

147 TURBINA P. FONTAINE-BARON. Ta turbina jest złożona z pasa ruchomego obrączkowego z żelaza lanego, utrzymującego łopatki krzywe powierzchni spiralnej. Inna korona stała ma na sobie kierujące (*directrices*) krzywizny, powierzchni spiralnych i odbiera wodę przez urządzony rodzaj boków w kierunku promieni, które się podnoszą za każdym razem o jedną pewną stałą ilość za pomocą pewnego szczegółowego urządzenia.

(*) *Expériences sur les roues hydrauliques à axe vertical appelées turbines*, par A. Morin. Metz, 1838.

Czop osi pionowej jest zamiast w wodzie, umieszczony nad wodą.

P. Fontaine urządził w ten sposób dla zakładów, wystawionych na częste i długie zalewy, turbiny o podwójnych koronach i z bokami, które mogą wydawać ilość wody bardzo różniącą się stosownie do potrzeby.

Doświadczenia, robione przy fabryce prochu w Bouchet wskazały: (*)

1°. Że turbina P. Fontaine-Baron daje działanie użytkowe równe 0.68 do 0.70 siły bezwzględnej działacza, kiedy stawidła są podniesione tak, że odsłaniają cały otwór, utworzony przez kierujące krzywizny, a wtedy działanie użytkowe może być obliczone przez formułę:

$$Pv=0.680QH^{km}.$$

2°. Że dla podniesień mniejszych stawidła, zmniejszających przepływ w stosunku 4 do 3 około, działanie użytkowe jest w stosunku 0.575 siły pierwotnej działacza.

3°. Że prędkość tego koła może bardzo się różnić między największą i najmniejszą, a stosunek działania użytkowego do siły pierwotnej działacza bardzo mało zmienia się.

4°. Że działanie największe, jakie koło może wydać jest około 1.48 razy, odpowiadającemu największej sile, stosownie do podniesienia stawidła.

5°. Że ten działacz, łatwy do umieszczenia, ma czop osi nad wodą, który może być w każdym razie rewidowany i smarowany, i który wymaga mało budowy wodnej, i może być policzony do rzędu najlepszych turbin.

Co do turbin podwójnych tej samej konstrukcyi nie ma jeszcze pewnych doświadczeń co do działania użytkowego, chociaż ich nie mało dotąd zbudowano. Zdaje się wszakże, że odpowiadają celowi, a mianowicie, że różnica przepływów nie sprawia znacznej różnicy w działaniu, co jest bardzo ważnem.

PRZYKŁAD. Jakie jest działanie turbiny w Bouchet w przypadku danych następujących:

$$Q=0^{ms}.2652, \quad H=1^m.52?$$

(*) Patrz drugą część lekcji mechaniki praktycznej w konserwatorium sztuk i rzemiosł str. 369 i następne.

Stawidła niech będą podniesione do ich zupełnej wysokości równej 0^m.04, prawidło poprzednie daje:

$$Pv=0.680 \times 0^{ms}.2652 \times 1^m.52=274^{km}.1.$$

Doświadczenie z hamulcem dało 279^{km}.9.

148. TURBINA JONVAL, WYBUDOWANA I UDOSKONALONA PRZEZ PANÓW A. KOECHLIN ET COMP. Turbina ta składa się w górze z rury walcowej pionowej, złączonej z inną rurą dolną poziomą o przecięciu prostokątnem, opatrzoną stawidłem, mierzającym ruch wody.

W swojej części wyższej rura walcowa jest ściśniona i wyrobiona w ten sposób, że obejmuje koło o łopatkach krzywych powierzchni spiralnej, której rodząca jest pozioma. Zaraz nad kołem w części lekko rozszerzonej jest umieszczona korona, mająca kierujące, które zapewniają kierunek wody.

Oprócz stawideł w dolnej rurze, nie ma żadnych innych, któreby przepływ wody regulowały.

Koło zazwyczaj jest umieszczone w środku wysokości pomiędzy poziomem górnym a dolnym.

Czop osi, stale zanurzony w wodzie, może być za pomocą bardzo łatwego przyrządu smarowany.

To urządzenie pozwala w razie potrzeby, bardzo łatwo rewidować całą os i koło.

Kiedy różnica przepływu wody jest znaczna i ciągła, wtedy zamyka się pewna ilość otworów w koronie, które w razie potrzeby przepuszczają wody.

Doświadczenia, czynione przez Towarzystwo przemysłowe w Mulhouse, pokazały:

1°. Że ta turbina, działając w stanie zwyczajnym ze wszystkimi otworami zupełnie otwartymi, daje działanie użytkowe, będące 0.72 częścią siły bezwzględnej działacza.

2°. Że, kiedy łopatki w połowie mają otwory odsłonięte, dające wodę, stosunek działania użytkowego jest jeszcze w stosunku 0.70 do 0.71, do siły bezwzględnej działacza.

Można więc w obu powyższych wypadkach obliczać działanie użytkowe koła przez formułę:

$$Pv=0.700QH^{km};$$

3° Że, kiedy najmniej może być puszczonej wody, działanie użytkowe jest jeszcze do 0.63 siły bezwzględnej działacza, co pokazuje, że masa wody bardzo może się różnić bez znacznego wpływu na działanie.

W tym wypadku więc formuła będzie:

$$Pv=0.630QH^{km};$$

4° Że, dla każdego przepływu i dla każdego spadku prędkość koła może być bardzo rozmaita, i przechodząc, lub niedochodząc $\frac{1}{4}$ największej, jeszcze nie bardzo zmienia stosunek działania użytkowego do siły bezwzględnej działacza.

5° Że, ścieśnienie otworu wyjścia dolnego wydaje zawsze zmniejszenie stosunku działania użytkowego do siły bezwzględnej działacza, i że to zmniejszenie jest o tyle znaczniejsze, o ile zwężenie jest większe; z czego wypływa, że jest potrzeba użycia regulatora.

PRZYKŁAD. Jakie jest działanie użytkowe Turbiny Panów Koechlin et Comp. przy danych następujących:

$$Q=0^{ms}.35527, \quad H=1^m.70,$$

a woda działa cała?

Formuła daje:

$$Pv=0.700 \times 0^{ms}.35527 \times 1^m.70=422^{km}.75.$$

Doświadczenie dało 434^{km}.62.

UWAGA. Nadmieniam się, że kolumna wody, przepływającej w 1", powinna być oznaczona bezpośrednio przez jedną z metod, wskazanych powyżej, a nie przez obserwacje wymiarów otworu, odsłoniętego podniesieniem stawidła turbiny, ponieważ prędkość koła wpływa znacznie na przepływ wody przez otwory

1. PRZYKŁAD. Jakie jest działanie użytkowe turbiny przy zakładzie tkackim Mousse pod Senones w departamencie Vosges, mającej następujące dane:

$$\text{Przepływ wody w 1"} \dots \dots \dots Q=0^{ms}.7844$$

$$\text{Spadek cały} \dots \dots \dots H=6^m.911$$

$$\text{Skutek zupełny działacza jest:} \dots 1000QH=5420^{km}.72^{kp}.3.$$

Liczba obrotów koła jest zawarta w granicach, wskazanych powyżej.

Formuła na działanie użytkowe jest:

$$Pv=0.650 \times 5420^{km}=3523^{km} \text{ do } 0.700 \times 5420^{km}=3794^{km}.$$

Doświadczenie czynione z hamulcem dało:

$$3406^{km}=45^{kp}.4.$$

2. PRZYKŁAD. Jakie jest działanie użytkowe turbiny w zakładzie tkackim Müllbach w departamencie Bas-Rhin przy danych następujących?

$$\text{Przepływ wody w 1"} \dots \dots \dots Q=2^{ms}.033$$

$$\text{Spadek cały} \dots \dots \dots H=3^m.230.$$

$$\text{Skutek całkowity działacza} \dots \dots 1000QH6567^{km}.87^{kp}6.$$

Prędkość koła jest 67 obrotów na minutę, zawarta między oznaczonymi granicami.

Prawidło poprzednie daje na działanie użytkowe:

$$0.650 \times 6567^{km}=4268^{km} \text{ do } 0.700 \times 6567^{km}=4597^{km}.$$

Doświadczenie czynione z hamulcem dało 4389^{km}.

149. DZIAŁANIE NA OBWODZIE ZEWNĘTRZNYM KOŁA, LUB W ODLEGŁOŚCI DANEJ OSI KOŁA WODNEGO. Kiedy będzie obliczona przez jedno z prawideł od n° 122 do n° 146, stosownie do rodzaju koła, ilość działania, wywartego na obwód zewnętrzny koła wodnego, albo na odległość pewną daną od osi, oznaczy się: dzieląc ilość tego znalezionej działania użytkowego przez prędkość zewnętrznego obwodu koła, albo danego punktu.

URZĄDZENIE KÓŁ WODNYCH.

150. KANAŁ DOPŁYWOWY. Oblicza się wymiary, jakie należy dać kanałowi dopływowemu, podług prawideł n° 51 i następnych w sposób taki, aby uniknąć prędkości, któraby mogła dno poruszyć, i dając mu przecięcie poprzeczne 10 do 12 razy większe od powierzchni otworu, jakim wody mają być puszczone.

151. STAW CZYLI REZERWOAR. Jeżeli działacze powinny pracować peryodycznie, i jeżeli nie stoi na przeszkodzie, jest

najkorzystniej, aby staw był jak najbliżej stawideł. Oprócz tego należy mu dawać o ile można największą powierzchnię, przez co unika się znacznych różnic w wysokościach.

152. STAWIDEŁA DOPUSZCZAJĄCE WODY DO STAWU (*Vannes de prise d'eau et de garde*). Kanały przy fabrykach powinny mieć na początku upusty o stawidłach pionowych, regulujące wody w czasie powodzi, i niedozwalające wpływać śmieciom. Różnica poziomów na tych upustach w czasie wód małych i średnich jest bardzo mała, lub żadna. Powinny mieć szerokie otwory, których wymiary oblicza się, jak to będzie poniżej.

153. STAWIDEŁA NA UPUSTACH ROBOCZYCH. Aby zmniejszyć o ile można stratę prędkości, albo siły żywěj (*force vive*), którą zrzadza zawsze obecność pogródki, prowadzącej wodę od otworu na koło, potrzeba tak umieścić ten otwór i jego brzegi, aby ścieśnienie żyły płynu, było o ile można najmniejsze. Z tego powodu otwory z ciśnieniem nad wierchołkiem powinny mieć próg i boki w przedłużeniu dna i boków kanału dopływowego, albo połączone z jego ścianami przez łagodne zaokrąglenia.

Stawidło w tym wypadku będzie nachylone w stosunku jeden podstawy do 1 lub 2 wysokości.

Otwór powinien być umieszczony o ile być może najbliżej koła, dla zmniejszenia długości pogródki.

Otwory przewalne powinny być umieszczone zaraz przy kołach.

154. NACHYLENIE POGRÓDEK. Nachylenie ganku, prowadzącego wodę, położonego pomiędzy otworem a kołem, powinno być w stosunku $\frac{1}{12}$ do $\frac{1}{15}$ do długości, jeżeli jest bardzo krótka, a jeżeli długa, to wynajduje się nachylenie właściwe najodpowiedniejsze podług prawidła n° 51 i następnych.

155. ODDALENIE KOŁA OD DNA I BOKÓW POGRÓDEK (*jeu de la roue*). Kiedy koła mają być osadzone w pogródce zaokrąglonej, najlepiej, jeżeli ona będzie wybudowana z kamienia łupanego, lub wymurowana z cegły w części, którą przebiegają łopatki, albo wreszcie wyszalowana na gładko drzewem, i jeżeli

koło nie będzie z boków i z dołu oddalone więcej, jak tego konieczna potrzeba dla ułatwienia ruchu wymaga, to w tedy 4 lub 5 millimetrów będą dostateczne.

156. PODNIESIENIE DNA POGRÓDKI POD KOŁEM. Dla kół z łopatkami krzywymi, osadzonych w pogródce okrągłej, należy przedłużyć dno pod kołem za płaszczyznę, przechodzącą przez środek osi koła wodnego najmniej 0^m.20 do 0^m.30, czyli 8 do 12 cali, a to dla ułatwienia odpływu wód.

157. POGRÓDKA KÓŁ O ŁOPATKACH PŁASKICH. Przy kołach z łopatkami płaskimi, osadzonych w pogródce okrągłej, należy umieścić dno pogródki pod poziomem wód kanału odpływowego w odległości mniej więcej równiej wysokości, jaką woda zajmuje między dwoma łopatkami po sobie następującymi, znajdującymi się pod osią koła wodnego.

Przypomina się, że korytka, albo kolumna wody, zawarta między dwoma łopatkami po sobie następującymi, nie powinna dochodzić jak w połowie, albo w $\frac{2}{3}$ częściach ich objętości. W wypadkach zwyczajnych to obniżenie będzie zawarte pomiędzy 0^m.15 do 0^m.20, czyli 6 do 8 cali.

158. KANAŁ ODPIŁWOWY. (*Canal de fuite*). Dla kół z łopatkami krzywymi i korytkowych (*koreczaków*) jest potrzebnem rozszerzyć kanał odpływowy z tyłu koła dla ułatwienia odpływu wodom.

Dla kół z łopatkami prostymi, osadzonymi w pogródce z dnem zaokrąglonem, i które powinny obracać się z prędkością większą jak 1^m na sekundę, przedłuża się to dno zagięte pogródki na kilka metrów za płaszczyznę prostopadłą, przechodzącą przez oś koła. Daje się mu pochyłość, obliczoną za pomocą prawidła n° 61 i taką, aby woda mogła zachować prędkość średnią U równą tej, którą ma woda, kiedy opuszcza koło.

To rozłożenie ma na celu korzystać z siły żywěj, jaką posiada woda, kiedy opuszcza koło dla uwolnienia jej od wód tylnych i oddalenia oddziaływania, tworzącego się przy spotkaniu teje z wodą, będącą w kanale odpływowym.

Cokolwiek dalej powiększa się głębokość i szerokość kana-

łu odpływowego o tyle, o ile możność i okoliczności miejscowe dozwolą, aby zmniejszyć za to jego pochyłość, a tym sposobem uniknąć straty spadku, któraby się przez to wywołała.

159. PRZYPADEK, GDZIE SĄ WYSTAWIONE KOŁA NA ZATAPIANIE Z DOŁU. Gdyby się zdarzyło większe zatopienie, czyli zalew koła przez wody dolne, potrzeba trzymać dno pogródek kół z łopatkami płaskimi, lub krzywymi, albo z korytkowemi, w wysokości takiej, aby wstrzymanie działania przez zalew, nie było bardzo długie. Znajomość miejscowości wskaże ile potrzeba w każdym wypadku poświęcić spadku, którym można rozrządzać.

Ta okoliczność powinna często wpływać na użycie turbin zamiast jakichkolwiek innych kół wodnych.

160. KOŁA O PŁASKICH ŁOPATKACH, OSADZONE W POGRÓDCE ZAOKRĄGLONEJ. Doświadczenie jak równie i teoria wskazują, że koła podobne działają najkorzystniej, kiedy odbierają wodę przez otwory przewalne; zastosowywa się więc stawidło w tym rodzaju i umieszcza się go o ile można najbliżej obwodu zewnętrznego koła. Promień tego obwodu nie powinien być nigdy mniejszy jak wysokość całego spadku. Oprócz tego warunku, resztę można oznaczyć podług potrzeb szczegółowych zakładu i liczby obrotów, które potrzebuje koło zrobić w ciągu jednej minuty.

Należy, aby stawidło zniżać się 0^m.20 do 0^m.25, czyli 8 do 10 cali pod poziom główny rezerwoaru. To obniżenie jak będzie ustalone, oznaczy się podług prawidła n° 45, spotkanie średniego promienia warstwy wody, przychodzącej na koło, z obwodem zewnętrznym tegoż koła.

Prędkość V , przypływającej wody na koło, będzie prędkością zależną od wysokości, zawartą pomiędzy punktem spotkania z kołem, powyżej oznaczonym, a poziomem głównym wód w rezerwarze. Kierunek tej prędkości i kąt α , jaki ona tworzy ze styczną do obwodu zewnętrznego koła w tym samym punkcie, otrzymują się przez wykreślenie stycznych do paraboli, opisaną przez promień średni płynu, i do obwodu koła w punkcie ich spotkania (n° 50).

Prędkość v koła może zmieniać się od $v=0.30 V$ do $v=V$ bez szkody, lecz dla ułatwienia wprowadzenia wody należy, aby prędkość wody, przybywającej na koło, znacznie przewyższała prędkość koła, i aby było:

$$v=0.50V \text{ do } v=0.70V.$$

Podług tego, w formule praktycznej n° 124. dla kół, biorących wodę z boku przez stawidło przewalne:

$$Pv=797Q \left\{ h + \frac{(V \text{ dost: } a - v)}{9.81} v \right\},$$

ilości $h, V, v, \text{ dost: } a$ będą znane, nie pozostanie więc, jak działanie użytkowe, albo kolumna wody przepływającej do oznaczenia.

Może się zdarzyć dwa przypadki w zastosowaniu: 1^y jest, gdzie siła, jaką koło mieć powinno, czyli działanie użytkowe, winne się otrzymać, jest dane, wtedy potrzeba oznaczyć kolumnę wody, przepływającej w jednej sekundzie.

2^{ty} jest, kiedy kolumna wody Q , którą możemy rozrządzać jest dana, a chcemy oznaczyć siłę, czyli działanie użytkowe koła.

161. PIERWSZY PRZYPADEK, URZĄDZIĆ KOŁO W PÓŁBIERNE (*roue de côté*) PEWNEJ DANÉJ SIŁY. W tym wypadku działanie użytkowe, jak jest dana masa przepływu wody w 1", otrzymuje się z formuły:

$$Q = \frac{Pv}{797 \left\{ h + \frac{(V \text{ dost: } a - v)}{9.81} v \right\}} = \text{metrów sześciennych}$$

Co sprowadza się do następującego prawidła:

Po oznaczeniu, jak się powiedziało przy n° 49, punktu spotkania promienia średniego wody z obwodem zewnętrznym koła.

Mnoży się prędkość V wody, przybywającej na koło przez dostawę kąta, jaki tworzy ta prędkość z styczną, poprowadzoną do obwodu koła w punkcie dotknięcia, od tego iloczynu odejmuje się prędkość v obwodu koła, której oznaczy się wartość pomiędzy 0.50 V a 0.70 V , a reszta mnoży się przez stosunek prędkości v obwodu koła do 9.81.

Ten iloczyn dodaje się do wysokości h oznaczonej, jak się powiedziało pod n° 127, i sumę tę mnoży się przez 797.

Ilość działania użytkowego, jakie koło powinno wydać w 1", dzieli się przez iloczyn powyżej otrzymany.

Iloraż będzie kolumną wody, przepływającą w jednej sekundzie.

Jak otwór jest w przewale, wyrażenie kolumny wody Q , która przepływa w 1", jest:

$$Q = mLH\sqrt{2gH},$$

w której:

L jest szerokością otworu w przewale,

H jest wysokością poziomu wody w rezerwoarze nad próg przewалу, i którą się bierze podług n° 155, równą 0^m.15, albo 0^m.25, $g=9.81$,

m współczynnik liczebny równy w tym wypadku 0.480 podług n° 29,

Z tego związku wiadomych znanych Q , m , H , g , wyprowadzi się ważność dla L , która ma być szerokością otworu z formuły:

$$L = \frac{Q}{0.480H\sqrt{2gH}}$$

co daje następujące prawidło:

Aby oznaczyć szerokość otworu w przewale, który powinien wydawać pewną, oznaczoną ilość masy przepływu wody w jednej sekundzie Q :

Mnoży się wysokość, do której stawidło obniżyło pod poziom wody w rezerwoarze, przez prędkość zależną od tej wysokości (prawidło n° 2), i przez 0.480.

Massa wody, przepływającej w 1" dzieli się przez powyżej wypadły iloczyn.

Iloraż będzie szerokością szukaną w metrach.

162. SZEROKOŚĆ KOŁA. Szerokość koła powinna być równa szerokości otworu, powiększonemu na 0^m.05, czyli około 2 cale z każdej strony.

163. SPOSTRZEŻENIE. Prawidło poprzednie prowadzi niekiedy do szorokości, której nie można zastosować w wykonaniu,

albo przez to, że sama z siebie jest za nadto wielką, albo że miejscowość nie dozwala jej przyjąć.

Nie należy, aby ta szerokość przechodziła 5 do 6 metrów, czyli 17 do 21 stóp, chociaż spotyka się niekiedy koła, które mają aż 8 do 9 metrów, czyli 28 do 31 stóp szerokości.

Jeżeli się doświadcza w skutek powiększenia szerokości niedogodność, można powiększyć wysokość H , zniżając próg stawidła pod poziom wód w rezerwoarze aż do 0^m.30, a nawet 0^m.35, czyli 12 do 14 cali, co pozwala na mniejszą szerokość koła.

Podług doświadczeń, czynionych w Wesserling przez P. Marozeau, okazuje się, że jest korzystnie rozdrabniać stawidłowanie, kiedy masa wody zmienia się znacznie. Urządzenie w ten sposób stawidłowania dozwala znacznie obniżać stawidła, i wtedy można używać dowolnie jednego, lub więcej otworów.

164. WYMIARY ŁOPATEK. Łopatki są zwykle oddalone pomiędzy sobą na 0^m.30 do 0^m.40, czyli 12 do 17 cali na obwodzie zewnętrznym, i idą w kierunku promienia, podług którego są skierowane, będąc rozłożone odpowiednio do całego zbioru takowych; jest jednak bezużytecznie nachylać je według promieni w celu uniknienia uderzania wody przy wejściu, ponieważ nie przychodzi się przez to do zniszczenia straty siły żywej (zresztą dosyć słabiej), tworząc się przy wejściu wody.

W wypadku znacznego otworzenia stawidła, można dawać łopatom 0^m.45 do 0^m.50 oddalenia i szerokości, lecz potrzeba uważać te rozmiary jako granice najwyższe.

Kiedy promień koła jest oznaczony, jak to wskazaliśmy pod n° 160 przez rozstrząsanie szczegółowe zakładu wodnego, który ma być wybudowany, wtedy po ustanowieniu tego promienia, liczba łopatek powinna być zupełna, odpowiednia całemu zbiorowi i podzielona przez liczbę ramion koła; wybiera się więc ilość łopatek ta pomiędzy innemi, która zadosyć czyni wszelkim warunkom, i daje łopatom oddalenie odpowiednie.

Tak na przykład w przypadkach zwyczajnych dzieli się

obwód na części $0^m.35$, czyli 14 cali długie, i bierze się liczbę ich zupełnie podzieloną przez liczbę ramion.

Wiadomo, że pomiędzy dnem korytka i łopatką, która jest nad niem, powinno się zostawić oddalenie, czyli otwór $0^m.03$ do $0^m.05$, czyli 1 do 2 cali dla ułatwienia wyjścia powietrza, zawartego przy wejściu wody pomiędzy łopatkami.

165 SPOSTRZEŻENIE NAD OBJĘTOŚCIĄ KORYTEK. Kiedy liczba i rozmiary łopatek, albo korytek jest oznaczona, będzie znana ich objętość, która jest iloczynem z ich szerokości przez powierzchnię trapezu, uformowanego przez dwie ściany, następujących po sobie łopatek i dna korytka, czyli wewnętrznej powierzchni dzwona. Zapewniamy się podług prawidła n° 130, jaka powinna być prędkość v , którą koło ma przyjąć, czyli najmniejsza prędkość, jakiej powinny nabyć, aby nie były napełnione więcej, jak w połowie, albo w $\frac{2}{3}$ częściach swęj objętości przez wodę, co jest koniecznym warunkiem dla dobrego działania koła (n° 129).

Jeżeli by było inaczej, potrzeba powiększyć prędkość, czyli objętość korytek.

166. DRUGI PRZYPADEK. JAKA BĘDZIE SIŁA KOŁA WODNEGO O ŁOPATKACH PŁASKICH, URZĄDZONEGO PODŁUG PRAWIDEŁ N° 160 I NASTĘPNYCH, I KTÓRE ZUŻYWA DANĄ MASĘ WODY. Ten drugi przypadek umieszczenia kół o łopatkach płaskich przypuszcza koło, założone według poprzednich prawideł, a ztąd i oznaczenie skutku użytkowego wynajdzie się z prostego przerobienia formuły n° 129.

KOŁA O ŁOPATKACH KRZYWYCH.

167. URZĄDZENIE STAWIDEŁ (*Vannage*). Stawidła przy tych kołach powinny być nachylone o ile dozwoli miejscowość w stosunku podstawy do wysokości, jak 1 do 1, lub 1 do 2. Powierzchnia przecięcia wody, przepuszczanej na stawidle, powinna być styczną do obwodu koła promienia większego $0^m.05$ od promienia koła wodnego.

168. PODNIESIENIE W DOLE POGRÓDKI (*Re ssaut du coursier*). Wierzch podniesienia dna na końcu pogródkki powinien być równo ze średnim stanem poziomu wód w kanale odpływowym, ma się rozumieć nie zważając na większe powódzie, i kiedy temu kanałowi można dać zaraz za kołem szerokość 5, lub 6 razy większą od szerokości pogródkki.

Kiedy miejscowość nie dozwala dać kanałowi szerokości większej od pogróki, trzeba poświęcić wtedy cokolwiek spadku, i wierzch podniesienia dna dać o $0^m.08$ do $0^m.10$ nad średni stan poziomu wód w kanale odpływowym.

Podług tego spadek do rozrządzenia H będzie równy wysokości poziomu wód górnych nad dno pogródkki.

Wierzch podniesienia podłogi pogródkki powinien zawsze być najmniej $0^m.30$ do $0^m.40$ nad dno kanału odpływowego zaraz za kołem, a o ile się da, dno to powinno być odpowiednio możności obniżonem.

169. PODNIESIENIE STAWIDŁA. Przyjmuje się ogólnie podniesienie stawidła w zwyczajnych kołach $0^m.20$ do $0^m.25$, zachowując sobie wszakże wyższe podniesienie w przypadku zatopienia koła z dołu, albo większego obciążenia.

Kiedy koło powinno wydawać większą siłę, a ztąd przepuszczać większą masę wody, można bez obawy nadać otworowi wysokość pionową $0^m.30$ do $0^m.40$.

170. PRĘDKOŚĆ, PRZYCHODZĄCEJ WODY NA KOŁO. Prędkość V , przychodzącej wody na koło, jest dokładnie równą téj, która pochodzi od wysokości ciśnienia nad środek otworu, kiedy otwór i jego boki są wyrobione, jak to powiedziano przy n° 126 i następnych.

171. MASSA PRZEPŁYWAJĄCEJ WODY. Znając działanie użytkowe koła wyrażone przez Pv^{km} , i wiedząc, że koło dobrze urządzone daje 0.60 część siły bezwzględnej działacza, łatwo obliczyć potrzebną masę przepływu wody w 1" z formuły:

$$Q = \frac{Pv}{600H} \text{ metrów sześciennych,}$$

w której H oznacza wysokość od dna pogródki do poziomu wody w kanale dopływowym.

172. SZEROKOŚĆ OTWORU. Wysokość otworu niech będzie oznaczona przez E , i jak powiedziano przy n° 169 równa $0^m.20$ do $0^m.25$ w przypadkach zwyczajnych, przyjmie się naprzód przez wykreślenie wskazane pod n° 173, że próg otworu jest $0^m.08$ do $0^m.10$ wyżej nad podniesienie dna pogródki w ten sposób, że ciśnienie wody nad wierzchołek otworu, które oznaczamy przez H' , będzie mniej więcej:

$$H' = H - E - 0^m.10.$$

Nazywając L szerokość otworu, obliczy się ta szerokość z formuły:

$$L = \frac{Q}{0.80E\sqrt{19.62H}},$$

dla stawideł nachylonych jak 1 do 1, a z formuły:

$$L = \frac{Q}{0.74E\sqrt{19.62H}},$$

dla stawideł nachylonych jak 1 do 2.

173. SZEROKOŚĆ KOŁA. Szerokość wewnętrzna koła między koronami będzie równa szerokości otworu, powiększonego $0^m.04$ do $0^m.05$, czyli do 2 cali.

174. SZEROKOŚĆ KORON I PROMIEN KOŁA. Jeżeli okoliczności miejscowe, albo warunki urządzenia koła nie dają *à priori* ważności dla promienia zewnętrznego, wtedy w ogólności pomiędzy szerokością koron E' , mierzoną w kierunku promienia koła i średnicą $2R$ koła, przyjmuje się stosunek: $\frac{E'}{2R} = 0.25$, a ważność dla E' oblicza się z formuły:

$$E' = \frac{Q}{0.206L\sqrt{19.62H}},$$

co sprowadzi się do następującego prawidła:

Aby oznaczyć szerokość koron koła o łopatkach krzywych: Mnoży się szerokość koła pomiędzy koronami przez 0.206 i przez prędkość, pochodzącą od ciśnienia H' nad wierzchołek otworu, oznaczony przez przybliżenie, jak to powiedziano przy n° 171, przez iloczyn wypadły podzieli się massa wody, wyrażona w metrach sześciennych, a iloraz będzie szukaną szerokością koron.

To zrobiwszy będziemy mieli na ważność dla średnicy wyrażenie:

$$2R = 4E'.$$

Gdyby promień koła był dany, naprzód oznaczy się szerokość E' koron przez formułę:

$$E' = R - \sqrt{R^2 - 7.27 \frac{QR}{L\sqrt{19.62H}}},$$

co nam da następujące prawidło:

Aby otrzymać szerokość koron koła o łopatkach krzywych, którego promień jest dany.

Mnoży się massa przepływu wody w I'' przez 7.27 razy wzięty promień koła, otrzymany iloczyn podzieli się przez szerokość pomiędzy koronami, pomnożoną przez prędkość, pochodzącą od ciśnienia H' nad wierzchołek otworu, ten iloraz odejmie się od kwadratu z promienia, wyciąga się z tego pierwiastek kwadratowy, i odejmie się na koniec od promienia koła.

175. PROFIL POGRÓDKI. Kiedy promień koła będzie oznaczony, prowadzi się do obwodu koła styczna ad , nachylona $\frac{1}{10}$ do $\frac{1}{12}$ do poziomu (fig. 36). Równoległe od tej stycznej prowadzi się linia bc , która niech będzie od niej oddalona na wysokość otworu E , i spotykając obwód zewnętrzny koła w punkcie c . Przez ten punkt i przez środek koła o prowadzi się promień aż do spotkania się w punkcie d ze styczną ad . Podzieli się łuk ac i linię cd na pewną ilość części równych. Przez punkta podziału łuku prowadzi się promienie, na których częściach, będących za obwodem odcina się kolejno ilość części podziału linii cd , poczynając od punktu a . A końce długości promieni za obwodem utworzą spiralną, która da powierzchnię pogródki.

Rzeka Indre, na której jest zakład, miewa częste i długie zalewy, i kanał odpływowy może wynosić 4 razy szerokość koła, a ztąd podniesienie dna pogródki może być $0^m.10$ położone nad poziom średni wód odpływowych, będzie więc:

$$H = 1^m.10 - 0^m.10 = 1^m.00.$$

a następnie:

$$Q = \frac{525^{\text{km}}}{600 \times 1^m} = 0^{\text{ms}}.875.$$

Przyjmując, jak to wykreślenie pokazuje, że próg otworu będzie mniej więcej $0^m.10$ nad podniesienie dna pogródki, i że podniesienie stawidła E będzie $0^m.25$. Ciśnienie na wierzchołek otworu będzie:

$$H' = 1^m.00 - 0^m.25 - 0^m.10 = 0^m.65,$$

a ztąd:

$$V = \sqrt{19.62H'} = 3^m.57.$$

Będzie więc, dając pochylenie stawidła jak 1 do 1.

$$L = \frac{0^{\text{ms}}.875}{0.80 \times 0^m.25 \times 3^m.57} = 1^m.225.$$

Szerokość więc wewnętrzna pomiędzy koronami będzie najwięcej $L' = 1^m.30$.

Następnie zaś dla szerokości koron:

$$E' = \frac{0^{\text{ms}}.875}{0.206 \times 1^m.30 \times 3^m.57} = 0^m.915.$$

i na koniec:

$$2R = 4 \times 0^m.915 = 3^m.66.$$

Jeżeli okoliczności miejscowe, jak np. zalew wód, zmusza umieścić zakład wyżej, a przez to promień dla koła ma być większy np. $4^m.00$, wtedy szerokość koron obliczy się z formuły:

$$E' = 2^m - \sqrt{4 - 7.27 \frac{0^{\text{ms}}.875 \times 2^m}{1^m.30 \times 3^m.57}} = 0^m.878.$$

179. PRZEROBIECIE POGRÓDEK PŁASKICH DAWNYCH KÓŁ NA POGRÓDKI ZAOKRĄGLONE. Aby przerobić pogródki płaskie, jakie były dawane przy dawnych kołach na pogródki zaokrąglone, wskazane przy n° 175 z warunkiem, aby woda przepływała swobodnie bez uderzania w punkcie *a*, umieszczonym na obwodzie zewnętrznym koła cokolwiek powyżej od linii pionowej spuszczonej ze środka koła *O* poprowadzi się styczną *af* do części zewnętrznej łopatek. Na stycznej *ah* do obwodu zewnętrznego koła bierze się *ah* = $0.55V$, przez punkt *h* prowadzi się równoległą *hg* do linii *af*. Z punktu *a*, jako ze środka, promieniem równym *V* zakreśla się łuk, przecinający linię *hg* w punkcie *g*, przez ten punkt i przez punkt *a* prowadzi się linię *ag*, którą się przedłuża do *k*. Na przedłużeniu oznacza się punkt *k* w odległości *ki* od *ad* równiej wysokości otworu. Linija *ki* prostopadła do *ad* daje długość *ai* na stycznej *ad*, która powinna być równa rozwiniętej długości łuku koła zewnętrznego od *a* do *c*. Poprowadziwszy łuk *oc*, bierze się *cd* = *ik*, i potem robi się wykreślenie części zaokrąglonej pomiędzy *d* i *a*, jak to wskazano przy n° 176.

Może się przytrafić niekiedy, że z powodu ostrego kąta, jaki czynią łopatki z obwodem zewnętrznym koła, wypadnie dać próg, czyli część górną pogródki bardzo wysoko. Należy wtedy brać punkt *a* bliżej linii pionowej, przechodzącej przez środek koła *o*. Gdyby łopatki były z drzewa, lepiej zmienić ich kierunek w ten sposób, aby z obwodem zewnętrznym koła czyniły kąt najmniej 30° .

180. KSZTAŁT ZEWNĘTRZNY KORON. Potrzeba się starać, aby na stronie zewnętrznej koron nie było wysoków, któreby bardzo utrudniały ruch koła w czasie jego zatopienia. Dla zakładów wodnych, gdzie mogą się zdarzać peryodyczne zmiany prędkości, użycie koron z żelaza lanego daje większą pewność ruchu.

181. PRZYPADEK, GDZIE KOŁO JEST WYSTAWIONE NA DŁUGIE I CZĘSTE ZALEWY. Kiedy koło ma być wystawione na częste i długie zalewy, wtedy szerokość koron, wypadłą z formuł poprzednich, potrzeba powiększyć.

Pomaga także urządzenie otworu w środku pogródki zaokrąglonej, który w razie zalewów może dodawać pewną ilość wody, jako też ocembrowanie równoległe od obwodu części dolnej koła. Lecz wtedy trzeba się starać dawać łopatki pod kątem 40 do 45 stopni, nachylone do obwodu zewnętrznego koła, a wykreślenie takowych dopełnia się podług n° 193, jak dla kół korytkowych, uważając dla V i v ważności, przyjęte pod n° 175.

182. URZĄDZIĆ KOŁO WODNE O ŁOPATKACH KRZYWYCH TAK, ABY BYŁO ZDOLNE POMIEŚCIĆ DANĄ MASĘ WODY. W tym wypadku, mając daną masę przepływu wody w 1", po wybraniu podniesienia odpowiedniego stawidła, oblicza się za pomocą n° 172 szerokość otworu, i urządza się kształt pogródki i koła wodnego podług prawideł poprzednich.

Nie pozostaje nic więcej w tym wypadku do obliczenia, jak działanie użytkowe, które koło może wydać, i wówczas postępuje się podług prawidła n° 131.

183. KOŁA KORYTKOWE. (*Roues à augets*) URZĄDZENIE STAWIDŁ. Są dwa sposoby urządzenia stawideł przy kołach korytkowych, podług tego jak poziom wody w rezerwoarze jest mniej więcej stały, albo też zmienia się, i stosownie do innych okoliczności.

Dla spadków, gdzie stan poziomu nie zmienia się więcej jak 0^m.20 do 0^m.30, czyli do 12 cali, należy urządzić wylewanie wody na koło z wierzchołka. W takim razie postępuje się, jak następuje.

Znając największą i najmniejszą wysokość poziomu wody w rezerwoarze, zastosowuje się budowę do średniej wysokości; wtedy będzie się znało spadek całkowity.

Otwór przepływu będzie pionowy, próg otworu będzie położony dla spadku:

	m	m	m
od 2.60 do 3	na	wysokość	0.50
3.00	4	—	0.60
4.00	6	—	0.70
6.00	7	—	0.80
7.00	8	—	0.90

pod poziom (*en contre-bas*) wód średnich i wyrównany tak, jak boki ze ścianami naczynia przez zaokrąglenia, aby uniknąć wszelkiego ściśnienia.

Od tego progu urządzony ganek, prowadzący wody na koła i nachylony najwięcej w stosunku $1/12$, będzie miał szerokość, oznaczoną poniżej, równą otworowi. Daje mu się jeżeli można 1^m do 1^m.50 długości.

Między gankiem a kołem zostawia się odległości 0^m.01.

To zrobiwszy od spadku całego odejmuje się ciśnienie wody na próg, spadek cały ganku i odległość spodu ganku od koła wodnego, a reszta będzie średnicą koła wodnego.

Przy końcu kanału od strony rezerwoaru urządza się podpory w ten sposób, aby próg otworu o ile być może był najbliższy wierzchołka koła, i aby ganek o ile można był najkrótszy. Dla tego też czasem jest koniecznym użycie podpór w rodzaju sztab, aby utrzymać ganek.

184. PODNIESIENIE STAWIDŁA. W przypadkach zwyczajnych należałoby ograniczyć podniesienie stawidła do 0^m.10, czyli 4 cali, chyba gdyby się nie otrzymało dla otworu i koła szerokości, którą powinno się przyjąć.

185. IŁOŚĆ I KSZTAŁT KORYTEK. Oddalenie pomiędzy sobą korytek na obwodzie zewnętrznym koła winno wynosić od 0^m.30 do 0^m.40, czyli 12 do 17 cali, i liczba ich całkowita powinna być podzielona przez liczbę ramion, czyli szprych koła.

Dzieli się więc koło na pewną liczbę części równych, każda około 0^m.35 długa, czyli 15 cali, i bierze się za ilość korytek liczbę ich całkowitą, dzieloną przez ilość ramion, która będzie najbliższą ilorazu.

Korony będą miały w kierunku promienia szerokość, równą oddaleniu korytek na obwodzie zewnętrznym koła.

Dla kół bardzo silnych, aby ograniczyć ich szerokość w kierunku osi koła, można dać koronom i oddaleni korytek na obwodzie zewnętrznym koła szerokość 0^m.50, czyli 20 cali.

Dzieli się obwód koła na tyle części równych, ile wypadnie korytek, i przez punkta podziału prowadzi się promienie.

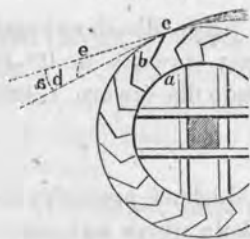
Wykreśla się obwód średni na koronie pomiędzy dwoma obwodami zewnętrznym i wewnętrznym, które ograniczają takową. Części promienia, zawarte pomiędzy obwodem średnim a obwodem wewnętrznym, będą dnem korytek.

Aby wykreślić ścianę przodkową korytek, łączy się koniec dna, będący na obwodzie średnim, z punktem podziału, który się znajduje na obwodzie zewnętrznym, odpowiadającym poprzedniemu promieniowi, i tym sposobem będzie profil wewnętrzny korytka.

Jeżeli korytka będą z blachy lanej żelaznej, potrzeba zaokrąglić kąt, który tworzy dno korytka ze ścianą.

186. OZNACZENIE PRĘDKOŚCI NA OBWODZIE ZEWNĘTRZNYM KOŁA. Aby woda wchodziła do korytka bez uderzania i rozlewania się, postępuje się w następujący sposób:

Fig. 37.



Oznacza się według prawidła n° 49 i 50 punkt spotkania *c* (fig. 37) średniej żyły warstwy płynu z obwodem zewnętrznym koła, prędkość *V* przyływu wody i jej kierunek w tym punkcie; na ten kierunek przenosi się podług jakiegokolwiek skali długość *cd*, przedstawiającą tę prędkość. Wykreśla się profil *abc* korytka, przechodzącego

go przez punkt *c*; przez punkt *d* prowadzi się równoległą *de* od ściany *bc*. Ona spotka styczną *ce*, poprowadzoną w punkcie *c* do obwodu koła w punkcie *e*; długość *ce* będzie na skali przyjętej za prędkość tę, której koło powinno dojść, aby się woda nie rozlewała na stronę zewnętrzną korytek.

Prędkość zwyczajna, czyli praktyczna powinna być nieco mniejsza od tej, którąśmy powyższym sposobem oznaczyli.

Dla kół wielkiej średnicy wykreślenie poprzednie dałoby niekiedy prędkość mniejszą obwodu. Należałoby więc wtedy ograniczyć szerokość dna korytek na $\frac{1}{3}$ szerokości korony, co powiększyłoby nachylenie ścian, a tym sposobem i ważność, którą daje wykreślenie na prędkość koła.

Dla kół z drzewa ta prędkość nie powinna być mniejsza od 1^m.20 do 1^m, czyli 50 do 41 cali na sekundę, aby uniknąć niedogodności, pochodzącej z braku równowagi około swęj osi, i można ją śmiało podnieść do 2^m, czyli 82 cale i więcej.

187. WYSOKOŚĆ, KTÓRĄ WODA PRZECHODZI NA KOLE. Wysokość *h*, którą woda przebiega na kole w położeniu zwyczajnym, jest równa średnicy koła.

188. KOLUMNA WODY, POTRZEBNA DO URZĄDZENIA KOŁA DANEJ SIŁY. Aby koło zyskało skutek użytkowy żądany, powinno przyjmować kolumnę wody w 1", która będzie wyrażona przez formułę:

$$Q = \frac{P_v}{780h + 102(V_{\text{dost}} - v)v} \text{ metrów sześciennych,}$$

w której *P_v* znaczy skutek użytkowy dany, jaki koło powinno przyjąć, a co sprowadza się do następującego prawidła:

Mnoży się prędkość *V* przyływającej wody na koło przez dostawę kąta, który tworzy z prędkością *v* obwodu koła, od iloczynu tego odejmuje się prędkość zewnętrznego obwodu koła, i mnoży się resztę przez 102 razy wziętą prędkość na obwodzie koła, a do tego powstałego iloczynu dodaje się 780 razy wysokość *h* przebiegającej wody na kole.

Działanie użytkowe, albo siłę, którą powinno wydać koło wodne, dzieli się przez powyższy iloczyn, a

Iloraz, wyrażony w metrach sześciennych będzie kolumną wody, którą koło ma spożywać w ciągu 1".

189. SZEROKOŚĆ OTWORU. Szerokość otworu potrzebną, jak to było powiedziane przy n° 150, znajdzie się z formuły:

$$L = \frac{Q}{0.70E\sqrt{2qH}},$$

co się wyrazi przez następujące prawidło:

Mnoży się podniesienie stawidła przez prędkość, pochodzącą od ciśnienia na środek otworu (n° 2), i przez 0.70, a kolumnę masy wody, przepływającej w jednej sekundzie, dzieli się przez powyższy wypadły iloczyn.

Floraz będzie oznaczał w metrach potrzebną szerokość otworu i ganku, prowadzącego wodę na koło.

190. SZEROKOŚĆ KOŁA. Szerokość wewnętrzna koła powinna być równa szerokości otworu, powiększonej 0^m.10, czyli o 4 cale.

191. URZĘDZENIE STAWIDŁ I GANKU, KIEDY KOŁO ODBIERA WODĘ PONIŻEJ SWEGO WIERZCHOŁKA. Kiedy poziom wody w rezerwoarze, dostarczającym wody na koło, zmienia wysokość więcej nad 0^m.30 do 0^m.40, czyli 12 do 17 cali, albo kiedy wody kanału odpływowego zmuszają koło wodne, aby obracało się w tym samym kierunku co jest odpływ w kanale, trzeba wtedy urządzać stawidła w sposób następujący, który może być także przyjęty dla spadków całych nad 4^m, czyli 14 stóp wysokości, a który jest podobny do tych, o jakich była mowa przy n^o 19, i są wskazane na fig. 7.

Promień średni żyły płynu powinien dotykać koło wodne pod kątem 30° do płaszczyzny poziomej, przechodzącej przez oś koła albo pod kątem 60° do wierzchołka koła.

Z drugiej strony należy, aby woda miała przybywać na koło prędkość około 3^m, czyli 10 stóp na 1" podług tego punkt przybycia promienia średniego żyły wody, który będzie przechodzić przez otwór w ganku nad obwodem zewnętrznym koła będzie co do wysokości 0^m.46, czyli 19 cali najmniej niż od poziomu wód w rezerwoarze wyższym.

192. PROMIEŃ KOŁA WODNEGO. Wysokość h , którą woda będzie przebiegać na obwodzie koła, będzie równa całemu spadkowi, zmniejszonemu $0^m.46$ czyli 19 cali, a promień koła będzie dany przez formułę:

$$R = \frac{h}{1 + wst30^0} = \frac{h}{1.50},$$

co daje następujące prawidło:

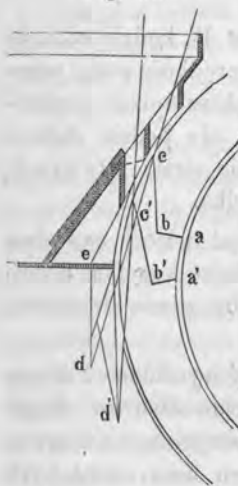
Dzieli się wysokość, jaką woda powinna przebiec na obwodzie koła przez 1.50.

A iloraz będzie w metrach szukanym promieniem koła.

193. NACHYLENIE, JAKIE NALEŻY DAĆ ŚCIANIE, MAJĄCEJ W SOBIE OTWORY, WYPUSZCZAJĄCE WODĘ NA KOŁO. Chcąc poprowadzić wodę, przybyszającą na koło w ten sposób, aby nie uderzała o ściany zewnętrzne korytek z wierzchu, potrzeba urządzić odpowiednie zasady nauki ściany otworów, które prowadzą wodę na koła.

Kierunek promienia średniego wody oznaczy się następującym sposobem:

Fig. 38.



W punkcie *c* (fig. 38), gdzie woda przybywa na koło, prowadzi się styczna *ce* do obwodu zewnętrznego koła, i wykreśla się profil *cba* jednego korytka.

Bierze się prędkość v koła, równą 0.66 razy prędkości $V=3^m$ wody, przybywającej na koło, i przenosi się według jakiegokolwiek skali długość ce dla oznaczenia tej prędkości v , przez punkt e prowadzi się równoległą ed do ściany bc korytka. Z punktu e , spotkania się średniej żyły warstwy wody z kołem, promieniem równym prędkości $V=3^m$, według przyjętej skali, zakresła się łuk koła, który spotka w punkcie d linię ed . Łączy się punkta e i d , a linia ed przedłużona w górę nad punkt e , będzie kierunkiem szukanym żyły płynu.

Należy powtórzyć to postępowanie dla poziomów różnych w równym oddaleniu na $0^m.10$, idąc od punktu najwyższego aż do najniższego, w którym ma być działanie. Otrzyma się więc szereg linii, podobnych do linii, *dc*, dających kierunki nachyleń.

do których o ile można powinny się zbliżać ściany przegród, puszczających wodę na koło.

Tak np. dla poziomu 0^m.25 niższego, wynajdzie się tak, jak poprzednio kierunek, który potrzeba dać żył średniej wody, aby przechodząc na koło o 0^m.46 niżej poziomu obniżonego, wchodziła bez uderzania ściany przedniej korytka *a'b'e'*, przypuszczając, że przyszła do tego położenia, a tym kierunkiem będzie linija *d'e'*.

Ściany przegródek, puszczających wodę, tak oznaczone, powinny zresztą kończyć się w dole nad obwodem koła wodnego tak, aby ten spód był promienia 0^m.01 więcej jak promień koła.

Prostopadłe *xy*, wyprowadzone z końca ścianki przegródki na ścianę przegródki po niej następującej, bezpośrednio zaraz pod nią zamieszczoną, nie powinny mieć jak 0^m.07 do 0^m.06 długości, i należy, ażeby nad spód tej prostopadłej ścianka następująca miała jeszcze 0^m.04 do 0^m.05 najmniej wysokości.

Te warunki będą służyć do ustanowienia liczby ścianek i nachylenia stawidła.

Kiedy kolumna wody, przepływająca w 1", będzie taka, że więcej otworów potrzeba odsłonić odrazu, prędkość wody, przechodzącej przez otwory dolne, będzie większa aniżeli poprzednie wykreślenie przypuszczało, i woda nie będzie dobrze wchodzić w korytka. Leczą i w tym razie strata siły żywej, sprawiona przez uderzanie, nie będzie wielka.

W ogóle nie należałoby wcale odsłaniać więcej nad dwa otwory, gdyż wtedy narażałoby się napełniać korytka więcej nad połowę ich objętości, a przez co byłaby strata działacza, jak to wyżej powiedzieliśmy.

Należy, aby stawidła tego rodzaju były wyrabiane z żelaza odlewane, a to dla tego, aby grubość ścian otworów mogła być tylko od 0^m.010 do 0^m.015. Umocnić zaś je można i utrwalić przez obwiedzenie i danie poprzecznych listw, oddalonych pomiędzy sobą około 0^m.80.

Jeżeli stawidło jest z żelaza, co nie jest konieczne potrzebne, to należy go zrównoważyć.

Dla ułatwienia budowy i zapewnienia mocy płaszczyzny, po której ma być stawidło prowadzone, potrzeba będzie ramę,

na której powinno się ślizgać stawidło, opatrzyć w wyskok, wychodzący kilka millimetrów nad płaszczyznę brzegów otworów i ich wzmacniających listewek.

Prędkość $v=0.668$, przyjęta powyżej za taką dla koła, powinna być najmniejsza, jaką można używać.

To urządzenie stawideł pozwala brać wodę z poziomów bardzo różnych, lecz powinniśmy się zawsze starać ograniczyć tę różnicę do 0^m.60 najwięcej, i nie używać podobnego sposobu puszczania wody jak tylko w przypadkach koniecznych, niniejszym oznaczonych. Zależność i niedogodność, jaką za sobą pociągają, powinny nas nakłaniać nie używać ich, jak wtedy, kiedy zupełnie ze wszystkim są potrzebne.

Po takim ustaleniu kierunku przegródek dla trzech otworów, zakończy się je w dole na 0^m.01 w oddaleniu od obwodu koła, a w górze opatrzyć się płaszczyzną pochyłą, która im pozostawi długość dostateczną dla zapewnienia kierunku żyły płynu, jak to było wyżej powiedziane.

Ten plan będzie oznaczał kierunek stawidła pochylonego, które obniżając się, dozwalać będzie wodzie przechodzić przez jeden lub więcej otworów.

194. UWAGA CO DO WPROWADZANIA WODY NA KOŁO. Ten sposób wprowadzania wody na koło, czasem przedstawia niedogodności dla tego, że woda wchodząc dusi się przez występujące powietrze, zawarte w korytku.

Zapobiega się temu, pozostawiając na stronie wewnętrznej koła szpary między jednym a drugim korytkiem. Dla tego przedłuża się ściana wewnętrzna nad dno korytka poprzedniego około 0^m.10, pozostawiając na przejściu powietrza odstęp 0^m.02 do 0^m.03 najwyżej pomiędzy jednym i drugim korytkiem, jak to pokazuje fig. 38.

195. SZEROKOŚĆ OTWORU. Aby wyrobić koło wodne siły danej, potrzeba naprzód ustanowić przepływ wody, a następnie oznaczyć szerokość otworów w ten sposób, aby nie przyjmować z początku od góry jak jeden otwarty.

W skutek tego oblicza się naprzód kolumna wody, przepływającej w 1" przez otwór pierwszy od góry, podług formu-

ły danej przy prawidle n° 178, w której będą znane V, v, a, i, h , jako też P_v , czyli skutek użytkowy działacza, a następnie obliczy się szerokość otworu L z formuły:

$$L = \frac{Q}{0.75E\sqrt{2gH}}$$

w której:

E będzie długość prostopadłej, spuszczonej z brzegu wyższego otworu, czyli ściany górnej na ścianę dolną przeciwną,

H wysokość poziomu średniego wody nad środek tej linii.
Jeżeli ta wypadła szerokość, nie przechodzi szerokości koła, wtedy daje się zawsze wymiar ostateczny dla szerokości otworu w kierunku równoległym od osi koła wodnego.

Jeżeli przeciwnie wymiar wypadły jest za wielki, czyli większy od szerokości koła, przyjmuje się, że otwór następny w zupełności, albo w części, będzie odsłonięty, i nazywając E' prostopadłą, wyprowadzoną z końca spuszczonego stawidła na ścianę przeciwną górną przegródki drugiej,

H' wysokość poziomu średniego wody nad środek tej prostopadłej.

Obliczy się szerokość otworu przez formułę:

$$L = \frac{Q}{0.75(E\sqrt{2gH} + E'\sqrt{2gH'})}$$

Ta formuła da się wyrazić przez następujące prawidło, stosujące się także i do poprzedniej:

Aby obliczyć szerokość ściany stawidłowej w przypadku, kiedy ma kilka odrazu odsłoniętych otworów:

Mnoży się długość prostopadłej, wyprowadzonej z brzegu ściany górnej na ścianę przeciwną przegródki, przez prędkość, pochodzącą od wysokości średniej poziomu nad środek tej prostopadłej, robi się summa wszystkich podobnych iloczynów, i mnoży się przez 0.75, a w końcu przez ten iloczyn dzieli się kolumna wody, mającej przepływać w 1".

Iloraz będzie szerokością, którą potrzeba dać w świetle ścianie stawidłowej.

196. SZEROKOŚĆ MIĘDZY KORONAMI, CZYLI SZEROKOŚĆ DZWONA. Szerokość w świetle koła wodnego będzie równa sze-

rokości otworu, oznaczonej przez formułę powyższą, powiększonej 0^m.05 do 0^m.10, czyli 2 do 4 cali z każdej strony.

197. UWAGA, ODNOSZĄCA SIĘ DO OBJĘTOŚCI KORYTEK. Powinno się w każdym razie zapewnić, w zastosowaniu się do prawidła n° 125, aby prędkość obwodu koła i masa przepływu wody były tak oznaczone, aby korytka nie napelniały się więcej jak w połowie ich objętości.

198. URZĄDZENIE KÓŁ WISZĄCYCH NA STATKACH (*plywaków*). Łopatki powinny mieć $\frac{1}{4}$ albo $\frac{1}{3}$ część długości promienia koła, która dochodzić powinna 0^m.35 do 0^m.80, czyli 14 do 33 cali, oddalenie zaś na obwodzie zewnętrznym pomiędzy łopatkami winno być równe ich wysokości.

Powinny się zanurzać w wodzie o tyle, o ile pozwala głębokość strumienia lub rzeki, na Rodanie zanurzają się do 0^m.50, czyli 20 $\frac{1}{2}$ cala.

Jest korzystnym dodawać na końcu łopatek listewki (*rebords*), mające 0^m.05 do 0^m.10, czyli 2 do 4 cali wysoku.

Navier radzi nachylać łopatki pod kątem 30° do kierunku promienia w stronę dopływu wody, a to wtedy, kiedy koło zanurza się w $\frac{1}{4}$ do $\frac{1}{3}$ części długości tegoż promienia, a pod kątem 15°, kiedy się zanurza w $\frac{1}{3}$ części, co jest największą głębokością, do jakiej łopatki kół tego rodzaju zanurzać się mogą.

Kiedy wysokość łopatek jest oznaczona podług zasady wspomnianej powyżej, i kiedy prędkość V na powierzchni wody jest wiadoma, wtedy prędkość v środka łopatek powinna być 0.4 V .

Nazywając E wysokość łopatek, oznaczy się szerokość ich L przez formułę:

$$L = \frac{P_v}{147.5E(V-v)^2}$$

Z czego wyprowadza się następujące prawidło:

Mnoży się wysokość zanurzenia łopatki przez kwadrat z nadmiaru prędkości wody nad prędkość koła, iloczyn ztąd powstały, mnoży się następnie przez prędkość koła i przez 147.5.

Przez ten iloczyn dzieli się ilość siły użytkowej, jaką koło może wydać w 1".

Iloraz będzie szerokością łopatek.

PRZYKŁAD. Jaka powinna być szerokość łopatek koła wiążącego, które ma być działania użytkowego 600^{km} w 1", aktórego dane są następujące:

Wysokość łopatek $E=0^m.80$

Prędkość wody $V=1^m.80$

Prędkość środka łopatki $v=0.4V=0^m.72$

Formuła daje:

$$L = \frac{600}{147.5 \times 0.80 \times (1.08)^3 \times 0.72} = 6^m.058.$$

199. URZĄDZANIE TURBIN PANA FOURNEYRON. Chociaż autor tych turbin zapewnił sobie budowę na swoją rękę przez patent, celem zastosowania swych długich i mozolnych poszukiwań, damy tu wszakże pokrótce kilka wskazówek, dających wyobrażenie co do wymiarów głównych, winnych być użytymi, a nawet i co do wyboru działacza.

Doświadczenia dowiodły, że te koła działają zarówno, czy są zatopione lub nie, należy je umieszczać przeto zawsze jak najniżej w kanale odpływowym, aby korzystać zupełnie z całego spadku, który jest do rozrządzenia.

200. KOLUMNA ZUŻYTKOWANEJ WODY. Mając oznaczony cały spadek i wiedząc, że turbiny wydają średnio działanie użytkowe równe 0.70 części działania zupełnego, oblicza się kolumna wody, przepływającej w 1" przez formułę:

$$Q = \frac{Pv}{650H}$$

201. REZERWOAR WALCOWY. Dla spadków średnich prędkość wody w rezerwarze walcowym nie powinna przechodzić 4^{ej} lub 5^{ej} części prędkości, zależnej od całego spadku. Podług tego, bierze się prędkość średnia U wody w rezerwarze walcowym za piątą lub czwartą część prędkości, pochodzącej od

całego spadku H , i oblicza się dla tego średnica walca przez formułę:

$$D = \sqrt{\frac{Q}{0.7854U}}$$

co się wyrazi przez prawidło:

Aby oznaczyć średnicę w świetle rezerwoaru walcowego turbiny:

Mnoży się czwarta, lub piąta część prędkości, pochodzącej od całego spadku przez 0.7854, a przez ten iloczyn dzieli się massa przepływu wody w 1", i wyciąga się zilorazu pierwiastek kwadratowy, a wypadek będzie szukaną średnicą walca.

PRZYKŁAD. Jak urządzić turbinę siły 50 koni przy spadku 4^m 50?

Naprzód, massa potrzebnego przepływu obliczy się zn^o 141:

$$Q = \frac{50 \times 75}{650 \times 4^m.50} = 1^{ms}.282.$$

Prędkość pochodząca od wysokości 4^m.50, jest 9^m.40; będzie więc:

$$U = \frac{9^m.40}{4} = 2^m.35, \text{ albo } U = \frac{9^m.40}{5} = 1^m.88;$$

a ztąd:

$$D = \sqrt{\frac{1.282}{0.7854 \times 2.35}} = 0.835^m, \text{ albo } D = \sqrt{\frac{1.282}{0.7854 \times 1.88}} = 0.932^m$$

Jeżeli spadek i przepływ są zmienne, to trzeba w takim razie obliczać te średnice na rozmaite położenia, i przyjąć z tych ważność największą, jaką się otrzyma.

Tak np. w przykładzie niniejszym, jeżeli spadek przez przybór wód dojdzie do 2^m.50 wysokości, wówczas kolumna wody, przepływającej w 1", będzie:

$$Q = \frac{50 \times 75}{650 \times 2.50} = 2^{ms}.308.$$

Prędkość, pochodząca od całego spadku, będzie 7^m, a ztąd będzie:

$$U = \frac{7}{4} = 1^m.75, \text{ albo } U = \frac{7}{5} = 1^m.40,$$

a następnie:

$$D = \sqrt{\frac{2.308}{0.7854 \times 1.75}} = 1^m.35, \text{ albo } D = \sqrt{\frac{2.308}{0.7854 \times 1.40}} = 1^m.44$$

Turbina w Müllbach, która ma dane, odpowiednie wymiary w niniejszym przykładzie, ma średnicę w świetle:

$$D = 1^m.330.$$

INNY PRZYKŁAD. Jak urządzić turbinę siły 45 koni, która ma całego spadku 8^m.04?

Jest naprzód dla potrzebnej masy, przepływającej wody z n° 145.

$$Q = \frac{45 \times 75}{650 \times 8.04} = 0^m.646.$$

Prędkość, pochodząca od wysokości całego spadku 8^m.04, jest 12^m.55, a więc prędkość w walcu rezerwoaru będzie:

$$U = \frac{12^m.55}{5} = 2^m.51;$$

a ztąd:

$$D = \sqrt{\frac{0.646}{0.7854 \times 2.51}} = 0^m.572.$$

Turbina w Moussay prawie w tych samych pobudowana okolicznościach, ma rezerwoar, którego średnica w świetle ma mniej więcej ten sam wymiar, co wypadł powyżej.

202. ŚREDNICA ZEWNĘTRZNA. Kiedy będzie oznaczona średnica wewnętrzna rezerwoaru, doda się 0^m.040 do 0^m.050 na grubość walca i oddalenie koła turbiny od ścian walca, i to będzie średnica zewnętrzna koła.

W pierwszym przykładzie poprzedniego numeru przy największym przepływie będzie, nazywając R' promień wewnętrzny koła turbiny:

$$2R' = D + 0^m.040 = 1^m.370.$$

Co jest to samo przy turbinie w Müllbach.

Średnica wewnętrzna jest zwykle równa 0.70 do 0.80 śred-

dnicy zewnętrznej turbiny, nazywając więc R promień zewnętrzny, będzie:

$$2R' = 0.70 \times 2R, \text{ albo } 2R' = 0.80 \times 2R;$$

z czego:

$$2R = \frac{2R'}{0.70}, \text{ albo } 2R = \frac{2R'}{0.80}$$

Dla pierwszego przykładu z poprzedniego numeru będzie:

$$2R = \frac{1.370}{0.70} = 1^m.957, \text{ albo } 2R = \frac{1.370}{0.80} = 1^m.712$$

Turbina w Müllbach ma:

$$2R = 1^m.900.$$

Dla drugiego przykładu będzie:

$$2R' = D + 0^m.04 = 0^m.612,$$

a

$$2R = \frac{0.612}{0.700} = 0^m.874.$$

Turbina w Moussay ma średnicę zewnętrzną równą 0^m.85.

203. LICZBA OBROTÓW KOŁA. Stosunek działania użytkowego do skutku całkowitego działacza jest w ogóle o tyle większy, o ile wysokość podniesienia stawidła zbliża się do wysokości koła, albo każdej z osobnych przegród. Z drugiej strony wartość stosunku prędkości obwodu zewnętrznego koła do prędkości, pochodzącej od wysokości spadku, która odpowiada maximum działania, wzrasta z podniesieniem stawidła, albo z masą przepływu wody i to o tyle prędzej, o ile spadki są większe.

Będzie można obliczyć przez przybliżenie liczbę obrotów na odpowiednią maximum skutku przez formułę:

$$n = K \cdot \frac{V}{R}$$

dla której w turbinach podobnych są następujące odpowiednie ważności:

Müllbach	{ podniesienie stawidła	^m 0.05	^m 0.10	^m 0.15	^m 0.20	^m 0.25	^m 0.30
		K' = 4.94	5.59	6.24	6.89	7.54	8.69

Moussay {	podniesienie stawidła	$\frac{m}{0.05}$	$\frac{m}{0.06}$	$\frac{m}{0.07}$	$\frac{m}{0.08}$	$\frac{m}{0.09}$	$\frac{m}{0.10}$
	K' =	4.26	4.52	4.83	5.16	5.48	5.80

Prędkość mogłaby różnić się na mniej, lub więcej o $\frac{1}{5}$, lub $\frac{1}{6}$ tej, która odpowiada największemu działaniu, byle tylko działanie użytkowe nie zmniejszyło się znacznie.

W ogóle dla turbin, mających ciśnienie średnie, to jest od 3 do 4 metrów, i mocne przepływy wody, będzie można obliczać liczbę obrotów w przybliżeniu przez formuły:

$$n = 5.25 \frac{V}{R} \text{ do } n = 7.50 \frac{V}{R};$$

zaś dla turbin z spadkami 6 do 8 metrów i małemi przepływami wody:

$$n = 4.50 \frac{V}{R} \text{ do } n = 5.50 \frac{V}{R};$$

co pozwoli oznaczyć następnie wszelkie wymiary części ruchu, jaki się ma zastosować w zakładzie, przy którym jest turbina.

PORÓWNANIE RÓŻNYCH RODZAI KÓŁ WODNYCH.

204. ZALETY I WADY KÓŁ O ŁOPATKACH PŁASKICH. Koła o prostych łopatkach dokładnie osadzone w pogródce okrągłej, odbierające wodę sposobem przewalnym (*en déversoir*), wydają siłę, czyli działanie użytkowe, potracając tarcie, sprawione przez czopy, w stosunku 0.70 lub 0.75 do skutku zupełnego działacza.

Koła te mogą bez znacznej zmiany działania użytkowego obracać się prędkością bardzo rozmałą, to jest, począwszy od obrotów równych prędkości, przypływającej wody na koło, aż do prędkości, jaką koło mieć powinno, gdy przedziały między łopatkami będą napełnione do $\frac{2}{3}$ ich objętości.

One zastosowywają się zwykle do spadków od 1^m.30 do 2^m.50, czyli 4 stóp 9 cali do 8 $\frac{1}{2}$ stóp.

Promień kół wodnych tego rodzaju powinien być najmniej równy wysokości spadku, z czego pokazuje się, że dla spadków większych od 2^m.50 czyli 8 $\frac{1}{2}$ stóp, koła te byłyby bardzo wielkie, a ztąd bardzo ciężkie.

Ich niedogodności są, że niekiedy wymagają wielkiej szerokości, którą miejscowość, albo trudności w budowie dać im nie pozwalają, i że nie mogą poruszać się dobrze, gdy są zatopione, a mianowicie gdy wysokość zalewu równa się wysokości łopatek.

205. ZALETY I WADY KÓŁ KORYTKOWYCH. Zalety kół korytkowych są te same, jak i kół o łopatkach prostych, osadzonych w pogródce okrągłej, one dają działanie użytkowe w stosunku 0.70 do skutku bezwzględnie działacza.

Zastosowują się do spadków większych nad 3 metry, czyli 10 $\frac{1}{2}$ stóp, a ponieważ nie wymagają pogródek zaokrąglonych gdzieby powinny być dokładnie osadzone, i nie potrzebują napełniać korytek więcej jak w połowie, przeto i budowa pogródek łatwiejsza i potrzebna masa wody mniejsza.

Ponieważ prędkość przed przybyciem na koło jest zwykle najmniejsza 2^m.50 do 3^m, czyli 8 $\frac{1}{2}$ do 10 $\frac{1}{2}$ stóp, i spadek jest znaczny, przeto mogą użytkować z wód wielkich bez potrzeby użycia znacznej szerokości w kołach.

Przy wielkich spadkach mogą jeszcze obracać się, chociaż będą zatopione nad wysokość korony.

206. ZALETY I WADY KÓŁ O ŁOPATKACH KRZYWYCH. Koła o łopatkach krzywych urządzone według zasad wskazanych przez pana Poncelet, zużytkowują 0.60 skutku bezwzględnego działacza, kiedy spadek cały jest 1^m.50, czyli 5 stóp i niżej, a w stosunku 0.50 do 0.55, gdy spadki są większe.

One mogą obracać się z prędkością bardzo znaczną, co pozwala z łatwością powiększać, czyli przyspieszać te obroty, do czego trudno dojść przy kołach innych systematów.

Szerokości otworu i pogródek tych kół są przy sile równe i o wiele mniejsze, jak podobne rozmiary przy kołach o łopatkach prostych, co daje budowę oszczędniejszą, ciężar ich daleko mniejszy i pozwala urządzić je w takich miejscach, w jakichby zwyczajne koła o łopatkach płaskich urządzić się nie dały.

Mogą obracać się zatopione do wysokości korony, albo nawet, gdy są zatopione w $\frac{1}{2}$ części całego spadku, dla czego są

bardzo szacowne w położeniach płaskich, wystawionych na zalawy.

Ich wadą jest, że nie mogą obracać się o wiele z większą prędkością jak ta, która odpowiada największemu działaniu, ponieważ woda wówczas rozlewa się w nadmiar i sprawia znaczną różnicę na stratę działania użytkowego.

Zwykle są korzystniejsze na małe spadki 1^m.50, czyli 5 stóp i mniej przy obfitych przepływach wód, jak na wielkie spadki przy mniejszych przepływach.

207. ZALETY I NIEDOGODNOŚCI TURBIN. Turbiny pana Fourneyron mają następujące zalety:

1^o Nadają się do wszystkich spadków, poczynsz od najmniejszych aż do największych, z jakich sztuka dotąd potrafiła korzystać.

2^o Wydają działanie użytkowe 0.70 i często nawet 0.75 w stosunku skutku działania bezwzględnego.

3^o Mogą obracać się z prędkością bardzo rozmałą od téj, która odpowiada maximum działaniu, chociaż to działanie użytkowe nie zmniejsza się znacznie.

4^o Mogą działać pod wodą w głębokościach bardzo znacznych przy małej zmianie działania użytkowego w stosunku skutku bezwzględnego działacza.

Z czego wynika, że umieszczając je z poziomem najniższych wód odpływowych, użytkuje się ciągle z całego spadku.

Jeżeli dołączemy do tych własności tak drogie pod względem mechaniki korzyści, jaką przedstawiają z powodu zajmowania nader mało miejsca, a ztąd możności bez wielkich wydatków, zachodów i niedogodności umieszczenia ich w każdym miejscu zakładu, oraz, że mogą obracać się z prędkością daleko wyższą od innych kół, co uwalnia nieraz od konieczności urządzania ruchów bardzo skomplikowanych, pozna się bezwątpienia, że te koła powinny trzymać pierwszeństwo między wszystkimi działaczami hydraulicznymi.

208. NIEDOGODNOŚCI Z MAŁEGO PODNOSZENIA STAWIDEŁ. Kiedy stawidło jest podniesione mniej jak $\frac{2}{3}$ części wysokości koła, działanie użytkowe w turbinach Fourneyron'a zmniejsza się o tyle, o ile podniesienie stawidła jest słabsze.

Ta niedogodność jest bardzo ważna dla fabryk wystawionych na działanie przez uderzenia, a przez to z bardzo różnemi przepływami. I w istocie w czasach powodzi koło z podniesieniem stawidła zupełnem równem jego wysokości, chociaż zatopione daje działania użytkowego około 0.70 siły bezwzględnej działacza, lecz w czasie suszy, kiedy jest mało wody a największy spadek, i kiedy nie można podnieść stawidła, jak tylko w pewnej części wysokości koła, wtedy nie otrzymuje się jak 0.60, a czasem 0.50 siły bezwzględnej działacza.

Pokazuje się, że turbina daje mniej działania w czasie niskich wód, jak w czasie powodzi.

P. Fourneyron zaradził téj niedogodności przez użycie obwodnicy stałej, w której koło częściowo może się zniżać lub podwyższać. To urządzenie jest korzystne, lecz doświadczenia nie przedstawiły pewnych wypadków.

Turbiny mogą być użyte bez regulatora, lecz wtenczas potrzeba, aby stawidło zupełnie nie było podnoszone.

209. TURBINA P. FONTAINE-BARON. Turbina ta daje działanie użytkowe równe 0.68:0.70 siły bezwzględnej działacza, kiedy stawidła zupełnie odsłaniają otwory, utworzone przez krzywizny kierujące.

Dla podniesień stawideł mniejszych, które dają przepływ w stosunku jak 4 do 3, działanie użytkowe do 0.57, albo 0.58 siły bezwzględnej działacza.

Prędkość koła może być bardzo różna od téj, która odpowiada największemu działaniu, a jednak stosunek działania użytkowego do siły bezwzględnej działacza bardzo mało się zmniejsza.

Obywa się bez umieszczenia regulatora, przeznaczonego do utrzymania jednostajnej prędkości, byle tylko stawidła nie były zupełnie podniesione.

Siła największa, jaką koło może wyrzucić, wznosi się do 1.48 téj, która odpowiada największemu działaniu przy tém samym podniesieniu stawidła.

Użycie pewnego rodzaju dubeltowych koron daje możność zastosowania rozmaitych przepływów wód, i jest równie przyjaznem w czasie powodzi, jak w czasie suszy.

Umieszczenie téj turbiny jest łatwe i niewymaga znacznych budowli wodnych.

TURBINA P. P. A. KOECHLIN ET COMP. Pokazano powyżej, że ta turbina, mając otwarty cały przepływ, daje na działanie użytkowe 0.72 część siły bezwzględnej działacza, i że to działanie mało co zmniejsza się, kiedy przepływ jest mniejszy.

Prędkość koła tego może się znacznie różnić, chociaż działanie użytkowe mało co się zmniejsza.

Wody powodzienne dolne mało wywierają wpływu na zwolnienie ruchu.

Używanie stawidła dolnego dla regulowania przepływu wody nie jest korzystne dla działania użytkowego, którego stosunek do siły bezwzględnej działacza zmniejsza się w miarę, jak otwór dolny jest mniejszy.

Koło to mieć powinno regulator, utrzymujący jednostajną prędkość.

Założenie i utrzymanie tego koła jest łatwe i wymaga mało budowli wodnych.

O WIATRAKACH.

211. Wiatraki najczęściej są używane o czterech skrzydłach prostokątnych, formujących powierzchnię krzywą, której koniec najbliższy osi obrotu czyni z płaszczyzną ruchu kąt około 18° , a koniec zewnętrzny najbardziej oddalony od osi kąt 7° . Wiatraki takie nazywają się młynami holenderskimi (*moulins à la hollandaise*)

Często bardzo skrzydła mają kształt trapezu.

Cztery ramiona, czyli skrzydła wiatraka formują to, co się nazywa śmigami (*volant*).

W krajach, które mają położenie płaskie, oś obrotu skrzydeł bywa nachylona pod kątem 8 do 15 stopni do poziomu.

212. OZNACZENIE PRĘDKOŚCI WIATRU. Prędkość V wiatru można mierzyć, robiąc spostrzeżenia na jakim ciele lekkim, takim np. jak pióra, dym z komina, albo z prochu, podniesionych do wysokości śmig przez pęd powietrza.

Smeaton wskazuje inny środek do oszacowania téj prędkości, polegający na tém, aby dzielić przez cztery prędkość, którą mają konce skrzydeł, kiedy są odcięte od maszyneryj wiatraka i wolno puszczane.

Używa się także młynka podobnego do młynka Woltemana, opisanego pod n° 149, ale o wiele lżejszego, który się ustawia osią w kierunku 213 wiatru, potrzeba wszakże przedewszy-

stkiem znać dokładnie stosunek obrotów skrzydełek do prędkości wiatru w instrumencie, który się używa.

213. IŁOŚĆ DZIAŁANIA NA KOŃCACH SKRZYDEŁ WIATRKA. Nazywając O powierzchnię jednego ze czterech skrzydeł, działanie użytkowe, czyli siła odniesiona na obwód zewnętrzny skrzydeł będzie dana podług doświadczeń Coulomb'a i Smeaton'a przez formułę praktyczną:

$$Pv = 0.13 \times OV^{3km},$$

w której prędkość v na końcu skrzydeł powinna dla skutku maximum działacza być równa 2.60 razy prędkości V wiatru.

Z tej formuły wypływa następujące prawidło:

Mnoży się 0.13 razy powierzchnia jednego skrzydła przez sześćcian z prędkości wiatru.

Iloczyn będzie ilością działania użytkowego, przeniesionego na obwód zewnętrzny skrzydeł.

PRZYKŁAD. Jaka jest ilość działania, przeniesionego na obwód zewnętrzny skrzydeł wiatraka hollenderskiego, przy następujących okolicznościach:

Długość skrzydeł	10 ^m .40
Szerokość skrzydeł	1 ^m .95
Powierzchnia skrzydła.	20 ^{mk} .28
Prędkość wiatru w 1"	6 ^m .50
Prędkość na końcu skrzydeł.	16 ^m .90
Znajdzie się	

$$Pv = 0.13 \times 20^{mk}.28 \times (6^m.50)^3 = 724^{km} = 9^{kp}.70.$$

MACHINY PAROWE.

ZASADY DANE Z DOŚWIADCZENIA NAD PARĄ.

214. ZWIĄZEK POMIĘDZY PRĘŻNOŚCIĄ (*tension*) A TEMPERATURĄ PARY. Przed zastosowaniem prawideł, mających się przytoczyć co do obliczenia działania użytkowego machin parowych, wskażemy naprzód sposoby oznaczenia rozmaitych danych nader ważnych w tych rachunkach.

Cisnienie, czyli prężność pary, jak równie gazów, wyraża się w rozmaitych sposobach, jak to wskazaliśmy w n° 102 i następnych.

Jeżeli para jest w związku ciągłym z kotłem, który ją dostarcza, wtedy się układa między prężnością pary a jej temperaturą pewny związek, wynoszący podług doświadczeń Panów Arago i Dulong: (*)

$$p = 1^{kil}.033(0.2847 + 0.007153t)^5,$$

w której:

p wyraża ciśnienie na 1 centimetr kwadratowy,
 t temperaturę termometru stu stopniowego Celciusza.

Co wyrazi się przez prawidło:

(*) Annales de Physique et de chimie, 1830.

Aby mieć ciśnienie pary wody w kotle, gdzie temperatura jest t :
Mnoży się temperatura t , wyrażoną w stopniu termometru stu-
stopniowego przez 0.007153, do tego dodaje się 0.2847, a sum-
mę wynosi się do piątej potęgi.

Wypadek będzie ciśnieniem pary, wyrażonej w atmosferach.

A mnożąc go przez $1^{\text{kil.}}$ 0.033, będziemy mieli ciśnienie, wywar-
te przez parę na każdy centymetr kwadratowy.

PRZYKŁAD. Jaka jest prężność pary na Termometrze
100 stopniowym 128° .8 ciepła?

Jest:

$$p = 1.033(0.2847 + 0.007153 \times 128.8)^5 = 1.033 \times 2.551 = 2.635^{\text{kil.}}$$

Doświadczenie dało $p = 2.582^{\text{kil.}}$

215. TABLICE PANÓW ARAGO I DULONG. Uniknie się ra-
chunku poprzedniego, udając się do tablic, sporządzonych
przez tych uczonych fizyków:

TABLICA PRĘŻNOŚCI PARY I ODPOWIEDNICH TEMPERATUR (*)
AŻ DO 24 ATMOSFER, OZNACZONYCH PODŁUG OBSERWACYJ,
I OD 24 DO 50 ATMOSFER ZA POMOCĄ RACHUNKU; ZAWIERAJĄ-
CE TAKŻE GĘSTOŚĆ, ALBO WAGĘ METRA SZEŚCIENNEGO PA-
RY I KOLUMNĘ W LITRACH JEDNEGO KILOGRAMA WODY,
PRZERÓBIONEGO NA PARĘ.

Prężność pary, biorąc ciśnienie atmosfery za jedność	Kolumna merkury- szu na 0 stopni, któ- ra mierzy prężność	Tempera- tura na ter- mometrze stustopnio- wym mer- kuryalnym	Ciśnienie na jeden centymetr kwadrato- wy w kilo- gramach.	Gęstość odpowie- dnia, albo waga me- tra sze- ściennego.	Kolumna jednego kilo- gramu pary w litrach.
atmosfery.	metry	stopnie.	kilogramy.	kilogramy.	litry.
0.00171	0.0013	—20.0	0.0018	0.0015	666667.0
0.0025	0.0019	—15.0	0.0026	0.0022	454336.0
0.0034	0.0026	—10.0	0.0029	0.0029	344828.0
0.0047	0.0036	— 5.0	0.0050	0.0040	250000.0
0.0066	0.0050	0.0	0.0069	0.0054	185185.0
0.0091	0.0069	5.0	0.0094	0.0072	138889.0
0.0125	0.0095	10.0	0.0129	0.0097	103093.0
0.0168	0.0128	15.0	0.0170	0.0126	79365.1
0.0228	0.0173	20.0	0.0235	0.0171	38479.5
0.0304	0.0231	25.0	0.0314	0.0225	44444.5
0.0402	0.0306	30.0	0.0418	0.0295	33898.2
0.0531	0.0404	35.0	0.0549	0.0381	26246.7
0.0698	0.0530	40.0	0.0720	0.0491	20366.6
0.0905	0.0687	45.0	0.0934	0.0627	15948.9
0.1165	0.0887	50.0	0.1205	0.0797	12547.1
0.1495	0.1137	55.0	0.1544	0.1005	9951.4
0.1905	0.1447	60.0	0.1965	0.1260	7936.5
0.2404	0.1827	65.0	0.2482	0.1568	6377.6
0.3013	0.2290	70.0	0.3112	0.1932	5176.0
0.3725	0.2831	75.0	0.3963	0.2433	4110.2
0.4633	0.3521	80.0	0.4783	0.2892	3457.8
0.5680	0.4317	85.0	0.5865	0.3497	2859.5
0.6912	0.5253	90.0	0.7136	0.4196	2383.2
0.8347	0.6343	95.0	0.8617	0.4998	2000.8
1.00	0.7600	100.0	1.0330	0.5913	1691.2
1.10	0.836	102.7	1.1363	0.6455	1548.4

(*) Temperatury, odpowiadające prężnościom od jednego do czterech at-
mosfer włącznie, były obliczone za pomocą formuły Tredgold'a, który w tej czę-
ści zgadza się lepiej jak inni z doświadczeniami.

DALSZY CIĄG.

Prędkość pary, biorąc ciśnienie atmosfery za jedność	Kolumna merkuryszu na 0 stopni, która mierzy prężność.	Temperatura na termometrze stustopniowym merkuryalnym	Ciśnienie na jeden centimetr kwadratu w kilogramach.	Gęstość odpowiednia, albo waga metra sześciennego.	Kolumna jednego kilogramu pary w litrach.
atmosfery.	metry.	stopnie.	kilogramy.	kilogramy.	litry.
1.20	0.912	105.2	1.2396	0.6995	1429.7
1.30	0.988	107.5	1.3429	0.7531	1327.9
1.40	1.064	109.7	1.4462	0.8064	1240.1
1.50	1.140	112.2	1.5495	0.8584	1165.0
1.60	1.216	114.3	1.6528	0.9106	1098.2
1.70	1.292	116.3	1.7561	0.9625	1039.0
1.80	1.368	118.0	1.8594	1.0147	985.52
1.90	1.444	119.7	1.9627	1.0664	937.7
2.00	1.520	121.4	2.0660	1.1174	874.9
2.10	1.596	123.0	2.1693	1.1689	855.6
2.20	1.672	124.6	2.2726	1.2196	820.0
2.30	1.748	126.1	2.3759	1.2702	787.3
2.40	1.824	127.5	2.4792	1.3207	757.2
2.50	1.900	128.8	2.5825	1.3713	729.3
2.60	1.976	130.1	2.6858	1.4215	703.5
2.70	2.052	131.4	2.7891	1.4714	679.6
2.80	2.128	132.7	2.8924	1.5159	659.7
2.90	2.204	133.9	2.9957	1.5707	636.7
3.00	2.280	135.1	3.0990	1.6201	617.6
3.1	2.356	136.2	3.2023	1.6696	509.0
3.2	2.432	137.3	3.3056	1.7188	581.8
3.3	2.508	138.4	3.4089	1.7678	565.7
3.4	2.584	139.5	3.5122	1.8164	550.5
3.5	2.660	140.6	3.6155	1.8650	536.3
3.6	2.736	141.6	3.7188	1.9135	522.6
3.7	2.812	142.6	3.8221	1.9619	509.7
3.8	2.888	143.6	3.9254	2.0102	497.5
3.9	2.964	144.5	4.0287	2.0585	485.8
4.0	3.040	145.4	4.1320	2.1067	474.7
4.1	3.116	145.5	4.2353	2.1585	463.3
4.2	3.192	146.4	4.3386	2.2064	453.3
4.3	3.268	147.3	4.4419	2.2551	443.5
4.4	3.344	148.2	4.5452	2.3020	434.4
4.5	3.420	149.1	4.6485	2.3496	425.6
4.6	3.496	149.9	4.7518	2.3970	417.2

DALSZY CIĄG.

Prężność pary, biorąc ciśnienie atmosfery za jedność	Kolumna merkuryszu na 0 stopni, która mierzy prężność.	Temperatura na termometrze stustopniowym merkuryalnym	Ciśnienie na jeden centimetr kwadratu w kilogramach.	Gęstość odpowiednia, albo waga metra sześciennego.	Kolumna jednego kilogramu pary w litrach.
atmosfery.	metry.	stopnie.	kilogramy.	kilogramy.	litry.
4.7	3.572	150.6	4.8551	2.4450	409.0
4.8	3.648	151.5	4.9584	2.4916	401.4
4.9	3.724	152.3	5.0617	2.5388	393.9
5.0	3.800	153.1	5.1650	2.5860	386.7
5.1	3.876	153.8	5.2683	2.6330	379.8
5.2	3.952	154.6	5.3716	2.6796	373.2
5.3	4.028	155.4	5.4749	2.7277	366.6
5.4	4.104	156.1	5.5782	2.7731	365.6
5.5	4.180	156.8	5.6815	2.8198	354.6
5.6	4.256	157.5	5.7848	2.8662	348.9
5.7	4.332	158.20	5.8881	2.9128	343.3
5.8	4.408	158.90	5.9914	2.9590	338.0
5.9	4.484	159.44	6.0947	3.0064	332.6
6.0	4.560	160.20	6.1980	3.0520	327.7
6.1	4.636	160.91	6.3013	3.0978	322.8
6.2	4.712	161.56	6.4046	3.1441	318.1
6.3	4.788	162.21	6.5079	3.1824	313.5
6.4	4.864	162.70	6.6112	3.2367	309.0
6.5	4.940	163.48	6.7145	3.2814	304.8
6.6	5.016	164.10	6.8178	3.3271	300.6
6.7	5.092	164.71	6.9211	3.3729	296.5
6.8	5.168	165.32	7.0244	3.4183	292.6
6.9	5.244	165.92	7.1277	3.4638	288.7
7.0	5.32	166.50	7.231	3.5094	285.0
7.5	5.70	169.37	7.247	3.7353	267.7
8.0	6.08	172.10	8.264	3.9784	251.4
9.0	6.84	177.10	9.297	4.4057	227.0
10.0	7.60	181.60	10.335	4.8477	206.3
11.0	8.36	186.03	11.363	5.2807	189.4
12.0	9.12	190.00	12.396	5.7100	175.1
13.0	9.88	193.70	13.429	6.1367	163.0
14.0	10.64	197.19	14.462	6.5595	152.5
15.0	11.40	200.48	15.495	6.9790	143.3
16.0	12.16	203.60	16.528	7.3957	135.2
17.0	12.92	206.56	17.561	7.8087	128.1

DAŁSZY CIĄG.

Prężność pary, biorąc ciśnienie atmosfery za jedność.	Kolumna merkuryusza na 0 stopni, którą mierzy prężność.	Temperatura na termometrze stustopniowym merkuryalnym	Ciśnienie na jeden centimetr kwadratowy w kilogramach.	Gęstość odpowiednia, albo waga metra sześciennego.	Kolumna jednego kilogramu pary w litrach.
atmosfery	metry.	stopnie.	kilogramy.	kilogramy.	litry.
18.0	13.68	209.40	18.594	8.2196	121.7
19.0	14.44	212.10	19.627	8.6284	115.9
20.0	15.20	214.70	20.660	9.0336	110.7
21.0	15.96	217.20	21.693	9.4372	106.0
22.0	16.72	219.60	22.726	9.8382	101.6
32.0	17.48	221.90	23.759	10.237	97.9
24.0	18.24	224.20	24.792	10.632	94.1
25.0	19.00	226.20	25.825	11.029	90.7
30.0	22.80	236.30	30.990	12.977	77.2
35.0	26.60	244.85	36.155	14.887	67.2
40.0	30.40	252.55	42.320	16.762	59.7
45.0	34.20	259.52	46.485	18.611	53.7
50.0	38.00	265.89	51.650	20.433	48.9

216 WAGA METRA SZEŚCIENNEGO PARY WODNEJ W TEMPERATURZE DANÉJ. Waga jednego metra sześciennego pary wodnej, albo jego gęstość d , (*densité*) w temperaturze t° , jakiej odpowiada ciśnienie p (*pression*) na centimetr kwadratowy, jest dana w formułę n° 108, którą czujemy potrzebę powtórzyć tutaj przy użyciu tablicy poprzedniej.

$$d = \frac{0.78402}{1 + 0.00368t} p.$$

Co wyrazi się w następującym prawie:

Aby mieć wagę metra sześciennego pary wodnej w temperaturze t° i przy ciśnieniu p na jeden centimetr kwadratowy:

Dzieli się 0.78402 przez jedność, powiększoną iloczynem temperatury, wyrażonej w stopniach termometru stustopniowego przez 0.00368, a powstały iloraz mnoży się przez ciśnienie pary na jeden centimetr kwadratowy, wyrażone w kilogramach.

Iloczyn będzie wagą szukaną metra sześciennego.

PRZYKŁAD. Jaka jest gęstość, czyli waga metra sześciennego pary wodnej przy ciśnieniu $2^{at}.5$, albo $2^{kil}.582$ na jeden centimetr kwadratowy?

Podług tablicy poprzedniej temperatura $t = 128^{\circ}8$, jest więc:

$$d = \frac{0.78402}{1 + 0.00368 \times 128^{\circ}8} \times 2^{kil}.582 = 1^{kil}.373.$$

217. WAGA DANÉJ KOLUMNY PARY WODNEJ. Waga danéj kolumny pary wodnej w temperaturze t i przy ciśnieniu p otrzyma się, mnożąc daną kolumnę przez wagę metra sześciennego, wypadłą z formuły powyżej przytoczonej.

I nazywając tę wagę kolumny pary q , będzie:

$$q = dv^{kil}.$$

218. KOLUMNA PARY PEWNEJ DANÉJ WAGI PRZY CIŚNIENIU I W TEMPERATURZE TAKŻE DANÉJ. Odwrotnie będziemy mieli kolumnę pary pewnej wagi danéj w temperaturze i przy ciśnieniu daném z formuły:

$$V = \frac{q}{d} = 1.2777q \frac{1 + 0.00368t}{p},$$

co wyrazi się następującym prawidłem:

Aby mieć kolumnę pary pewnej danéj wagi, mnoży się temperatura, wyrażona w stopniach termometru stustopniowego przez 0.00368, i do iloczynu dodaje się jedność, a sumę tę dzieli się przez ciśnienie, oznaczone w kilogramach na centimetr kwadratowy, i mnoży się ten iloraz przez 1.2777 i przez daną wagę pary.

Iloczyn będzie szukaną kolumnę pary, wyrażoną w metrach sześciennych.

PRZYKŁAD. Jaka jest kolumna pary wodnej wagi $1^{kil}.5$ w temperaturze $+128^{\circ}8C$ i przy ciśnieniu 2.5 atmosfer, albo $2^{kil}.582$ na centimetr kwadratowy.?

Jest:

$$V = 1.2777 \times 1.50 \times \frac{1 + 0.00368 \times 128^{\circ}.8}{2.582} = 1^{\text{ms}}.09.$$

219. OZNACZENIE JEDNOSTKI CIEPŁA. (*l'unité de chaleur*). Dla porównania ilości ciepła pomiędzy sobą, przyjmuje się podług Pana Clément za jednostkę ilość ciepła tę, która jest potrzebna do podniesienia jednego stopnia na termometrze stustopniowym temperatury jednego kilogramu wody, i nazwano tę jednostkę ciepła (*calorie*).

PRZYKŁAD. Ile jest jednostek ciepła w jednym kilogramie wody na $+18^{\circ}\text{C}$?

Podług określenia powyższego jest w nim 18.

Ile jest jednostek ciepła w 25 litrach, czyli kilogramach wody na $+125^{\circ}\text{C}$?

Jest $25 \times 125 = 3125$ jednostek ciepła.

220. IŁOŚĆ CIEPŁA, ROZWIJAJĄCA SIĘ Z ROZMAITYCH MATERIAŁÓW PALNYCH (*combustibles*). Ilość ciepła, wydana przez jeden kilogram rozmaitych ciał palnych, bywa oznaczona za pomocą narzędzia zwanego ogniomierz (*Calorimètre*) L'avoisier'a, odpowiednie ważności są wymienione w następującej tabelicy:

IŁOŚĆ CIEPŁA WYDANEGO PRZEZ JEDEN KILOGRAM ROZMAITYCH MATERIJ PALNYCH.

RODZAJ MATERIJ PALNYCH	Ilość ciepła wydanego, oznaczona w jednostkach ciepła.	UWAGI.
Węgiel drzewa suchy, czyli czyszczony	7050	Jakiegokolwiek gatunku
dto. zwyczajny . .	6000	Zawierający 0.20 wody
Coks, czyli węgiel ziemny czysty . . .	7050	
Węgiel ziemny 1 ^o gatunku	7050	Zawierający 0.02 popiołu
dto. 2 ^o dto. 	7345	dto. 0.10 dto.
dto. 3 ^o dto. 	5932	dto. 0.20 dto.
Drzewo suszone na ogniu	3666	Jakiegokolwiek gatunku
dto. na powietrzu	2945	zawierające 0.52 węgla
Torf pospolity	1500	Zawierające 0.20 wody
Torf 1 ^o gatunku	3000	Doświadczenia P. Garnier.

Lecz doświadczenie pokazuje, że najlepsze ogniska nie zużywają, jak 0.55 do 0.64 ilości ciepła, rozwiniętego przez ciało palne, i podług tego stosunku będzie łatwo obliczyć ilość ciepła, które może być spożrebowane w ognisku danym przez każdy kilogram ciała palnego.

221. IŁOŚĆ CIEPŁA, ZAWARTA W PARZE WODNEJ, DANÉJ WAGI. Ilość ciepła, zawarta w danéj wadze q pary temperatury t' , jest;

$$q(550 + t) = \text{jednostek ciepła.}$$

Formuła ta daje prawidło:

Aby mieć ilość ciepła, zawartego w danéj wadze pary:

Dodaje się 550 do temperatury pary, wyrażonej w stopniach podług termometru stustopniowego i mnoży się tę summę przez ciężer pary.

PRZYKŁAD. Jaka jest liczba jednostek ciepła zawartych w sześciu kilogramach pary na $+120^{\circ}\text{C}$?

Znajdzie się szukaną liczbę z działania:

$$6 \times (550 + 120) = 4020 \text{ jednostek ciepła.}$$

222. IŁOŚĆ MATERJAŁU PALNEGO POTRZEBNEGO DO OTRZYMANIA PEWNEJ DANÉJ WAGI PARY. Ilość potrzebna materij palnej do przerobienia wagi danéj q wody w temperaturze t' , na parę w temperaturze t , nazywając n liczbę jednostek ciepła, które można otrzymać w dobrem ognisku z 1 kilogr. ciała palnego (207) jest dana przez formułę.

$$q \times \frac{(550 + t - t')}{n} \text{ kil.}$$

Co wyrazi się przez prawidło:

Aby obliczyć wagę ciała, które potrzeba spalić, aby przerobić daną wagę wody w oznaczonej temperaturze na parę w innéj temperaturze także danéj:

Dodaje się do 5.50 nadmiar temperatury pary nad temperaturę wody, summa mnoży się przez wagę wody, poddanéj do pa-

rowania, i dzieli się ten iloczyn przez liczbę jednostek ciepła, jakie można otrzymać z ciała palnego używanego.

PRZYKŁAD. Jaka będzie waga węgla ziemnego 1^o gatunku, który trzeba spalić, aby otrzymać 10 kilogr. pary w temperaturze $+135^{\circ}\text{C}$. z wody na $+15^{\circ}\text{C}$. cieplej?

Przyjmując, że ognisko zużywa 0.60 ciepła, rozwiniętego przez ciało palne, prawidłó powyższe daje:

$$10 \times \frac{550 + 135 - 15}{0.60 \times 7050} = 1.58 \text{ kil.}$$

223. IŁOŚĆ WODY POTRZEBNEJ DO WPROWADZENIA (*à l'injection*) W NACZYNIE, ZAWIERAJĄCE PARĘ. Waga q' wody w temperaturze t' , którą trzeba zmieszać z daną wagą q pary w temperaturze t , aby po zmieszaniu była temperatura t'' , jest dana przez formułę:

$$q' = \frac{q(550 + t - t'')}{t'' - t'},$$

co się sprowadza do wyrażenia następnego prawidłá:

Dodaje się 5.50 do nadmiaru temperatury pary nad temperaturą t , którą powinna mieć mieszanina, a summa mnoży się przez wagę pary zgęszczoną, i iloczyn dzieli się przez nadmiar temperatury po zmieszaniu nad temperaturę zimnej wody.

Iloraz będzie wagą wody zimnej, mającej się wprowadzić.

PRZYKŁAD. Jaka będzie waga wody na $+15^{\circ}\text{C}$., którą należy wprowadzić w zgęszczacz (*condenseur*) maszyny o niskim ciśnieniu dla zgęszczenia 7 kilogr. pary w $+100^{\circ}\text{C}$.. i aby po wprowadzeniu wody było $+35^{\circ}\text{C}$.

Prawidłó powyższe daje:

$$q' = \frac{7(550 + 100 - 35)}{35 - 12} = 187 \text{ kilogr. czyli litrów.}$$

224. IŁOŚĆ POTZEBNA PARY DO OGRZANIA MASY DANÉJ WODY DO WSKAZANÉJ TEMPERATRY. Waga pary q w tempe-

raturze t , którą potrzeba zgęścić w wadze wody q' w temperaturze t' , aby po zmieszaniu była temperatura t'' , jest dana przez formułę:

$$q = \frac{q'(t'' - t')}{550 + t - t''} \text{ kil.}$$

co daje następujące prawidłó:

Mnoży się waga wody, poddanej do ogrzania, przez nadmiar temperatury, która powinna być po zmieszaniu nad temperaturę wody zimnej, iloczyn ten dzieli się przez 550, i dodaje się do nadmiaru temperatury pary nad temperaturę, mającej być po zmieszaniu.

A iloraz będzie wagą pary do zgęszczenia.

PRZYKŁAD. Jaka jest waga pary w $+130^{\circ}\text{C}$., którą potrzeba wpuścić do kadzi farbiarskiej, zawierającej objętości 2 metry sześciennie, czyli 2000 kilogr. wody na $+12^{\circ}\text{C}$. tak, aby po zmieszaniu było $+55^{\circ}\text{C}$.?

Prawidłó powyższe daje:

$$q = \frac{2000(55 - 12)}{550 + 130 - 12} = 129 \text{ kil. około.}$$

DZIAŁANIE UŻYTKOWE MACHIN PAROWYCH.

225. Ocenia się siłę machin parowych, porównyując ją z jednością dynamiczną, nazwaną siłą konia, która jest równa 75 kilogramom, podniesionym do wysokości 1 metra w ciągu 1 sekundy.

Niekiedy także porównywa się ilość węgla spalonego do ilości wydanej siły.

Damy poniżej prawidłá, podług których postępować należy w zastosowaniu tych dwóch rodzaj porównania.

226. MACHINY PAROWE NIZKIEGO CIŚNIENIA SYSTEMATU WATT'A. Siła w koniach maszyny parowej niskiego ciśnienia systematu Watt'a jest dana w formule:

$$Kn \times 2.222pv \left(1 - \frac{p'}{p}\right)^{km},$$

w której:

- p jest ciśnienie pary w kotle na jeden centymetr kwadratowy,
 v kolumna pary, tworzona przez stempel (*piston*) w ruchu
 zwykłym w metrach sześciennych,
 p' prężność pary w zgęszczaczu (*condenseur*) ona się powinna
 zwykle wyprowadzać z temperatury wody w zgęszczaczu
 prawidło n° 214, lub tablica n° 215,
 n liczba ruchów pojedynczych pistonu w 1 minucie,
 k współczynnik stały, którego wartość znajdzie się w tablicy
 następnej, a zależy od siły maszyny, dokładności jej wyko-
 nania i stanu utrzymania.

Siła maszyn w koniach.	Wartość współczynnika K dla maszyn.	
	w stanie bardzo do- brym utrzymania.	w zwykłym stanie.
4 do 8	0.50	0.42
10 do 20	0.56	0.47
30 do 50	0.60	0.54
60 do 100	0.65	0.60

Formuła powyższa wyrazi się przez następujące prakty-
 czne prawidło:

Aby mieć siłę w koniach maszyny parowej o niskim ciśnieniu:

Mnoży się 2.222 przez ciśnienie pary na centymetr kwadrato-
 wy, wyrażone w kilogr. przez kolumnę pary, tworzoną przez pi-
 ston, przez liczbę zwykłych poruszeń pistonu w 1 minucie, i
 przez nadmiar jedności nad stosunek ciśnienia w zgęszczaczu nad
 ciśnienie w kotle.

Potem ten iloczyn mnoży się przez wartość współczynnika K,
 wziętego z tablicy poprzedniej, a odpowiedniego siłę naznaczoną,

i stanowi utrzymanie maszyny, a w końcu przez liczbę poruszeń
 stempla w 1 minucie.

PRZYKŁAD. Jaka jest siła w koniach maszyny parowej
 o niskim ciśnieniu, umieszczonej przez Panów Peel i Williams
 w przędzalni Panów Dolfus, Mieg et Comp. Haut-Rhin, w bardzo
 dobrym stanie utrzymania, przy następujących okolicznościach:

Ciśnienie pary w kotle $p=1^{kl}.329$

Ciśnienie w zgęszczaczu $p'=0.103$

Kolumna pary utworzona przez tłok $v=0^{ms}.458$

Liczba poruszeń tłoku w 1' $n=41.8$

Siła w koniach jest:

$$0.56 \times 41.8 \times 2.222 \times 1^{kl}.329 \times 0^{ms}.458 \left(1 - \frac{1}{10}\right) = 28^{kw}.45.$$

Doświadczenia, czynione na tej samej maszynie, przez to-
 warzystwo przemysłowe z Mulhouse, dały dla siły tej maszy-
 ny, wyrażonej w koniach, wartość 2257 kilogr. czyli 30^{kw}. (*)

227. SIŁA, POCHODZĄCA ZE SPALENIA 1 KILOGRAMU WĘGLA
 KAMIENNEGO. Ilość pracy, czyli działania maszyny wynika
 ze spalania 1 kil. węgla ziemnego, dana jest przez formułę:

$$K47913750 \frac{1+0.00368t}{350+t-t'} \left(1 - \frac{p'}{p}\right)^{km},$$

w której oprócz poprzednich oznaczeń przypomnieć wypa-
 da, że

t jest w stopniach termometru stustopniowego temperatura
 pary w kotle, odpowiednia ciśnieniu p ,

t' jest temperatura zasilającej wody, która jest zazwyczaj ta
 sama co w zgęszczaczu,

albo w przybliżeniu dostatecznym dla praktyki przez formułę:

$$109722K \left(1 - \frac{p'}{p}\right)^{km} (**),$$

z czego wynika następujące prawidło:

(*) Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse, n° 42, pag. 153.

(**) To uproszczenie wypływa ztąd, że czynnik $\frac{1+0.00368t}{350+t-t'}$ zmienia się
 bardzo mało od 1. ciśnienia atmosfery aż do 8 i 10, które nie przechodzi ma-
 szyny zwykle używanej, i ma za wartość średnią 0.00229.

Od jedności odejmuje się stosunek ciśnienia w zgęszczaczu do ciśnienia w kotle, a tę różnicę mnoży się przez 109722 i przez wartość współczynnika K , danego w tablicyn^o 226, odpowiednio do siły i stanu utrzymania maszyny.

Iloczyn będzie ilością działania, wydanego przez maszynę parową z jednego kilogramu spalonego węgla.

PRZYKŁAD. Jaka jest ilość działania, odpowiednia spalaniu 1 kilogr. węgla ziemnego, wydana przez maszynę parową o niskiem ciśnieniu, utrzymaną w bardzo dobrym stanie, przy następujących okolicznościach?

Ciśnienie pary w kotle 1^{kil}.291.

Temperatura dto +107°C

Ciśnienie pary w zgęszczaczu 0^{kil}.055

Temperatura dto. +35°C

Szukana ilość działania jest:

$$0.56 \times 47913750 \times \frac{1 + 0.00368 \times 107}{550 + 107 - 35} \left(1 - \frac{0.055}{1.291}\right) = 57542^{km}.$$

Formuła uproszczona dałaby 58827^{km}.

228. SIŁA W KONIACH MACHIN PAROWYCH Z PRZEPUSTNICĄ I ZGĘSZCZANIEM. Dla maszyn z przepustnicą (*à détente*) i z zgęszczaniem (*a condensation*), jakikolwiek byłby sposób urządzenia przepustu, czyby maszyna miała 1, 2, lub 3 cylindry, siła w koniach będzie dana przez formułę:

$$Kn \times 2.222pv \left\{ 1 + \log. \text{hyp.} \frac{p}{p_1} - \frac{p'}{p_1} \right\},$$

W tej formule oznaczono przez $\log. \text{hyp.} \frac{p}{p_1}$ ilość, którą nazywają logarytmem hyperbolicznym stosunku $\frac{p}{p_1}$, a której znajduje się wartość w tablicy przy n^o 239.

Oprócz tego:

n jest liczba poruszeń prostych tłoku w jednej minucie,
 p ciśnienie pary w kotle,

p_1 ciśnienie pary po przepuszczeniu,

p' ciśnienie w zgęszczaczu, odpowiednie do jego temperatury,
 v kolumna, tworzona przez tłok w czasie wejścia pary,

K współczynnik stały, który zależy od siły maszyny i od stanu jej utrzymania, i który podług wypadków z doświadczeń czynionych w tym przedmiocie, jest dany w następującej tablicy:

Siła maszyn w koniach po 75 kilogr.	Ważność współczynnika K dla maszyn		U W A G I.
	w bardzo dobrym stanie u- trzyma- nych.	w stanie zwyčaj- nym u- trzyma- nych.	
4 do 8	0.33	0.30	Doświadczenia czynione w Douai (*) w 1828 i doświad- czenia Pana Prony (**)
10 do 20	0.42	0.35	
20 do 40	0.50	0.42	
z dołu do 30	0.44	0.35	Machiny do wylewania wo- dy przy kopalniach w Cor- nouailles.
30 do 40	0.49	0.39	
40 do 50	0.57	0.46	Wypadki, wyprowadzone z raportów miesięcznych (***).
50 do 60	0.62	0.50	
60 do 70	0.66	0.53	
70 do 80	0.82	0.66	
80 do 100	0.70	0.56	

Formuła poprzednia wyrazi się następującą prawidłem:

Dodaje się do jedności logarytm hyperboliczny stosunku ciśnienia pary w kotle do ciśnienia w przepustnicy, albo stosunku masy pary po przepuszczeniu do tej, którą zajmowała pod ciśnieniem w kotle, od summy odejmuje się stosunek ciśnienia pary w zgęszczaczu do ciśnienia pary po przepuszczeniu, resztę mnoży się przez 2.222, przez liczbę poruszeń zwyczajnych tłoka w T , przez ciśnienie pary w kotle na centimetr kwadratowy powierzchni, wyrażone w kilogramach, i przez kolumnę pary, wchodzącą do tłoku, oznaczoną w metrach sześciennych.

(*) Memorial de l'artillerie, troisième numéro.

(**) Journal des Mines, douzième volume.

(***) Lean's Historical Statement of the Steam engines in Cornwall.

Potem wypadek mnoży się przez współczynnik K , odpowiedni do stanu utrzymania i siły maszyny taki, jaki naznacza poprzednia tablica.

Można w zastosowaniach uniknąć używania tablic logarytmowych, i ograniczyć się na przybliżeniu, które jest dostateczne prawie zawsze w praktyce, przyjmując:

$$\log. \text{hyp. } \frac{p}{p'} = \frac{1}{6} \left\{ \frac{p}{p'} + \frac{8(p-p')}{p+p'} - \frac{p'}{p} \right\}$$

PRZYKŁAD. Jaka jest siła w koniach maszyny z przepustnicą i zgęszczaniem, wybudowanej przez Panów Risler i Dixon w przedzalni Panów Schlumberger-Steiner et Comp. w stanie zwyczajnym utrzymania, przy następujących okolicznościach?

Cisnienie pary w kotle $p = 3^{\text{at.}} 75 = 3^{\text{kil.}} 874$

Cisnienie w przepuszczeniu $p' = \frac{1}{3.88} p = 0^{\text{at.}} 967 = 0^{\text{kil.}} 999$

Cisnienie w zgęszczaczach $p' = 0^{\text{kil.}} 103$

Kolumna pary pod ciśnieniem p ,
wprowadzona za każdym poru-
szeniem tłoka $v = 0^{\text{ms.}} 0687$

Liczba poruszeń tłoka w minucie $n = 52$

Prawidło powyższe daje:

$$0.42 \times 52 \times 2.222 \times 3^{\text{kil.}} 874 \times 0^{\text{ms.}} 0687 (1 + \log. \text{hyp. } 3.88 - 0.10) = 29^{\text{kp.}}$$

Doświadczenie czynione z hamulcem przez towarzystwo przemysłowe z Mulhouse dało dla siły tej maszyny 1896^{kil.}, albo 25^{kp.} 3 (*).

IŁOŚĆ DZIAŁANIA, POCHODZĄCA ZE SPALENIA JEDNEGO KILOGRAMU WĘGLA KAMIENNEGO W MACHINACH Z PRZEPUSTNICĄ I ZGĘSZCZANIEM. Ilość działania, pochodząca od spalania 1 kilogr. węgla ziemnego, dana jest przez formułę:

$$K 47913750 \frac{1 + 0.00368t}{550 + t - t'} \left(1 + \log. \text{hyp. } \frac{p}{p'} - \frac{p'}{p} \right)^{\text{km}},$$

(*) Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse, n° 42, page 153.

w której wszystkie oznaczenia są jak poprzednio.

Można jak przy n° 214 zastąpić tę formułę przez inną bardziej uproszczoną, a dostatecznie dokładną w praktyce:

$$109722K \left\{ 1 + \log. \text{hyp. } \frac{p}{p'} - \frac{p'}{p} \right\}$$

co wyrazi się przez prawidło:

Dodaje się do jedności logarytm hyperboliczny stosunku ciśnienia w kotle do ciśnienia w przepustnicy, czyli stosunku kolumny pary po przepuszczeniu do tej, która zajmowała ciśnienie w kotle, a od summy odejmuje się stosunek ciśnienia w zgęszczaczach do ciśnienia w przepustnicy.

Resztę pomnoży się przez 109722 razy wzięty współczynnik k , wybrany w tablicy poprzedniej podług siły i stanu utrzymania maszyny.

Iloczyn będzie ilością działania, które odebrała maszyna ze spalania 1 kilogr. węgla.

PRZYKŁAD. Jaka jest ilość działania, które otrzymała ze spalania 1 kil. węgla maszyna z przepustnicą i zgęszczaniem w bardzo dobrym stanie utrzymania, przy następujących okolicznościach?

Cisnienie pary w kotle $p = 3^{\text{at.}} 25 = 3^{\text{k.}} 37$

Cisnienie przepustnicy $p' = \frac{1}{4} p = 0^{\text{at.}} 813 = 0^{\text{k.}} 843$

Cisnienie pary w zgęszczaczach $p' = 0^{\text{k.}} 055$

Temperatura pary w kotle $+137^{\circ}\text{C.}$

Temperatura wody zasilającej $+35^{\circ}\text{C.}$

Prawidło powyższe daje:

$$0.42 \times 47913750 \times \frac{1 + 0.00368 \times 137}{550 + 137 - 35} \left(1 + \log. \text{hyp. } 4 - \frac{0.055}{0.843} \right) = 107742^{\text{km.}}$$

Formuła uproszczona dałaby: 107200^{km.}

230. UWAGA, ODNOSZĄCA SIĘ DO UŻYCIA POPRZEDNICH PRAWIDEŁ. Zwraca się uwagę, że prawidła powyższe mogą być zastosowane wtedy, kiedy kruczek regulujący, który dozwala parze przechodzić do przepustnicy, jest dosyć wielki

i zupełnie otwarty podczas przejścia pary, albo inaczej się wyrażając, kiedy para przychodzi i działa w zupełności na tłok w ten sposób, że prężność jej w cylindrze jest mało co mniejsza od prężności w kotle.

Potrzeba się tak zapewnić czy nie uchodzi para znacznie przez tłoki, o czém będzie się można z łatwością przekonać przez zauważanie temperatury w zgęszczaczu, wstrzymując naprzd ruch maszyny, potem otwierając zaraz kruczek, przepuszczający parę przez kilka chwil, a przez ten czas zgęszczacz nie powinien powiększać znacznie temperatury. Co zaś do uchodzenia pary bokami to nie można rozpoznać, jak przez uważne badanie maszyny.

231. MACHINY PAROWE UŻYWANE DO WYLEWANIA WODY. Kiedy maszyny parowe są używane do wylewania wody, opory bierne, przerwy w działaniu i straty zrzędzone przez pompy, sprawiają w działaniu użytkowém, mierzoném przez ilość ciężaru wody, wyciągniętej do pewnej oznaczonej wysokości znaczny ubytek, powiększony jeszcze nie zawsze stosownem staraniem i obchodzeniem się z maszyną, zwykle poręczonym niezręcznym robotnikom.

Podług spostrzeżeń, dokonanych na wielu maszynach, można ocenić ilość działania, zwykle spotrzebowanego w tém położeniu przez rozmaitego rodzaju maszyny, za pomocą następującej tablicy.

System budowy maszyn.	Nazwisko budującego.	Siła w koniach.	Działanie użytkowe z 1-go kilog. spalonego węgla.	Ilość spalonego węgla przez siłę konia i przez godzinę.	Prężność średnia pary.	U W A G I.
Newcomen.	"	44	kil. 21000	kil. 13	atm. 1.15	Wypadek średni z 4 maszyn.
Watt o pojedynczym skutku.	Konstanty Perier.	80	38900	6.94	1.25	Pompa w Chaillot.
Watt o dubeltowym skutku.	Watt, Boulton, Edwards.	24	37715	7.10	1.15	Pompa w Gros-Chaillou.
Woolf.		70	36776	7.30	1.25	Wypadek średni 8 ⁱⁿ maszyn w Anzin.
		10 do 12	32970(*)	8.18	3.50	Skutek średni 21 maszyn w Anzin.

(*) Ten wypadek daleko niższy, z powodu utrzymania w złym stanie maszyn, okazuje, że jest ważnym używać w kopalniach maszyny najprostsze a wielkie, a z tych najlepsze systematu z Cornouailles, których wypadki były oznaczone przy n° 228.

232. MACHINY WYSOKIEGO CIŚNIENIA Z PRZEPUSTNICĄ BEZ ZGĘSZCZANIA. SIŁA W KONIACH. Siła w koniach tych maszyn, będzie dana przez formułę:

$$K_n \times 2.222 p_v \left(1 + \log. \text{hyp.} \frac{p}{p_1} - \frac{1 \text{ kil. } 0.033}{p_1} \right),$$

w której litery zachowują te same oznaczenia co poprzednio i będzie:

W dobrym stanie utrzymania machin . . . $K=0.40$.

W zwyczajnym stanie utrzymania machin. . $K=0.35$.

Ta formuła daje prawidło:

Do logarytmu hyperbolicznego stosunku ciśnienia w kotle do ciśnienia w przepustnicy, czyli kolumny pary po przepuszczeniu do tej, którą miała pod ciśnieniem w kotle, dodaje się jedność, a od summy odejmuje się stosunek 1.033 do ciśnienia w przepustnicy.

Resztę mnoży się przez kolumnę pary, wepchaną pod tłok przez ciśnienie w kotle, oznaczonej w metrach sześciennych, przez ciśnienie pary w kotle na 1 centimetr kwadratowy, wyrażonej w kilogramach, przez 2.222, przez liczbę poruszeń zwyczajnych tłoka w 1' i przez współczynnik:

0.40, kiedy machina jest dobrze utrzymana,

0.35 kiedy machina jest w zwyczajnym stanie.

PRZYKŁAD. Jaka jest siła maszyny parowej o wysokim ciśnieniu z przepustnicą bez zgęszczania w stanie zwyczajnym utrzymania, przy następujących okolicznościach?

Ciśnienie pary w kotle $p=6^{\text{atm}}=6^{\text{kil.}}199$.

Ciśnienie w przepustnicy . . . $p_1=1/6$ $p=1^{\text{atm}}=1^{\text{kil.}}033$.

Kolumna pary, używanej za każdym poruszeniem tłoka, albo kolumna, utworzona przez tłok podczas przejścia pary $v=0^{\text{ms.}}020$.

Liczba poruszeń zwyczajnych tłoka w 1' $n=44$.

Formuła powyższa daje:

$$0.35 \times 44 \times 2.222 \times 6.199 \times 0.020 (1 + \log. \text{hyp. } 6 - 1) = 7.6^{\text{kp.}}$$

233. IŁOŚĆ DZIAŁANIA, POCHODZĄCA ZE SPALENIA JEDNEGO KILOGRAMU WĘGLA KAMIENNEGO. Ilość działania, pochodząca od spalania 1 kilog. węgla ziemnego w tych maszynach, jest dana przez formułę:

$$K \times 47913750 \frac{1+0.00368t}{550+t-t'} \left(1 + \log. \text{hyp.} \frac{p}{p_1} - \frac{1.033}{p_1} \right)^{\text{km}},$$

w której wszystkie litery zachowują te same oznaczenia co poprzednio, i przyjęto za współczynnik K ważności, wskazane powyżej.

Można zastąpić tę formułę z dokładnością dostateczną w praktyce przez następującą formułę:

$$109722K \left(1 + \log. \text{hyp.} \frac{p}{p_1} - \frac{1.033}{p_1} \right)^{\text{km}},$$

z czego wypływa następujące prawidło:

Dodaje się jedność do logarytmu hyperbolicznego stosunku ciśnienia w kotle do ciśnienia w przepustnicy, czyli stosunku kolumny pary po przepuszczeniu do kolumny, jaką zajmowała pod ciśnieniem w kotle, a od summy odejmuje się stosunek 1.033 do ciśnienia w przepustnicy.

Resztę mnoży się przez 109722 i przez współczynnik:

0.40, jeżeli machina jest w dobrém utrzymaniu,

0.35, jeżeli machina jest w zwyczajnym stanie.

Iloczyn będzie ilością działania, wydane go przez 1 kilog. spalonego węgla ziemnego.

PRZYKŁAD. Jaki jest skutek w maszynie parowej z przepustnicą bez zgęszczania ze spalonego 1 kilogramu węgla ziemnego, przy zwyczajnym utrzymaniu maszyny, i w następujących okolicznościach?

Ciśnienie pary w kotle $p=5^{\text{atm}}=5^{\text{kil.}}156$,

Ciśnienie w przepustnicy . . . $p_1=1/5$ $p=1^{\text{atm}}=1^{\text{kil.}}033$,

Temperatura pary w kotle. $t=+153^{\circ}08\text{C}$,

Temperatura wody zasilającej $t'=+15^{\circ}\text{C}$.

Pierwsza formuła daje: 62287^{km} .

Formuła uproszczona dałaby: 63019^{km} .

234. SIŁA W KONIACH MASZYN PAROWYCH STAŁYCH O WYSOKIM CIŚNIENIU BEZ PRZEPUSTNICY I ZGĘSZCZANIA. Siła w koniach tych maszyn oblicza się z formuły:

$$K \times n \times 2.222 p \left(1 - \frac{1.033}{p} \right),$$

w której oznaczenie wszystkich liter jest znane.

Machiny tego rodzaju nie mając pompy powietrznej, dają tylko wody potrzebne do wydania pary, i są zwykle bez balansiera i budowy bardzo prostej; będzie można, jak ciśnienie w kotle wyniesie 4 atmosfer i więcej, brać za liczbę na K ważności następujące, dopóki doświadczenia dokładniejsze, jak dotąd wykonywane w tym przedmiocie, nie dadzą nam cyfer nowych.

Siła machin w koniach po 75 kil.	Ważność współczynnika K dla machin.	
	W dobrym	W zwyczajnym
	stanie utrzymania.	
od najmniej: do 10	0.50	0.40
od 10 do 20	0.55	0.44
— 20 — 30	0.60	0.48
— 30 — 40	0.65	0.52
— 40 wyżej	0.70	0.56

ta formuła sprowadza się do następującego prawidła:

Aby obliczyć siłę w koniach maszyny parowej stałej o wysokim ciśnieniu:

Mnoży się kolumna pary, utworzona w tłoku, przez 2.222 razy liczbę poruszeń w 1' i przez nadmiar ciśnienia pary w kotle nad ciśnienie atmosferyczne.

Iloczyn mnoży się przez ważność współczynnika K, wziętego z tablicy powyższej, zastosowanego do siły i stanu utrzymania maszyny.

PRZYKŁAD. Jaka jest siła w koniach maszyny parowej sta-

łej o wysokim ciśnieniu, bez przepustnicy i zgęszczania, utrzymanej w bardzo dobrym stanie, przy następujących okolicznościach?

$$p=5^{\text{atm}}=5^{\text{kil}}.166, \quad v=0^{\text{ms}}.1965, \quad n=50,$$

formuła daje:

$$0.70 \times 50 \times 2.222 \times 0.1965 \times 4.133 = 63^{\text{kp}}.$$

235. IŁOŚĆ DZIAŁANIA, POCHODZĄCA ZE SPALENIA JEDNEGO KILOGRAMU WĘGLA DRZEWNEGO. Ta ilość działania będzie dana przez formułę:

$$K \times 47913750 \frac{1+0.00368t}{550+t-t'} \left(1 - \frac{1.033}{p_1} \right)^{\text{km}},$$

w której znaczenie wszystkich liter jest wiadome z wskazania poprzedniego, a współczynnik K zachowa ważność, wskazaną tablicą n° 234, podług stanu utrzymania maszyny.

Formuła ta może być w praktyce zastąpioną przez inną, więcej uproszczoną

$$109722K \left(1 - \frac{1.033}{p} \right),$$

która wyrazi się przez następujące prawidło:

Od jedności odejmuje się stosunek 1.033 do ciśnienia pary w kotle.

Resztę mnoży się przez 109722 i przez ważność współczynnika K, daną z tablicy poprzedniej (n° 234);

Iloczyn będzie ilością sprawionego działania w maszynie przez 1 kilogram węgla spalonego.

UWAGA. Powinno się uważać, że nie posiadamy co do tego rodzaju maszyn dosyć doświadczeń tak, aby można uważać wartość dla współczynnika K zupełnie dokładną, a ztąd i wypadków z prawideł poprzednich nie powinny się uważać, jak tylko za ważności przybliżone.

236. DZIAŁANIE UŻYTKOWE W LOKOMOTYWACH. W maszynach zwanych lokomotywami, których tłok udziela bezpo-

średnio ruch kołom bez pośrednictwa balansiera, równoległoboku i regulatora, i które są zwykle bardzo dobrze budowane i utrzymane, użycie pary przy wysokim ciśnieniu bez przepustnicy i zgęszczania, jest o wiele korzystniejsze jak w poprzednich machinach, kiedy nie idą bardzo prędko i kiedy nie są mocno obciążone.

Kiedy kłapa, puszczająca parę, będzie zupełnie otwartą, można będzie obliczyć działanie użytkowe, wyrażone w kilogramach podniesionych do wysokości 1 metra w ciągu sekundy, przez formułę:

$$\frac{n}{60} 8190 v (p - 1.033),$$

co się sprowadzi do następującego prawidła:

Mnoży się 8190 przez kolumnę pary, odpowiednią liczbie poruszeń pojedynczych dwóch tłoków w P przez nadmiar ciśnienia pary w kotle nad ciśnienie atmosferyczne, odniesione do centimetra kwadratowego.

Iloczyn jest działaniem użytkowem, które będzie miała машина do ciągnięcia ciężaru.

237. UWAGA NAD POWYŻSZYM PRAWIDŁEM. To prawidło nie może być zastosowane z pewną dokładnością do maszyn, poruszających się bardzo prędko, albowiem ciśnienie oporowe, zależne od uchodzenia pary, zwiększa się bardzo z prędkością, i czasem staje się równe połowie, albo trzeciej części ciśnienia, działającego w cylindrze wtedy, kiedy odwrotnie, ciśnienie sprawione w tłoku, jest często daleko niższe od ciśnienia w kotle.

238. ZEBRANIE POWYŻSZYCH PRAKTYCZNYCH PRAWIDEL. W powtórzeniu poprzednich wypadków widać, że przy dobrych piecach, które dają 6 do 7 kilogramów pary z 1^{go} kilogramu spalonego węgla, wypadki otrzymane w rozmaitych systemach machin parowych siły średniej, mogą być zebrane, jak to wskazuje następująca tablica:

Systemat maszyny.	Działanie użytkowe z kilogr. spalonego węgla.		Węgiel spalony na siłę konia i przez godzinę.
	W dobrym stanie utrzymania.	W zwyczajnym	
Z niskim ciśnieniem, system Watta, bez przepustnicy z zgęszczaniem.	kil. 54000	kil. 45000	kil. 5 do 6
Wysokiego ciśnienia z przepustnicą i zgęszczaniem.	198000	90000	2½ do 3, lecz najczęściej 4 kilog.
Wysokiego ciśnienia z przepustnicą bez zgęszczania.	93000	55000	4 do 5 kil. około.
Wysokiego ciśnienia, bez przepustnicy i zgęszczania, stałe	27060	21480	8 do 10 kil.

Poniżej dodamy do tych wypadków niektóre główne uwagi co do zalet i wad rozmaitych systemów machin parowych.

239. UŻYCIE TABLIC LOGARYTMÓW HYPERBOLICZNYCH. Ażeby znaleźć w tablicach następnych ważność dla ilości, któreśmy powyżej oznaczali pod nazwą logarytmów hyperbolicznych stosunku ciśnienia pary w kotle do ciśnienia w przepustnicy, dostatecznym jest obliczyć stosunek $\frac{p}{p_1}$ tych ciśnień, i szukać cyfry odpowiedniej *liczbie* w kolumnie, a znajdzie się obok na prawo w odpowiedniej kolumnie *logarytm hyperboliczny* ważności szukaney.

TABLICA LOGARYTMÓW HYPERBOLICZNYCH
OD 1 DO 100.

Licz- by	Logarytmy	Licz- by	Logarytmy	Licz- by	Logarytmy	Licz- by	Logarytmy
1.00	0.0000000	1.35	0.3001045	1.70	0.5306282	2.05	0.7178397
1.01	0.0099503	1.36	0.3074846	1.71	0.5364933	2.06	0.7227059
1.02	0.0198026	1.37	0.3148107	1.72	0.5423242	2.07	0.7275481
1.03	0.0295588	1.38	0.3220834	1.73	0.5481214	2.08	0.7323678
1.04	0.0392207	1.39	0.3293037	1.74	0.5538851	2.09	0.7371640
1.05	0.0487902	1.40	0.3364722	1.75	0.5596157	2.10	0.7419373
1.06	0.0582689	1.41	0.3435897	1.76	0.5653138	2.11	0.7463879
1.07	0.0676586	1.42	0.3506568	1.77	0.5709795	2.12	0.7514160
1.08	0.0769610	1.43	0.3576744	1.78	0.5766133	2.13	0.7561219
1.09	0.0861777	1.44	0.3646431	1.79	0.5822156	2.14	0.7608058
1.10	0.0953102	1.45	0.3715635	1.80	0.5877866	2.15	0.7654678
1.11	0.1043600	1.46	0.3784364	1.81	0.5933268	2.16	0.7701082
1.12	0.1133287	1.47	0.3852624	1.82	0.5988365	2.17	0.7747271
1.13	0.1222176	1.48	0.3920420	1.83	0.6043159	2.18	0.7793248
1.14	0.1310283	1.49	0.3987761	1.84	0.6097655	2.19	0.7839015
1.15	0.1397619	1.50	0.4054651	1.85	0.6151856	2.20	0.7884573
1.16	0.1484200	1.51	0.4121096	1.86	0.6205764	2.21	0.7929925
1.17	0.1570037	1.52	0.4187103	1.87	0.6259384	2.22	0.7975071
1.18	0.1655144	1.53	0.4252677	1.88	0.6312717	2.23	0.8020015
1.19	0.1739533	1.54	0.4317824	1.89	0.6365768	2.24	0.8064758
1.20	0.1823215	1.55	0.4382549	1.90	0.6410536	2.25	0.8109302
1.21	0.1906203	1.56	0.4446858	1.91	0.6471032	2.26	0.8153648
1.22	0.1988508	1.57	0.4510756	1.92	0.6523251	2.27	0.8197798
1.23	0.2070141	1.58	0.4574248	1.93	0.6575200	2.28	0.8241754
1.24	0.2151113	1.59	0.4637340	1.94	0.6626879	2.29	0.8285518
1.25	0.2231435	1.60	0.4700036	1.95	0.6678293	2.30	0.8329091
1.26	0.2311117	1.61	0.4762341	1.96	0.6729444	2.31	0.8372475
1.27	0.2390169	1.62	0.4824261	1.97	0.6780337	2.32	0.8415671
1.28	0.2468600	1.63	0.4885800	1.98	0.6830968	2.33	0.8458682
1.29	0.2546422	1.64	0.4946962	1.99	0.6881346	2.34	0.8501509
1.30	0.2623642	1.65	0.5007752	2.00	0.6931472	2.35	0.8544153
1.31	0.2700271	1.66	0.5068175	2.01	0.6981347	2.36	0.8586616
1.32	0.2776317	1.67	0.5128236	2.02	0.7030974	2.37	0.8628899
1.33	0.2851789	1.68	0.5187937	2.03	0.7080357	2.38	0.8671004
1.34	0.2926696	1.69	0.5247285	2.04	0.7129497	2.39	0.8712933

DALSZY CIĄG.

Licz- by	Logarytmy	Licz- by	Logarytmy	Licz- by	Logarytmy	Licz- by	Logarytmy
2.40	0.8754687	2.75	1.0116008	3.10	1.1314021	3.45	1.2383742
2.41	0.8796267	2.76	1.0152306	3.11	1.1346227	3.46	1.2412685
2.42	0.8837675	2.77	1.0188473	3.12	1.1378330	3.47	1.2441545
2.43	0.8878912	2.78	1.0224509	3.13	1.1410330	3.48	1.2470322
2.44	0.8919980	2.79	1.0260415	3.14	1.1442227	3.49	1.2499017
2.45	0.8960880	2.80	1.0296194	3.15	1.1474024	3.50	1.2527629
2.46	0.9001613	2.81	1.0331844	3.16	1.1505720	3.51	1.2556160
2.47	0.9042181	2.82	1.0367368	3.17	1.1537315	3.52	1.2584609
2.48	0.9082585	2.83	1.0402766	3.18	1.1568811	3.53	1.2612978
2.49	0.9122826	2.84	1.0438040	3.19	1.1600209	3.54	1.2641266
2.50	0.9162907	2.85	1.0473189	3.20	1.1631508	3.55	1.2669475
2.51	0.9202827	2.86	1.0508216	3.21	1.1662709	3.56	1.2697605
2.52	0.9242589	2.87	1.0543120	3.22	1.1693813	3.57	1.2725655
2.53	0.9282193	2.88	1.0577902	3.23	1.1724821	3.58	1.2753627
2.54	0.9321640	2.89	1.0612564	3.24	1.1755733	3.59	1.2781521
2.55	0.9360933	2.90	1.0647107	3.25	1.1786549	3.60	1.2809338
2.56	0.9400072	2.91	1.0681530	3.26	1.1817271	3.61	1.2837077
2.57	0.9439058	2.92	1.0715836	3.27	1.1847899	3.62	1.2864740
2.58	0.9477893	2.93	1.0750024	3.28	1.1878434	3.63	1.2892326
2.59	0.9516578	2.94	1.0784095	3.29	1.1908875	3.64	1.2919836
2.60	0.9555114	2.95	1.0818051	3.30	1.1939224	3.65	1.2947271
2.61	0.9593502	2.96	1.0851892	3.31	1.1969481	3.66	1.2974631
2.62	0.9631743	2.97	1.0885619	3.32	1.1999647	3.67	1.3001916
2.63	0.9669838	2.98	1.0919233	3.33	1.2029722	3.68	1.3029127
2.64	0.9707789	2.99	1.0952733	3.34	1.2059707	3.69	1.3056264
2.65	0.9745596	3.00	1.0986123	3.35	1.2089603	3.70	1.3083328
2.66	0.9783261	3.01	1.1019400	3.36	1.2119409	3.71	1.3110318
2.67	0.9820784	3.02	1.1052568	3.37	1.2149127	3.72	1.3137236
2.68	0.9858167	3.03	1.1085626	3.38	1.2178757	3.73	1.3164082
2.69	0.9895411	3.04	1.1118575	3.39	1.2208299	3.74	1.3190856
2.70	0.9932517	3.05	1.1151415	3.40	1.2237754	3.75	1.3217558
2.71	0.9969486	3.06	1.1184149	3.41	1.2267122	3.76	1.3244189
2.72	1.0006318	3.07	1.1216775	3.42	1.2296405	3.77	1.3270749
2.73	1.0043015	3.08	1.1249295	3.43	1.2325605	3.78	1.3297240
2.74	1.0079579	3.09	1.1281710	3.44	1.2354714	3.79	1.3323660

DALSZY CIĄG.

Licz- by	Logarytmy	Licz- by	Logarytmy	Licz- by	Logarytmy	Licz- by	Logarytmy
3.80	1.3350010	4.15	1.4231083	4.50	1.5040774	4.85	1.5789787
3.81	1.3376291	4.16	1.4255150	4.51	1.5062971	4.86	1.5810384
3.82	1.3402504	4.17	1.4279160	4.52	1.5085119	4.87	1.5830939
3.83	1.3428648	4.18	1.4303112	4.53	1.5107219	4.88	1.5851452
3.84	1.3454723	4.19	1.4327007	4.54	1.5129269	4.89	1.5871923
3.85	1.3480731	4.20	1.4350845	4.55	1.5151272	4.90	1.5892352
3.86	1.3506671	4.21	1.4374626	4.56	1.5173226	4.91	1.5912739
3.87	1.3532544	4.22	1.4398351	4.57	1.5195132	4.92	1.5933085
3.88	1.3558351	4.23	1.4422020	4.58	1.5216990	4.93	1.5953389
3.89	1.3584091	4.24	1.4445632	4.59	1.5238800	4.94	1.5973653
3.90	1.3609765	4.25	1.4469189	4.60	1.5260563	4.95	1.5993875
3.91	1.3635373	4.26	1.4492691	4.61	1.5282278	4.96	1.6014057
3.92	1.3660916	4.27	1.4516138	4.62	1.5303947	4.97	1.6034198
3.93	1.3686394	4.28	1.4539530	4.63	1.5325568	4.98	1.6054298
3.94	1.3711807	4.29	1.4562867	4.64	1.5347143	4.99	1.6074358
3.95	1.3737156	4.30	1.4586149	4.65	1.5368672	5.00	1.6094379
3.96	1.3762440	4.31	1.4609379	4.66	1.5390154	5.01	1.6114359
3.97	1.3787661	4.32	1.4632553	4.67	1.5411590	5.02	1.6134300
3.98	1.3812818	4.33	1.4655675	4.68	1.5432981	5.03	1.6154200
3.99	1.3837912	4.34	1.4678743	4.69	1.5454325	5.04	1.6174060
4.00	1.3862943	4.35	1.4701758	4.70	1.5475625	5.05	1.6193882
4.01	1.3887912	4.36	1.4724720	4.71	1.5496879	5.06	1.6213664
4.02	1.3912818	4.37	1.4747630	4.72	1.5518087	5.07	1.6233408
4.03	1.3937663	4.38	1.4770487	4.73	1.5539252	5.08	1.6253112
4.04	1.3962446	4.39	1.4793292	4.74	1.5560371	5.09	1.6272778
4.05	1.3987168	4.40	1.4816045	4.75	1.5581446	5.10	1.6292405
4.06	1.4011829	4.41	1.4838746	4.76	1.5602476	5.11	1.6311994
4.07	1.4036429	4.42	1.4861396	4.77	1.5623462	5.12	1.6331544
4.08	1.4060969	4.43	1.4883995	4.78	1.5644405	5.13	1.6351056
4.09	1.4085449	4.44	1.4906543	4.79	1.5665304	5.14	1.6370530
4.10	1.4109869	4.45	1.4929040	4.80	1.5686159	5.15	1.6389967
4.11	1.4134230	4.46	1.4951487	4.81	1.5706971	5.16	1.6409365
4.12	1.4158531	4.47	1.4973883	4.82	1.5727739	5.17	1.6428726
4.13	1.4182774	4.48	1.4996230	4.83	1.5748464	5.18	1.6448050
4.14	1.4206957	4.49	1.5018527	4.84	1.5769147	5.19	1.6467336

DALSZY CIĄG.

Licz- by	Logarytmy	Licz- by	Logarytmy	Licz- by	Logarytmy	Licz- by	Logarytmy
5.20	1.6486586	5.55	1.7137979	5.90	1.7749523	6.25	1.8325814
5.21	1.6505798	5.56	1.7155981	5.91	1.7766458	6.26	1.8341801
5.22	1.6524974	5.57	1.7173950	5.92	1.7783364	6.27	1.8357763
5.23	1.6544112	5.58	1.7191887	5.93	1.7800242	6.28	1.8373699
5.24	1.6563214	5.59	1.7209792	5.94	1.7817091	6.29	1.8389610
5.25	1.6582280	5.60	1.7227666	5.95	1.7833912	6.30	1.8405496
5.26	1.6601310	5.61	1.7245507	5.96	1.7850704	6.31	1.8421356
5.27	1.6620303	5.62	1.7263316	5.97	1.7867469	6.32	1.8437191
5.28	1.6639260	5.63	1.7281094	5.98	1.7884205	6.33	1.8453002
5.29	1.6658182	5.64	1.7298840	5.99	1.7900914	6.34	1.8468787
5.30	1.6677068	5.65	1.7316555	6.00	1.7917594	6.35	1.8484547
5.31	1.6695918	5.66	1.7334238	6.01	1.7934247	6.36	1.8500283
5.32	1.6714733	5.67	1.7351891	6.02	1.7950872	6.37	1.8515994
5.33	1.6733512	5.68	1.7369512	6.03	1.7967470	6.38	1.8531680
5.34	1.6752256	5.69	1.7387100	6.04	1.7984040	6.39	1.8547342
5.35	1.6770965	5.70	1.7404661	6.05	1.8000582	6.40	1.8562979
5.36	1.6789639	5.71	1.7422189	6.06	1.8017098	6.41	1.8578592
5.37	1.6808278	5.72	1.7439687	6.07	1.8033586	6.42	1.8594181
5.38	1.6826882	5.73	1.7457155	6.08	1.8050047	6.43	1.8609745
5.39	1.6845453	5.74	1.7474591	6.09	1.8066481	6.44	1.8625285
5.40	1.6863989	5.75	1.7491998	6.10	1.8082887	6.45	1.8640801
5.41	1.6882491	5.76	1.7509374	6.11	1.8099267	6.46	1.8656293
5.42	1.6900958	5.77	1.7526720	6.12	1.8115621	6.47	1.8671761
5.43	1.6919391	5.78	1.7544036	6.13	1.8131947	6.48	1.8687205
5.44	1.6937790	5.79	1.7561323	6.14	1.8148247	6.49	1.8702625
5.45	1.6956155	5.80	1.7578579	6.15	1.8164520	6.50	1.8718021
5.46	1.6974487	5.81	1.7595805	6.16	1.8180767	6.51	1.8733394
5.47	1.6992786	5.82	1.7613002	6.17	1.8196988	6.52	1.8748743
5.48	1.7011051	5.83	1.7630170	6.18	1.8213182	6.53	1.8764069
5.49	1.7029282	5.84	1.7647308	6.19	1.8229351	6.54	1.8779371
5.50	1.7047481	5.85	1.7664416	6.20	1.8245493	6.55	1.8794650
5.51	1.7065646	5.86	1.7681496	6.21	1.8261608	6.56	1.8809906
5.52	1.7083778	5.87	1.7698546	6.22	1.8277699	6.57	1.8825138
5.53	1.7101878	5.88	1.7715567	6.23	1.8293763	6.58	1.8840347
5.54	1.7119944	5.89	1.7732559	6.24	1.8309801	6.59	1.8855533

DALSZY CIĄG.

Licz- by	Logarytmy	Licz- by	Logarytmy	Licz- by	Logarytmy	Licz- by	Logarytmy
6.60	1.8870696	6.95	1.9387416	7.30	1.9878743	7.65	2.0347056
6.61	1.8885837	6.96	1.9401794	7.31	1.9892432	7.66	2.0360119
6.62	1.8900954	6.97	1.9416152	7.32	1.9906103	7.67	2.0373166
6.63	1.8916048	6.98	1.9430489	7.33	1.9919754	7.68	2.0386195
6.64	1.8931119	6.99	1.9434805	7.34	1.9933387	7.69	2.0399207
6.65	1.8946168	7.00	1.9459101	7.35	1.9947002	7.70	2.0412203
6.66	1.8961194	7.01	1.9473376	7.36	1.9960599	7.71	2.0425181
6.67	1.8976198	7.02	1.9487632	7.37	1.9974177	7.72	2.0438143
6.68	1.8991179	7.03	1.9501866	7.38	1.9987736	7.73	2.0451088
6.69	1.9006138	7.04	1.9516080	7.39	2.0001278	7.74	2.0464016
6.70	1.9021075	7.05	1.9530275	7.40	2.0014800	7.75	2.0476928
6.71	1.9035989	7.06	1.9544449	7.41	2.0028305	7.76	2.0489823
6.72	1.9050881	7.07	1.9558604	7.42	2.0041790	7.77	2.0502701
6.73	1.9065751	7.08	1.9572739	7.43	2.0055258	7.78	2.0515563
6.74	1.9080600	7.09	1.9586853	7.44	2.0068708	7.79	2.0528408
6.75	1.9095425	7.10	1.9600947	7.45	2.0082140	7.80	2.0541237
6.76	1.9110228	7.11	1.9615022	7.46	2.0095553	7.81	2.0554049
6.77	1.9125011	7.12	1.9629077	7.47	2.0108949	7.82	2.0566845
6.78	1.9139771	7.13	1.9643112	7.48	2.0122327	7.83	2.0579624
6.79	1.9154509	7.14	1.9657127	7.49	2.0135687	7.84	2.0592388
6.80	1.9169226	7.15	1.9671123	7.50	2.0149030	7.85	2.0605135
6.81	1.9183921	7.16	1.9685099	7.51	2.0162354	7.86	2.0617866
6.82	1.9198594	7.17	1.9699056	7.52	2.0175661	7.87	2.0630580
6.83	1.9213247	7.18	1.9712993	7.53	2.0188950	7.88	2.0643278
6.84	1.9227877	7.19	1.9726911	7.54	2.0202221	7.89	2.0655961
6.85	1.9242486	7.20	1.9740810	7.55	2.0215475	7.90	2.0668627
6.86	1.9257074	7.21	1.9754689	7.56	2.0228711	7.91	2.0681277
6.87	1.9271641	7.22	1.9768549	7.57	2.0241929	7.92	2.0693911
6.88	1.9286186	7.23	1.9782390	7.58	2.0255131	7.93	2.0706530
6.89	1.9300710	7.24	1.9796212	7.59	2.0268315	7.94	2.0719132
6.90	1.9315214	7.25	1.9810014	7.60	2.0281482	7.95	2.0731719
6.91	1.9329696	7.26	1.9823798	7.61	2.0294631	7.96	2.0744290
6.92	1.9344157	7.27	1.9837562	7.62	2.0307763	7.97	2.0756845
6.93	1.9358598	7.28	1.9851308	7.63	2.0320878	7.98	2.0769384
6.94	1.9373017	7.29	1.9865035	7.64	2.0333976	7.99	2.0781907

DALSZY CIĄG.

Licz- by	Logarytmy	Licz- by	Logarytmy	Licz- by	Logarytmy	Licz- by	Logarytmy
8.00	2.0794415	8.35	2.1222615	8.70	2.1633230	9.05	2.2027647
8.01	2.0806907	8.36	2.1234584	8.71	2.1644718	9.06	2.2038691
8.02	2.0819384	8.37	2.1246539	8.72	2.1656192	9.07	2.2049722
8.03	2.0831845	8.38	2.1258479	8.73	2.1667653	9.08	2.2060741
8.04	2.0834290	8.39	2.1270405	8.74	2.1679101	9.09	2.2071748
8.05	2.0856720	8.40	2.1282317	8.75	2.1690536	9.10	2.2082744
8.56	2.0869135	8.41	2.1294214	8.76	2.1701959	9.11	2.2093727
8.07	2.0881534	8.42	2.1306098	8.77	2.1713367	9.12	2.2104697
8.08	2.0893918	8.43	2.1317967	8.78	2.1724763	9.13	2.2115656
8.09	2.0906287	8.44	2.1329822	8.79	2.1736146	9.14	2.2126603
8.10	2.0918640	8.45	2.1341664	8.80	2.1747517	9.15	2.2137538
8.11	2.0930984	8.46	2.1353491	8.81	2.1758874	9.16	2.2148461
8.12	2.0943306	8.47	2.1365304	8.82	2.1770218	9.17	2.2159372
8.13	2.0955613	8.48	2.1377104	8.83	2.1781550	9.18	2.2170272
8.14	2.0967905	8.49	2.1388889	8.84	2.1792868	9.19	2.2181160
8.15	2.0980182	8.50	2.1400661	8.85	2.1804174	9.20	2.2192034
8.16	2.0992444	8.51	2.1412419	8.86	2.1815467	9.21	2.2202898
8.17	2.1004691	8.52	2.1424163	8.87	2.1826747	9.22	2.2213750
8.18	2.1016923	8.53	2.1435893	8.88	2.1838015	9.23	2.2224590
8.19	2.1029140	8.54	2.1447609	8.89	2.1849270	9.24	2.2235418
8.20	2.1041341	8.55	2.1459312	8.90	2.1860512	9.25	2.2246235
8.21	2.1053529	8.56	2.1471001	8.91	2.1871742	9.26	2.2257040
8.22	2.1065702	8.57	2.1482676	8.92	2.1882959	9.27	2.2267833
8.23	2.1077861	8.58	2.1494339	8.93	2.1894163	9.28	2.2278615
8.24	2.1089998	8.59	2.1505987	8.94	2.1905355	9.29	2.2289385
8.25	2.1102128	8.60	2.1517622	8.95	2.1916535	9.30	2.2300144
8.26	2.1114243	8.61	2.1529243	8.96	2.1927702	9.31	2.2310890
8.27	2.1126343	8.62	2.1540851	8.97	2.1938856	9.32	2.2321626
8.28	2.1138428	8.63	2.1552445	8.98	2.1949998	9.33	2.2332350
8.29	2.1150499	8.64	2.1564026	8.99	2.1961128	9.34	2.2343062
8.30	2.1162555	8.65	2.1575593	9.00	2.1972245	9.35	2.2353763
8.31	2.1174596	8.66	2.1587147	9.01	2.1983350	9.36	2.2364452
8.32	2.1186622	8.67	2.1598687	9.02	2.1994443	9.37	2.2375130
8.33	2.1198634	8.68	2.1610215	9.03	2.2005523	9.38	2.2385797
8.34	2.1210632	8.69	2.1621729	9.04	2.2016591	9.39	2.2396452

DALSZY CIĄG.

Licz- by	Logarytmy	Licz- by	Logarytmy	Licz- by	Logarytmy	Licz- by	Logarytmy
9.40	2.2407096	9.75	2.2772673	20	2.9957323	55	4.0073332
9.41	2.2417729	9.76	2.2782924	21	3.0445224	56	4.0253517
9.42	2.2428350	9.77	2.2793165	22	3.0910425	57	4.0430513
9.43	2.2438960	9.78	2.2803395	23	3.1354942	58	4.0604430
9.44	2.2449559	9.79	2.2813614	24	3.1780538	59	4.0775373
9.45	2.2460147	9.80	2.2823823	25	3.2188758	60	4.0943446
9.46	2.2470723	9.81	2.2834022	26	3.2580965	61	4.1108738
9.47	2.2481288	9.82	2.2844211	27	3.2958369	62	4.1271344
9.48	2.2491843	9.83	2.2854389	28	3.3322045	63	4.1431347
9.49	2.2502386	9.84	2.2864556	29	3.3672958	64	4.1588331
9.50	2.2512917	9.85	2.2874714	30	3.4011974	65	4.1743873
9.51	2.2523438	9.86	2.2884861	31	3.4339872	66	4.1896547
9.52	2.2533948	9.87	2.2894998	32	3.4657359	67	4.2046926
9.53	2.2544446	9.88	2.2905124	33	3.4965076	68	4.2195077
9.54	2.2554934	9.89	2.2915241	34	3.5263605	69	4.2341065
9.55	2.2565411	9.90	2.2925347	35	3.5553481	70	4.2484952
9.56	2.2575877	9.91	2.2935443	36	3.5835189	71	4.2626799
9.57	2.2586332	9.92	2.2945529	37	3.6109179	72	4.2766661
9.58	2.2596776	9.93	2.2955604	38	3.6375862	73	4.2904594
9.59	2.2607209	9.94	2.2965670	39	3.6635616	74	4.3040651
9.60	2.2617631	9.95	2.2975725	40	3.6888794	75	4.3174881
9.61	2.2628042	9.96	2.2985770	41	3.7135720	76	4.3307333
9.62	2.2638442	9.97	2.2995806	42	3.7376696	77	4.3438054
9.63	2.2648832	9.98	2.3005831	43	3.7612000	78	4.3567088
9.64	2.2659211	9.99	2.3015846	44	3.7841896	79	4.3694478
9.65	2.2669579	10	2.3025851	45	3.8066625	80	4.3820266
9.66	2.2680610	11	2.3978953	46	3.8286414	81	4.3944491
9.67	2.2689820	12	2.4849066	47	3.8501475	82	4.4067191
9.68	2.2700618	13	2.5649493	48	3.8712010	83	4.4188406
9.69	2.2710944	14	2.6390573	49	3.8918203	84	4.4308168
9.70	2.2721258	15	2.7080502	50	3.9120230	85	4.4426512
9.71	2.2731562	16	2.7725887	51	3.9318256	86	4.4543473
9.72	2.2741856	17	2.8332133	52	3.9512437	87	4.4659081
9.73	2.2752138	18	2.8903718	53	3.9702919	88	4.4773368
9.74	2.2762411	19	2.9444390	54	3.9889840	89	4.4886364

DALSZY CIĄG.

Licz- by	Logarytmy	Licz- by	Logarytmy
90	4.4998097	95	4.5538769
91	4.5108595	96	4.5643482
92	4.5217886	97	4.5747110
93	4.5325995	98	4.5849675
94	4.5432946	99	4.5951199
		100	4.6051702

PORÓWNANIE ROZMAITYCH SYSTEMÓW MACHIN PAROWYCH.

240. ZALETY I WADY MACHIN PAROWYCH O NISKIEM CIŚNIENIU. Maszyny parowe o niskim ciśnieniu, przedstawiają zalety następujące:

Budowa ich jest prostsza jak innych maszyn parowych, mają tylko jeden tłok, i ilość działania zużytego przez tarcie jest mniejsza, jak w maszynach o dwóch cylindrach.

Prężność pary jest słabszą, jak w innych maszynach, skutkiem czego mają wszystkie części równe, mniej uchylenia pary, i pod tym względem są bardzo łatwe do utrzymania.

Niebezpieczeństwa, albo raczej skutki eksplozyi są tu mniej ciężkie, ponieważ para rzadko przechodzi znaczną różnicę ciśnienia atmosferycznego.

Ich wady są, że pary o siłach równych z innymi maszynami, mają wymiary większe, a ztąd i ciężary, i więcej zużywają węgla jak maszyny, opatrzone przepustnicą i zgęszczaniem.

Wymagają najmniej 0^m.780 wody na siłę konia i przez godzinę dla wydania potrzebnej pary.

241. ZALETY I WADY MACHIN PAROWYCH Z PRZEPUSTNICĄ I ZGĘSZCZANIEM. Machiny parowe z przepustnicą i zgęszczaniem mają tę korzyść, że nie spotrzebowują jak $\frac{1}{3}$ część materiału palnego w porównaniu z maszynami niskiego ciśnienia.

Niedogodności w tych maszynach są: większe zawikłanie w mechanizmie klap, użycie zwyczajne dwóch tłoków, ciężar większy w utrzymaniu szczelności, co powoduje uchodzenie pary o tyle większe, o ile ciśnienie w kotle jest większe i o ile dalej przepustnica jest oddalona od tłoków.

Wymagają one najmniej 0^{ms}.550 do 0^{ms}.560 wody na siłę jednego konia, dla zgęszczania i tworzenia potrzebnej pary.

242. ZALETY I WADY MACHIN PAROWYCH Z PRZEPUSTNICĄ BEZ ZGĘSZCZALNI. Machiny parowe o wysokim ciśnieniu z przepustnicą bez zgęszczalni, mają zalety następujące:

Nie wymagają wody jak tylko tyle, co potrzeba do utworzenia pary.

Przy siłach równych, waga ich i objętość są mniejsze jak poprzednich.

Wady ich są: zużywają więcej węgla jak maszyny z przepustnicą i zgęszczalnią; wymagają więcej zależności w zapewnieniu i utrzymaniu maszyny tak, aby przeszkodzić uchodzeniu pary, które jest o tyle obfitsze, o ile ciśnienie pary w kotle jest wyższe.

Wymagają używania pary pod ciśnieniem 4 lub 5 atmosfer najmniej, z powodu, że stosunek straconej siły przez wypuszczenie pary w powietrze do siły całej pary jest o tyle większy, o ile ciśnienie w kotle jest mniejsze. Ztąd przedstawiają więcej niebezpieczeństwa przy eksplozyach.

243. ZALETY RÓŻNYCH PRZEPUSTNIC. Odróżnia się dwa rodzaje przepustnic.

Jedne regulowane przez maszynistę, stosownie do zmiany oporu, a szczególnie użyteczne przy maszynach parowych na statkach i przy lokomotywach.

Inne, regulujące się same, mające własność wstrzymywać prędkość i regulować ją, chociażby były różne opory.

Te ostatnie tak są urządzone, że same ilość pary przepuszczanej powiększają, lub zmniejszają, zupełnie odpowiednio do oporów, a przez to oszczędzają paliwa, regulując ruch maszyny.

244. ZALETY I WADY MACHIN PAROWYCH O WYSOKIEM CIŚNIENIU BEZ PRZEPUSTNIC I ZGĘSZCZANIA. Maszyny wysokiego ciśnienia bez przepustnic i zgęszczania nie mają innych zalet, jak te, że przy siłach równych mają mniej wagi i objętości, jak maszyny innych systemów.

Wady zaś mają: że zużywają daleko więcej węgla.

Przedstawiają więcej móżułu w zapewnieniu i utrzymaniu maszyn tak, aby zmniejszyć uchodzenie pary.

Grożą większym niebezpieczeństwem w czasie eksplozyi.

245. WNIOSKI, ODNOSZĄCE SIĘ DO ZROBIENIA WYBORU PEWNEGO SYSTEMU MACHIN PAROWYCH. Z zebrania powyższych wiadomości wypływa, że:

1° Przy zaprowadzeniu maszyny parowej w miejscu, gdzie jest tani materiał palny, można dać pierwszeństwo maszynom o niskim ciśnieniu.

2° W miejscach, gdzie materiał palny jest drogi i gdzie można utrzymywać maszyny w dobrym stanie, powinno się używać maszyn z przepustnicą i zgęszczalnią, a przede wszystkim maszyn parowe nowej konstrukcyi o jednym cylindrze.

3° Maszyny parowe, przeznaczone dla statków do spławu na morzu, kiedy się używa dobrych robotników do obsługi i utrzymania takowych w dobrym stanie, można mieć korzyść pod względem obciążenia statku, dając pierwszeństwo maszynom parowym o wysokim ciśnieniu z przepustnicą i zgęszczalnią.

4° W maszynach lokomotyw warunki najmniejszej wagi i objętości każą przyjąć używanie systemu maszyn parowych

o wysokim ciśnieniu z dwoma cylindrami bez przepustnicy i zgęszczalni.

W poprzedzającym porównaniu, nie wprowadzaliśmy rachunku co do większej, lub mniejszej regularności ruchów w machinach, ponieważ potrzebny stosunek utrzymuje regulator, przy pomocy którego siła i działanie pary urządzi się w potrzebnym stopniu.

WYMIARY MACHIN PAROWYCH.

MACHINY O NISKIEM CIŚNIENIU.

246. PRĘDKOŚĆ TŁOKA. Ciśnienie w kotle jest zwykle $1^{atm}.25$, czyli $1^{kil}.2912$ na centimetr kwadratowy. Należy przypuścić, że para przechodzi przez skrzynkę długą 0.80 kroku tłoka.

W tych machinach, które są zwykle z balansirerem, prędkość średnia tłoka jest około $0^{m}.90$ na $1''$, przypuszczając dla małych maszyn o sile czterech koni, a dochodzi do $1^{m}.30$ dla maszyn o sile 70^{kp} i wyżej. Ważności dla prędkości, odpowiadających różnym siłom, znajdzie się w tablicy, zamieszczonej poniżej.

247. LICZBA OBROTÓW REGULATORA NA MINUTĘ. Liczba obrotów, która jest równa 60 razy prędkości średniej tłoka, podzielonej przez krok, albo przez podwójny promień maszyny, zmniejsza się w miarę, jak się bieg tłoka powiększa. Należy więc, aby nie mieć małej liczby obrotów, zmniejszyć stosunek kroku do średnicy tłoka w miarę, jak siła maszyny powiększa się.

248. ŚREDNICA CYLINDRA. Średnica cylindra oblicza się przez formułę:

$$D = 0.01986 \frac{N}{v}$$

w której:

D oznacza średnicę cylindra w metrach,

N siłę w koniach,

v średnia prędkość tłoka na 1".

Ta formuła może być zastosowana do najsilniejszych maszyn, a nawet do używanych na statkach parowych o sile 250 koni.

Wypadki otrzymane z powyższej formuły z przyłączeniem tych, które zostały przyjęte przez Watta, zamieszczone są w następującej tablicy:

WYMIARY MACHIN PAROWYCH O NISKIEM CIŚNIENIU.

Siła w koniach	Prędkość tłoka na 1"		Średnica cylindra		Krok tłoka		Liczba obrotów regulatora	
	Proponowana	Dana przez Watta	Proponowana	Dana przez Watta	Proponowany	Dany przez Watta	Proponowana	Dana przez Watta
4	0.90	m	m	m	m	m	30.0	29.0
6		0.884	0.297	0.305	0.900	0.914	30.0	27.0
8		0.960	0.363	0.355	1.200	1.068	25.0	24.0
10	1.00	0.975	0.398	0.407	1.200	1.200	25.0	25.0
12		1.015	0.445	0.444	1.220	1.220	24.0	25.0
14		1.015	0.488	0.483	1.250	1.220	24.0	25.0
16	1.10	1.015	0.527	0.522	1.400	1.416	23.6	23.0
18		1.086	0.538	0.552	1.416	1.416	23.6	23.0
20		1.086	0.570	0.585	1.520	1.520	22.0	21.5
22	1.15	1.090	0.601	0.602	1.520	1.520	22.0	21.5
24		1.090	0.630	0.635	1.520	1.520	22.0	21.5
26		1.090	0.658	0.661	1.700	1.678	20.3	20.0
28	1.25	1.118	0.670	0.680	1.700	1.678	20.3	20.0
30		1.118	0.695	0.705	1.900	1.800	18.2	19.0
36		1.140	0.720	0.718	1.900	2.135	18.2	19.0
40	1.30	1.140	0.788	0.784	2.100	2.135	17.85	17.5
45		1.244	0.797	0.800	2.135	2.135	17.85	17.5
50		1.244	0.845	0.847	2.135	2.135	16.70	17.5
60	1.30	1.244	0.891	0.893	2.250	2.135	16.70	17.5
70		1.244	0.976	0.978	2.440	2.440	15.95	16.0
80		1.300	1.034	1.036	2.440	2.440	15.95	16.0
90	1.30	1.300	1.105	1.105	2.450	2.440	15.95	16.0
100		1.300	1.172	1.172	2.440	2.440	15.95	16.0

249. WYDATEK PARY. Ilość wody zamieniającej się na parę w godzinę jest 33^{litr} na siłę jednego konia, czyli 0^{ms}.033 N.

250. KOLUMNA WODY DO ZGĘSZCZENIA NA GODZINĘ. Ta kolumna oblicza się przez formułę:

$$889^{\text{litr}}.55 \text{ N.}$$

251. POMPA POWIETRZNA. Waga wody cieplej, wyciąganęj przez godzinę z gęszczacza, jest:

$$922^{\text{kil}}.55 \text{ N,}$$

ta pompa jest zwykle o pojedynczym skutku. Podług wymiarów, przyjętych przez Watta, średnica tłoka pompy jest $\frac{2}{3}$ średnicy cylindra, i jej krok jest połową tłoka kroka parowego. Kolumna, wydawana przez tłok pompy w ruchu zwyczajnym, jest $\frac{1}{4.5}$ kolumny, wydawanęj przez tłok parowy.

Dla maszyn, które używają mało przepustu, jak to wskazano wyżej, można zniżyć ten stosunek do $\frac{1}{4.75}$, jak to zwykle bywa na statkach parowych.

Powierzchnia przejścia, zakrytego przez klapę nieruchomą (*soupape dormante*) jest $\frac{1}{4}$ częścią klapy tłoka pompy powietrznej, albo $\frac{1}{5}$ częścią klapy tłoka parowego.

Powierzchnia otworów tłoka pompy powietrznej powinna być także równa $\frac{1}{4}$ części powierzchni swego tłoka.

252. POMPA NA WODĘ ZIMNĄ. Kolumna, wydawana przez tłok tej pompy przy ruchu zwyczajnym, powinna być $\frac{1}{24}$ częścią tłoka parowego. Można ją podnieść do $\frac{1}{18}$, jeżeli maszyna jest wystawiona na wielkie obciążenie.

253. POMPA ZASILAJĄCA (*Pompe alimentaire*). Kolumna, wydawana przez tłok tej pompy w ruchu zwyczajnym, jest zwykle $\frac{1}{230}$ częścią tej, którą wydaje tłok parowy. W statkach parowych ten wymiar podnosi się do $\frac{1}{132}$, chociaż nie jest

godne zasilanie, przez bardzo wielką ilość wody na raz jeden.

254. ZGĘSZCZACZ. Objętość zgęszczacza jest zwykle równa $\frac{1}{3}$ części objętości kolumny, wydawaną przez tłok parowy w zwyczajnym ruchu, chociaż nie jest źle powiększać ten wymiar, kiedy budowa machin na to pozwala.

255. REZERWOAR ZASILAJĄCY. Kotły machin parowych są zwykle zaopatrzone w rezerwoar z klapą, która się otwiera, lub zamyka przez ruch pływaka, umieszczonego w kotle. Ciśnienie w kotle dajmy na to, że jest $1^{\text{atm}}.25$, należy, aby poziom wody w rezerwoarze był najmniej $2^{\text{m}}.60$ nad poziom wód w kotle.

256. KOTŁY MACHIN PAROWYCH O NISKIEM CIŚNIENIU. Objętość cała kotła powinna być około $0^{\text{ms}}.660\text{N}$, z czego $0^{\text{ms}}.400\text{N}$ na wodę, a $0^{\text{ms}}.260\text{N}$ na parę.

Dla statków parowych gdzie potrzeba, o ile można zmniejszyć wymiar kotła, objętość dla wody jest średnio $0^{\text{ms}}.200\text{N}$ do $0^{\text{ms}}.220\text{N}$. A ta, która mieści parę, nie może być mniejsza od $0^{\text{ms}}.140\text{N}$, chociaż w niektórych statkach o sile 450 koni ma $0^{\text{ms}}.170\text{N}$ do $0^{\text{ms}}.180\text{N}$. (*)

(*) *Przypisek Tłomacza.*

„Z powodu wypadku, jaki miał miejsce dnia 4 Lutego 1853 roku na statku parowym Parisien Nr. 5, kursującym po Rodanie, Specyalna Kommissya wyznaczona przez Ministra robót publicznych we Francyi, po dokładnym rozbiórce przedmiotu, oznaczyła zmianę art. 28 przepisu z dnia 23 Maja 1843 roku i z 17 Stycznia 1846 roku, obowiązującego co do grubości ścian kotłów parowych z ścianami płaskimi i o niskiem ciśnieniu w ten sposób:

1° Aby ciśnienie w kotle nie przechodziło ciśnienia $1\frac{1}{2}$ atmosfery.

2° Aby żaden kocioł przed użyciem nie był wolny od poprzednich doświadczeń, jakakolwiek byłaby jego forma.

3° Doświadczenie powinno być czynione pod podwójnem ciśnieniem i corocznie sprawdzane.

4° Grubość ścian płaskich, powinna być oznaczona przez formułę:

$$e = 0.03l\sqrt{n-1},$$

w której jest:

e grubość szukana ściany, wyrażona w metrach,

l odległość pomiędzy wzmacniającymi obręczami, oznaczona także w metrach,

n siła pary, wyrażona w atmosferach.

Grubość ta, nie może być nigdy mniejsza od $0^{\text{m}}.005$.

5° Kotły powinny być wzmacniane przez obręcze w ten sposób, aby w każdym punkcie ściana była w stanie znieść opór $3^{\text{kil.}}$ na milimetr kwadratowy; a wtedy wymiary wzmacniających obręczy, oznaczone będą przez formuły:

$$c = 0.06l\sqrt{n-1} = 2e,$$

$$d = 0.066l\sqrt{n-1} = 2.2e;$$

w których: c jest grubość boku, a d średnica, wyrażone w metrach; reszta liter oznacza to samo, co w poprzednich formułach.

Te wymiary nie powinny być nigdy mniejsze od $0^{\text{m}}.01$.

Jeżeliby odległości między obręczami nie były równoległe, wtedy l oznacza się przez średnio-proporcjonalną.

Na powyższych zasadach ułożono następujące tablice:

TABLICA, OZNACZAJĄCA GRUBOŚĆ ŚCIAN PŁASKICH W KOTŁACH
MIEDZIANYCH WALCOWANYCH, LUB Z ŻELAZA LANEGO.

Oddalenie pomiędzy obrzęczami wzmacniającymi l.	Grubość ścian, wyrażona w milimetrach na ciśnienie w kotle, atmosfer.					
	1 1/2	2	2 1/2	3	4	5
m						
0.10	5.00	5.00	5.00	5.00	5.61	6.00
0.20	5.00	6.00	7.35	9.49	11.22	12.00
0.30	6.36	9.00	11.02	14.23	16.83	18.00
0.40	8.49	12.00	14.70	18.97	22.44	24.00
0.50	10.61	15.00	18.37	23.72	"	"
0.60	12.73	18.00	22.05	"	"	"

TABLICA WYMIARÓW, JAKIE TRZEBA DAWAĆ OBRĘZOM, WZMACNIAJĄCYM ŚCIANY PRZECIWLĘGŁE
KOTŁÓW PAROWYCH NIE WALCOWYCH.

Oddalenie pomiędzy obrzęczami wzmacniającymi.	Grubość obręczy, wyrażona w milimetrach przy ciśnieniu w kotle atmosfer.											
	1 1/2		2		2 1/2		3		4		5	
m	A Żelazo kwa- dratowe, bok	B Żelazo okrą- głe, średnica	A kwadratowe.	B okrągłe.	A kwadratowe.	B okrągłe.	A kwadratowe.	B okrągłe.	A kwadratowe.	B okrągłe.	A kwadratowe.	B okrągłe.
	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	11.22	12.34	12.00	13.20
	10.00	10.00	12.00	13.20	14.09	15.50	18.97	20.87	22.44	24.68	24.00	26.40
	12.73	14.00	18.00	19.80	22.04	24.24	28.46	31.31	33.66	37.03	36.00	39.60
	16.97	18.67	24.00	26.40	29.39	32.33	39.96	43.96	44.88	49.37	48.00	52.80
	21.21	23.33	30.00	33.00	37.95	41.74	"	"	"	"	"	"
0.60	23.40	25.80	36.00	39.60	"	"	"	"	"	"	"	"

Powyższe, wyjęte z tomu XII-go „Annales des ponts et chaussées Nr. 144 z roku 1856.

257. POWIERZCHNIA OGRZEWANA. Powierzchnia ogrzewana powinna być $1^{mk}.32N$ na siłę jednego konia, a dla machin, wystawionych na nadmierne obciążenie, będzie roztropnie przyjąć do $1^{mk}.50N$.

Powierzchnia, wystawiona na działanie bezpośrednie ognia, jest zwykle $\frac{1}{12}$ do $\frac{1}{14}$ części całej powierzchni ogrzewanej, i zawsze, o ile można, stosunek ten powiększać należy.

Na statkach parowych powierzchnia cała ogrzewana ma $1^{mk}.00$ na siłę jednego konia, lecz część wystawiona na bezpośrednie działanie ognia, jest $\frac{1}{5}$ do $\frac{1}{6}$ części całej powierzchni ogrzewanej.

Używano w kotłach rur dla przebiegu powietrza i dymu, dając im średnicę $0^{m}.08$ do $0^{m}.10$ i wyżej, kiedy palono węglem ziemnym, a $0^{m}.04$ do $0^{m}.05$, jeżeli używano koksu.

258. RUSZT (*Grille*). Powierzchnia rusztu jest zwykle $\frac{1}{12}$ do $\frac{1}{15}$ całej ogrzewanej powierzchni i może się obliczyć średnio przez wyrażenie $0^{mk}.09N$.

Dla wielkich statków parowych brak miejsca zmniejsza ten stosunek na $0^{mk}.05N$ do $0^{mk}.06N$, lecz wtedy przeciąg powinien być silny.

259. KANAŁY OGNIOWE, OKALAJĄCE KOCIOŁ (*Carneau*). Rozwinięcie kanałów, które otaczają kotły parowe zwyczajne jest równe ich obwodowi.

Powierzchnia ich przecięcia powinna być $\frac{1}{5}$ częścią rusztu.

Jeżeli się używa rur dla przepuszczania dymu, stosownie będzie powiększyć wymiar powyższy, mając wzgląd na ciśnienie i tarcie pary.

260. KOMINY. Wysokość kominów jest zwykle 20 metrów, w miastach przepisy policyjne każą mieć czasem 36 metrów.

261. PRZEJŚCIA I OTWORY, PRZEPUSZCZAJĄCE PARĘ. Powierzchnia przecięcia wszystkich przejść powinna być równa $\frac{1}{25}$ części powierzchni tłoka.

Dla rur parowych średnica powinna być $\frac{1}{5}$ częścią średnicy cylindra.

Klapka regulująca powinna w zwyczajnym położeniu zostawiać przejście wolne, którego powierzchnia powinna być najmniej $\frac{3}{4}$ częścią przecięcia rury parowej.

262. OTWORY, WPROWADZAJĄCE PARĘ DO CYLINDRA (*Lumières d'admission*). Stosunek wysokości do szerokości tych otworów powinien być jak 1 do 4, lub 1 do 5, mając uwagę, aby przez regulowanie skrzynki excentryka, otwór nie był zakrywany mniej jak $\frac{1}{25}$ część powierzchni tłoka.

263. OTWORY I RURY, WYPUSZCZAJĄCE PARĘ. Te przejścia powinny mieć przecięcia najmniej równe, a jeżeli można, większe od tych, jakie mają otwory i rury, przyjmujące parę.

264. KRUCZEK DO WSTRZYKIWANIA (*Robinet d'injection*). Otwór zwyczajny tego kruczka powinien mieć $0^{mk}.000029N$, lecz potrzeba zawsze zostawić możliwość otwierania go do $0^{mk}.000040N$.

265. KLAPA BEZPIECZENSTWA (*Soupape de sureté*). Powierzchnia klapy bezpieczeństwa powinna mieć $0^{mk}.0004056$ na siłę jednego konia, albo też powinna być średnicy $0^{m}.0227$ na siłę jednego konia. Obciążenie klapy powinno być $0^{kil}.91$ na siłę jednego konia.

266. MACHINY PAROWE WOOLFA O 2^{ch} CYLINDRACH Z PRZEPUSTNICĄ I ZGĘSZCZANIEM. PRZYSTĘP PARY W MAŁYM CYLINDRZE. Należy urządzić skrzynki w ten sposób, aby przystęp pary kończył się wtedy, kiedyby przepust zaczynał się w małym cylindrze w $\frac{2}{3}$ częściach kroku tłoka.

267. PRĘDKOŚĆ TŁOKÓW. Jest dosyć w użyciu, i zdaje się być dogodnym, umieszczać 2 cylindry w ramieniu balansiera, mniejszy, bliższy osi obrotu, w odległości $\frac{3}{4}$ od tejże osi,

a drugi na jej końcu. W tym samym czasie będzie się powiększać prędkość tłoków z siłą tłoka, jak to wskazano w poniżej zamieszczonej tablicy.

268. STOSUNEK ŚREDNICY DWÓCH CYLINDRÓW. Między średnicami wielkiego i małego cylindra zachowano stosunki następujące, w których: D jest średnica mniejszego cylindra, a D' jest średnicą większego cylindra.

$$\text{Ciśnienie w kotle} \begin{cases} 4.50 \text{ atm.}, & D' = 1.935 D. \\ 4.00 & D' = 1.825 D. \\ 3.50 & D' = 1.700 D. \end{cases}$$

WYMIARY MACHIN O DWÓCH CYLINDRACH
Z ŚREDNIEM CIŚNIENIEM, PRZEPUSTEM, ZGĘSZCZANIEM,
SYSTEMATU WOOLFA.

Siła w koniach.	Prędkości		Kroki		Średnice odpowiednie ciśnieniom.						Liczba obrotów re- gulatora na 1'.
	wielkiego tłoka.	małego tłoka.	wielkiego tłoka.	małego tłoka.	4atm.50		4atm.00		3atm.50		
					małego cylindra.	wielk. cylindra.	małego cylindra.	wielk. cylindra.	małego cylindra.	wielk. cylindra.	
4	0.900	0.675	0.900	0.675	0.140	0.282	0.158	0.268	0.174	0.196	30.0
6					0.177	0.342	0.192	0.350	0.211	0.358	
8					0.192	0.371	0.209	0.382	0.229	0.389	30.0
10			1.000	0.750	0.214	0.414	0.232	0.423	0.254	0.432	
12	1.000	0.750			0.232	0.448	0.251	0.458	0.276	0.469	27.3
14			1.100	0.825	0.248	0.480	0.269	0.491	0.295	0.502	
16					0.263	0.509	0.285	0.520	0.313	0.531	27.5
18			1.200	0.900	0.265	0.513	0.286	0.521	0.314	0.535	
20					0.276	0.534	0.299	0.545	0.328	0.538	25.4
22	1.100	0.825	1.300	0.975	0.287	0.555	0.311	0.567	0.342	0.581	
24					0.297	0.575	0.322	0.587	0.354	0.601	25.8
26			1.450	1.090	0.300	0.580	0.325	0.592	0.357	0.607	
28	1.150	0.865			0.309	0.599	0.335	0.611	0.368	0.625	21.6
30			1.600	1.200	0.318	0.615	0.345	0.630	0.378	0.642	
36					0.342	0.661	0.369	0.574	0.405	0.688	22.1
40			1.700	1.275	0.340	0.658	0.368	0.673	0.404	0.686	
45	1.250	0.938			0.360	0.696	0.390	0.711	0.428	0.727	20.8
50			1.800	1.350	0.380	0.735	0.411	0.750	0.452	0.769	
60					0.416	0.805	0.450	0.821	0.494	0.840	19.5
70			2.000	1.500	0.440	0.850	0.477	0.870	0.524	0.890	
80	1.300	0.975			0.470	0.910	0.510	0.930	0.560	0.953	18.6
90			2.100	1.575	0.500	0.968	0.541	0.987	0.594	1.010	
100					0.526	1.032	0.570	1.040	0.626	1.065	18.6
110					0.552	1.070	0.598	1.090	0.656	1.113	
120	1.300	0.975	2.100	1.575	0.577	1.115	0.624	1.140	0.685	1.163	18.6
130					0.600	1.160	0.650	1.185	0.713	1.210	

269. WAGA PARY NAJWYŻSZA, JAKA MOŻE BYĆ WYDANA W JEDNĄ GODZINĘ. Oblicza się wagę wody, wyparowanej przez godzinę, za pomocą następujących formuł:

	atm.	atm.	atm.
Ciśnienie w atmosferach	4.50	4.00	3.50
	kil.	kil.	kil.
Waga wody wyparowanej w godzinę	15.99N	16.80N	17.90N

270. WAGA WODY, WPROWADZANEJ DO ZGĘSZCZACZA NA GODZINĘ. Ta waga oblicza się za pomocą następujących formuł:

	atm.	atm.	atm.
Ciśnienie w atmosferach,	4.50	4.00	3.50
	kil.	kil.	kil.
Waga wody wprowadz. przez godz.	461.64N	482.46N	510.25N

271. POMPA NA WODĘ ZIMNĄ. Ta pompa ma pojedyncze działanie, kolumna, jaką jej tłok wydaje, powinna być $\frac{1}{10}$ powierzchni małego tłoka parowego. Niekiedy podnoszą ten stosunek do $\frac{1}{6}$ lub $\frac{1}{8}$, aby być w możności większego wpu-szczania, kiedy ciśnienie przechodzi ważność normalną.

272. POMPA POWIETRZNA. Kolumna, wydawana przez tłok tej pompy, powinna być około $\frac{1}{1.4}$, to jest ta, którą wydaje ma-ły tłok parowy; niektórzy zaś budujący maszyny, podnoszą ten stosunek do jedności.

273. POMPA ZASILAJĄCA. Aby sobie w razie potrzeby, za-bezpieczyć możność szybkiego zasilania, kolumna odpowiednia zwycajnemu krokowi tłoka pompy, powinna być $\frac{1}{10}$ do $\frac{1}{50}$ téj, którą wydaje tłok mały.

274. POWIERZCHNIA OTWORÓW I RUR, PRZEPUSZCZAJĄCYCH PARĘ. Należy dawać otworom, przyjmującym parę do małego cylindra powierzchnię równą $\frac{1}{30}$ do $\frac{1}{35}$ części powierzchni tłoka parowego.

Powierzchnia rury, przyjmującej parę, powinna równie

mieć $\frac{1}{30}$ część powierzchni tłoka, i klapka, regulująca (*valve régulatrice*) powinna w zwyczajnym stanie pozostawiać prze-ście wolne, równe $\frac{3}{4}$ powierzchni jej przecięcia.

Rura, wypuszczająca parę z małego cylindra do wielkiego, powinna mieć przecięcie, równe $\frac{1}{25}$ do $\frac{1}{36}$ powierzchni tłoka przy wielkim cylindrze.

Powierzchnia otworów wyjścia pary z cylindra i przecięcie rury, przepuszczającej parę ze zgęszczacza, powinny być równe $\frac{1}{15}$ do $\frac{1}{30}$ powierzchni przecięcia tłoka większego.

O ile można, potrzeba zawsze zmniejszać długość rur, pro-wadzących parę, unikać wielu zagięć, a w razie koniecznej po-trzeby, dawać im łagodne zaokrąglenia.

275. WAGA WODY, PAROWANEJ NA GODZINĘ. Dostatecznie zadosyć uczyni się potrzebom maszyny, obliczając wydatek pary jak następuje:

	atm.	atm.	atm.
Ciśnienie w atmosferach	4.50	4.00	3.50
	kil.	kil.	kil.
Waga wody parowanej na 1 ^a godzinę	19.19N	20.16N	21.48N

276. MACHINY O WYSOKIEM CIŚNIENIU Z PRZEPUSTEM BEZ ZGĘSZCZANIA. OGRANICZENIE PRZEPUSTU W TYCH MACHINACH. Ciśnienie pary na końcu przepustu nie powinno być mniejsze od 1^{atm}.500, i nazywając p ciśnienie średnie w kotle, i p_1 ci-śnienie na końcu biegu tłoka, będzie:

$$p = 6^{atm}.00, \quad 5^{atm}.50, \quad 5^{atm}.00.$$

$$\frac{p}{p_1} = \frac{6.00}{1.50} = 4, \quad \frac{5.50}{1.50} = 3.666, \quad \frac{5.00}{1.50} = 3.333.$$

277. PRĘDKOŚĆ TŁOKA. Prędkość tłoka powinna być re-gulowana podług siły w ten sposób:

Siła w koniach,	4 do 8	10 do 16	18 do 24	26 do 36	40 do 60	70 i wyżej
Prędkość tłoka,	0m.90	1m.00	1m.10	1m.15	1m.25	1m.30.

278. KROK TŁOKA. Ruchy tłoka powinny być urządzone stosownie do następującej tablicy:

Siła w koniach	Krok tłoka	Siła w koniach	Krok tłoka
<i>Machiny o cylindrach stałych bez balansiera.</i>		<i>Machiny z balansierem, albo z cylindrami ruchomymi.</i>	
	m.		m.
4 do 6	0.70	4 do 6	0.90
8 — 10	0.80	8 — 10	1.20
12 — 14	0.90	12 — 14	1.25
16 — 18	1.00	16 — 18	1.40
20 — 22	1.10	20 — 24	1.50
24 — 26	1.15	26 — 28	1.70
28 — 30	1.20	30 — 36	1.90
32 — 34	1.25	40 — 45	2.10
36 — 40	1.30	50 — 60	2.25
45 — 50	1.40	70 i wyżej	2.45
60 — 70	1.50		
80 — 100	1.60		

279. FORMUŁY PRAKTYCZNE DO OBLICZENIA ŚREDNICY CYLINDRÓW. Choć używanie słabych przepustnic nie jest korzystne pod względem oszczędności paliwa, co można spostrzedz przy używaniu przepustnic małych, daje się wszakże w następującej tablicy praktyczne formuły, które można używać do oznaczenia średnicy cylindrów przy maszynach wysokiego ciśnienia, poczynając od przepustnicy zero aż do tej, która odpowiada najwyższemu granicom, oznaczonym przy n° 276.

Przepustnica	Formuły dla średnicy cylindrów przy ciśnieniu		
	6 atm. 00	5 atm. 50	5 atm. 00
1.0	$D^2 = 0.006171 \frac{N}{v}$	$D^2 = 0.006857 \frac{N}{v}$	$D^2 = 0.007714 \frac{N}{v}$
1.5	$D^2 = 0.006676 \frac{N}{v}$	$D^2 = 0.007430 \frac{N}{v}$	$D^2 = 0.008374 \frac{N}{v}$
2.0	$D^2 = 0.007564 \frac{N}{v}$	$D^2 = 0.008444 \frac{N}{v}$	$D^2 = 0.009545 \frac{N}{v}$
2.5	$D^2 = 0.008573 \frac{N}{v}$	$D^2 = 0.009595 \frac{N}{v}$	$D^2 = 0.010890 \frac{N}{v}$
3.0	$D^2 = 0.009651 \frac{N}{v}$	$D^2 = 0.010837 \frac{N}{v}$	$D^2 = 0.012350 \frac{N}{v}$
3.5	$D^2 = 0.010782 \frac{N}{v}$	$D^2 = 0.012140 \frac{N}{v}$	„
4.0	$D^2 = 0.01196 \frac{N}{v}$	„	„

Te formuły dają następującą tablicę:

TABLICA WYMIARÓW CYLINDRÓW PRZY MACHINACH

Siła w koniach	Prędkość tłoka	Krok tłoka	Liczba pod- wój- nych uderzeń, lub obrotów re- gulatora	Średnice tłoka, odpowiadające ciśnieniu 6 atm. 00 i z przepustnicami									
				1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0			
1	m	m	m	^m 0.136	^m 0.172	^m 0.183	^m 0.195	^m 0.207	^m 0.219	^m 0.230			
6	0.900	0.700	38.5	^m 0.203	^m 0.211	^m 0.224	^m 0.239	^m 0.253	^m 0.268	^m 0.282			
8		0.800	33.7	^m 0.234	^m 0.243	^m 0.259	^m 0.276	^m 0.293	^m 0.309	^m 0.326			
10	1.000			^m 0.248	^m 0.258	^m 0.275	^m 0.292	^m 0.310	^m 0.324	^m 0.345			
12	0.900	0.900	33.3	^m 0.272	^m 0.283	^m 0.301	^m 0.320	^m 0.340	^m 0.359	^m 0.378			
14				1.100			^m 0.294	^m 0.305	^m 0.325	^m 0.346	^m 0.367	^m 0.388	^m 0.409
16	1.000	1.000	30.0	^m 0.314	^m 0.327	^m 0.348	^m 0.370	^m 0.393	^m 0.415	^m 0.437			
18				1.100			^m 0.317	^m 0.330	^m 0.351	^m 0.374	^m 0.397	^m 0.419	^m 0.442
20	1.100	1.100	30.0	^m 0.335	^m 0.348	^m 0.371	^m 0.395	^m 0.419	^m 0.442	^m 0.466			
22				1.150			^m 0.351	^m 0.365	^m 0.389	^m 0.414	^m 0.439	^m 0.464	^m 0.488
24	1.150	1.150	28.7	^m 0.367	^m 0.381	^m 0.406	^m 0.432	^m 0.459	^m 0.484	^m 0.510			
26				1.150			^m 0.373	^m 0.388	^m 0.413	^m 0.440	^m 0.467	^m 0.493	^m 0.520
28	1.200	1.200	28.7	^m 0.387	^m 0.403	^m 0.429	^m 0.456	^m 0.484	^m 0.512	^m 0.540			
30				1.300			^m 0.401	^m 0.417	^m 0.444	^m 0.472	^m 0.502	^m 0.530	^m 0.558
36	1.300	1.300	26.6	^m 0.439	^m 0.457	^m 0.486	^m 0.518	^m 0.550	^m 0.580	^m 0.612			
40				1.250			^m 0.444	^m 0.462	^m 0.492	^m 0.523	^m 0.556	^m 0.587	^m 0.618
45	1.250	1.400	26.8	^m 0.471	^m 0.490	^m 0.522	^m 0.555	^m 0.589	^m 0.622	^m 0.654			
50				1.500			^m 0.496	^m 0.516	^m 0.550	^m 0.585	^m 0.621	^m 0.656	^m 0.691
60	1.500	1.500	25.0	^m 0.544	^m 0.566	^m 0.602	^m 0.641	^m 0.680	^m 0.718	^m 0.757			
70				1.300			^m 0.576	^m 0.599	^m 0.638	^m 0.679	^m 0.720	^m 0.761	^m 0.802
80	1.300	1.600	24.4	^m 0.616	^m 0.641	^m 0.682	^m 0.726	^m 0.770	^m 0.813	^m 0.857			
90				1.600			^m 0.653	^m 0.680	^m 0.723	^m 0.770	^m 0.817	^m 0.862	^m 0.910
100							^m 0.688	^m 0.716	^m 0.762	^m 0.812	^m 0.862	^m 0.910	^m 0.958

WYSOKIEGO CIŚNIENIA Z PRZEPUSTEM BEZ ZGĘSZCZANIA.

Średnice tłoka, odpowiadające ciśnieniu 5atm.50 i z przepustnicami.						Średnice tłoka, odpowiadające ci- śnieniu 5atm.00 i z przepustnicami.				
1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
^m 0.179	^m 0.182	^m 0.197	^m 0.206	^m 0.219	^m 0.232	^m 0.185	^m 0.193	^m 0.206	^m 0.219	^m 0.224
^m 0.214	^m 0.222	^m 0.237	^m 0.253	^m 0.268	^m 0.284	^m 0.227	^m 0.237	^m 0.252	^m 0.269	^m 0.287
^m 0.247	^m 0.257	^m 0.274	^m 0.292	^m 0.310	^m 0.328	^m 0.262	^m 0.273	^m 0.291	^m 0.311	^m 0.331
^m 0.262	^m 0.273	^m 0.290	^m 0.309	^m 0.329	^m 0.348	^m 0.278	^m 0.289	^m 0.309	^m 0.330	^m 0.351
^m 0.287	^m 0.298	^m 0.318	^m 0.339	^m 0.360	^m 0.381	^m 0.304	^m 0.317	^m 0.338	^m 0.361	^m 0.385
^m 0.310	^m 0.322	^m 0.343	^m 0.366	^m 0.389	^m 0.412	^m 0.328	^m 0.342	^m 0.365	^m 0.390	^m 0.416
^m 0.331	^m 0.345	^m 0.367	^m 0.392	^m 0.416	^m 0.440	^m 0.351	^m 0.366	^m 0.391	^m 0.418	^m 0.444
^m 0.335	^m 0.349	^m 0.372	^m 0.396	^m 0.420	^m 0.443	^m 0.355	^m 0.370	^m 0.395	^m 0.421	^m 0.449
^m 0.353	^m 0.367	^m 0.391	^m 0.418	^m 0.443	^m 0.469	^m 0.374	^m 0.390	^m 0.417	^m 0.445	^m 0.474
^m 0.370	^m 0.385	^m 0.401	^m 0.438	^m 0.465	^m 0.492	^m 0.392	^m 0.409	^m 0.437	^m 0.467	^m 0.497
^m 0.386	^m 0.402	^m 0.429	^m 0.458	^m 0.485	^m 0.514	^m 0.410	^m 0.427	^m 0.456	^m 0.488	^m 0.519
^m 0.393	^m 0.410	^m 0.436	^m 0.466	^m 0.494	^m 0.523	^m 0.417	^m 0.435	^m 0.464	^m 0.496	^m 0.528
^m 0.408	^m 0.425	^m 0.453	^m 0.483	^m 0.513	^m 0.543	^m 0.433	^m 0.451	^m 0.482	^m 0.515	^m 0.548
^m 0.423	^m 0.440	^m 0.469	^m 0.500	^m 0.531	^m 0.562	^m 0.448	^m 0.467	^m 0.499	^m 0.533	^m 0.568
^m 0.463	^m 0.482	^m 0.514	^m 0.548	^m 0.582	^m 0.616	^m 0.491	^m 0.512	^m 0.546	^m 0.584	^m 0.622
^m 0.468	^m 0.488	^m 0.519	^m 0.554	^m 0.588	^m 0.622	^m 0.496	^m 0.517	^m 0.552	^m 0.590	^m 0.628
^m 0.497	^m 0.517	^m 0.551	^m 0.585	^m 0.623	^m 0.660	^m 0.527	^m 0.549	^m 0.586	^m 0.626	^m 0.666
^m 0.523	^m 0.545	^m 0.581	^m 0.619	^m 0.657	^m 0.696	^m 0.555	^m 0.578	^m 0.618	^m 0.660	^m 0.702
^m 0.573	^m 0.598	^m 0.636	^m 0.678	^m 0.720	^m 0.762	^m 0.608	^m 0.633	^m 0.676	^m 0.723	^m 0.770
^m 0.607	^m 0.632	^m 0.671	^m 0.719	^m 0.762	^m 0.807	^m 0.644	^m 0.671	^m 0.716	^m 0.766	^m 0.815
^m 0.649	^m 0.676	^m 0.720	^m 0.768	^m 0.815	^m 0.863	^m 0.688	^m 0.717	^m 0.766	^m 0.819	^m 0.872
^m 0.689	^m 0.717	^m 0.764	^m 0.815	^m 0.864	^m 0.915	^m 0.730	^m 0.761	^m 0.813	^m 0.868	^m 0.924
^m 0.726	^m 0.756	^m 0.806	^m 0.859	^m 0.911	^m 0.965	^m 0.770	^m 0.802	^m 0.857	^m 0.916	^m 0.974

280. WAGA WYPAROWANEJ WODY I SPALONEGO WĘGLA PRZEZ GODZINĘ I NA SIŁĘ JEDNEGO KONIA. Przyjmując budowę maszyny dokładnie wyrobioną, stan jej utrzymania zwyczajny i wydatek pary 5^{atm}.50 na jeden kilogram spalonego węgla ziemnego, otrzymamy następującą tablicę, wskazującą ilość wody i węgla, potrzebowanej w godzinę i na siłę jednego konia.

WAGA WODY I WĘGLA ZUŻYTEGO PRZEZ GODZINĘ
I NA SIŁĘ JEDNEGO KONIA.

Przepustnica.	6 ^{atm} .50.		5 ^{atm} .50.		5 ^{atm} .00.	
	Woda.	Węgiel.	Woda.	Węgiel.	Woda.	Węgiel.
1.00	53.26	9.70	54.68	9.95	56.41	10.23
1.50	38.38	6.98	39.50	7.18	40.83	7.43
2.00	32.64	5.94	33.65	6.11	34.90	6.35
2.50	29.60	5.38	30.61	5.56	31.86	5.80
3.00	27.77	5.04	28.81	5.24	30.12	5.47
3.50	26.59	4.84	27.66	5.04	„	„
4.00	25.81	4.70	„	„	„	„

Dla maszyn o odmiennych przepustnicach nie potrzeba przyjmować, jak kolumnę pary, jaka jest na końcu przepustu, a nigdy mniejszą, jak dwa razy tę, która jest przy wejściu.

281. POMPA ZASILAJĄCA. Kolumna, wydawana przez krok tłoka tej pompy, jest zwykle $\frac{1}{60}$ do $\frac{1}{50}$ częścią tej, którą wydaje tłok parowy.

282. OTWORY WEJŚCIA I WYJŚCIA PARY Z CYLINDRA. Powierzchnia otworów wejścia i wyjścia pary z cylindra, oraz przecięcie rur, prowadzących parę, powinna mieć $\frac{1}{30}$ część powierzchni tłoka.

Jeżeli maszyna jest z małym przepustem, a ma się poruszać bardzo prędko, wymiar ten można podnieść do $\frac{1}{14}$ lub $\frac{1}{13}$.

283. MACHINY O WYSOKIEM CIŚNIENIU Z PRZEPUSTEM I ZGĘSZCZANIEM W TYM SAMYM CYLINDRZE. Przepust może być posunięty do tego stopnia, że para będzie mieć ciśnienia tylko 0^{atm}.500, i jeżeli użyje się pary, która w kotle miała ciśnienie 5^{atm}.00, 4^{atm}.50, 4^{atm}.00, przyjmuje się, że przepust zwyczajny będzie mieścił 6 razy kolumnę przyjętej pary.

284. FORMUŁY DO OBLICZENIA ŚREDNICY TŁOKA. Oblicza się średnicę tłoka za pomocą następujących formuł:

$$p = 5.00, \quad D^3 = 0.004145 \frac{N}{Kv},$$

$$p = 4.50, \quad D^3 = 0.004628 \frac{N}{Kv},$$

$$p = 4.00, \quad D^3 = 0.005238 \frac{N}{Kv},$$

w których dla współczynnika K, dadzą się następujące wartości:

Siła w koniach.	Ważność na Kv.	Siła w koniach.	Ważność na Kv.
4 do 8	0.306	26 do 28	0.437
10 do 16	0.360	30 do 36	0.460
18	0.396	40 do 60	0.500
20 do 24	0.418	70 i wyżej.	0.520

Te formuły dają następującą tablicę:

TABLICA WYMIARÓW CYLINDRÓW PRZY MACHINACH PAROWYCH WYSOKIEGO CIŚNIENIA Z PRZEPUSTEM I ZGĘSZCZANIEM.

Siła w koniach.	Prędkość tłoka.	Krok tłoka dla machin.		Liczba podwójnych uderzeń, lub obrotów regulatora na minutę dla machin.		Średnica cylindra machin o ciśnieniu.		
		bez balansiera.	z balanse-rem, albo ruchomym cylindrem.	bez balansiera.	z balanse-rem, albo ruchomym cylindrem.			
						atm.	atm.	atm.
	m	m	m	m	m	5.00	4.50	4.00
4						m	m	m
6	0.900	0.70	0.90	38.5	3.00	0.233	0.246	0.262
8						0.285	0.301	0.320
10		0.80	1.20	33.7	22.5	0.329	0.348	0.370
12					25.0	0.339	0.359	0.382
14	1.000	0.90	1.25	33.3	24.0	0.372	0.393	0.418
16						0.401	0.424	0.451
18		1.00	1.40	30.0	21.4	0.424	0.453	0.483
20					23.6	0.434	0.459	0.488
22	1.100	1.10		30.0		0.445	0.471	0.501
24			1.50		22.0	0.467	0.494	0.525
26		1.15		28.7		0.488	0.516	0.548
28			1.70		20.3	0.497	0.525	0.558
30	1.150	1.20		28.7		0.516	0.545	0.579
36			1.90		18.1	0.520	0.550	0.584
40		1.30		26.0		0.570	0.602	0.640
45			2.10		17.8	0.576	0.609	0.647
50	1.250	1.40		26.8		0.611	0.646	0.686
60			2.25		16.7	0.644	0.680	0.723
70		1.50		25.0		0.705	0.745	0.792
80				26.0	15.6	0.747	0.789	0.840
90	1.300	1.60	2.45			0.798	0.844	0.898
100				24.4	15.9	0.846	0.894	0.952
						0.892	0.944	1.005

285. WAGA WODY PAROWANEJ PRZEZ GODZINĘ. Machiny tego rodzaju mają zwykle przepustnicę zmienną, potrzeba więc, ustanowić wydatek pary największy, jaki być może. Ilość wody parowanej w ruchu zwyczajnym, i kiedy maszyny będą obciążone, jest:

Ciśnienie w kotle.	Waga wody, parowanej na godzinę.	
	W zwyczajnym stanie.	Najwyższa.
atm.	kil.	kil.
5.00	14.88N	29.76N
4.50	15.10N	30.20N
4.00	15.33N	30.66N

286. WAGA WODY, WPROWADZANEJ NA GODZINĘ. Ta waga najwyższa oblicza się przez formuły:

Ciśnienie pary w kotle p	5 atm. 00	4 atm. 00	4 atm. 00.
	kil.	kil.	kil.
Waga wody wprowadzonej na 1 godzinę	864.42N	871.88N	880.24N.

287. POMPA POWIETRZNA. Kolumna, wydawana przez krok tłoka tej pompy w ruchu zwyczajnym, powinna być dla:

$$p = 5 \text{ atm. 00, } 4 \text{ atm. 50, } 4 \text{ atm. 00,}$$

$$\text{w stosunku } \frac{1}{2.6}, \quad \frac{1}{2.9}, \quad \frac{1}{3.1},$$

do tej, jaką wydaje tłok parowy podczas najdłuższego przystępu pary, przypuszczając ją równą $\frac{1}{3}$ części kroku.

288. POMPA ZASILAJĄCA. Aby sobie zabezpieczyć możliwość śpiesznego zasilenia w razie potrzeby, daje się kolumnie, wydawanej przez krok tłoka tej pompy ważność:

przy ciśnieniu $p=5^{atm}.00, 4^{atm}.50, 4^{atm}.00.$
 w stosunku $\frac{1}{60}, \frac{1}{70}, \frac{1}{80},$

do kolumny, wydawaną przez tłok parowy, podczas najdłuższego przystępu pary.

289. POWIERZCHNIA OTWORÓW WEJŚCIA I WYJŚCIA PARY Z CYLINDRA, ORAZ RUR PAROWYCH. Powierzchnia otworów, wpuszczających i wypuszczających parę do cylindra, powinna być równa $\frac{1}{35}$ części powierzchni tłoka, równie jak i powierzchnia przecięcia rur, prowadzących parę.

W urządzeniu skrzynek trzeba się starać, aby oddalenie się ich nie następowało przed końcem biegu tłoka, a przez to nie sprawiało przytrzymania pary w rurach i w pewnej przestrzeni tłoka, nie stanowiło przeszkody dla nowo przychodzącej pary.

290. WYMIARY KOTŁÓW PRZY MACHINACH WYSOKIEGO CIŚNIENIA. Używa się zwykle we Francji dla machin stałych o wysokim ciśnieniu kotłów z ogrzewaczami na zewnątrz (*bouilleurs extérieurs*) przyjmuje się wtedy 30 kil. wody parowanej na metr kwadratowy powierzchni, ogrzewanej przez godzinę, chociaż w praktyce można otrzymać więcej.

Oznaczając ilość wody, parowanej na godzinę przez Q^{kil} , będzie dla powierzchni ogrzewanej wyrażenie:

$$S = \frac{Q}{30} \text{ metrów kwadratowych.}$$

Średnica ogrzewaczy jest zwykle połową średnicy kotła, który powinien być mało co napełniony wodą wyżej od środka tychże.

Średnica D' kotłów parowych oznacza się:

Wydatek pary na godzinę Q .	Średnica kotła D' .
kil.	m.
130 i mniej	0.65
250 do 300	0.70
350 do 500	0.80
500 do 600	0.90
600 do 900	1.00
1000 do 1200	1.10

Długość kotła parowego L' oblicza się z formuły:

$$L' = \frac{S}{3.665D'}.$$

291. RUSZTY. Pali się zwykle 40 do 45 kil. węgla na metr kwadratowy powierzchni rusztu, a czasem dochodzi do 80 kilogramów, kiedy się oznaczy wydatek pary dla najwyższej siły maszyny, wtedy można przyjąć, że węgla spali się 80 kilogramów.

Dla machin wysokiego ciśnienia i z przepustem w połowie kroku tłoka bez zgęszczania, daje się powierzchni rusztu $0^{mk}.0657$ na siłę jednego konia.

Dla machin z przepustem i zgęszczaniem będzie dostatecznym dać $0^{mk}.0625$ na siłę jednego konia.

Szerokość rusztu powinna być mniej więcej równa średnicy kotła, a cokolwiek mniejsza od tej średnicy dla małych kotłów, a większa dla wielkich.

Długość rusztu nie powinna przechodzić $1^{m}.75$, albowiem ten wymiar jest aż nadto dostateczny do dobrej obsługi.

Otwory w ruszcie zależą od gatunku używanego paliwa i dla tego bywa od $\frac{1}{4}$ do $\frac{1}{15}$ całej powierzchni rusztu.

292. IŁOŚĆ UŻYWANYCH KOTŁÓW. Ponieważ średnica kotła powinna mieć 1^{m} do $1^{m}.10$ najwyżej, wrazie więc potrzeby użycia większej ilości pary, jak kocioł może wydać, liczbę kotłów powiększyć należy.

293. GRUBOŚĆ KOTŁÓW. Podług rozporządzenia policyi z d. 25 Kaja 1828 r., grubość kotłów z żelaza lanego, które są głównie dziś używane, jest oznaczona przez następującą praktyczną formułę:

$$e = 0.0018nd + 0^m.003,$$

w której:

e oznacza grubość ścian kotła,

d średnicę kotła w świetle,

n ciśnienie najwyższe w kotle z uwagą na ciśnienie atmosfery.

Wypadki z tej formuły, są zamieszczone w następującej tablicy:

TABLICA GRUBOŚCI ŚCIAN KOTŁÓW PAROWYCH
Z ŻELAZA LANEGO.

Średnica kotła.	Ciśnienie pary w atmosferach.						
	2	3	4	5	6	7	8
centim.	millim.	millim.	millim.	millim.	millim.	millim.	millim.
50	3.90	4.80	5.70	6.60	7.50	8.40	9.30
55	3.99	4.98	5.97	6.96	7.95	8.94	9.93
60	4.08	5.16	6.24	7.30	8.40	9.48	10.56
65	4.17	5.34	6.51	7.68	8.85	10.02	11.19
70	4.26	5.52	6.78	8.04	9.30	10.56	11.82
75	4.35	5.70	7.05	8.40	9.75	11.10	12.45
80	4.44	5.88	7.32	8.76	10.20	11.64	13.08
85	4.53	6.06	7.59	9.12	10.65	12.18	13.71
90	4.62	6.24	7.86	9.48	11.10	12.72	14.34
95	4.71	6.42	8.13	9.84	11.55	13.26	14.97
100	4.80	6.60	8.40	10.20	12.00	13.80	15.60

294. KLAPY BEZPIECZEŃSTWA. Postanowienie z dnia 23 Maja 1843 r. ustanawia wymiary dwóch klap bezpieczeństwa, w które każdy kocioł parowy powinien być zaopatrzony, w ten sposób, nazywając:

S całą ogrzewaną powierzchnię kotła,

p ciśnieniem rzeczywistym w kotle, czyli nadmiar ciśnienia

w kotle nad ciśnienie atmosfery, wyrażane w atmosferach,

d średnicę zakrywanego otworu przez klapę, wyrażoną w centymetrach,

będziemy mieli dla oznaczenia średnicy d formułę:

$$d_{\text{cent}} = 2.6 \sqrt{\frac{S_{\text{mk}}}{p - 0.412}}.$$

Wypadki z tej formuły są zamieszczone w następującej tablicy (*)

(*) Aby oznaczyć średnicę klapy bezpieczeństwa, dzieli się powierzchnię ogrzewaną kotła, przez ciśnienie pary w kotle, zmniejszone ułamkiem 0.412, z tego wyciąga się pierwiastek kwadratowy, który mnoży się przez 2.6; a iloczyn będzie średnicą klapy, wyrażoną w centymetrach.

TABLICA ŚREDNIC, JAKIE NALEŻY DAWAĆ KLAPOM
BEZPIECZEŃSTWA.

Powierzchnia ogrzewana kotła	WAŻNOŚCI DLA ŚREDNIC KLAP BEZPIECZEŃSTWA. przy ciśnieniu atmosfer:									
	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6
m. k.	cent.	cent.	cent.	cent.	cent.	cent.	cent.	cent.	cent.	cent.
1	2.493	2.063	1.799	1.616	1.479	1.372	1.286	1.214	1.152	1.100
2	3.522	2.918	2.544	2.286	2.092	1.941	1.818	1.716	1.630	1.555
3	4.317	3.573	3.116	2.799	2.563	2.377	2.227	2.102	1.996	1.905
4	4.985	4.126	3.598	3.232	2.959	2.745	2.572	2.427	2.305	2.200
5	5.574	4.613	4.023	3.614	3.308	3.069	2.875	2.714	2.578	2.459
6	6.106	5.054	4.407	3.958	3.624	3.362	3.149	2.973	2.823	2.694
7	6.595	5.438	4.760	4.276	3.914	3.631	3.402	3.211	3.045	2.910
8	7.050	5.835	5.089	4.571	4.185	3.882	3.637	3.433	3.260	3.111
9	7.478	6.189	5.398	4.848	4.438	4.117	3.857	3.641	3.458	3.299
10	7.885	6.524	5.690	5.110	4.679	4.340	4.066	3.838	3.645	3.478
11	8.267	6.843	5.967	5.360	4.907	4.552	4.265	4.025	3.823	3.648
12	8.637	7.147	6.233	5.598	5.125	4.754	4.454	4.204	3.993	3.810
13	8.987	7.439	6.487	5.827	5.334	4.949	4.636	4.376	4.156	3.965
14	9.325	7.720	6.732	6.047	5.536	5.138	4.811	4.541	4.312	4.124
15	9.654	7.990	6.998	6.259	5.730	5.316	4.980	4.701	4.464	4.259
16	9.970	8.253	7.197	6.464	5.918	5.490	5.143	4.854	4.610	4.399
17	10.277	8.506	7.418	6.663	6.100	5.659	5.302	5.004	4.752	4.534
18	10.575	8.753	7.633	6.841	6.277	5.823	5.455	5.149	4.890	4.666
19	10.865	8.993	7.842	7.044	6.449	5.982	5.605	5.290	5.024	4.794
20	11.147	9.227	8.046	7.227	6.616	6.138	5.750	5.428	5.154	4.918
21	11.423	9.454	8.245	7.389	6.780	6.289	5.892	5.561	5.282	5.040
22	11.691	9.677	8.439	7.580	6.939	6.437	6.031	5.692	5.406	5.158
23	11.954	9.894	8.629	7.750	7.095	6.582	6.167	5.820	5.527	5.274
24	12.211	10.107	8.814	7.917	7.248	6.723	6.299	5.845	5.546	5.388
25	12.463	10.316	8.996	8.080	7.397	6.862	6.429	6.069	5.763	5.499
26	12.710	10.520	9.174	8.240	7.544	6.998	6.556	6.188	5.877	5.608
27	12.952	10.720	9.349	8.397	7.776	7.132	6.681	6.306	5.989	5.715
28	13.190	10.917	9.520	8.551	7.828	7.262	6.804	6.422	6.099	5.819
29	13.423	11.110	9.689	8.703	7.967	7.391	6.924	6.535	6.207	5.922
30	13.653	11.300	9.855	8.851	8.103	7.517	7.043	6.648	6.313	6.024

Powierzchnie obrączkowe klapy, zasłaniające brzegi otworu, powinny mieć następujące wymiary:

	mil.	mil.	mil.	mil.	mil.	mil.	mil.	mil.	mil.
Średnica otworów	20	25	30	35	40	45	50	55	60 i więcej
Szerokość obrączki	0.67	0.83	1.00	1.11	1.32	1.50	1.67	1.83	2.00

295 POTRZEBNE APARATY PRZY KOTLE. Kotły powinny być zaopatrzone:

- 1° Manometrem u góry otwartym, kiedy ciśnienie nie przechodzi 4^{ch} atmosfer,
- 2° Pompą zasilającą,
- 3° Pływakiem ostrzegającym (*flotteur d'alarme*),
- 4° Narzędziem, wskazującym poziom wody w kotle.

296. KOMINY I KANAŁY (*Carneaux*). Kiedy kominy są z blachy żelaznej, daje się im na 33 kil. pary 0^m.01 przecięcia poprzecznego, albo około $\frac{1}{7}$ części powierzchni rusztu.

Dla kominów z cegły podług Watta, daje się wymiar przecięcia komina w świetle, równy $\frac{1}{6}$ powierzchni rusztu.

Powierzchnia kanałów jest prawie ta sama, ale cokolwiek mniejsza od przecięcia komina.

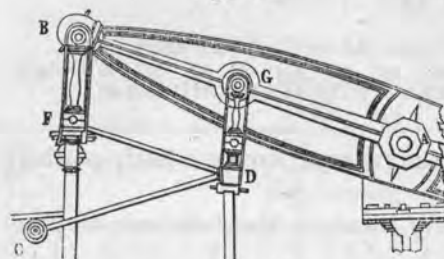
WYMIARY GŁÓWNYCH CZĘŚCI MACHINY, PRZENOSZĄCYCH RUCH.

297. BALANSIERY (*Balancier*). Odległość pozioma pomiędzy prostopadłą drąga tłoka i prostopadłą, która przechodzi przez oś obrotu środka balansiera (*manivelle*), powinna być równa 3 razy krokowi tłoka.

Odległość między środkami stawów (*articulation*), czyli zgięć końcowych balansiera, powinna być równa 3.0825 razy długości kroku tłoka (*course du piston*).

RÓWNOLEGBOK (*Parallélograme*). Załamanie G, (figura 39) powinno być w środku połowy długości balansiera.

ra, odległość pomiędzy ogniwami (*anneaux*) BF i GD, powinna być równa $\frac{1}{2}$, lub $\frac{3}{4}$ kroku tłoka.



Watt umieszcza środek obrotu hamulca (*bride*) CD na prostopadłej, przechodzącej przez środek stempla tłoka w punkcie, położonym w połowie wysokości cięciwy łuku, zakreślonego przez punkt D, lecz może być brany na tej samej wysokości zewnątrz linii pionowej stempla.

W formułach o oporze ciał znajdzie się zasady, potrzebne do ustanowienia wymiarów balansiera, zdolnych mieć daną moc, lub opór przeciw danej sile.

298. OGNIWA RÓWNOLEGŁOBOKU. Cztery ogniwa równoległoboku powinny mieć przecięcie poprzeczne całe, równe $\frac{1}{144}$ powierzchni tłoka.

Te ogniwa nie powinny znosić większego obciążenia jak 140 do 150 kil. na cent. kw. ich przecięcia poprzecznego.

Ramiona tego ruchomego równoległoboku, mają szerokość równą $\frac{1}{12}$ średnicy tłoka, a grubość $\frac{1}{18}$.

Nity, które utrzymują ogniwa równoległoboku i stanowią opór na poprzek, powinny mieć płaszczyznę przecięcia poprzecznego, równą $\frac{1}{363}$ powierzchni tłoka, albo średnicę równą 0.0526 średnicy tłoka i nie powinny być obciążone jak 380 do 400 kil. na cent. kw. ich przecięcia poprzecznego.

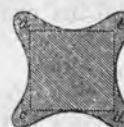
299. DRĄG, CZYLI STEMPEL TŁOKA (*Tige du piston*). Watt w machinach z balansierami i o niskim ciśnieniu daje dla średnicy stempla ważność, równą $\frac{1}{10}$ części średnicy tłoka. Przypuszczając, że para ma 1^{atm.}25 ciśnienia w kotle, i kiedy ciśnienie oporowe w tłoku będzie 0^{atm.}25, to obciążenie na 1 cent. kw. przecięcia stempla będzie około 100 kil. Ten wymiar, dotąd używany, jest przy statkach parowych morskich.

W machinach bez balansiera, gdzie drąg tłoka, czasem robiony ze stali, działa wprost na łącznik, i jest wspierany przez stosowną osadę, można go wtedy obciążać 150 do 180 kil. na cent. kw. przecięcia.

Niektórzy przyjmują dla machin wielkich, robiąc drągi tłoków ze stali, obciążenia do 260 kil. dla stempli przy machinach z ruchomymi cylindrami przyjmuje się zawsze 200 kil. na cent. kw.

300. ŁĄCZNIK (*Bielle*). Podług Watta, powierzchnia przecięcia poprzecznego łącznika przy machinach niskiego ciśnienia w środku powinna mieć $\frac{1}{38}$ część przecięcia tłoka, co odpowiada obciążeniu około 28 kil. na cent. kw. tego przecięcia. Łącznik ma wysoki wzmacniające (*nervures*), a bok kwadratu środkowego, czyli rdzeniu, powinien być $\frac{1}{30}$ częścią jego długości.

Fig. 40.



Końce łącznika mają przecięcie, którego powierzchnia powinna być równa $\frac{1}{35}$ powierzchni poprzecznej tłoka, co odpowiada obciążeniu 35 kil. na cent. kw. przecięcia.

Kiedy łącznik będzie zrobiony z żelaza kutego, wtedy może być obciążony do 60 kil. na cent. kw. przecięcia w środku, a do 90 kil. na końcach. Niektórzy dają do 100 kil. w środku a do 200 kil. na końcach, zdaje się jednak, że nie powinno się przechodzić nad 80 do 120 kil.

Na statkach parowych, gdzie łączniki bywają z żelaza zwyčajnego, dają im obciążenia na cent. kw. 50 do 60 kil. w środku, a 100 kil. na końcach.

Małe łączniki tak zwane wiszące, znoszą ten sam ciężar, a czasem mniej.

301. WAŁ REGULATORA (*Arbre du volant*). Jeżeli nazwiemy:

P siłę, przeniesioną na obwód koła zazębionego, osadzonego na wale regulatora, albo na obwód pośredni koła z łopatkami, jeżeli rzecz idzie o statki parowe,

R ramię drąga tej siły, albo promień średni koła.

Obliczy się średnica czopów wału regulatora przez jedną z formuł:

$$d^3 = \frac{PR}{K}, \text{ albo } d^3 = 716 \frac{N}{m}$$

w której znaczy:

N siłę rzeczywistą w koniach,

m liczbę obrotów regulatora na minutę.

W tych formułach K, oznacza współczynnik liczebny stały, który należy brać:

K=132000 kil. najwyżej dla machin stałych i na statkach parowych mniejszych.

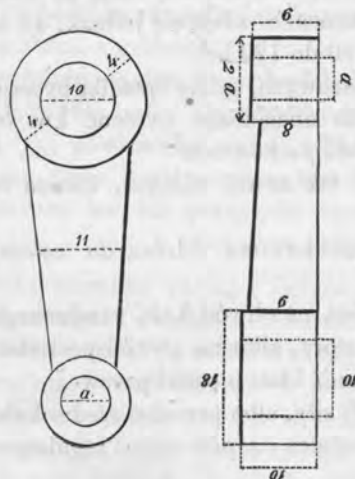
K=120000 kil. dla machin na statkach parowych morskich.

302. GAŁKA KORBY (*Bouton de la manivelle*). Obciążenie, jakie powinna znosić gałka korby, jest zwykle 50 kil. na cent. kw. przecięcia.

303. KORBA (*Manivelle*). Średnica czopu wału regulatora i średnica gałki korby, jak jest oznaczona podług prawideł poprzednich, to inne wymiary korby z tego wynajdą się.

Grubość ściany metalowej na około gałki równa jęj promieniowi, i oznaczając średnicę czopu wału regulatora przez 10, a średnicę gałki korby przez a , inne wymiary korby są oznaczone na załączonej figurze.

Fig. 41 i 42.



REGULATORY (*Volants*).

304. CEL REGULATORÓW. Regulatory są przeznaczone do regulowania ruchu w machinach i do utrzymania w potrzebnych granicach zmieniających się czasami prędkości.

Nie powinno się więc ich używać, jak w trzech następujących przypadkach:

1°. Jeżeli siła ma prędkość peryodycznie zmienną, jak to jest w machinach parowych, gdzie średnia część balansiera jest wzruszana przez ludzi i t. p.

2°. Jeżeli opór, doświadczany przez narzędzia, jest peryodycznie zmienny, lub też nie działa, jak w pewnych czasach ruchu, jak oto w walcowniach, kuźniach, tartakach i t. p.

3°. Jeżeli moc oporu jest na raz zmieniająca się, albo przerywana.

Potrzeba się starać regulator umieszczać najbliżej miejsca, gdzie zmiana ruchu wpływa na działanie przerywane.

Stopień regularności, który powinno wydać koło szalone, zależy od przedmiotu, do którego stosuje się, natury używanych narzędzi i t. p.

Dla uproszczenia rozwiązania kwestyj umieszczenia regulatorów, opuszcza się zwykle wpływ na regularność ich ramion, i oznacza się jedynie wagą, jaką należy dać dzwonom koła (*anneau*).

Nazywając:

a szerokość dzwona równoległe od osi obrotu,

b grubość w kierunku promienia,

R promień średni koła, mierzony w środku dzwona.

Waga tego dzwona z żelaza lanego ma za wyrażenie:

$$P = 45239 abR.$$

W zastosowaniu się do okoliczności miejscowych i szczególnych położeń, co do samej maszyny, zwykle oznacza się

promień regulatora naprzód, i w formułach następnych będziemy zawsze uważali, że jest znany; lecz zwracamy uwagę, że powinno się go robić, o ile można wielki, jednakże nie przechodząc pewnych granic, zależących od prędkości maximum, jakie obwód koła może przyjąć, z powodu nabrania znacznej mocy z siły odśrodkowej. Ta prędkość nie powinna przechodzić, lecz może dochodzić 25^m do 30^m na sekundę.

FORMUŁY PRAKTYCZNE WYMIARU REGULATORÓW PRZY MACHINACH PAROWYCH.

Jeżeli nazwiemy:

P wagę regulatora,

V prędkość obwodu środkowego,

N siłę maszyny w koniach,

m liczbę obrotów regulatora na minutę,

n liczbę, która się zmienia podług stopnia regularności, jaką chcemy otrzymać,

K współczynnik liczebny stały dla każdego rodzaju maszyn, zawisły od układu maszyny, a mianowicie od wymiaru używanego przepustu.

Będziemy mieli dla oznaczenia wagi P obręczy regulatora formułę:

$$PV^2 = K \frac{nN}{m},$$

w której n będzie równe 32, jeżeli chcemy mieć tę samą regularność, jaką Watt przyjął w swoich maszynach o niskim ciśnieniu.

Formuła poprzednia sprowadza się do następującego prawidła:

Aby otrzymać wagę obręczy regulatora maszyny parowej:

Mnoży się siła maszyny w koniach przez liczbę stopnia regularności, jaką chcemy otrzymać n, którą zwykle przyjmuje się 32, iloczyn ten dzieli się przez liczbę obrotów regulatora i przez kwadrat z prędkości obwodu środkowego, a iloraz mnoży się przez współczynnik K, dany w następującej tablicy:

TABLICA WAŻNOŚCI WSPÓŁCZYNNIKÓW LICZBNYCH DLA FORMUŁ, DAJĄCYCH WYMIARY REGULATORÓW
PRZY MACHINACH PAROWYCH.

		Współczynnik formuły	
		główniej	szczegółowej,
		$PV^2 = K \frac{nN}{m}$	ktędy $n = 32$ $P = 32K \frac{N}{mV^2}$
R O D Z A J M A C H I N Y.		K.	32K.
Z całym ciśnieniem z zgęszczeniem lub bez . . .	Z balanserem . . .	4647	148704
	Łącznik bardzo długi	5227.3	165524
Bez balansiera łącznik 5 razy dłuższy od korby.	— 5 — — — — —	5528.2	176902
	— 4 — — — — —	3829.4	186541
Machiny z jednym cylindrem o ciśnieniu 5 atmosfer, z przepustem i zgęszczaniem	Bez balansiera łącznik 5 razy dłuższy od korby.	5592	178944
	$w \frac{1}{3}$ część kroku tłoka	7303.6	230515
Z balanserem przepust zaczyna się	$w \frac{1}{4}$ — — — — —	7618.5	243792
	$w \frac{1}{5}$ — — — — —	7843	250976
Bez balansiera przepust zaczyna się	$w \frac{1}{6}$ — — — — —	8103.8	259322
	$w \frac{1}{7}$ — — — — —	8315	266608
Bez balansiera przepust zaczyna się	$w \frac{1}{8}$ — — — — —	8449.4	270381
	$w \frac{1}{3}$ — — — — —	6655.5	213296

Machina ruchoma P. Cavé o 5 atm. z zgęszczaniem i przepustem w $\frac{1}{3}$ części kroku tłoka . . .		7442.2	238150
		5538	177882
Machiny o 2ch cylindrach systematu Woolf-Przepust 4.50, dający parę prosto w wielki cylinder, z przepustem i zgęszczaniem, o 4.5 atmosfer, z balanserem, łącznik 5 razy dłuższy od korby.	der	6081	192992
	Przepust 7.50, zaczynający się w $\frac{2}{3}$ części kroku tłoka małego cylindra	7080.3	226569
Machiny o jednym cylindrze i wysokim ciśnieniu z przepustem bez zgęszczania	Z balanserem rem łącznik 5 razy dłuższy od korby.	8186	261952
	Przepust zaczyna się $w \frac{1}{3}$ — — — — —	9218.4	294986
Machiny z całym ciśnieniem bez balansiera i z łącznikiem 5 razy dłuższym od korby.	Z balanserem łącznik 5 razy dłuższy od korby.	10231.8	327402
	Przepust zaczyna się $w \frac{1}{4}$ — — — — —	7063.5	226032
Machina z przepustem i zgęszczaniem, bez balansiera, o 5 atm., łącznik 5 razy dłuższy od korby, przepust w $\frac{1}{3}$ części kroku	Łącznik bardzo długi, przep. $w \frac{1}{3}$ — — — — —	6974.7	223190
	Przepust zaczyna się $w \frac{1}{3}$ — — — — —	7948.9	254365
Machiny z całym ciśnieniem bez balansiera i z łącznikiem 5 razy dłuższym od korby.	Przepust zaczyna się $w \frac{1}{4}$ — — — — —	8913.5	285232
	Przepust zaczyna się $w \frac{1}{5}$ — — — — —	9694.6	310227
Machina z całym ciśnieniem bez balansiera i z łącznikiem 5 razy dłuższym od korby.	Bez balansiera, przepust $w \frac{1}{4}$ — — — — —	10651.1	340835
	Z cylindrem ruchomym P. Cavé, przepust $w \frac{1}{3}$ — — — — —	8597.5	275120
Machiny z całym ciśnieniem bez balansiera i z łącznikiem 5 razy dłuższym od korby.	Korba pojedyncza	7291.5	233328
	— podwójna o kątach prostych	5592	178944
Machina z przepustem i zgęszczaniem, bez balansiera, o 5 atm., łącznik 5 razy dłuższy od korby, przepust w $\frac{1}{3}$ części kroku	— podwójna o kątach prostych	1531.3	49002
	— podwójna o kątach prostych	415.6	13202
Machina z całym ciśnieniem bez balansiera i z łącznikiem 5 razy dłuższym od korby.	Korba pojedyncza	7619.3	243818
	— podwójna o kątach prostych	1818.7	58198
Machina z całym ciśnieniem bez balansiera i z łącznikiem 5 razy dłuższym od korby.	— podwójna o kątach prostych	657.3	22035
	— podwójna o kątach prostych		

305. UWAGA CO DO LICZBY, MAJĄCĄ SIĘ PRZYJĄĆ DLA REGULARNOŚCI n MACHIN PAROWYCH. Watt przyjmował zawsze ważność dla $n=32$, można więc w położeniu zwyczajnym takowej używać. Lecz kiedy natura wyrobu w fabrykach wymaga nader regularnego ruchu, jakoto: w przędzalniach, w papierniach i t. d., wówczas potrzeba ważność dla n podwyższyć, czyniąc $n=50$, lub $n=60$.

PRZYKŁADY: Jaka powinna być waga pierścienia przy regulatorze maszyny parowej o niskim ciśnieniu siły 40 koni przy przędzalni w Logelbach pod Colmar, której regulator robi 19 obrotów na minutę?

Nici bawełny przędzone są bardzo cienkie n° 40 do 60, średnica środkowa równa $6^m.10$, prędkość obwodu będzie 19 obrotów na minutę.

$$V = \frac{3.14 \times 6^m.10 \times 19}{60} = 6^m.06.$$

Tablica daje:

kiedy $n=32$, to $K=4647$,

a ztąd:

$$P = 4647 \times \frac{32 \times 40}{19 \times (6.06)^2} = 8527 \text{ kil.}$$

Jaka powinna być waga regulatora maszyny parowej siły 30 koni bez balansiera z przepustem, zaczynającym działać w $\frac{1}{3}$ części kroku tłoka, wprowadzającym parę w jeden cylinder z zgęszczaniem, działającym pod ciśnieniem pary 5 atmosfer?

Jeżeli można się zadowolnić zwyczajną regularnością, to się zrobi $n=32$. Podług tablicy n° 284 liczba obrotów regulatora na minutę powinna być $m=28.7$. Tablica daje $K=6665.5$. Krok tłoka powinien być $1^m.20$. A ztąd średnica środkowa regulatora powinna być około 4.50 razy tego kroku, czyli $5^m.40$. Będzie więc prędkość na obwodzie środkowym.

$$V = \frac{28.7}{60} 3.1416 \times 5^m.4 = 8^m.115.$$

Jest więc:

$$P = 6665 \frac{32 \times 30}{28.7 \times (8.115)^2} = 3386^{\text{kil.}} 1.$$

306. ŚREDNICA REGULATORÓW. MACHINY O NISKIM LUB WYSOKIM CIŚNIENIU. Średnica środkowa jest zawarta między 3.00 do 3.50 razy długości kroku tłoka.

MACHINY O DWÓCH CYLINDRACH, Z PRZEPUSTEM, ZGĘSZCZANIEM I BALANSIEREM. Średnica pośrednia jest równa 3.5 do 4 razy długości kroku tłoka.

MACHINY Z JEDNYM CYLINDREM, O WYSOKIM CIŚNIENIU, BEZ, LUB ZE ZGĘSZCZANIEM, BEZ BALANSIERA. Średnica pośrednia jest równa 4.0 do 4.5 razy krokowi tłoka.

Te wymiary powinny być uwzględnione z uwagi, aby nie powiększyć bardzo miejsca, zajmowanego przez maszynę, albo nie dać za wielkiego obwodu pierścieniowi, a przez to nie powiększyć bardzo prędkości.

307. REGULATOR MŁOTA CZOŁOWEGO (*marteau frontal*). Młoty czołowe, czyli główne uderzają zwykle 70 do 80 razy na minutę, i ich waga, licząc w to osadę, różni się stosownie do gatunku żelaza, z którego są zrobione, wynoszą jednak zwykle wagi od 3000 do 4000 kilogramów.

Oblicza się wagę dzwona regulatora, mającego się osadzić na osi, przeznaczonej do podnoszenia młota przez następujące formuły:

$$\text{Młoty wagi} \begin{cases} 3000 \text{ do } 3500^{\text{kil}} \dots\dots\dots P = \frac{20.000}{R^2} \\ 4000 \text{ do } 4900^{\text{kil}} \dots\dots\dots P = \frac{30.000}{R^2} \end{cases}$$

co się wyrazi przez prawidło:

Aby oznaczyć wagę dzwona regulatora, umieszczonego na osi, mającej podnosić młot główny:

Przez kwadrat promienia średniego regulatora dzieli się liczba:

20000 dla młotów wagi 3000 do 3500 kilog.,

30000 dla młotów wagi 4000 do 4900 kilog.;

Iloraz będzie szukaną wagą w kilogramach.

PRZYKŁAD. Jaka powinna być waga dzwona regulatora, osadzonego na osi, która ma podnosić młot, ważący średnio z osadą 3165 kilogramów, i który ma promień średni 2^m.15?

Formuła daje:

$$P = \frac{20000}{(2.15)^2} = 4329 \text{ kil.}$$

Regulator młota głównego, urządzonego w Framont, który się porusza z regularnością dostateczną, i którego promień średni ma 2^m.15, waży 4230 kilog.

308. REGULATOR PRZY MŁOCIE NIEMIECKIM, PORUSZANYM ZA POMOCĄ ZAZĘBIANIA. Młoty tak zwane niemieckie (*marteaux à l'allemande*), ważą zwykle 600 do 800 kilogr., licząc w to wagę trzonka, okucia i obręczy, przytrzymującej trzonek (*hurasse*). Uderzają zwykle przy największej prędkości 100 do 110 razy na minutę.

Oblicza się wagę dzwona regulatora, mającego być na osi, podnoszącej młot przez formułę:

$$P = \frac{15000}{R^2}$$

Co wyrazi się przez prawidło:

Aby oznaczyć wagę dzwona regulatora, który ma być osadzony na osi, przeznaczonej do podnoszenia młota zwanego niemieckim:

Dzieli się 15000 przez kwadrat promienia średniego regulatora,

Iloraz będzie szukaną wagą w kilogramach.

PRZYKŁAD. Jaka powinna być waga dzwona regulatora, osadzonego na osi drąga, przeznaczonego do podnoszenia młota niemieckiego, kiedy promień średni tego regulatora jest 1^m.65?

Formuła daje:

$$P = \frac{15000}{(1.65)^2} = 5509.$$

Dzwono regulatora przy młocie, poruszonym za pomocą zazębienia, będącego w Moulin-Neuf pod Moyeuvre, którego promień średni ma 1^m.65, waży około 5150 kilog.

309. REGULATOR PRZY MŁOTACH, UŻYWANYCH W FRYSZERKACH, PORUSZANYCH ZA POMOCĄ ZAZĘBIANIA. Używa się w fryszerkach młotów rozmaitych wielkości podług użycia, do którego są przeznaczone. Uderzają zwykle 150 do 200 razy na minutę.

Oznacza się wagę dzwona regulatora, który ma być osadzonym na osi, poruszającą młoty, przez następującą formułę:

$$\text{Waga młotów} \begin{cases} 500^{\text{kil}} \dots\dots\dots P = \frac{9000}{R^2} \\ 360^{\text{kil}} \dots\dots\dots P = \frac{6000}{R^2} \end{cases}$$

UWAGA. W wadze, powyżej wskazanej, mieści się waga osady młota i wszelkiego okucia.

Ta formuła daje prawidło:

Aby oznaczyć wagę dzwona regulatora przy młotach, poruszanych przez zazębienie:

Przez pierwiastek kwadratowy z promienia średniego koła regulatora, dzieli się liczba:

9000, jeżeli młoty ważą 500^{kil},

6000, jeżeli młoty ważą 360^{kil};

Iloraz będzie szukaną wagą dzwona regulatora w kilogramach.

PRZYKŁAD. Jaka powinna być waga dzwona regulatora przy młocie wagi 300 kilogr.?

Promień średni regulatora jest 1^m.50?

Formuła daje:

$$P = \frac{6000}{(1.50)^2} = 2667 \text{ kil.}$$

310. REGULATOR DLA MŁYNÓW PROCHOWYCH ZE STĘPAMI (*Martinet a engrenage*). Stępy młynów prochowych ważą 40 do 42 kilogramów i uderzają 56 razy na minutę w ten sposób, że za obrotem wału z łapami uderzają 2 razy. Doświadczenie pokazało, że regulatory, mające średnio 2^m.50 średnicy z pierścieniem 0^m.17 grubym w kierunku wału, i 0^m.18 szerokim w kierunku promienia, były dostateczne.

Można więc przyjąć z pewnością te same wymiary, gdyby zaś trzeba było zastosować średnice mniejsze, należałoby użyć wtedy formuły:

$$P = \frac{23000}{V^2} \text{ kil.}$$

a to dla obliczenia wagi regulatora, żądanej średnicy.

311. REGULATOR PRZY TARTAKU. Przy tartakach o jednej pile, wyrabiających większe sztuki drzewa, poruszających się 80 do 90 razy na minutę, dostateczną będzie waga regulatora, osadzonego na osi balensiera, oznaczona przez formułę:

$$P = \frac{30000}{V^2},$$

gdzie V będzie oznaczać prędkość średnią obwodu środkowego dzwona regulatora.

Ta waga może być rozłożona na dwa regulatory, umieszczone z dwóch stron ramy, u której znajduje się osadzona piła.

Potrzeba wreszcie dodać do dzwona regulatora w przedłużeniu promienia, który odpowiada korbie, masę żelaza, lub

ołowiu, przeznaczonego do tworzenia przeciw-ciężaru (*contre-poids*) ramy od piły w czasie jej zniżania się. Gdyby tyczyło się jednej piły w tartaku, której rama nie ważyłaby więcej jak 400 kilog., ten przeciw-ciężar mógłby być oznaczony z dostatecznym przybliżeniem przez formułę:

$$p = \frac{65 \text{ kil}}{r},$$

w której oznacza:

p wagę, mającą się dać przeciw ciężarowi,

r odległość środka ciężkości ramy od osi regulatora.

PRZYKŁAD. Jaka powinna być waga regulatora przy tartaku o jednej pile, którego promień średni jest 0^m.76 i prędkość 88 obrotów na minutę?

Jest:

$$V = \frac{88}{60} \times 6.28 \times 0.76 = 7^m.02.$$

Formuła daje:

$$P = \frac{30000}{49.28} = 609 \text{ kil.}$$

Dwa regulatory przy tartaku, urządzonym w Metz, poruszające się z całą żadaną dokładnością przeszło 12 lat, nie ważą jak 512 kil.

Jednakże robi się zwykle regulatory silniejsze i uważamy, że prawidło poprzednie nie daje wagi wygórowanej.

Przeciw-ciężar, umieszczany na obwodzie średnim dzwona regulatora w przedłużeniu promienia, odpowiedniego korbie, będzie podług formuły poprzedniej:

$$p = \frac{65}{0.76} = 85 \text{ kil.}$$

312. UWAGI, STOSUJĄCE SIĘ DO TARTAKÓW O KILKU PIŁACH. Kiedy ramy mają kilka pił dzwona regulatora i przeciw-ciężar, mogą być o tyle lżejsze, o ile więcej jest pił. Zda-

rza się najczęściej, że tartaki bywają o jednej pile, potrzeba więc zawsze oznaczać wagi dzwonów w regulatorach i przeciwcieżarach podług poprzedniego numeru.

313. WALCOWANIA DO WIELKICH BLACH ŻELAZNYCH, LUB CIĄGNIENIA ŻELAZA W SZTABY. Dla tych zakładów oznacza się wagę dzwona regulatora przez formułę:

$$P = \frac{130000 N K}{m V^2},$$

w której oznacza się przez :

P szukana waga dzwona regulatora,

N siła w koniach działacza, odniesiona do drąga osi regulatora,

V średnia prędkość obwodu średniego regulatora,

m liczba obrotów cylindrów, walcujących w jednej minucie,

K współczynnik liczebny.

Bierze się:

K=20 dla machin siły 80 do 100 koni, poruszających razem 6 do 8 przyrządów walcowych, ciągnących blachę żelazną, lub szyny.

K=25 dla machin o sile 60 koni, poruszających 4 do 6 przyrządów walcowych, ciągnących żelazo.

K=80 dla machin siły 30 do 40 koni, poruszających jeden przyrząd walcowy wielkich blach, albo dwa przyrządy, jeden walcujący z grubego, a drugi wykończający robotę małych blach, lub sztab żelaznych.

PIERWSZY PRZYKŁAD. Jaki powinien być regulator walcowni, która odbiera działanie na osi obrotu siły 60 koni i porusza 6 przyrządów walcowych, obrabiających z grubego i wykończających ciągnięcie żelaza na szyny w przypadku, gdzie dane są następujące ?

Średnica regulatora 5^m.84

Liczba obrotów regulatora i walców, ciągnących żelazo w 1' m = 60

Prędkość obwodu średniego dzwona . . V = 18^m.4.

Formuła daje, przyjmując K=25:

$$P = \frac{130000 \times 60 \times 25}{60(18.4)^2} = 9599 \text{ kil.}$$

Dzwono regulatora w zakładzie Fourchambault, którego wymiary i prędkość są te same, co przytoczone powyżej w przykładzie, machina zaś porusza:

4	przyrządy walców, obrabiające z grubego	{	wielkie żelaza.
4	— — — — — wykończające		
3	— — — — — obrabiające z grubego	{	małe żelaza.
3	— — — — — wykończające		

a z których zawsze około 6 mogą być pущczone w ruch, wazy tylko 8000 kilogramów.

DRUGI PRZYKŁAD. Jaka powinna być waga dzwona regulatora walcowni, wprowadzonej w ruch przez koło wodne siły 36 koni, która porusza jeden przyrząd walcowy, wyrabiający grube żelaza, i drugi dla małych żelaz w przypadku, kiedy są dane następujące?

Średnica regulatora 9^m

Liczba obrotów regulatora i walców w 1

minucie 60

Prędkość średnia dzwona regulatora . . V = 28^m.26.

Formuła daje, przyjmując K = 80 :

$$P = \frac{130000 \times 36 \times 80}{60 \times (28.26)^2} = 7813 \text{ kil.}$$

Pewien zakład, który jest w tych samych okolicznościach, jak dane poprzednie, ma regulator wagi 9000 kil., lecz niezawodnie można wierzyć, że ma większą wagę, jak potrzeba.

UWAGA. Pojmuje się łatwo, że regulator powinien być o tyle lżejszy, o ile działanie jest mocniejsze, uważając, że z liczby przyrządów walcowych, które porusza, zawsze tylko jeden lub dwa najwięcej, pracują dokładnie w jednej i tej samej chwili.

Formuła powyższa może się używać jeszcze wtedy, kiedy działacz ma poruszać naprzemian jeden przyrząd walcowy i jeden młot główny.

314. UWAGA, CO DO UŻYCIA POPRZEDNIEJ FORMUŁY. Ważności poprzednie dla współczynnika K są dane dla walcowni, poruszanych machiną parową, lub kołami wodnymi korytkowymi, albo o prostych łopatkach wół-biernymi; lecz kiedy koło będzie o łopatkach krzywych, lub też i prostych podsiebierne, które to koła zawsze obracają się z większą prędkością i zawierają, czyli biorą mniej wody jak poprzednie, wówczas można dawać współczynniki K ważności mniejsze.

GLÓWNE SPOSOBY

PRZENOSZENIA RUCHU.

(*Communications du Mouvement*).

PASY (*Courroies*).

315. Używa się często dla przeniesienia ruchu z jednej osi obrotu na inną, która jest od niej oddaloną, pasów skóranych, przechodzących przez bloki (*poulies*), albo bębny (*tambours*).

Teorya i doświadczenie wskazuje: (*)

1° Że kiedy pasy są przyzwolicie naciągnięte, to nie ślizgają się wcale i przenoszą prędkość w stosunku stałym i odwrotnym do średnic bębnow.

2° Że w przenoszeniu ruchu z jednej osi na drugą za pomocą lin, albo pasów bez końca, summa nateżeń dwóch połowicznych części tych pasów (*brins*), jest zawsze stała w ten sposób, że kiedy część, prowadząca ruch, nadciąga się, to druga część zwalnia nateżenie, o tyle, że zawsze summa ogólna

(*) Expériences sur le frottement des axes de rotation, les variations de tension, et le frottement des courroies de transmission du mouvement etc., faites à Metz en 1834 par A. Morin, Capitaine d'artillerie.

natężenia jest stała i jednakowa wtedy nawet, kiedy machina, nadająca ruch, jest w spoczynku.

3^o Że siła T , potrzebna do sprawienia ślizgania na bębnie pasa, którego natężenie jest t , albo liny na bloku, dana jest przez formułę:

$$\text{Log. } T = \log. t + 0.434 f \frac{S}{R},$$

Wyrażenie, w którym logarytmy są tablic zwyczajnych, i gdzie oznacza:

f stosunek tarcia do ciśnienia dla pasów i bębnow, i którego wartość powinna być brana z przytoczonych doświadczeń, równy:

0.47 dla pasów w stanie zwyczajnym, napojonych tłustością na bębnach z drzewa,

0.50 dla pasów nowych na bębnach z drzewa,

0.28 dla pasów zwyczajnie napojonych tłustością na blokach z żelaza lanego,

0.38 dla pasów mocno napojonych tłustością na blokach z żelaza lanego,

0.50 dla lin konopnych na blokach, lub bębnach drewnianych,

S łuk objęty liną, lub pasem na bloku, lub bębnie,

R promień bloka, lub bębna.

Formuła powyższa daje prawidło:

Aby obliczyć natężenie, jakie powinna mieć połowa pasa, lub liny, prowadząca ruch, owinięta na bębnie, aby się ślizgała po jego powierzchni:

Mnoży się stosunek łuku, objętego pasem do promienia bębna przez 0.434 i przez stosunek tarcia do ciśnienia, dany w współczynnikach, a do tego iloczynu dodaje się logarytm natężenia połowy pasa, prowadzącej ruch.

Summa będzie logarytmem szukanego natężenia.

UWAGA. To prawidło wskazuje, że byłoby bezużyte-

cznym, powiększać wymiary bębnow w celu przeszkodzenia ślizgania się pasów.

PRZYKŁAD. Jakie powinno być natężenie części górnej pasa rzemieennego, prowadzącej ruch, który obejmuje połowę bębna drewnianego 0^m.35 promienia, ażeby sprawić ślizganie, kiedy natężenie jego jest 50 kilogramów?

Formuła daje:

$$\text{Log } T = \log. 50 + 0.434 \times 0.47 \times 3.14 = 2.33947,$$

$$\text{czyli } T = 218^{\text{kg}}.5.$$

316. PRAWIDŁO I TABLICA PRAKTYCZNA. Prawidło poprzednie wymaga używania tablic logarytmowych, obliczono więc dla uproszczenia następującą tablicę, która daje wartości działania T , zdolnego wywołać ślizganie liny, lub pasa po bloku, lub bębnie, kiedy jest znane natężenie t jego strony górnej, albo opór do zwalczenia, i stosunek łuku objętego przez pas, lub linę do obwodu zupełnego, zwykle dany przez wykreślenie. Nazywając K stosunek natężenia T pasa do oporu t jest $T = Kt$, a wartości na K , znajdzie się z tablicy następującej:

Stosunek łuku objętego pasem do obwodu koła.	Ważność stosunku K.					
	Pasy nowe na bębnach z drzewa.	Pasy w stanie zwyczajnym.		Pasy mocno napojone tłuszczem na blokach żelaznych.	Liny na bębnach, lub walcach z drzewa.	
		Na bębnach z drzewa.	Na częściach z żelaza lanego.		Chropowatych.	Gładzonych.
0.20	1.87	1.80	1.42	1.61	1.87	1.51
0.30	2.57	2.43	1.69	2.05	2.57	1.86
0.40	3.51	3.26	2.02	2.60	3.51	2.29
0.50	4.81	4.38	2.41	3.30	4.81	2.82
0.60	6.59	5.88	2.87	4.19	6.58	3.47
0.70	9.00	7.90	3.43	5.32	9.01	4.27
0.80	12.34	10.62	4.09	6.75	12.34	5.25
0.90	16.90	14.27	4.87	8.57	16.90	6.46
1.00	23.14	19.16	5.81	10.89	23.90	7.95
1.50	"	"	"	"	111.31	22.42
2.00	"	"	"	"	535.47	63.23
2.50	"	"	"	"	2575.80	178.52

317. UŻYCIĘ POWYŻSZEJ TABLICY. Za pomocą powyższych ważności jest łatwo obliczyć naprężenie, zdolne sprawić ślizganie się liny, lub pasa, w razie, gdy takowe natężenie przewyższa dany opór, albo znaleźć siłę, potrzebną do utrzymania, lub opuszczania wolno danego ciężaru.

PIERWSZY PRZYKŁAD. Jakie powinno być natężenie górnej połowy pasa zwyczajnego, aby sprawić ślizganie się po bębnie z drzewa, kiedy natężenie pasa jest 50^{kil} i łuk objęty pasem jest półkołem?

Tablica powyższa wskazuje dla danych ważności odpowiedni współczynnik $K=4.38$, ma się więc:

$$T=4.38 \times 50=219^{\text{kil}}.$$

Formuła n° 315 dałaby w tém samym położeniu ważność na $T=218^{\text{kil}}.50$.

DRUGI PRZYKŁAD. Jaka jest siła, którą bednarz powinien

użyć, aby utrzymać beczkę wina, która ślizgając się po płaszczynie pochylonej, wywiera na pas opór 250 kil., przypuszczając, że byłoby trzeba okręcać 2 razy pasy na około walca powierzchni gładkiej, przytrzymywanego przez zazębianie?

Ważność współczynnika $K=63.23$.

Będzie więc dla każdego pasa:

$$t = \frac{T}{K} = \frac{250}{63.23} = 3^{\text{kil}}.95,$$

jest więc dla dwóch pasów 7^{kil}.90.

UWAGA. Pokazuje się z ostatniego przykładu, o ile tarcie lin ułatwia i przytrzymuje zniżanie się ciężaru, lecz potrzeba starać się o unikanie uderzeń i działać bez przerwy.

Doświadczenie także okazało, że opór pasów przeciwko tarcu jest niezawisłe od ich szerokości, i że nie jest korzystnym powiększać tę szerokość nad to, co jest koniecznie potrzebnym, aby pas oparł się bez zerwania siły, czyli naprężeniu które ma działać.

318. PRAWIDŁA W URZĄDZENIU PRZENOŚNEGO RUCHU ZA POMOCĄ LIN, LUB PASÓW. Aby urządzić ruch przenośny za pomocą lin, lub pasów bez końca, potrzeba przedewszystkiem oznaczyć dokładnie siłę, którą pas lub lina ma przenosić na blok, lub bęben.

Dzieląc tę siłę przez prędkość, jaką powinien przyjąć blok, lub bęben, otrzymamy działanie Q , które powinno być przeniesione przez pasy, a które będzie w przybliżeniu różnicą naprężeń T i t , czyli będzie:

$$T - t = Q.$$

Oblicza się następnie najmniejsza ważność, jaką można dać natężeniu t pasa wierzchniego, prowadzącego ruch za pomocą równania:

$$t = \frac{Q}{(K-1)}$$

Co się wyrazi przez następujące prawidło :

Szuka się w tablicy n° 316 wartość stosunku K , to jest nateżaniu obu części pasa w chwili, kiedy się zaczyna ślizganie, a to stosownie do stanu i natury pasów i bębnow, od tej liczby K odejmuje się jedność, i przez tę resztę dzieli się skutek, wywarty Q na obwód bębna dla zwyciężenia oporu.

Iloraz będzie najslabszym nateżeniem, jakie można dać w części pasowi górnemu, który ma ruch prowadzić.

W tym rachunku za P największą wartość, jakiej można dojść, wprowadzając w rachunek tarcie i inne siły, jako też nateżenie T i t , i aby mieć pewność, że w przypadkowym zmienianiu się oporu i nateżenia pas nie ślizgał się, jako też dla nagrodzenia w przybliżeniu wpływu nateżenia na tarcie osi, powiększyć trzeba o $\frac{1}{10}$ najmniej daną wartość na t , podług poprzedniego prawidła.

Znając t , będziemy mieli nateżenie połowy pasa:

$$T = Q + t,$$

a ztąd summa nateżeń obu części połowicznych pasa $T + t$, których połowa będzie w spoczynku; da wartość nateżenia każdej połowy pasa.

PRZYKŁAD. Jakie powinno być nateżenie połowy skórzanego ciągnącego pasa, przechodzącego na połowie bloku z żelaza lanego 0^m.30 średnicy mającego, kiedy opór do zwyciężenia na obwodzie tego bloku jest 35 kilogramów?

Łuk, objęty przez pas skórzany na bloku, jest zwykle 0.50 obwodu, znajdzie się z tablicy n° 243 $K = 2.41$, a ztąd prawidło powyższe daje:

$$t = \frac{35}{2.41 - 1} = 24^{\text{kil}}.83.$$

Trzeba podnieść to nateżenie do 27^{kil}.31, a ztąd nateżenie połowy pasa górnego, prowadzącego ruch będzie:

$$T = 35.0 + 27.31 = 62^{\text{kil}}.31.$$

Nateżenie naturalne, czyli w spoczynku każdej połowy pasa będzie:

$$T = \frac{T + t}{2} = 43^{\text{kil}}.57.$$

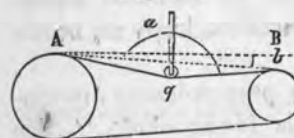
319. ROLKI, NAPRĘŻAJĄCE PASY (*Des rouleaux de tension*). Aby nateżenie naturalne pasów pozostało niezmiennie, to jest to, którego potrzebują w ruchu, i nie przechodziło oznaczonej wartości, potrzeba używać rolek naprężających te pasy.

Oblicza się wagę q tych rolek, przez wyrażenie w przybliżeniu:

$$q = \frac{2T \text{ dost: } a}{\text{dost: } b}$$

w której:

Fig. 43.



a jest połową kąta rozwartego, uformowanego przez zgięcie pasa, na który prze waga rolki, kąt który można sobie dać naprzód (*à priori*),
 b kąt, który tworzy linia AB

z poziomą (fig. 43).

Ta formuła wyrazi się przez następujące prawidło:

Aby obliczyć w przypadku, jak wskazuje fig. 43 wagę rolki, naprężającej pas do danego naturalnego wyteżenia go:

Mnoży się nateżenie naturalne dane przez 2 razy dostawę połowy kąta rozwartego, utworzonego przez dwie części pasa, na który rolka gniecie i dzieli się ten iloczyn przez dostawę kąta, utworzonego przez styczną wspólną do dwóch bębnow z linią poziomą.

W osadzeniu rolki powinno się dla pasa dać długość taką, aby w spoczynku przyjął zgięcia naturalne i nateżenie T będzie miało wtedy wartość bardzo bliską tej, którą jej naznaczymy.

Zachowa się zresztą przez środki znane możność powiększenia, lub zmniejszenia ciśnienia rolki, stosownie do potrzeby.

UWAGA. Jeżeli przez pewne rozłożenie bębnow rolka nie będzie mogła działać prostopadle, będzie można przez pewne

połączenie drążków, poprowadzić i urządzić działanie w sposób potrzebny, i wtedy obliczy się działanie, które będzie trzeba wyrzucić na pasy prostopadle do linii AB za pomocą prawidła powyższego, przypuszczając kąt b żaden, a ztąd dostawę jego równą jedności.

PRZYKŁAD. W przykładzie numeru poprzedniego, kąt a niech będzie 85° i nachylenie linii AB do poziomu 10° , jaka powinna być waga rolki?

Formuła daje:

$$q = 87.14 \frac{0.0872}{0.9846} = 7^{\text{kil}}.71.$$

Kończąc to, co odnosi się do pasów, dodamy, że można bez żadnego niebezpieczeństwa i z całą pewnością, aby długo chodziły, przyjąć moc nateżenia $0^{\text{kil}}.25$ na millimetr kwadr. przecięcia, co dozwoli obliczać ich szerokość, kiedy się będzie znać grubość skóry, mającej się użyć.

Nakoniec bloki, na których chodzą pasy skórzane, powinny mieć wypukłość, czyli zaokrąglenia równe około $\frac{1}{10}$ ich szerokości.

ZAZĘBIANIE (Engrenages).

320. PRAWIDŁA DO OZNACZENIA PROMIENI KÓŁ. Zazębienia przeznaczone są do przenoszenia ruchu obrotowego z jednej osi na drugą w stosunku stałym oznaczonym, a który się daje *à priori*, dla tego oznacza się naprzód dwa obwody, mając promienie między sobą w stosunku odwrotnym do liczby obrotów, jakie ma mieć każde koło.

Nazywając:

R promień jednego z kół,

R' promień drugiego koła,

n liczbę obrotów, które obwód promienia R' powinien mieć na 1 obrót koła promienia R.

Będzie:

$$R = nR'$$

Ta formuła wyrazi się przez prawidło:

Promień kółka mniejszego zębatego, lub cewia (pignon), tak jest do promienia koła większego, jak jedność jest do liczby obrotów kółka mniejszego, wykonanych w czasie jednego obrotu koła większego.

Jeżeli będzie więc dany jeden z promieni, drugi będzie także oznaczony z powyższej proporcji.

Jeżeli odległość środków dwóch kół jest dana, oznaczając ją przez d będzie:

$$d = R + R'$$

a promienie tych kół, każdy osobno obliczy się z formuł:

$$R = \frac{nd}{n+1}, \quad R' = \frac{d}{n+1},$$

które się oznaczają przez prawidła:

Promień koła większego, jest równy iloczynowi odległości dwóch środków przez stosunek liczby obrotów, jakie koło mniejsze powinno zrobić w ciągu jednego obrotu koła większego, do tej samej liczby obrotów powiększonej jednością.

Promień koła mniejszego jest równy odległości pomiędzy środkami kół, podzielonej przez liczbę obrotów koła mniejszego w czasie jednego obrotu koła większego, powiększonej jednością.

321. OKREŚLENIA (Définitions). Koła tak oznaczone, jak wskazano powyżej, nazywają się koła pierwotne, albo proporcjonalne (Cercles primitifs ou proportionnels) i służą za podstawę do wykreślenia.

GRUBOŚĆ ZĘBÓW, mierzy się na obwodzie tych kół. Odległość jednego zęba od drugiego, nazywa się przedziałem (creux).

SZEROKOŚĆ ZĘBÓW jest ich wymiar w kierunku osi obrotu.

Część zębów, która jest na zewnątrz kół pierwotnych, nazywa się przodem (la face), a ta, która jest na wewnątrz, nazywa się bokiem (le flanc).

Summa grubości zęba i przedziałów pomiędzy niemi, albo odległość dwóch zębów po sobie następujących, mierzona od środka do środka, nazywa się *krokiem* (*le pas*) zazębienia.

322. SPOSÓB OBLICZENIA SIŁY, JAKĄ JEDEN ZĄB MOŻE WYTRZYMAĆ. Dzieląc ilość działania, jaką jedno koło powinno przenieść przez prędkość swego obwodu pierwotnego będzie siłą, jaką powinny znosić zęby koła.

Ten rachunek powinien być robiony w przypadku, kiedy ilość działania, mającego się przenieść przez koło, będzie największa, albo kiedy ruch będzie się dopełniał przy największym obciążeniu.

Znając siłę P , jaką powinien wytrzymać jeden ząb koła, ustanawia się grubość jego b , którą powinien mieć na obwodzie pierwotnym przez formuły dane w rozdziale o oporze ciał.

Ich szerokość równoległa od osi obrotu będzie równie oznaczona za pomocą tych samych prawideł.

Przedziały powinny być równe grubości zębów, powiększonej o $\frac{1}{10}$ do $\frac{1}{15}$, stosownie do dokładności, jaka potrzebuje być zastosowana w wykonaniu.

Krok zazębienia będzie, nazywając go a , jeżeli zęby obu kół są z tych samych materiałów:

$$a = 2.1b, \text{ albo } a = 2.067b,$$

stosownie do dokładniejszego wykonania, albo jeżeli są z materiałów różnych:

$$a = b + 2.1b', \text{ albo } a = b + 1.067b',$$

wtedy b jest grubością zęba koła większego, a b' grubością zęba koła mniejszego.

UWAGA. Przy budowie kół zębatach, dla ułatwienia i oszczędności w wykonaniu, jest przyjętem obliczać wymiary, mające się dać zębom, jakby były z drzewa, a robić takowe z żelaza lanego tej samej grubości.

323. PRAWIDŁA DO OBLICZANIA IŁOŚCI ZĘBÓW NA KOLE.

Jeżeli nazwiemy:

m liczbę zębów na kole, którego obwód pierwotny jest promienia R ,

m' liczbę zębów na kole, którego obwód pierwotny jest promienia R' .

Oznaczmy się liczba zębów przez formuły:

$$m = \frac{2\pi R}{a} = \frac{6.28 R}{a}, \text{ a zaś } m' = \frac{m}{n}.$$

Lecz zdarza się prawie zawsze, że te liczby będą się składać z liczby całkowitej i ułamka, i że zresztą należy dla podobieństwa i ułatwienia składania, aby liczba zębów koła była dokładnie podzielna przez liczbę jego ramion, kiedy, jak to zwykle ma miejsce, składa się z wielu sztuk, powinno się więc wziąć za liczbę m , liczbę całkowitą mniejszą od tej, jaką się wynajdzie, a która będzie od razu podzielna przez liczbę ramion koła i przez stosunek n promienia koła większego do promienia koła mniejszego.

Liczba m' otrzyma się z tego przez stosunek:

$$m = nm'.$$

To uproszczenie prowadzi do brania kroków cokolwiek większych i zębów cokolwiek mocniejszych od tych, jakieby dał pierwszy rachunek, w czym nie ma nic złego.

Dodamy, że dla dobrego wykonania i urządzenia proporcji w zazębianiu należy, aby koło mniejsze miało najmniej 20 zębów, oprócz wypadków wyjątkowych, gdzieby się było zmuszonym przyjąć liczbę mniejszą.

PRZYKŁAD. Koło zębate większe, powinno poruszać drugie koło mniejsze, które ma robić cztery obroty w ciągu jednego obrotu koła większego. Odległość środka jest 3^m . Ilość działania, jakie koło większe powinno przenosić, jest 1025 kil. w ciągu jednej sekundy, a robi 8 obrotów na minutę, jest więc:

$$n = 1, \quad R = \frac{nd}{n+1} = \frac{4 \times 3^m}{4+1} = 2^m.40, \quad R' = \frac{3^m}{5} = 0^m.60.$$

Prędkość na obwodzie koła:

$$\frac{6.28 \times 2^m.40 \times 8}{60} = 2^m.010.$$

Sila, którą mają do wytrzymania zęby:

$$= \frac{1025}{2^m.010} = 510 \text{ kil.}$$

Jeżeli zęby koła są z drzewa twardego jest, podług formuły przy oporze ciał dla ich grubości:

$$b = 0.143 \sqrt{510} = 3^{\text{cent}}.23.$$

Jeżeli są z żelaza lanego, będzie ich grubość obliczona za pomocą formuły:

$$b' = 0.105 \sqrt{510} = 2^{\text{cent}}.37.$$

Nakoniec krok będzie wtedy:

$$a = b + 1.067b' = 5^{\text{cent}}.76.$$

Przypuszczając, że zazębienie będzie wyrobione dokładnie i starannie.

Pierwsza ważność na liczbę zębów koła będzie:

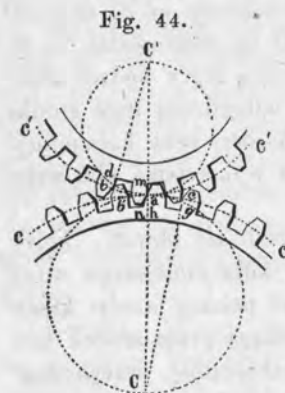
$$m = \frac{2\pi R}{a} = \frac{15.10}{0.0576} = 262.$$

Jeżeli koło ma 8 ramion, przyjmie się $m=256$, które jest podzielne i przez 8, to jest, liczbę ramion i przez $n=4$, to jest, liczbę obrotów koła mniejszego, i między dwoma ramionami będzie po 32 zęby.

Cewie będzie odlane z jednej sztuki, lub najwięcej z dwóch, mając ważność dla $m'=64$. Wyprowadzi się więc następnie:

$$a = \frac{2\pi R}{m} = \frac{15.1}{256} = 5^{\text{cent}}.9.$$

324. WYKREŚLENIE PRAKTYCZNE ZAZĘBIAN. Mając oznaczone kroki zazębienia i promienie kół pierwotnych, dzieli się ich obwód na tyle części, ile powinno się zawierać zębów, wychodząc z punktu a , gdzie się linie obwodów pierwotnych przecinają z linią, przechodzącą przez środki kół cc' , a grubość każdego zęba (fig. 44) na tym obwodzie oznacza się jak następuje:



Przez pierwszy punkt b podziału koła mniejszego c' , a położonego na obwodzie pierwotnym w odległości jednego kroku od linii, przechodzącej przez środek kół, prowadzi się promień $c'b$, do spotkania się z obwodem koła, którego średnica jest $c'a$ w punkcie d . Łączy się punkt d z pierwszym punktem b' podziału pierwotnego koła ca . Ze środka linii $b'd$ wyprowadza się prostopadłą, która spotka obwód koła promienia ca w pewnym punkcie, wziętym za środek łuku obwodu, którego promień będzie odległością tą samą od punktu b i b' i tworzącego frontową krzywiznę zęba.

Promień koła, którym zastępuje się epicykloide, jest w ten sposób oznaczony, i wszystkie zęby wykreśla się z obu stron tą samą krzywizną kolejną.

325. OZNACZENIE DŁUGOŚCI ZĘBÓW. Z punktu c , jako ze środka, promieniem cd , zakresła się obwód koła, który będzie ograniczał długość zębów koła w ten sposób, że każdy z nich przestanie pchać wtedy, kiedy następny przyjdzie na linię środków.

326. WYKREŚLENIE BOKÓW ZĘBA. Przez środek c i przez punkt b' prowadzi się promień, który oznaczy bok zęba. To samo się robi z drugim boki zęba.

327. ZĘBY KOŁA, ODBIERAJĄCEGO RUCH. Co do zębów koła mniejszego, prowadzi się z jednej i drugiej strony pun-

ktu a nad obwody kół pierwotnych długości równe krokowi. Prowadzi się promień ce koła pierwotnego, spotykający obwód, którego średnica jest ca , w punkcie g , i łączący się z pierwszym punktem podziału koła c' , poczynszy od a , ze środka tak wyznaczonej linii, wyprowadza się prostopadłą. Ta linia spotka łuk promienia $c'a$ w punkcie, który będzie środkiem łuku koła promienia, będącego odległością tego środka od punktu e , i który utworzy czoło (*la face*) zęba koła mniejszego. Ten promień będzie służył do wykreslenia obu stron zęba.

Ze środka c' promieniem $c'g$ nakreśli się obwód, który ograniczy długość wszystkich zębów koła mniejszego w ten sposób, że każdy z zębów zacznie być pchany wtedy, kiedy poprzedni przyjdzie na linię, przechodzącą przez środek kół.

Obwody kół promieni cd i $c'g$ spotkają linię, przechodzącą przez środki kół w punktach, które będą trzymać w n od strony c i w m od strony c' na linii cc' długość, równą $0^m.008$ i $0^m.010$ około, potem z punktów m i n , tak oznaczonych, promieniami $c'm$ i cn zakresli się obwody, spotykające boki zębów, ograniczą ich długość i utworzą dno przedziałów.

Przez małe zakrzywienia złądodzi się boki zębów i dna przedziałów, aby nie miały, spotykając się na załamkach, mocnych kątów.

328. SPOSTRZEŻENIA NAD WYKREŚLENIEM, UŻYWANEM PRZEZ PRAKTYKÓW. Praktycy mają w używaniu zastępowanie epicykloid, za pomocą łuków; dla których jedni, przyjmują promień równy cięciwie kroku, inni zaś $\frac{3}{4}$ tej cięciwy.

Ten sposób, jest bardzo dogodnym i nie przedstawia żadnych większych niedokładności i może być używany zawsze, kiedy koła nie mają bardzo różnych promieni, i kiedy zębom nie potrzeba dawać znacznej grubości. Lecz dla małych kół z wielkimi zębami, które mają być obracane przez wielkie koła, sposób ten, nie byłby dobry i należy postępować sposobem powyżej wskazanym.

329. UPROSZCZENIE POPRZEDNIEGO WYKREŚLENIA, JEŻELI KOŁA, ODBIERAJĄCE RUCH, SĄ BARDZO MAŁE I PODDANE

POD WIELKIE DZIAŁANIE. Zęby, oznaczone przez wykreslenie przytoczone pod n° 324, mogłyby być za cienkie w końcach, w przypadku, jeżeliby koło, odbierające ruch, było bardzo małe, a znosiło wielkie działanie.

Wykreslenie wtedy oznaczy się, w ten sposób, aby dwa zęby na raz odbierały działanie, które powinno się zaczynać, przyjmując łuki ac i ab , nakreślone podczas trwania dotknięcia naprzód równego $\frac{3}{4}$ części kroku, a dalej postępując, jak to było powiedziano przy n° 324 i następnych. Jeżeli zęby byłyby jeszcze za cienkie na końcach, doprowadzone do połowy ich grubości w zaczęciu, potrzebaby zacząć na nowo wykreslenie, przyjmując łuki ab i ac równe połowie kroku.

UWAGA. W tém, co poprzedziło przypuszczamy zawsze, że się rzecz tyczy kół zębatych mniejszych, poruszanych przez większe, nie mówiąc wcale o cewiach (*lauternes*), ponieważ ten sposób zazębienia nie powinien być używany, jako szkodliwy.

330. UPROSZCZENIE W PRZYPADKU, JEŻELI KOŁA, ODBIERAJĄCE RUCH, SĄ BARDZO WIELKIE, A DZIAŁANIE BARDZO MAŁE. Przeciwnie, jeżeli promienie kół są wielkie i działanie dosyć słabe, może być, że zęby, wykreslone za pomocą metody n° 324, byłyby za krótkie. Wtedy, w miejsce ograniczenia się, aby działał jeden ząb, w czasie równym jednemu krokowi przed linią środków i tyleż za tą linią, można przyjmować łuki ab i ac , równe $1\frac{1}{2}$ raza do 2^{ej} razy długości kroku i resztę zrobić wykreslenia podług wskazania n° 324 i następnych.

331. GRANICA WYSOKU ZĘBÓW. (*Limite de la saillie des dents*). W każdym razie nie należy, aby wyskok zęba nad dzwono, w którym jest osadzony, przechodził $1\frac{1}{2}$ raza grubości zęba, mierzoną na obwodzie pierwotnym.

332. ZAZĘBIENIE WEWNĘTRZNE KOŁA. Kiedy koło, udzielające ruch, oddaje go na drugie koło, położone wewnątrz,

krzywizna zębów, koła oddającego ruch i boki zębów koła odbierającego, powinny być wykreślone podług n° 324, lecz wykreślenie to nie może być zastosowane do boku zębów koła, dającego ruch, i do krzywizn zębów koła odbierającego.

Krzywizna zębów koła odbierającego ruch, powinna być wtedy wyrobiona w epicykloidę, utworzoną przez punkt na obwodzie koła pierwotnego, dającego ruch, toczącego na zewnątrz po obwodzie pierwotnym koła, odbierającego ruch; zastępuje się ją często w praktyce przez łuk koła, nakreślonego promieniem, równym cięciwie łuku, który mierzy krok na obwodzie pierwotnym koła.

Co do boku zęba koła, oddającego ruch, znajdzie się go w wykreśleniu rzeczywistém punktu obwodu pierwotnego, który byłby opisany przez epicykloidę zęba koła odbierającego. Co wskazuje wtedy, że ząb koła oddającego będzie działał zawsze przed linią środków przez ten sam punkt, i że przedziały będą się o tyle prędzej wygłębiały, ponieważ ten rodzaj zazębienia jest zwykle używany dla przeniesienia ruchu w kołach hydraulicznych, a wtedy koło oddające i odbierające jest bez przestanku moczone i wystawione na tarcie znaczne.

W przypadkach zwyczajnych, gdzie nie idzie o to, aby koło, odbierające ruch było bardzo małe i gdzie nie potrzeba, aby znosiło wielkie działanie, będzie możliwém i powinno się przenosić nad wszystko, aby znieść działanie zazębienia zupełnie prze i za linią środków, a wtedy będzie się postępować, jak następuje:

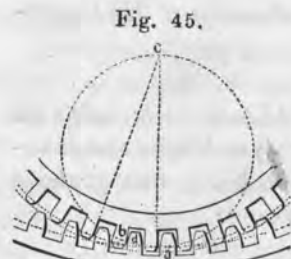


Fig. 45.

ac' niech będzie linią środków (fig. 45), a punkt dotknięcia kół pierwotnych, przyjmie się, w przypadkach zwyczajnych na tych obwodach łuk, równy dwa razy krokowi, na końcu tego łuku prowadzi się promień, który spotka koło średnicy $c'a = R'$.

Ten punkt spotkania się z końcem łuku, wziętym za łuk koła, ze środka tej linii łączącej, wyprowadza się prostopadłą, której punkt spotkania z ob-

wodem pierwotnym ca będzie środkiem łuków koła, tworzącego krzywiznę zęba.

Bok zęba koła, odbierającego ruch, będzie kierunkiem promienia koła c' . Ze środka koła nakreśli się, jak to było powiedziano przy n° 232 obwód, który będzie ograniczał długość zębów koła w ten sposób, że jeden ząb nie przestanie działać dopóki drugi, który za nim postępuje, nie przybędzie na linię środków.

Długość więc boków zębów koła odbierającego jest w ten sposób oznaczona, lecz jest konieczne przedłużyć je na zewnątrz kół pierwotnych $c'a$ o $0^m.003$ do $0^m.005$, zaokrąglając kąty, wychodzące za obwód pierwotny promieniem, równym cięciwie kroku nad obwód pierwotny koła odbierającego.

Potrzeba także poprowadzić ze środka koła promienie styczne do ścian czołowych zęba, aby utworzyć boki, które będą służyć wtedy tylko dla dania potrzebnej głębokości przedziałom.

Zęby koła, dającego i odbierającego ruch, ograniczone w ten sposób z końców, dadzą dla przedziałów głębokość taką, która będzie miała pomiędzy zębami i dnem przedziałów odleganie $0^m.008$ do $0^m.010$.

333. UPROSZCZENIE W PRZYPADKU, GDY MAŁE KOŁA PODDANE SĄ POD WIELKIE DZIAŁANIE. Jeżeli koło, odbierające ruch, jest bardzo małe, może się zdarzyć, że zęby tak zbudowane dla tego, że jest ich zawsze dwa w zetknięciu, będą za cienkie na końcu. W takim wypadku, trzeba rozpocząć wykreślenie, przyjmując łuki równe $1\frac{1}{4}$ raza, albo jeżeli potrzeba raz długości kroku. Ten przypadek trafia się rzadko.

Zazębienie wewnętrzne tak wykreślone, stosuje się tylko do tego wypadku, kiedy koło większe porusza koło mniejsze.

334. ZAZĘBIANIE KOŁA Z BELKĄ ZĘBATĄ (*Crémaillère*). Aby wykreślić zęby koła, które ma prowadzić zazębienie belki prostej, przedewszystkiém potrzeba oznaczyć wysokość, do jakiej ma się podnieść zazębiona belka, lub sztaba w czasie jednego obrotu koła, a wtedy nazywając:

h tę wysokość,
 r promień obwodu pierwotnego koła.
 Będzie:

$$r = \frac{h}{2\pi}$$

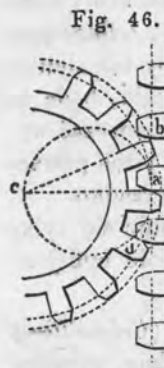
Znając opór, jaki stanowi, mająca się podnieść belka ząbiona, obliczy się grubość b zęba na kole, z czego ustawi się krok, a następnie liczba m zębów koła wynajdzie się z formuły:

$$m = \frac{2\pi r}{a}$$

Za m przyjmie się liczbę niższą zupełnie podzielną i wyprowadzi się z wyrażenia powyższego ważność na krok a cokolwiek większą, jak pierwsza, którąśmy oznaczyli, ale w tym nie będzie nic złego.

To zrobiwszy, owija się nić na obwodzie koła pierwotnego i sztyftem, umieszczonym na jego stronie zewnętrznej, okręcając na nim tę nić, wykreśla się rozwijalna koła, która będzie krzywizną zębów koła.

Dwa promienie styczne do początku krzywizn zębów na obwodzie pierwotnym koła, utworzą boki zębów, a dla oznaczenia potrzebnej długości krzywizn w sposób, aby dotknięcie ustawało w pewnej danej odległości, będzie się naprzód próbować zrobić ją równą jednemu krokowi i ztąd na linii dotknięcia (Fig. 46) przeniesie się długość ab , równą jednemu krokowi i ze środka e promieniem eb zakreśli się obwód, który oznaczy długość zębów koła.



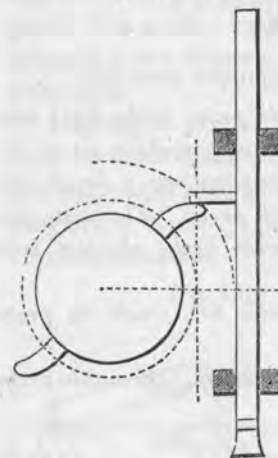
Co zaś do zębów w belce, to się je oznacza z dokładnością dostateczną w praktyce, nakreślając od początku jednego z zębów, jakby ze środka, promieniem równym krokowi, łuk koła, który ograniczy krzywiznę zęba w punkcie d , na swoim spotkaniu się z kołem średnicy, równej promieniowi koła zębatego.

Zęby belki będą miały boki prostopadłe do kierunku ruchu i będą odpowiadające zębom koła.

Głębokość wydrzeń w przedziałach i wyskok zębów ustawi się, jak to było powiedziano przy n° 327 i 332.

Zdarza się często przy tego rodzaju zazębieniach, że podług wymiarów znalezionych na krok, nie byłoby możliwem urządzić ruchu przed i za punktem spotkania obwodu pierwotnego, to jest za linią da , w odległości równej jednemu krokowi, bez narażenia się, aby zęby nie były za cienkie na końcu. Ograniczy się wtedy łuk dotknięcia i oznaczy się promień krzywizny zębów belki, jak to było powiedziane przy n° 329, co do zazębienia zwyczajnych.

335. ŁAPY PODNOSZĄCE STĘPY (*Cames des pilons*). Łapy stępów, chwymane przez zazębienie, wykreślają się w ten sam sposób, jak zęby przy kołach, poruszających belki, lecz ponieważ jest ich mała liczba na obwodzie koła, (fig. 47) można sobie położyć warunek, że każda łapa chwytająca działa w czasie pewnej części danej obwodu, i to w ten sposób, aby stępa miała czas upaść przedtem, nim druga łapa nadejdzie dla jej podniesienia.



Nazywając:

h podniesienie stępy zwyczajnie dane naprzód,

m liczbę łap chwytających, które działają na kole w ciągu jednego obrotu,

n liczbę obrotów koła w 1',

$t = \frac{60''}{n}$, czas trwania jednego obrotu,

r promień koła pierwotnego.

Przeciąg czasu od jednego podniesienia do drugiego będzie:

$$\frac{t}{m} = \frac{60''}{mn}$$

Zważając wszakże, że opory bierne mogą cokolwiek opóźnić opadanie stępy, powiększa się ten czas potrzebny o $\frac{1}{6}$, aby nie wystawiać następnych łap, chwytających na uderzenia przez łapy stępy przy spadaniu; w praktyce więc będzie się przyjmować:

$$\frac{6}{7} \frac{t}{m} = t'$$

promień r obliczy się z formuły:

$$r = \frac{60h}{\left(t' - \sqrt{\frac{2h}{9.81}}\right) 6.28 \times n}$$

Ta formuła wyrazi się przez następujące правило:

Dzieli się czas trwania obrotu koła przez liczbę łap, które działają na tę samą stępę, ten czas powiększy się o $\frac{1}{6}$, a od summy odejme się pierwiastek kwadratowy z dwóch wysokości podniesienia stępy, podzielonych przez 9.81; resztę powstałą pomnoży się przez 6.28 i przez liczbę obrotów koła z łapami w ciągu jednej minuty.

Podniesienie stępy, rozmnożone przez 60, dzieli się przez iloczyn powyżej znaleziony,

A iloraz będzie najmniejszym promieniem, jaki można przyjąć dla koła z łapami.

Zawsze lepiej przyjąć większy.

PRZYKŁAD. Jaka jest wielkość najmniejsza promienia koła, mającego chwytac stępy przy danych następujących:

$$h = 0^m.40, \quad m = 2, \quad n = 26, \quad t' = \frac{60(6)}{52(7)} = 0^m.99?$$

znajdzie się:

$$r = \frac{60 \times 0^m.40}{(0.99 - 0.285) 6.28 \times 25} = 0^m.217.$$

Promień, który się przyjmie w praktyce, jest zwykle równy około podwójnej wartości, wypadłej z formuły.

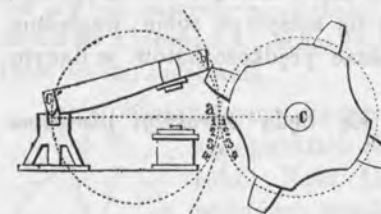
Tak wyznaczonym promieniem r nakreśla się koło, i oznacza się długość krzywizny zęba chwytającego, jak było powiedziane w numerze poprzednim, przyjmując dla stycznej długość, równą podniesieniu stępy, i zakreślając obwód koła chwytającego tak, aby przechodził przez dany punkt poprowadzeniem i oznaczeniem długości stycznej.

Reszta wykreślenia, zastosowując się do uwag poprzednich, nie przedstawia już żadnych trudności.

336. ŁAPY EPICYKLOIDALNE, PRZEZNACZONE DO PRZENOSZENIA RUCHU OBROTOWEGO KOLÉJNEGO. Aby wyrobić łapy chwytające (*les cames*), przeznaczone do podnoszenia stęp foluszowych, młotów czołowych i t. p. Oznaczy się naprzód linia ruchu, która powinna się wyrażać stosownie do narzędzi przez długość łuku, jaki ma miejsce w czasie trwania dotknięcia.

Daje się za promień koła chwytającego ważność, odpowiednią częściom mechanizmu, będącym w użyciu i dostateczną, aby narzędzie, spadając, nie spotkało zęba chwytającego przed przyjściem do swego położenia najniższego, czyli przed skończeniem działania.

Fig. 48.



Wykreśla się koło pierwotne ca (fig. 48), gdzie mają być umieszczone palce chwytające, koło promienia $c'a$, i koło, którego średnica jest $c'a$.

To ostatnie koło i koło ca , dzieli się na pewną ilość części równych, poczynając od a w punktach 1, 2, 3, 4, 5.

Z punktów 1, 2, 3, 4, 5, podziału koła ca promieniami równymi cięciwom $1a$, $2a$, $3a$ i t. d., koła średnicy $c'a$ zakreśla się łuki, które przez przecięcia po sobie następujące, utworzą krzywiznę epicykloidalną palców chwytających.

Od a do b na kole średnicy $c'a$ utworzy się łuk, równy te-

mu, który podczas podnoszenia się palca, powinien utrzymywać osadę stępy.

Z punktu c , jako ze środka, promieniem równym cb zakreśli się obwód, który oznaczy długość palców.

Dla ułatwienia opadania stępy, daje się palcom zakończenie w linii prostej, oznaczonej przez promień, długość ich wypadnie stosownie do wymiarów osady stępy i potrzebnego koniecznie oddalenia.

Te palce, ponieważ nie są przeznaczone jak tylko do działania, czyli prowadzenia stęp w jedną stronę, nie wymagają przeto zakrzywień symetrycznych z stron obu, chociaż takowe dają się zwykle z każdej strony.

337. ZAZĘBIANIA OSTROKRĘGOWE. Kąt utworzony przez nachylenie dwóch osi, na których ruch się przenosi, wymaga zazębienia ostrokągowych. Mając ten kąt dany (fig. 49), z jego dwóch boków CM i CN , z punktów jakichkolwiek M i N , wyprowadzają się prostopadłe, któreby były między sobą w stosunku odwrotnym prędkości kątów, czyli liczby obrotów. Przez końce tych prostopadłych P i Q ,

prowadzą się równoległe PA i QA do linii CM i CN , linia CA podzieli kąt MCN na dwie części takie, że ostrokągi mające za rodzącą tę linię, będą się toczyć po sobie, względnie na około CM i CN , przenosząc prędkość kątów w danym stosunku.

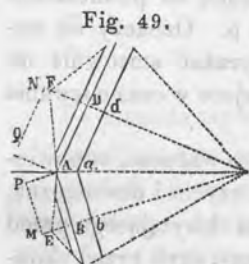
Ostrokągi te nazywać się będą *ostrokągi pierwotne* (*cônes primitifs*).

Jeżeli nazwiemy:

R promień koła, dającego ruch,
 R' — — — odbierającego ruch,
 n stosunek prędkości kątów, albo liczbę obrotów, będzie:

$$R = n R'.$$

I jeżeli będzie dany jeden z promieni, drugi zostanie oznaczony.



Oblicza się podług formuł o *oporze ciał*, grubość i szerokość zębów, a ztąd ustanawia się krok a .

Dzielną nakoniec obwód $2\pi R$ przez krok a , będziemy mieli liczbę zębów m koła, dającego ruch, a że zwykle wartość na m wypadnie zawsze ułamkowa, przyjmie się więc wartość niższą najbliższą całkowitą, podzieloną przez liczbę ramion i przez stosunek n prędkości, która nas przyprowadzi do nowej wartości dla kroku a równej $\frac{2\pi R}{m}$, czyli do ilorazu obwodu pier-

wotnego przez liczbę zębów, przyjętą ostatecznie i cokolwiek wyższą od poprzedniej.

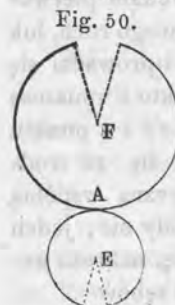
Będziemy mieli następnie liczbę zębów koła, odbierającego ruch $m' = \frac{m}{n}$, to jest ilorazowi z ilości zębów koła, dającego ruch przez liczbę obrotów, które powinno dopełnić koło, odbierające ruch w ciągu jednego obrotu koła, dającego ruch.

Szerokość zębów odnosi się od A do a na linii CA , i spuszcza się na punkt a prostopadłe ab i ad , które są promieniami dwóch nowych kół.

To jest, że między kołami AB i ab , jako też AD i ad będą umieszczone zęby.

Z punktu A wyprowadza się prostopadła do linii CA , punkta przecięcia E i F z osiami obrotu CB i CD dają wierzchołek dwóch nowych powierzchni ostrokągowych prostopadłych do poprzednich, które tworzą *powierzchnie głowy* (*surfaces de tête*) zazębienia.

To zrobiwszy tworzy się ostrokągi, których wierzchołki są w punktach E i F , i które mają za boki AE i AF . Koła AB i AD , które im służą za podstawy, dotykają się w A , jako początku tworzenia, i uważa się je, jako koła pierwotne zazębienia na płaszczyźnie i wykreśla się zazębienie, jak to było powiedziane przy n^0 324 (fig. 50).



Robi się wykreslenie pewnej liczby zębów na arkuszu cienkim blachy żelaznej, któ-

koła, ustanawiając obrót koła odpowiedni do pewnej ilości obrotów śruby.

Niech n oznacza tę liczbę obrotów, będziemy mieli dla oznaczenia promienia koła formułę:

$$R = \frac{na}{6.28},$$

co się sprowadzi do następującej formuły:

Aby oznaczyć promień obwodu zasadniczego koła, które ma odbierać działanie od śruby bez końca,

Mnoży się krok przez liczbę obrotów, jakie powinna zrobić śruba w czasie jednego obrotu koła, a iloczyn dzieli przez 6.28;

Iloraz będzie szukany promieniem.

Znając krok śruby, będzie można łatwo oznaczyć średnicę jądra śruby podług prawideł praktycznych, które będą dane w rozdziale o oporze ciał, przez formułę:

$$r = \frac{5}{2} a.$$

Co do linii prostej, która będzie oznaczała obwód zasadniczy śruby, to ona będzie równoległa od osi śruby na odległość równą $\frac{1}{10} r$.

To mając oznaczone, wykreśla się profil zębów koła, odbierającego ruch, jako też przedziałów śruby, w ten sposób, jakby było połączenie koła z belką (n° 334).

Tym sposobem, śruba będzie w zupełności oznaczona.

Co zaś do koła, odbierającego ruch, to potrzeba, aby zęby tegoż były cokolwiek nachylone do jego osi, a to odpowiednio gwintom śruby. Podług tego więc, mając wykreślone obie ściany frontowe zębów, nagina się na walcu, który obejmuje wierzchołki zębów, linią prostą, idącą z końca zęba do punktu odpowiedniego zęba poprzedniego w kierunku ruchu i tak postępując z jednego zęba na drugi w miarę, jak się będą zagłębiać zęby, utworzy się powierzchnia krzywa, która będzie dla zębów koła poruszanego.

O TARCII (*Du Frottement*).

342. Odróżnia się dwa rodzaje tarcia: jedno, które pochodzi z oporu, jakiego ciało doświadcza gdy się ślizga po inném, a drugie z oporu którego ciało doznaje, kiedy się toczy po inném.

W pierwszym razie opór przyjmuje nazwanie *tarcie ślizgania* (*frottement de glissement*), w drugim wypadku *tarcie tocznienia* (*frottement de roulement*).

Z licznych doświadczeń (*), czynionych ze wszystkimi ciałami używanymi w machinach i w budownictwie pod ciśnieniami odpowiedniami tém, które mają miejsce w praktyce, i ze wszystkimi rodzajami, używanych powłok, doświadczone, że tarcie w ślizganiu jest:

1° Niezawisłe od prędkości ruchu.

2° Niezależne od rozległości powierzchni dotknięcia.

3° Odpowiednie do ciśnienia w stosunku stałym dla tych samych ciał i w tym samym stanie i różne w każdym ciecie.

Doświadczenie także nauczyło, że kiedy ciała są przez pewien czas w zetknięciu, jak na przykład stawidło w ramach, tarcie w chwili, kiedy go chcemy poruszyć jest większe jak

(*) Nouvelles expériences sur le frottement, faites à Metz en 1831, 1832, 1833, imprimées par ordre de l'Académie des sciences. — 1834, chez Mathias, libraire, à Paris.

wtedy, gdyby ono było już w ruchu. Potrzeba więc rozróżnić dwa wypadki: 1^o kiedy ciało już było pewien czas w zetknięciu z drugim, i 2^o kiedy ciało już jest w ruchu jedno po drugim.

Ważności stosunku tarcia do ciśnienia dla jednego i drugiego położenia i dla wszystkich ciał, będących w użyciu w machinach są oznaczone w następujących tablicach:

TABLICA 1.

TARCIE POWIERZCHNI PŁASKICH, KIEDY SĄ PEWIEN CZAS
W ZETKNIĘCIU.

Oznaczenie powierzchni w zetknięciu.	Położenie włókien.	Stan powierzchni.	Stosunek tarcia do ciśnienia.	
Dąb po dębie	równoległe	bez powłoki.	0.62	
	—	smarowane mydłem suchem.	0.44	
	prostopadłe	bez powłoki.	0.54	
	—	zmoczone w wodzie.	0.71	
Dąb po wiązie.	jedno na sztorc po drugim na płask	bez powłoki.	0.43	
	równoległe	—	0.38	
Wiąz po dębie.	—	—	0.69	
	—	smarowane mydłem suchem.	0.41	
Jesion, jodła, buk i ja- rząb po dębie.	prostopadłe	bez powłoki.	0.57	
	równoległe	—	0.53	
Skóra garbowana po dębie	skóra na płask	—	0.61	
	skóra na sztorc	—	0.43	
Skóra czar- na wypra- wna.	—	zmoczone w wodzie.	0.79	
	na powierzchni płaskiej dębu	równoległe	bez powłoki.	0.74
Plecionka lub taśma ko- nopna po dębie.	na bębnie dębo- wym.	prostopadłe	—	0.47
	równoległe	—	0.50	
Liny konopne po dębie .	—	zmoczone wodą.	0.87	
	—	bez powłoki.	0.80	
Żelazo po dębie.	—	—	0.62	
	—	zmoczone wodą.	0.65	
Żelazo lane po dębie . .	—	—	0.65	
Miedź żółta po dębie . .	—	bez powłoki.	0.62	
Skóra wołowa na tłoku po żelazie laném . . .	na płask lub na sztorc	zmoczone w wodzie. z oliwą, łojem, lub sadłem.	0.62	
	—	—	0.12	
Skóra wyprawna na blo- ku z lanego żelaza . .	na płask	bez powłoki.	0.28	
	—	zmoczone wodą.	0.38	
Żelazo lane po lanem . .	—	bez powłoki.	0.16 ⁽¹⁾	
Żelazo kute po lanem . .	—	—	0.19	

(¹) Powierzchnie zachowują pewny rodzaj tłustości.

Oznaczenie powierzchni w zetknięciu.	Położenie włókien.	Stan powierzchni.	Stosunek tarcia do ciśnienia.
Dąb, wiąz, grab, żelazo kute, lane i brąz ślizgające się, samo po sobie.	na płask.	{ powleczone łożem powleczone oliwą lub sadłem.	0.10 ⁽¹⁾ 0.15 ⁽²⁾
Kamień wapienny miękki sam po sobie	—	bez powłoki.	0.74
Kamień wapienny twardy po miękkim.	—	—	0.75
Cegła po kamieniu wapiennym miękkim. . .	—	—	0.67
Dąb po kamieniu wapiennym miękkim.	—	—	0.63
Żelazo po kamieniu wapiennym miękkim. . .	—	—	0.49
Kamień wapienny twardy sam po sobie	—	—	0.70
Kamień wapienny miękki po twardym.	—	—	0.75
Cegła po kamieniu wapiennym twardym. . .	—	—	0.67
Żelazo po kamieniu wapiennym twardym. . .	—	—	0.42
Dąb po kamieniu wapiennym twardym.	—	—	0.64
Powłoka czyli tynk złożony z trzech części piasku i jednej części wapna hydraulicznego . .	—	—	0.74 ⁽³⁾

343. Zauważano, co doświadczanie pokazało i utwierdziło, że poruszenie, lub drganie chociaż najmniejsze, może zmienić ruch przez oddzielenie od siebie powierzchni, i wtedy siła

(¹) Kiedy zetknięcie nie trwało długo, aby zrobić powłokę.

(²) Kiedy zetknięcie trwało długo i zrobiło powierzchnię, jakby powleczoneą tłuszczem.

(³) Po zetknięciu 10 do 15 minut.

ciągnięcia jest daleko wyższa od téj, która jest potrzebna do zniszczenia tarcia, kiedy już ruch jest nabyty; nie powinno się więc używać tablicy poprzedniej w wypadku jeżeli jest chociaż najmniejszy ruch, lecz w takim razie należy się zastosować do tablicy następującej:

344. TABLICA 2.

TARCIE POWIERZCHNI PŁASKICH, W PORUSZENIU JEDNA PO DRUGIEJ.

Oznaczenie powierzchni w zetknięciu.	Położenie włókien.	Stan powierzchni.	Stosunek tarcia do ciśnienia.
Dąb po dębnie	równoległe	bez powłoki.	0.48
	—	smarowane mydłem.	0.16
	prostopadłe	bez powłoki.	0.34
	—	zmoczone wodą.	0.25
Wiąz po dębnie.	drzewo na sztorc po drzewie na płask	bez powłoki.	0.19
	równoległe	—	0.43
	prostopadłe	—	0.45
	równoległe	smarowane mydłem.	0.25
Jesion, jodła, buk, gruska dzika i jarzębina po dębnie	—	bez powłoki.	0.36 do 0.40
	—	—	0.62
	—	zmoczone wodą.	0.26
	—	smarowane mydłem.	0.21
Żelazo kute po dębnie . .	—	bez powłoki.	0.49
	—	zmoczone wodą.	0.22
	—	smarowane mydłem.	0.19
	—	bez powłoki.	0.62
Mosiądz po dębnie	—	—	0.25
Żelazo kute po wiąznie . .	—	—	0.20
Żelazo lane po wiąznie . .	—	—	—
Skóra czarna wyprawna, po dębnie	—	—	0.27
Skóra garbowana po dębnie	—	—	0.30 do 0.35
	na płask lub na sztorc	zmoczona wodą.	0.29

Oznaczenie powierzchni w zetknięciu.	Położenie włókien.	Stan powierzchni.	Stosunek tarcia do ciśnienia.
Skóra garbowana po że- lazię lanem, lub brązie.	na płask lub na sztorc	bez powłoki. zmoczone wodą. napuszczone tłusto- ścią i zmoczone wodą napojone oliwą.	0.56 0.36 0.23 0.15
Konopie w pasach lub li- nach po dębie	równoległe pionowe	bez powłoki. zmoczone wodą.	0.52 0.33
Dąb i wiąz po żelazie la- nem	równoległe	bez powłoki.	0.38
Gruszka dzika po żelazie lanem.	—	—	0.44
Żelazo kute po kutem. .	—	—	» ⁽¹⁾
Żelazo kute po lanem i brązie.	—	—	0.18 ⁽²⁾
Żelazo lane po lanem i brązie.	—	—	0.15 ⁽³⁾
{ po żelazie lanem .	—	—	0.22
Brąz { — kutem .	—	—	0.16 ⁽³⁾
{ po brązie.	—	—	0.20
Dąb, wiąz, grab, gruszka dzika, żelazo lane, ku- te, stal i brąz ślizgają- ce się jedne po drugich lub same po sobie . .	—	smarowane w sposób zwyczajny powło- ką łożu, oliwy, lub pospolitem smar- widłem. lekko napojone w do- tknięciu	0.07 do 0.08 ⁽⁴⁾ 0.15
Kamień wapienny miękki po miękkim	—	bez powłoki.	0.64
Kamień wapienny twar- dy po miękkim.	—	—	0.67
Cegła zwyczajna, po kamieniu wapiennym miękkim	—	—	0.65

⁽¹⁾ Powierzchnie są w poruszeniu.

⁽²⁾ Powierzchnie mają jeszcze cokolwiek tłustości.

⁽³⁾ Powierzchnie są cokolwiek napojone tłustością.

⁽⁴⁾ Kiedy powłoka jest bez przerwy odświeżana i jednostajnie
tłustość rozdzielana, ten stosunek przy dobrém utrzymaniu, może
się zniżyć do 0.05.

Oznaczenie powierzchni w zetknięciu.	Położenie włókien.	Stan powierzchni.	Stosunek tarcia do ciśnienia.
Dąb zwyczajny, po ka- mieniu wapien. mięk.	drzewo na sztorc	bez powłoki.	0.38
Żelazo kute po kamieniu wapiennym miękkim. .	równoległe	—	0.69
Kamień wapienny twar- dy po twardym.	—	—	0.38
Kamień wapienny mięk- ki po twardym.	—	—	0.65
Cegła zwyczajna po ka- mieniu wapien. twar- dym.	—	—	0.60
Dąb zwyczajny po kamie- niu wapien. twardym .	drzewo na sztorc równoległe	— —	0.38 0.24
Żelazo kute po kamieniu wapiennym twardym .	—	zmoczone wodą.	0.30

345. TABLICA 3.

TARCIE CZOPÓW OSI BĘDĄCYCH W RUCHU W ICH
PANEWKACH.

Oznaczenie powierz- chni w zetknięciu.	Stan powierzchni.	Stosunek tarcia do ciśnie- nia, kiedy powłoka jest odświeżana.	
		w sposób zwyyczajny.	w sposób ciągły.
Osie z żelaza lanego na panewkach tak- że z żelaza lanego.	powleczone oliwą, sa- dłem, łojem, albo zwyčajnem smaro- widłem	0.07 do 0.08	0.054
	z tem samym smaro- waniem, zmaczane wodą	0.08	»
	powleczone asfaltem. napojone tłustością .	0.054	»
	napojone tłustością i zmoczone wodą . .	0.14	»
	powleczone oliwą, sa- dłem, łojem lub zwyčajnem smaro- widłem	0.14	»
	napojone tłustością .	0.16	»
Osie z lanego żelaza w panewkach z brązu	napojone tłustością i zmoczone wodą . .	0.16	»
	mało napojone tłusto- ścią	0.19	» ⁽¹⁾
	bez powłoki	0.18	» ⁽²⁾
	powleczone oliwą, lub sadłem	»	0.090
Osie z żelaza lanego w panewkach z drzewa gwajak- owego	napojone oliwą lub sadłem	0.10	»
	napojone mieszaniną sadła z ołówkiem .	0.14	»

⁽¹⁾ Powierzchnie zaczynają ustępować.

⁽²⁾ Drzewo jest cokolwiek napojone tłustością.

Oznaczenie powierz- chni w zetknięciu.	Stan powierzchni.	Stosunek tarcia do ciśnie- nia, kiedy powłoka jest odświeżana.	
		w sposób zwyyczajny.	w sposób ciągły.
Osie z żelaza kutego w panewkach z że- laza lanego	powleczone oliwą, sa- dłem, łojem, albo zwyčajn. smarow. powleczone oliwą, sa- dłem, lub zwyčaj- nem smarowidłem.	0.07 do 0.08	0.054
	powleczone smarowi- dłem twardem . .	0.09	»
Osie z żelaza kutego w panewkach z brązu	napojone tłustością i zmoczone wodą . .	0.09	»
	mało tłuste	0.25	» ¹⁾
Osie z żelaza kutego na panewkach z brązu	powleczone oliwą lub sadłem	0.11	»
	napojone tłustością .	0.19	»
Osie z brązu na pa- newkach z brązu.	powleczone oliwą . .	0.10	»
	powleczone sadłem .	0.09	»
Osie z brązu, na pa- newkach z żelaza lanego	powleczone oliwą lub łojem	»	0.045 do 0.052
Osie z gwajaku na panewkach z że- laza lanego . . .	powleczone sadłem .	0.12	»
	napojone tłustością .	0.15	»
Osie z gwajaku na panewkach z gwa- jaku	powleczone sadłem .	»	0.07

¹⁾ Powierzchnie zaczynają ustępować.

346. UŻYCIĘ POPRZEDNICH TABLIC. Kiedy się zna ciśnienie, które znosi powierzchnia ciała w stanie danym, wtedy mnożąc takowe ciśnienie przez stosunek tarcia do ciśnienia, odpowiedni przypadkowi obserwowanemu, będziemy mieli tarcie, jakie opiera się ślizganiu ciała jednego po drugim, albo w chwili zaczęcia ruchu, albo kiedy ruch już jest nabyty.

ZASTOSOWANIA.—PRZYKŁAD PIERWSZY. Jaka jest potrzebna siła do podniesienia stawidła dębowego, szerokiego 1^m, grubego 0^m.05, wysokiego 0^m.35, zamykającego otwór wysoki 0^m.30, którego środek jest 1^m.50, pod powierzchnią poziomu wody górnej?

Rama stawidła jest dębowa 0^m.08 grubości na 0^m.12 szerokości i 2^m.30 długości, z których 1^m.60 długości jest zanurzona w wodzie,

Powierzchnia ciśniona przez wodę jest równa 1^m × 0^m.35 = 0^{mk}.35.

Wysokość kolumny wody, która ciśni na środek otworu jest 1^m.50, a ztąd ciśnienie znoszone przez stawidło jest równe:

$$0^{\text{mk}}.35 \times 1^{\text{m}}.50 \times 1000^{\text{kil}} = 525^{\text{kil}}.$$

Tarcie w chwili, kiedy stawidło zaczyna się poruszać, jest podług tablicy przy n° 342.

$$0.71 \times 525 = 373^{\text{kil}}.$$

Ciężar stawidła i części ram, zanurzonych w wodzie, są równe kolumnie wody, którą wypycha stawidło. Ciężar części niezanurzonej jest równy:

$$900(0^{\text{m}}.08) \times 0^{\text{m}}.12 \times 0^{\text{m}}.70 = 6^{\text{kil}}.05.$$

Siła potrzebna do podniesienia stawidła jest więc:

$$373 + 6.05 = 379^{\text{kil}}.05.$$

Kiedy ruch już jest nabyty, siła potrzebna do zwyciężenia tarcia jest:

$$0.25 \times 525 = 131^{\text{kil}}.25.$$

PRZYKŁAD DRUGI. Jaka jest potrzebna siła do podniesienia stawidła z żelaza lanego 3^m szerokiego, 0^m.45 wysokiego, zamykającego otwór, nachylony pod 40°, wysoki 0^m.40 i którego środek jest zatopiony na 0^m.60 pod poziom wody górnej?

(Przez położenie odpowiedniego przeciw-ciężaru, waga właściwa stawidła jest w równowadze, i przyrząd do poruszenia stawidła nie ma jak zniszczenie tarcia stawidła o ramy).

Powierzchnia ciśniona przez wodę jest 3^m × 0^m.45 = 1^{mk}.35.

Wysokość poziomu wody nad środek jest 0^m.60, a ztąd ciśnienie całe:

$$0^{\text{m}}.60 \times 1^{\text{mk}}.35 \times 1000 = 810^{\text{kil}}.$$

Cisnienie w chwili pierwszego poruszenia stawidła podług Tablicy n° 342:

$$0.314 \times 810 = 254^{\text{kil}}.$$

PRZYKŁAD TRZECI. Jakie jest tarcie ramy z żelaza lanego przy tartaku wagi 50 kil. w ruchu prostopadłym w osadzie brązowej, smarowanej sadłem?

Tarcie jest podług tablicy n° 344.

$$0.07 \times 50^{\text{kil}} = 3^{\text{kil}}.50.$$

Jeżeli powierzchnie nie będą smarowane, a tylko napojone tłuścizną, jakie będzie tarcie?

Podług tablicy n° 344 tarcie będzie:

$$0.14 \times 50 = 7^{\text{kil}}.$$

347. IŁOŚĆ DZIAŁANIA ZUŻYTA PRZEZ TARCIE POWIERZCHNI PŁASKICH. Aby obliczyć ilość działania zużytego przez tarcie dwóch powierzchni płaskich, będących w ruchu jedna po drugiej w długości danej.

Mnoży się ciśnienie N przez stosunek f tarcia do ciśnienia odpowiedniego powierzchniom, będącym w zetknięciu, a będziemy mieli ważność tarcia.

To tarcie, pomnożone przez drogę e, czyli przestrzeń, jaką powierzchnie mają do ślizgania jedna po drugiej, daje na iloczyn ilość działania szukanego.

PRZYKŁAD. Jaka jest ilość działania zużytego przez każdy ruch poziomej ramy tartaku numeru poprzedniego?

Długość kroku jest $0^m.65$, a ztąd ilość działania jest:

$$0.14 \times 50^k \times 0^m.65 = 4^m.55,$$

i jeżeli jest 100 poruszeń na 1 minutę, ilość działania zużytego przez tarcie w 1" będzie:

$$4^{kil}.55 \times \frac{100}{60} = 7^m.58.$$

348. IŁOŚĆ DZIAŁANIA ZUŻYTA PRZEZ TARCIE CZOPÓW OSI. Aby obliczyć ilość pracy zużytej na każdy obrót osi przez tarcie takowej w panewkach:

Oznacza się ciśnienie N w panewkach, obliczając wagę drąga osi z przyrządem, i działanie mocy oraz odpowiedniego oporu (n^o 350).

To ciśnienie N mnoży się przez stosunek f tarcia do ciśnienia odpowiedniego ciałom będącym w zetknięciu podług tablicy n^o 343, a ztąd będziemy mieli tarcie fN .

To tarcie mnoży się przez drogi przebieżone, przez punkta w zetknięciu w czasie obrotu, albo przez obwód $2\pi r = 6.28r$ osi.

A iloczyn $6.28fNr$ będzie działaniem, użytym przez tarcie w czasie jednego obrotu.

Aby mieć działanie zużyte w każdej sekundzie mnoży się ten iloczyn przez n liczbę obrotów w ciągu sekundy.

Iloczyn $6.28fNrn$, będzie więc działaniem użytym przez tarcie w ciągu sekundy.

PRZYKŁAD PIERWSZY. Jaka jest ilość działania zużytego w sekundzie przez tarcie osi koła wodnego, poddanego ciśnieniu 12000 kil.

Promień osi każdej przypuszcza się $0^m.10$; są one z żelaza lanego i osadzone w panewkach z brązu, powleczoney sadłem. Koło robi 5 obrotów na minutę.

Tarcie osi z żelaza lanego w panewkach z brązu jest podług tablicy n^o 345.

$$0.07 \times 12.000^{kil} = 840^{kil}.$$

Droga, przebieżona przez obwód osi w sekundzie jest:

$$\frac{6.28 \times 0^m.10 \times 5}{60} = 0^m.0523.$$

Ilość działania zużytego przez tarcie osi jest:

$$840 \times 0.0523 = 44 \text{ km.}$$

PRZYKŁAD DRUGI. Jaka jest ilość działania zużytego przez tarcie osi koła wodnego, którego siła użytkowa jest 3615 kil., czyli 48.2 koni w okolicznościach następujących?

Średnica koła wodnego = $9^m.10$.

Działanie wody wywarte na obwodzie koła jest pionowe i działa z góry na dół ciężarem 1374 kilogramów.

Opór pionowy koła zębatego, odbierającego ruch, działa z dołu do góry, jest także równe około 1374 kilogr.

Ciężar koła wodnego całego jest 25000 kilogr.

Waga wody zawartej w kole jest 1480 kil.

Promień osi z żelaza lanego, umieszczonych w panewkach z brązu, smarowanych sadłem jest $0^m.118$.

Prędkość obwodu koła na sekundę jest $2^m.63$.

Wypada z danych powyżej, że działanie wywarte przez wodę i te, które jest przeniesione na pierwsze, stykające się z niem koło zębate, są mniej więcej równe, działające w kierunkach przeciwnych, a ztąd się równoważą i niszczą.

Ciśnienie na osi jest więc równe

$$25000 + 1480 = 26480 \text{ kil.}$$

Stosunek tarcia do ciśnienia dla panewek z brązu i osi z żelaza lanego, powleczoney sadłem, jest podług tablicy n^o 345, równe 0.08, a ztąd tarcie będzie:

$$0.08 \times 26480^{kil} = 2118^{kil}.40.$$

Droga przebieżona w 1" przez obwód osi jest:

$$2^m.63 \times \frac{0^m.118}{4^m.55} = 0^m.0682.$$

Ilość działania, zużytego przez tarcie tych osi w ciągu sekundy jest więc:

$$2118^{\text{kil}} \cdot 4 \times 0^{\text{m}}.0682 = 144^{\text{km}}.4,$$

czyli około dwóch koni parowych.

PRZYKŁAD TRZECI. Jakie jest działanie zużyte w ciągu sekundy przez osie z żelaza lanego koła wodnego przy walco-wni w Framont, którego promień zewnętrzny jest $4^{\text{m}}.57$, i które obraca się w panewkach z brązu, smarowanych łożem?

Ilość działania na obwodzie koła jest 4500^{km} .

Opór pierwszego koła, z którym jest zaząbione, działające pionowo z dołu do góry, jest równe 2930 kil.

Waga wody, zawartej w korytkach jest 5500 kil.

Waga koła wodnego jest 86687 kil.

Prędkość obrotu koła w sekundzie $2^{\text{m}}.30$.

Promień osi $0^{\text{m}}.21$.

Ciśnienie na osie jest:

$$86687 + 5500 - 2930 = 89257 \text{ kil.}$$

Tarcie osi powleczone łożem jest:

$$0.08 \times 89257 = 7140 \text{ kil.}$$

Droga przebieżona przez obwód osi jest:

$$2^{\text{m}}.30 \times \frac{0^{\text{m}}.21}{4^{\text{m}}.57} = 0^{\text{m}}.106.$$

Ilość działania, zużytego przez tarcie tych osi w jednej sekundzie jest:

$$7140 \times 0^{\text{m}}.106 = 756^{\text{km}}.8,$$

czyli 10.25 koni parowych.

349. ILOŚĆ DZIAŁANIA, ZUŻYTA PRZES TARCIE CZOPÓW PIONOWYCH (Pivots). Mnoży się ciśnienie N przez stosunek f tarcia do ciśnienia (tablica n° 345), a ztąd będzie tarcie.

To tarcie fN mnoży się przez $\frac{2}{3}$, obrotu zewnętrznego podstawy czopa, albo przez $4.19r$.

Iloczyn $4.19fNr$ będzie działaniem, użytym w ciągu każdego obrotu przez tarcie czopa.

Aby mieć działanie, zużyte w każdej sekundzie, mnoży się ten iloczyn przez liczbę n obrotów czopa w 1^{r} .

Iloczyn więc $4.19nfNr$, będzie działaniem, użytym w ciągu sekundy.

PRZYKŁAD. Jaka jest ilość działania zużytego w ciągu sekundy przez tarcie czopa od osi pionowej poddanego ciśnieniu 3400 kil., robiącego 18 obrotów na minutę, mającego promień $0^{\text{m}}.03$, wyrobionego ze stali, osadzonego w oku (*crapaudine*), czyli panewce brązowej?

Prawidło powyższe daje na tę ilość działania w jednej sekundzie.

$$4.19 \times 2.5 \times 0.07 \times 3400^{\text{kil}} \times 0^{\text{m}}.03 = 7^{\text{km}}.48.$$

350. SPOSÓB OZNACZENIA CIŚNIENIA, DZIAŁAJĄCEGO NA OŚ W CZASIE OBROTU. Dla oznaczenia ciśnienia, działającego na oś, lub czop w czasie obrotu, przedstawia się potrzeba rozebrania kilku szczegółowych wypadków.

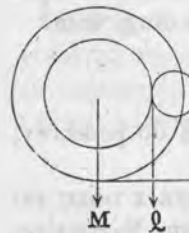
Fig. 52.



1° Jeżeli wszystkie siły działają pionowo (fig. 52): dodaje się ciężar M drąga osi z całym należącym do niej, czyli złączonym z nim przyrządem do siły P , która działa z góry na dół i do tego dodaje się, albo odejmuje siła Q , działająca albo także z góry na dół, albo z dołu do góry, a summa, albo reszta, będzie szukaną siłą.

Dla kół wodnych można w wielu wypadkach pomijać ciężar wody, którą zawierają, a to dla stosunku znacznego ciężaru samego koła, i nie ma potrzeby uważać, jak tylko siłę P , jaka jest na obwodzie koła i opór doznawany przez toż koło od pierwszego zazębienia.

Fig. 53.



2° Jeżeli są siły poziome i pionowe, robi się summa każdej oddzielnie, licząc w to ciężar rdzenia osi z całym jej przyrządem (fig. 53).

Naprzód wiadomo będzie, jaka jest siła większa z dwóch znalezionych, wówczas dodaje się 0.96 razy większa do 0.4 mniejszej, a summa będzie szukanym ciśnieniem N , niższym o $\frac{1}{35}$.

Gdyby nie można oznaczyć na pewno siły większej, to wtedy sumę obu sił mnoży się przez 0.83 a iloczyn będzie szukanym ciśnieniem N najwięcej niższym o $\frac{1}{6}$.

To przypuszczenie w praktyce okazuje się zawsze dostatecznym.

3° Jeżeli siły działają w kierunku nachylonym, rozłoży się je na działające pionowo i poziomo, i postąpi się z niemi, jak w przypadku poprzednim.

4° Jeżeli siły będą działały w ten sposób, że będzie tarcie z jednej strony z góry na dół na panewkę, a z drugiej strony z dołu do góry, obliczy się wtedy ciśnienie osobno w każdym kierunku, a różnica tych ciśnień będzie szukanym ciśnieniem, działającym na tarcie osi w panewkach.

Ten przypadek zdarza się bardzo rzadko i zawsze przy budowie machin trzeba się go starać unikać.

351. TARCIE PO RÓWNI POCHYLEJ. Kiedy pewne ciało jest położone na płaszczyźnie pochyłej, i poddane działaniu siły zewnętrznej i własnemu ciężarowi, może się przedstawiać w kilku przypadkach.

1° PRZYPADEK, GDZIE CIAŁO POWINNO ZOSTAĆ W SPOCZYNKU. Nachylenie, jakie należałoby dać równi pochyłej, aby ciało zostało w spoczynku o tyle, aby za najmniejszym działaniem siły zewnętrznej poruszyło się, jest dane przez formułę:

$$\text{stycz } a = f,$$

gdzie a jest kąt nachylenia płaszczyzny do poziomu, f stosunek tarcia do ciśnienia dla powierzchni, będących w zetknięciu.

PRZYKŁAD. Jakie powinno być nachylenie płaszczyzny w warsztatach, na których może spoczywać statek w równowadze, powierzchnie będące w zetknięciu są z drzewa i polewione mydłem, ale zetknięcie to trwało już długi czas?

Tablica n° 344 daje $f = 0.15$, jest więc:

$$\text{stycz } a = 0.15,$$

z czego wypływa, że wysokość równi pochyłej do podstawy, powinna być w stosunku 0.15.

2° PRZYPADEK, GDY CIAŁA SĄ CIĄGNIONE Z DOŁU DO GÓRY I SIŁA USIŁUJE JE WPROWADZIĆ NA GÓRĘ. Nazywając:

a kąt, jaki czyni równia pochyła z poziomem,

b kąt, jaki czyni kierunek siły wciągającej z płaszczyzną równi pochyłej,

Q waga ciała,

P siła, zdolna wydać ruch, czyli utrzymać ruch jednostajny,

f stosunek tarcia do ciśnienia dla powierzchni, będących w zetknięciu, którego wartość otrzyma się z tablicy n° 343, jeżeli będzie potrzeba wywołać ruch, lub w tablicy n° 344, jeżeli go będzie trzeba utrzymać jednostajnym.

Wartość na P będzie dana przez formułę:

$$P = \frac{\text{wst } a + f \text{ dost } a}{\text{dost } b + f \text{ wst } b} Q,$$

co nam da następujące prawidło:

Aby oznaczyć siłę ciągnięcia, działającą pod pewnym kątem, jaką trzeba wyrzucić, ażeby ciało było wprowadzone po równi pochyłej, nachylonej pod kątem wiadomym do poziomu.

Mnoży się stosunek tarcia do ciśnienia dla powierzchni, będących w zetknięciu przez dostawę kąta, utworzonego z przecięcia się równi pochyłej z poziomem, a do iloczynu dodaje się wstawę tego samego kąta.

Mnoży się stosunek tarcia do ciśnienia przez wstawę kąta, utworzonego z przecięcia się kierunku siły z kierunkiem równi pochyłej i do tego dodaje się dostawę tego samego kąta.

Pierwszy iloczyn dzieli się przez drugi, a iloraz wypadły mnoży się przez wagę ciała, która jest do podniesienia.

Wypadek będzie siłą szukaną.

3° PRZYPADEK, KIEDY CIAŁO JEST WCIĄGANE NA RÓWNIĄ POCHYLEŁĄ PRZEZ SIŁĘ POZIOMĄ. W tém położeniu, zachowując oznaczenia powyżej przytoczone, i uważając tylko, że kąt a równy kątowi b , obliczy się siła P przez formułę:

$$P = \frac{\text{stycz } a + f}{1 + f \text{ stycz } a} Q.$$

Ta formuła sprowadzi się do następującego pravidła w zastosowaniu, którego będzie się uważać, że styczną trygonometryczną kąta a jest stosunkiem wysokości równi pochyłej do podstawy.

Aby oznaczyć siłę poziomą ciągnięcia, którą potrzeba wywrzeć, aby ciało pewne wprowadzić po równi pochyłej do wysokości danej.

Dodaje się stosunek tarcia do ciśnienia powierzchni, będących w zetknięciu do stycznej kąta, jaki tworzy równia pochyła z linią poziomą.

Dodaje się jedność do iloczynu tego samego stosunku przez tę samą styczną, i pierwszą sumę dzieli się przez drugą.

A iloraz mnoży się przez wagę ciała, które ma być podniesione.

Iloczyn będzie siłą pociągową szukaną.

4^o PRZYPADEK, GDZIE SIŁA PCHA CIAŁO, ABY GO WPROWADZIĆ NA GÓRĘ PO RÓWNI POCHYLĘJ. Jeżeli siła pchająca z płaszczyzną równi pochyłej czyni kąt b , będzie się używać do oznaczenia tej siły formuła:

$$P = \frac{wst a + f dost a}{dost b - f wst b} Q.$$

Co się wyrazi w ten sposób:

Aby obliczyć siłę, wywartą na ciężar przez pchanie go po równi pochyłej.

Mnoży się dostawa kąta nachylenia równi pochyłej do poziomu, przez stosunek tarcia do ciśnienia powierzchni, będących w zetknięciu, a do iloczynu dodaje się wstawa tego samego kąta.

Mnoży się wstawa kąta, jaki czyni siła działająca z równią pochyłą, przez stosunek tarcia do ciśnienia, i odejmuje się ten iloczyn od dostawy tego samego kąta.

Pierwszy wypadek dzieli się przez drugi, a iloraz mnoży przez wagę ciała, które się ma podnosić.

Wypadek będzie siłą szukaną.

Jeżeli siła pchająca, będzie poziomą, oznaczy się jęj ważność przez formułę:

$$P = \frac{styczna + f}{1 - f styczna} Q.$$

Z czego wypływa następujące pravidło:

Aby oznaczyć siłę pchającą, którą trzeba wywrzeć poziomą dla podniesienia ciała wagi Q do pewnej wysokości po równi pochyłej.

Dodaje się styczną kąta, jaki czyni równia pochyła z poziomem, do stosunku f tarcia do ciśnienia powierzchni, będących w zetknięciu.

Mnoży się ta sama styczną przez stosunek tarcia do ciśnienia, i iloczyn odejmuje się od jedności, a przez resztę dzieli się summa poprzednia.

Iloraz wypadły pomnożony przez wagę ciała, mającego się podnieść, będzie potrzebną siłą szukaną.

5. We wszystkich poprzednich położeniach, jeżeli siła powinna jedynie podtrzymywać ciało, aby mu przeszkodzić zsunąć się, albo miarkować jego ruch, będzie się postępować również podług pravidel poprzednich, zmieniając tylko wyrazy oznaczające tarcie, to jest, odejmując te wyrazy, gdzie ono wchodzi, jako czynnik dodatny, a dodając te, gdzie był odjemny.

352. UŻYCIE KLINA W PRASSACH. W prassach z klinami, gdzie używają zazwyczaj dwóch klinów, które suwają się ścianami nachylenymi jeden po drugim, stosunek działania użytkowego do siły spotrzebowanej, oblicza się przez formułę:

$$\frac{1 - f^2 + 2f styczna}{(1 - f^2) styczna + 2f'} styczna,$$

w której:

a jest kąt, jaki tworzy bok pochyły z podstawą klina,

f stosunek tarcia do ciśnienia tych boków,

f' ważność na stosunek tarcia do ciśnienia dla podstaw klina i dla ciał pchających, a która może być różną od poprzedniej.

Ta formuła wyrazi się prawidłem:

Aby obliczyć stosunek działania użytkowego do siły, działającej w prassie z klinami.

Mnoży się styczną kąta boków klina z podstawą, przez podwójny stosunek tarcia do ciśnienia tychże boków, do iloczynu dodaje się kwadrat z tego stosunku, a summa wypadła odejmuje się od jedności.

Mnoży się styczną tego samego kąta przez jedność, zmniejszoną kwadratem z stosunku tarcia do ciśnienia, i do iloczynu dodaje się dwa razy wzięty stosunek tarcia do ciśnienia podstaw klina z ciałem, które dotyka.

Pierwszy wypadek dzieli się przez drugi, a iloraz mnoży się przez styczną kąta boków klina, iloczyn zaś wypadły będzie stosunkiem szukanym skutku użytkowego do siły działającej.

PRZYKŁAD. Jaki jest stosunek skutku użytkowego do siły działającej w prassie z klinami, gdzie powierzchnie w zetknięciu są dobrze smarowane $f=f'=0.10$; $\text{styczna} = 0.25$; czyli wysokość boków klina jest w stosunku $1/4$ do podstawy.

Formuła powyższa dla stosunku szukanego daje ważność 0.583, z kąd się pokazuje, że w tym wypadku traci się 0.417, czyli więcej jak $2/3$ skutku siły działającej, nie licząc jeszcze stratę, która ma miejsce w maszynach tego rodzaju, gdzie działa uderzenie, wywierające skutki na ściśliwość ciał uderzanych.

Jeżeli powierzchnie ścian klinów będą wilgotne, będzie $f=f'=0.25$, a wtedy ważność na stosunek skutku użytkowego do siły działającej będzie 0.273, co nam dowodzi, że w takim razie na tarcie traci się 0.724, czyli blisko $3/4$ siły, zastosowanej do działania.

353. TARCIE ŚRUBY W GWINTACH. Kiedy śruba, albo jej osada z gwintami kwadratowymi ma wywierać ciśnienie dane, oblicza się ważność dla siły, mającej działać w końcu drążka, umieszczonego w głowie śruby, lub jej osady przez formułę:

$$P = \frac{r}{R} \times \frac{h + 6.28fr}{6.28r - fh} Q.$$

W której jest oznaczone przez:

Q potrzebne ciśnienie,

P szukaną siłę, zastosowaną do drążka,

r promień średni gwintu na śrubie,

R ramie drążka,

h krok śruby (*pas de la vis*),

f stosunek tarcia do ciśnienia dla śruby i jej osady.

Powyższa formuła da się wyrazić przez następujące prawidło:

Aby obliczyć potrzebną siłę do wydania danego ciśnienia, zastosowaną do drążka, umieszczonego na końcu śruby, mającej gwinty kwadratowe.

Mnoży się promień średni wysoków śruby, przez stosunek tarcia do ciśnienia śruby w osadzie, (stosunek zwykle równy 0.10 dla śrub w dobrym stanie) i przez 6.28, a do iloczynu dodaje się krok śruby.

Mnoży się 6.28 przez promień średni gwintu na śrubie, od tego iloczynu odejmuje się iloczyn ze stosunku tarcia do ciśnienia przez krok śruby.

Pierwszy wypadek dzieli się przez drugi.

Iloraz mnoży się przez stosunek promienia wysoku śruby do długości ramienia drążka, a iloczyn powstały, pomnożony przez ciśnienie jakie ma wydać śruba, będzie potrzebną siłą szukaną.

PRZYKŁAD. Jaka jest siła, potrzebna do wydania mocy w końcu ramienia drąga na obwodzie koła ząbionego 1^m.50 promienia, aby zrobić ciśnienie 6000 kil. za pomocą śruby z gwintem kwadratowym 0^m.058 średnicy i mającej krok $h = 0^m.0104$?

Jest;

$$r = 0^m.029, \quad R = 1^m.50, \quad f = 0.10.$$

Jeżeli powierzchnie śruby są dostatecznie smarowne, formuła daje:

$$P = \frac{0^m.029}{0^m.500} \times \frac{0^m.0104 + 6.28 \times 0.10 \times 0.029}{6.28 \times 0^m.029 - 0.10 \times 0^m.0104} \times 6000 = 0.00305 \times 6000 = 18 \text{ kil.30.}$$

Gdybyśmy pominęli wzgląd na tarcie, byłoby w tych samych okolicznościach:

$$P = \frac{h}{6.28R} Q = 0.0011 Q = 0.0011 \times 6000 = 6^{\text{kil}}.6.$$

Zkąd okazuje się, że z powodu tarcia śruby w swój osadzie, siła, potrzebna dla wydania żądanej mocy, powinna być, rzeczywście trzy razy większa od téj, jakiejby wymagał sam opór ciała, na które jest skierowane działanie.

354. OZNACZENIE CIŚNIENIA, JAKIE MOŻE WYDAĆ DANA SIŁA ZA POMOCĄ ŚRUBY Z GWINTAMI KWADRATOWYMI. Jeżeli idzie na odwrót o oznaczenie ciśnienia, jakie śruba może wydać przez działanie pewnej siły danéj, to ciśnienie oznaczy się przez formułę:

$$Q = \frac{R}{r} \times \frac{6.28r - fh}{h + 6.28fr} P.$$

Co się da wyrazić w następującém prawidle:

Aby obliczyć ciśnienie, jakie siła dana może wydać za pomocą śruby w gwintach kwadratowych.

Mnoży się promień średni wysokości na śrubie przez 6.28, od tego iloczynu odejmuje się krok śruby, pomnożony przez stosunek tarcia do ciśnienia śruby w osadzie, którego zwykła ważność jest 0.10 w śrubach, będących w dobrym stanie, resztę wypadłą podzieli się przez krok śruby, powiększony iloczynem z promienia średniego gwintów śruby przez stosunek tarcia do ciśnienia i przez 6.28.

Ten iloraz mnoży się przez ramię drążka podzielonego przez promień średni śruby, a iloczyn ztąd powstały mnożony przez daną siłę, zastosowaną do drążka; da nam szukane ciśnienie.

PRZYKŁAD. W położeniu daném w przykładzie przytoczonym przy numerze poprzednim, formuła dałaby:

$$Q = \frac{1^{\text{m}}.500}{0^{\text{m}}.029} \times \frac{6.28 \times 0^{\text{m}}.029 - 0.10 \times 0^{\text{m}}.0104}{0.0104 + 6.28 \times 0.10 \times 0.029} P = 327.37 P,$$

jeżeli więc siła działająca jest 20 kil., ciśnienie wydane przez śrubę będzie:

$$Q = 327.37 \times 20 = 6547^{\text{kil}}.4.$$

Gdyby był obliczony skutek téj siły bez względu na tarcie, byłoby:

$$Q = \frac{6.28R}{r} P = 905.8 P = 18116 \text{ kil.}$$

Co okazuje, jak błędne są obliczenia działania śruby, jeżeli pomija się wpływ tarcia. Powinno się uważać, że formuły poprzednie nie stosują się do tarcia czopów, łopatek, i t. p., które chociaż słabsze o wiele jak osada w śrubie, a przecież zużywają część znaczną działacza.

355. OPÓR, ZALEŻNY OD SZTYWNOŚCI LIN (*roideurs des cordes*). Sztywność lin, które się nawijają na bloki lub wały, albo siła, która jest potrzebna do zniesienia oporu pochodzącego ze sztywności lin przy nawijaniu; oblicza się z formuły:

$$R = \frac{A + BQ}{D},$$

w której oznaczono, przez:

R sztywność szukaną, odniesioną do obwodu średniego bloka średnicy D, licząc w to średnicę liny,

A pewną liczbę stałą, wyrażającą w kilogramach sztywność naturalną, zależną od sposobu wyrobienia liny i jej stanu.

B cyfra stała, przez którą należy mnożyć natężenia Q, aby mieć potrzebny opór, zawisły od obciążenia.

Doświadczenia Coulomb'a wskazują:

1° Że dla lin z konopi nie smolonych, które się zwykle nazywają liny surowe (*cordes blanches*), czy są suche lub wil-

gotne, w dobrym stanie, ważności dla A i B są mniej więcej jak kwadraty ze średnic tychże lin.

2° Że dla tych samych lin, w połowie zużytych, ważności A i B są między sobą jak pierwiastki kwadratowe, wyciągnięte z sześciątów tychże średnic.

3° Że dla lin smolonych ilość B jest proporcjonalna do liczby pojedynczych sznurków, z których lina się składa.

Podług powyższych zasad obliczona została następująca tablica dająca ważności na A i B dla lin rozmaitych średnic, używanych powiększej części w maszynach przeznaczonych do dźwigania ciężarów.

Część pierwsza tablicy jest dla lin surowych, druga obejmuje liny smolone.

Liczba sznurków.	Liny surowe.			Liny smolone.		
	Średnice.	Ważność sztywności naturalnej A.	Ważność sztywności, odpowiednia do natężenia Q. B.	Średnica.	Ważność sztywności naturalnej A.	Ważność sztywności odpowiednia do natężenia Q. B.
	mil.	kil.		mil.	kil.	
1	0.0089	0.0106038	0.002678	0.0105	0.021201	0.002512992
9	0.0110	0.0225207	0.003267	0.0129	0.041143	0.003769488
12	0.0127	0.0388476	0.004356	0.0149	0.067314	0.005025984
15	0.0141	0.0595845	0.005445	0.0167	0.097712	0.006282480
18	0.0155	0.0847314	0.006534	0.0183	0.138339	0.007538976
21	0.0168	0.1142883	0.007623	0.0198	0.183193	0.008795472
24	0.0179	0.1482552	0.008712	0.0211	0.234276	0.010051938
27	0.0190	0.1866321	0.009801	0.0224	0.291586	0.011308464
30	0.0200	0.2294190	0.010890	0.0236	0.355125	0.012564963
33	0.0210	0.2766159	0.011979	0.0247	0.424891	0.013821456
36	0.0220	0.3282228	0.013068	0.0258	0.500886	0.015077952
39	0.0228	0.4842397	0.014157	0.0268	0.534108	0.016334448
42	0.0237	0.5446666	0.015246	0.0279	0.671559	0.017590944
45	0.0246	0.5695035	0.016335	0.0289	0.766237	0.018847440
48	0.0254	0.5787504	0.017424	0.0298	0.867144	0.020103936
51	0.0261	0.6524073	0.018513	0.0308	0.974278	0.021360432
54	0.0268	0.7304742	0.019602	0.0316	1.078641	0.022616928
57	0.0276	0.8129511	0.020691	0.0326	1.207231	0.023873424
60	0.0283	0.8998380	0.021780	0.0334	1.333050	0.025129920

356. UŻYCIE POWYŻSZYCH TABLIC. Za pomocą powyższych tablic z łatwością można wyznaleźć sztywność liny da-

nęj do nawijania na wał przy wiadomém natężeniu, postępując według następującego prawidła:

Wyszukuje się w tablicy odpowiednio gatunkowi lin użytych ważności dla A i B, stosownie do średnic lin lub też średnicy najwięcej zbliżonej; mnoży się wagę ciężaru podnoszonego czyli natężenie Q przez ważność B, do iloczynu dodaje się ważność na A, a sumę dzieli się przez średnicę wału lub bloka, licząc w to i średnicę liny. Wypadek powstały będzie w kilogramach wyrażał sztywność liny odniesioną do obwodu bloka, czyli będzie ilością, jaką opór użytkowy Q powinien być powiększony, aby zniszczył działanie sztywności liny.

PRZYKŁAD. Jaka jest sztywność liny surowej, suchej, 0^m.28 średnicy, o 60 sznurkach, nawijanej na blok 0^m.220 średnicy w wycięciu, pod natężeniem 800 kil.?

Tablica daje dla liny surowej o 60 sznurkach, nawijanej na walec, mający metr średnicy:

$$A = 0^{\text{kil}}.889838, \quad B = 0.02178.$$

Średnica cała będzie:

$$D = 0^{\text{m}}.220 + 0^{\text{m}}.028 = 0^{\text{m}}.248,$$

z czego będzie:

$$R = \frac{0.889838 + 0.02178 \times 800}{0.248} = 73^{\text{kil}}.85.$$

Opór więc cały do zniszczenia, nie licząc tarcia osi bloka, będzie:

$$Q + R = 873^{\text{kil}}.85.$$

Pokazuje się więc, że sztywność liny jak w powyższym przykładzie, powiększa opór około $\frac{1}{3}$ całkowitej ważności.

357. BLOKI OKRĘTOWE SKŁADANE (*Palans*). Używa się przy budowach i spławach do podnoszenia ciężarów i naciągania lin, bloków złożonych (*Palans*), których bloki są równe między sobą i umieszczone na jednej osi. Wtedy, kiedy się

zna naprężenie lin, czyli ciężar Q, dany do podniesienia, obliczy się siłę P, którą potrzeba wyrzucić na część liny wolną od strony, przeznaczoną do pociągu (*garant*), za pomocą następującej formuły:

Nazywając:

R promień średni bloka, licząc pół średnicy bloka razem z pół średnicą liny,

r promień oka w bloku,

f stosunek tarcia do ciśnienia na osi bloków zwykle równy 0.15, w wypadku, gdy powierzchnie są mało smarowane.

A i B ilości stałe, dane w tablicach n° 355, odpowiednie do gatunku i stanu lin,

n liczba brenów (*brins*), nie licząc tej części, na którą działa siła (*garant*).

Obliczy się naprzód ważności:

$$a = \frac{A}{2(R - fr)} \quad b = \frac{R + fr + \frac{1}{2}B}{R - fr}.$$

Potém będziemy mieli natężenie P, które siła powinna wydać przez formułę:

$$P = a \left(\frac{nb^n}{b^n - 1} - \frac{1}{b - 1} \right) + \frac{(b - 1)b^n}{b^n - 1} Q.$$

PRZYKŁAD. Jakie natężenie powinno być, nadane linie od złożonego bloka, którego bloki mają 0^m.060 średnicy w rowku, a 0^m.009 w oku, złożone z sześciu brenów z liny surowej suchej 0^m.012 średnicy, dla podniesienia ciężaru wagi 1000 kilogramów?

Będzie:

$$R = \frac{0.060 + 0.012}{2} = 0^{\text{m}}.036, \quad r = 0^{\text{m}}.0045$$

dla powierzchni zwykle smarowanych $f = 0.15$.

Tablica n° 355 daje:

$$A = 0.038848, \quad B = 0.004356,$$

znajdzie się zaraz:

$$a = \frac{0.038848}{2(0.036 - 0.15 \times 0.0045)} = 0.5498.$$

$$b = \frac{0.036 - 0.15 \times 0.0045 + \frac{0.004356}{2}}{0.036 - 0.15 \times 0.0045} = 1.0999,$$

a podług tego będzie:

$$P = 0^{\text{kil.}} 5498 \left(\frac{6 \times (1.0999)^6}{(1.0999)^6 - 1} - \frac{1}{0.0999} \right) + \frac{0.0999 \times (1.0999)^6}{(1.0999)^6 - 1} Q.$$

$$P_v = 2^{\text{kil.}} 072 + 0.2294 \times 1000^{\text{kil.}} = 231^{\text{kil.}} 47.$$

358. ZASTOSOWANIE DO RÓŻNYCH SKŁADANYCH BŁOKÓW, BĘDĄCYCH W UŻYCIU. Formuła poprzednia jako skomplikowana jest cokolwiek za pracowita przy obrabianiu jej w praktyce, dla tego w tabeli następniej zamieszcza się wypadki, zastosowane w różnych blokach zbiorowych, wymiarów najwięcej używanych w praktyce:

N ^o bloku.	Średnica.		Promień średni R.	Promień oka bloków r.	Ilość brenów n.	Ilość nici skła- dowych.
	bloków w rowku.	lin.				
	m	m	m	m		
1	0.032	0.008	0.0200	0.00300	4	»
2	0.060	0.012	0.0360	0.00450	6	6
3	0.100	0.015	0.0575	0.00500	6	12
4	0.120	0.018	0.0690	0.00525	8	18
5	0.150	0.020	0.0850	0.00750	8	»
6	0.200	0.030	0.1150	0.01000	4	»

Formuły praktyczne do użycia przy różnych blokach składanych, są zebrane w tabeli następującej:

Numer bloka.	Średnica lin.	Błoki składane, opatrzone w liny	
		surowe.	smolone.
		F o r m u ł y.	
	m	kil.	kil.
1	0.008	$P = 0.6311 + 0.3122Q$	
2	0.012	$P = 1.959 + 0.2273Q$	$P = 3.003 + 0.2344Q$
3	0.015	$P = 2.686 + 0.2172Q$	$P = 4.469 + 0.2240Q$
4	0.018	$P = 5.345 + 0.1780Q$	$P = 8.568 + 0.1852Q$
5	0.020	$P = 6.810 + 0.1823Q$	»
6	0.030	$P = 11.170 + 0.3350Q$	»

359. UŻYCIE POPRZEDZAJĄCEJ TABLICY. Za pomocą tej tabeli, jest bardzo łatwo oznaczyć siłę, potrzebną do podniesienia danego ciężaru, czyli do wydania potrzebnego naciągnięcia, lub też znaleźć potrzebne natężenie na bloku do utrzymania statku na kotwicy.

PRZYKŁAD PIERWSZY. Jaka jest siła, która powinna być wywarta na blok składany n^o 4, zaopatrzony w cztery breny z liny surowej suchej w dobrym stanie 0^m.018 średnicy, aby wydać natężenie 4000 kilogramów?

Formuła, odnosząca się do tego rodzaju bloku, składanego będzie:

$$P = 5^{\text{kil.}} 345 + 0.178 \times 4000 = 717^{\text{kil.}} 345.$$

Gdybyśmy nie zwracali uwagi na opory bierne, jak właśnie postępują częstokroć najniedorzeczniej, znaleźlibyśmy wartość na tę siłę $\frac{4000}{8} = 500$ kil., z czego pokazuje się, jakiby mógł być błąd dopuszczony.

PRZYKŁAD DRUGI. Jakie jest natężenie, które można wydać za pomocą 20 ludzi, działających każdy siłą chwilową 40 kil. na linę, przechodzącą przez blok składany n^o 4, zaopatrzony w linę smoloną, złożoną z 18 sznurów?

$$\text{Będzie } P = 20 \times 40 = 800 \text{ kilogr.},$$

a formuła powyższa daje:

$$Q = \frac{800^k - 8^k \cdot 568}{0.1852} = 4273 \text{ kil.}$$

360. TARCIE GAŁEK I TALERZYKÓW PRZY KORBACH. (*Frottement des boutons de manivelles et excentriques circulaires*). Oblicza się ilość działania, zużytego przez gałkę, lub talerzyk przy korbie w czasie jej obrotu, za pomocą następującej formuły:

$$6.28 f P r,$$

w której jest oznaczone przez:

P działanie średnie, jakie gałka, lub talerzyk przy korbie powinien przenieść, mierzone w kierunku łącznika (*bielle*),

r promień guzika korby, lub talerzyka,

f stosunek tarcia do ciśnienia powierzchni, będących w zetknięciu,

Powyższa formuła wyrazi się przez pramidło:

Aby obliczyć ilość działania, zużytego w czasie obrotu korby przez jej gałkę, lub talerzyk.

Mnoży się stosunek tarcia do ciśnienia powierzchni, będących w zetknięciu przez 6.28, przez wartość średnią działania, jakie gałka, lub talerzyk ma przenieść i przez promień tej gałki, lub talerzyka.

PRZYKŁAD. Jaka jest ilość działania, zużytego przez gałkę korby maszyny parowej siły 30 koni o niskim ciśnieniu?

Prędkość średnia tłoka jest 1^m.14 w ciągu sekundy, i końca łącznika ta sama; siła średnia do przeniesienia za pomocą tego łącznika jest:

$$P = \frac{30 \times 75}{1^m.14} = 1973^{\text{kil}}.7.$$

Jeżeli promień osi jest $r = 0^m.04$ i stosunek tarcia do ciśnienia $f = 0.08$, będziemy mieli na działanie zużyte wartość:

$$6.28 \times 0.08 \times 1973.7 \times 0.04 = 39^{\text{kil}}.66.$$

Liczba obrotów regulatora jest 19 razy na minutę, praca zużyta w ciągu sekundy przez to tarcie będzie:

$$\frac{19}{60} \times 39.69 = 12^{\text{km}}.57.$$

361. UWAGA NAD TALERZAMI PRZY KORBACH. Zauważano, że promień talerzy jest zawsze bardzo wielki w stosunku promienia łącznika, które porusza, i działanie, zużytkowane przez tarcie tych części, jest bardzo znaczne w porównaniu z działaniem użytkowym. Powinno się więc o tyle, o ile można nie używać talerzy, jak chyba do działania, które przedstawia bardzo mało oporu.

362. TARCIE W ZAZĘBIANIACH. Oblicza się ilość działania, zużytego przez tarcie zazębienia w ciągu jednej sekundy przez formułę:

$$0.329 n f Q \frac{m + m'}{m \times m'} r.$$

W której nazwano:

n liczba obrotów koła w 1 minucie,

Q działanie średnie na obwodzie koła, dającego ruch,

f stosunek tarcia do ciśnienia zębów kół, będących w zetknięciu,

m i m' ilość zębów w kołach,

r promień koła zasadniczy.

Formuła powyższa wyrazi się:

Aby obliczyć ilość pracy, zużytej przez tarcie zazębienia w ciągu 1",

Mnoży się liczba obrotów w 1" koła dającego ruch przez 0.329, przez stosunek tarcia do ciśnienia zębów będących w zetknięciu, przez działanie średnie na obwodzie koła dającego ruch, i przez promień koła zasadniczego.

Summa liczby zębów obu kół dzieli się przez iloczyn z tych liczb, a iloraz ten mnoży się przez poprzedni wypadek.

Ostateczny iloczyn, będzie szukaną ilością zużytego działania.

PRZYKŁAD. Jaka jest ilość działania, zużytego przez tarcie koła o drewnianych zębach, przenoszącego ruch na koło o zębach z żelaza lanego, smarowanych w sposób zwyczajny. Koło główne ma 240 zębów, odbierające ruch 60 zębów, działanie średnie, przenoszone z jednego koła na drugie 360 kil., liczba obrotów koła, przyjmującego działanie, jest 60 na minutę i promień jego obwodu zasadniczego równy 0^m.50?

Formuła daje:

$$0.329 \times 60 \times 0.08 \times 360^{\text{kil}} \times \frac{240 + 60}{240 \times 60} \times 0^{\text{m}}.50 = 5^{\text{km}}.92.$$

CIĄNIENIE POWÓZEK.

(*Tirage des voitures.*)

363. Liczne doświadczenia wykonane od r. 1837 do 1841 (*) na powózkach zawieszonych i nie zawieszonych, na drogach brukowanych, lub szosowanych, będących w rozmaitym stanie utrzymania, przyprowadziły do następujących wniosków:

Opór, stawiany przez drogi brukowane, lub szosowane ruchowi powózek, jest odniesiony do osi w kierunku równoległym od powierzchni ziemi i jest:

1° Proporcjonalny tak do ciśnienia jako też i odwrotnie do promienia kół.

2° Niezawisły od liczby kół i mniej więcej niezawisły od szerokości dzwon kół.

Na drogach ściśliwych takich, jak ziemie zwyczajne, piaski grube, żwir świeżo sypany, opór ten wzrasta, kiedy szerokość dzwon na kołach powiększa się.

Na drogach miękkich a ściśliwych takich, jak: ziemie słabe, piaski, w dobrym stanie, lub z powyżejdzanymi kolejami, opór jest niezawisły od prędkości dla powózek zawieszonych lub nie.

(*) *Experiences sur le tirage des voitures et sur les effets destructeurs qu'elles exercent sur les routes — par A. Morin, Paris 1842 L. Mathias libraire.*

W ruchu 1^m. na sekundę na bruku w dobrym stanie lub na drogach szosowanych, opór jest ten sam dla powózek na resorach lub bez resorów.

Na drogach szosowanych lub brukowanych opór zwiększa się z prędkością w sposób, że wzrost ten jest mniej więcej proporcjonalny do prędkości, począwszy od jednego metra w ciągu sekundy.

Powiększenie oporu w czasie ciągnięcia w stosunku działania prędkości jest o tyle mniejsze, o ile powózka jest mniej sztywna, lepiej zawieszona i droga mocniej związana. Jest ono bardzo małe między prędkością stępa i dobrego kłusa dla dyliżansów dobrze zawieszonych, i na drodze szosowanej w dobrym stanie, i która nie ma kamieni porzucanych po wierzchu drogi.

Na bruku szczelnie układanym opór w pociągu jest w stosunku $\frac{3}{4}$ do oporu na najlepszych drogach szosowanych i dla powózek dobrze zawieszonych; opór w kłusie jest ten sam na bruku co na drogach szosowanych w dobrym stanie. Lecz na bruku średnio utrzymywanym i szeroko układanym, jak bywa w wielu miastach, opór w kłusie nawet dla powózek najlepiej zawieszonych jest większy, jak na drogach szosowanych dobrze utrzymanych.

Siła pociągowa, odpowiadająca maximum działania użytkowego, powinna w ogóle wzrastać z oporem gruntu, i być o tyle większa, o ile promień kół przednich jest mniejszy od tylnych, co na drogach zwyczajnych przedstawia nam potrzebę zbliżyć się z kołami zawsze do linii horyzontalnej o tyle, o ile dozwoli budowa powózki.

Inne doświadczenia, czynione nad skutkami niszczenia drogi, jakie wywierają powózki, dały następujące wnioski:

1^o Prawo proporcjonalnego ładowania powózek do szerokości dzwon, prowadzi do przypuszczenia rozkładu jednostajnego ciśnienia na całej szerokości dzwona i jest wprowadzone, jako podstawa zasadnicza w dawnych taryfach, będących jeszcze w użyciu, ale to prawo z uwagi na konserwację dróg nie jest dokładne, albowiem według tego prawa powózki z szerokimi dzwonami mają niby więcej uszkadzać drogę, jak powózki z kołami o wązkich dzwonach.

2^o Przy naładowaniu jednakowem wozów, koła o wązkich dzwonach 0^m.060 czyli 2 $\frac{1}{2}$ cali zrzadzają w drogach szosowanych więcej uszkodzenia, jak dzwona szerokości 0^m.115 do 0^m.175, czyli 4 $\frac{1}{2}$ do 7 cali, lecz między dwoma ostatnimi wymiarami co do uszkadzania dróg jest już bardzo mała różnica.

Mając wzgląd przeto na konserwację dróg, nie ma korzyści wymagać dzwon szerszych nad 0^m.12, czyli 5 cali co do dróg szosowanych, a tém bardziej co do bruków.

3^o Przy równych naładowaniach i równych szerokościach dzwon w kołach, powózki mające koła większe mniej uszkadzają drogę, jak powózki o kołach mniejszych.

4^o Rozłożenie ładunku na kilka powózek chociaż wydaje to samo ciśnienie na grunt, o wiele wpływa na zmniejszenie uszkodzeń.

5^o Jeżeli obciążenie przechodzi 4000 kil. do 4500 kil., uszkadza drogi bardzo, jakikolwiek jest wymiar szerokości dzwon i średnicy kół.

6^o Przeniesienie ciężaru przez furmanki, używane w Francie-Comte zwane (*comtoises*) z dzwonami szerokimi 0^m.06, czyli 2 $\frac{1}{2}$ cali wydaje mniej zniszczenia w drodze, jak za pomocą bryk zwyczajnych furmańskich o szerokich dzwonach obładowanych w sposób, jak pozwalają dawne przepisy.

7^o Powózki zawieszone, uchodzące w kłusie 12000 do 13000^m na godzinę, uszkadzają daleko mniej drogi, jak niezawieszone, prowadzone stępa.

Wypadki z doświadczeń, czynionych nad siłą pociagową przy powózkach rozmaitych wymiarów, zwykle używanych w przemyśle, ułożono w załączającej się tablicy, która daje dla tych powózek stosunek siły pociągowej do całego obładowania, licząc i furmana, a to zastosowane do rozmaitych dróg, które się zwykle napotykają.

(Patrz załączoną tablicę poniżej).

Za pomocą téj tablicy, jest łatwo znaleźć siłę pociagową, jakiej wymaga powózka pełnej wagi i wymiarów danych na drodze znanej.

PRZYKŁAD PIERWSZY. Jaka jest siła pociagowa pewnego

dyliżansu ważącego 4400 kil., idącego dobrym kłusem po drodze żwirowej z Fontenebleau?

Tablica daje w tym wypadku na stosunek siły pociągowej do ładunku ułamek $\frac{1}{32.7}$, a ztąd siła pociągowa będzie

$$\frac{4400}{32.7} = 134^{\text{kil}}.5.$$

Każdy więc z pięciu koni, zwykle zakładanych do dyliżansu ciągnie siłą:

$$\frac{134.5}{5} = 26^{\text{kil}}.9.$$

PRZYKŁAD DRUGI. Jaka jest siła pociągowa tego samego powozu na drodze szabrowanej porzniętej kolejami, napełnionemi błotem gęstym, przy prędkości dobrego kłusa?

Tablica daje w tym wypadku za stosunek siły pociągowej do ciężaru $\frac{1}{14.9}$, siła pociągowa jest więc:

$$\frac{4400}{14.9} = 295^{\text{kil}}.3.$$

Każdy z 6 koni, które potrzeba wtedy zaprządz, ciągnie średnio:

$$\frac{295.3}{6} = 49^{\text{kil}}.2.$$

TABLICA ZBIOROWA

ROZMAITYCH WYPADKÓW Z DOŚWIADCZEŃ CZYNIONYCH NAD
SIŁĄ POCIĄGOWĄ PRZY TRANSPORTACH WOZOWYCH.

Objaśnienie:

W tablicy następującej jest oznaczone przez
l szerokość dzwona koła,
p promień piasty czyli osi,
r' promień kół przednich,
r'' promień kół tylnych,
fp stosunek tarcia do ciśnienia.

Określenie drogi, którą przechodzi powózka.	Ławety artylleryi: $l = 0^m.10$ do $0^m.12$ $p = 0^m.038$ $r' = r'' = 0^m.782$ $r' + r'' = 1^m.564$ $fp = 0.00247.$	Jaszczyki: $l = 0^m70$ do $0^m.75$ $p = 0^m.038$ $r' = 0^m.575$ $r'' = 0^m.780$ $r' + r'' = 1^m.35$ $fp = 0.00247.$	Wozy używa- ne w Franche- comte: $l = 0^m.06$ do $0^m.07$ $p = 0^m.027$ $r' = 0^m.625$ $r'' = 0^m.725$ $r' + r'' = 1^m.35$ $fp = 0.00175.$
Droga ziemna zwyczajna w dobrym stanie mniej więcej sucha	$\frac{1}{34.8}$	$\frac{1}{30.1}$	$\frac{1}{31.0}$
Droga o podstawie stałej pokryta warstwą żwiru $0^m.03$ do $0^m.04$ grubo .	$\frac{1}{13.6}$	$\frac{1}{11.8}$	$\frac{1}{11.9}$
Droga pokryta żwirem $0^m.05$ do $0^m.06$ grubo .	$\frac{1}{11.6}$	$\frac{1}{10.1}$	$\frac{1}{10.1}$
Podstawa z ziemi stałej, pokryta warstwą $0^m.10$ do $0^m.15$ żwiru w stanie nowym	$\frac{1}{10.8}$	$\frac{1}{9.3}$	$\frac{1}{9.4}$
Droga pokryta śniegiem nie utartym	$\frac{1}{18.4}$	$\frac{1}{16.0}$	$\frac{1}{16.2}$
Grunty z ziemi twardej, pokryte warstwą piasku mieszanego ze żwirem $0^m.10$ do $0^m.15$ grubości.	$\frac{1}{10.2}$	$\frac{1}{8.1}$	$\frac{1}{8.9}$
Drogi szosso- wane.	w dobrym stanie sucha i zwarta	$\frac{1}{62.7}$	$\frac{1}{54.3}$
	kłusa	$\frac{1}{50.5}$	$\frac{1}{57.5}$
	cokolwiek wilgo- tna albo nakryta pyłem, mająca gdzie niegdzie kamienie poroz- rzucone po sobie	$\frac{1}{44.8}$	$\frac{1}{38.7}$
			$\frac{1}{40.3}$
	bardzo mocne z wielkimi nieró- wnościami	$\frac{1}{54.1}$	$\frac{1}{46.8}$
		$\frac{1}{49.1}$	

Wozy furmańskie: l=0m.10 do 0m.12 p=0m.032.		Wozy zwyczaj. 2 kółne. l=0m.10 do 0m.12 p=0m.032.		Dyllizansze: l=0m.10 do 0m.12 p=0m.032 r'+r''=1m.15 fp=0.00208.		Powozy z siedzeniami wiszącymi. l=0m.07 do 0m.08 p=0m.027 r'=0m.45 r''=0m.70 r'+r''=1m.15 fp=0.00175.	
$r' = 0m.450$ $r'' = 0m.750$ $r' + r'' = 1.20$ $fp = 0.00208.$	$r' = 0.55$ $r'' = 0.85.$ $r' + r'' = 1.40$ $fp = 0.00208.$	$r' = 0m.80$ $fp = 0.00208.$	$r' = 1m.00$ $fp = 0.00208.$				
$\frac{1}{27.2}$	$\frac{1}{31.7}$	$\frac{1}{36.3}$	$\frac{1}{45.4}$	stępo i	$\frac{1}{26.4}$	$\frac{1}{26.4}$	
$\frac{1}{10.5}$	$\frac{1}{12.3}$	$\frac{1}{14.0}$	$\frac{1}{17.5}$	klusa	$\frac{1}{10.1}$	$\frac{1}{10.1}$	
$\frac{1}{8.9}$	$\frac{1}{10.4}$	$\frac{1}{11.9}$	$\frac{1}{14.9}$	"	$\frac{1}{8.6}$	$\frac{1}{8.6}$	
$\frac{1}{8.3}$	$\frac{1}{9.7}$	$\frac{1}{11.1}$	$\frac{1}{13.9}$	"	$\frac{1}{8.0}$	$\frac{1}{8.0}$	
$\frac{1}{14.3}$	$\frac{1}{16.7}$	$\frac{1}{19.0}$	$\frac{1}{23.8}$	"	$\frac{1}{13.7}$	"	
$\frac{1}{7.9}$	$\frac{1}{9.2}$	$\frac{1}{10.5}$	$\frac{1}{13.1}$	stępo i	$\frac{1}{7.5}$	$\frac{1}{6.9}$	
$\frac{1}{49.9}$	$\frac{1}{58.0}$	$\frac{1}{66.2}$	$\frac{1}{82.8}$	klusa	$\frac{1}{47.6}$	$\frac{1}{49.0}$	
				truchta	$\frac{1}{40.9}$	$\frac{1}{41.8}$	
				klusa	$\frac{1}{39.7}$	$\frac{1}{40.6}$	
				stępo	$\frac{1}{33.7}$	$\frac{1}{34.3}$	
$\frac{1}{35.2}$	$\frac{1}{41.0}$	$\frac{1}{47.0}$	$\frac{1}{58.6}$	truchta	$\frac{1}{26.8}$	$\frac{1}{27.2}$	
				klusa	$\frac{1}{24.3}$	$\frac{1}{24.6}$	
				stępo	$\frac{1}{40.8}$	$\frac{1}{41.8}$	
$\frac{1}{42.8}$	$\frac{1}{49.8}$	$\frac{1}{56.9}$	$\frac{1}{71.0}$	truchta	$\frac{1}{26.5}$	$\frac{1}{27}$	
				klusa	$\frac{1}{22.6}$	$\frac{1}{22.8}$	

Określenie drogi którą przechodzi powózka.	Ławety artylleryi: $l=0m.10$ do $0m.12$ $p=0m.038$ $r'+r''=0m.782$ $r'+r''=1m.564$ $fp=0.00247.$	Jaszczyki: $l=0m.70$ do $0m.75$ $p=0m.038$ $r'=0m.575$ $r''=0m.780$ $r'+r''=1m.35$ $fp=0.00247.$	Wozy używa- ne w Franche- comte. $l=0m.06$ do $0m.07$ $p=0m.027$ $r'=0m.625$ $r''=0m.725$ $r'+r''=1m.35$ $fp=0.00175.$
mocna lekko u- tarta i mająca błoto płynne .	$\frac{1}{34.8}$	$\frac{1}{30.1}$	$\frac{1}{31.0}$
mocna z powyje- żdżanemi kole- jami i błotnista.	$\frac{1}{28.5}$	$\frac{1}{24.6}$	$\frac{1}{25.2}$
uszkodzona w części i wiele błota mająca .	$\frac{1}{24.1}$	$\frac{1}{20.8}$	$\frac{1}{21.3}$
bardzo popsuta, koleje powyrzy- nane $0m.06$ do $0m.08$ głęboko, pełna błota . .	$\frac{1}{18.4}$	$\frac{1}{15.9}$	$\frac{1}{16.2}$
bardzo zła, koleje $0m.10$ do $0m.12$ głębokie, błoto wielkie, twarde dno alenierówne.	$\frac{1}{16.5}$	$\frac{1}{14.3}$	$\frac{1}{14.4}$

Wozy furmańskie: $l=0m.10$ do $0m.12$ $p=0m.032.$	Wozy zwyczaj. 2 kółne. $l=0m.10$ do $0m.12$ $p=0m.032.$	Dyllizanse: $l=0m.10$ do $0m.12$ $p=0m.032$ $r'+r''=1m.15$ $fp=0.00208.$	Powozy z siedzeniami wiszącymi. $l=0m.07$ do $0m.08$ $p=0m.027$ $r'=0m.45$ $r''=0m.70$ $r'+r''=1m.15$ $fp=0.00175.$
$r'=0m.450$ $r''=0m.750$ $r'+r''=1.20$ $fp=0.00208.$	$r'=0.55$ $r''=0.85$ $r'+r''=1.40$ $fp=0.00208$	$r'=0m.80$ $fp=0.00208.$	$r'=1m.00$ $fp=0.00208.$
$\frac{1}{27.2}$	$\frac{1}{31.7}$	$\frac{1}{36.2}$	$\frac{1}{45.2}$
			stepo $\frac{1}{26.1}$
			truchta $\frac{1}{21.7}$
			klusa $\frac{1}{20.0}$
			stepo $\frac{1}{21.0}$
$\frac{1}{22.2}$	$\frac{1}{25.8}$	$\frac{1}{29.5}$	$\frac{1}{36.9}$
			truchta $\frac{1}{18.5}$
			klusa $\frac{1}{17.4}$
			stepo $\frac{1}{17.9}$
$\frac{1}{18.7}$	$\frac{1}{21.8}$	$\frac{1}{24.9}$	$\frac{0}{31.1}$
			truchta $\frac{1}{15.8}$
			klusa $\frac{1}{14.9}$
			stepo $\frac{1}{13.7}$
$\frac{1}{14.3}$	$\frac{1}{16.7}$	$\frac{1}{19.0}$	$\frac{1}{23.8}$
			truchta $\frac{1}{12.4}$
			klusa $\frac{1}{11.8}$
			stepo $\frac{1}{12.2}$
$\frac{1}{12.7}$	$\frac{1}{14.9}$	$\frac{1}{17.0}$	$\frac{1}{21.2}$
			truchta $\frac{1}{10.5}$

Określenie drogi którą przechodzi powózka.	Lawety artylleryi: $l=0m.10$ do $0m.12$ $p=0m.038$ $r'=r''=0m.782$ $r'+r''=1m.564$ $fp=0.00247.$	Jaszczyki: $l=0m.70$ do $0m.75$ $p=0m.038$ $r'=0m.575$ $r''=0m.780$ $r'+r''=1m.35$ $fp=0.00247.$	Wozy używa- ne w Franche- comte. $l=0m.06$ do $0m.07$ $p=0m.027$ $r'=0m.625$ $r''=0m.725$ $r'+r''=1m.35$ $fp=0.00175.$
zwyczajne suche.	$\frac{1}{75.7}$	$\frac{1}{64.6}$	$\frac{1}{69.2}$
Bruki { wstanie zwyczaj- nym wilgotne i pokryte błotem.	$\frac{1}{58.1}$	$\frac{1}{50.3}$	$\frac{1}{52.9}$
z kamienia śre- dniego Sierak ściśnione . .	$\frac{1}{80.9}$	$\frac{1}{70.0}$	$\frac{1}{75.5}$
Pomosty drewniane . .	$\frac{1}{54.1}$	$\frac{1}{46.8}$	$\frac{1}{49.1}$

Wozy furmańskie: $l=0m.10$ do $0m.12$ $p=0m.032.$ $r'=0m.450$ $r''=0m.750$ $r'+r''=1.20$ $fp=0.00208.$	Wozy zwycz. 2 kółne: $l=0m.10$ do $0m.12$ $p=0m.032.$ $r'=0.55$ $r''=0.85$ $r'+r''=1.40$ $fp=0.00208.$	Dyllizanse: $l=0m.10$ do $0m.012$ $p=0m.032$ $r'+r''=1m.15$ $fp=0.00208.$	Powozy z siedzeniami wiszącymi: $l=0m.07$ do $0m.08$ $p=0m.027$ $r'=0m.45$ $r''=0m.70$ $r'+r''=1m.15$ $fp=0.00175.$
$\frac{1}{59.6}$	$\frac{1}{69.5}$	$\frac{1}{79.9}$	$\frac{1}{99.9}$
			stępo $\frac{1}{57.1}$
			truchta $\frac{1}{38.1}$
			klusa $\frac{1}{32.7}$
			stępo $\frac{1}{44.0}$
$\frac{1}{46.0}$	$\frac{1}{53.5}$	$\frac{1}{64.2}$	$\frac{1}{76.5}$
			truchta $\frac{1}{32.9}$
			klusa $\frac{1}{29.2}$
			stępo $\frac{1}{62.0}$
$\frac{1}{64.7}$	$\frac{1}{75.5}$	$\frac{1}{86.3}$	$\frac{1}{107.9}$
			truchta $\frac{1}{42.0}$
			klusa $\frac{1}{36.2}$
$\frac{1}{42.8}$	$\frac{1}{49.8}$	$\frac{1}{69}$	$\frac{1}{71}$
			stępo $\frac{1}{40.8}$
			i klusa $\frac{1}{41.8}$

OPÓR CIAŁ

I RÓWNOWAGA BUDOWLI.

PRAWIDŁA PRAKTYCZNE I WYPADKI Z DOŚWIADCZEŃ, ODNO-
SZĄCE SIĘ DO ROZMAITYCH CIAŁ, PODDANYCH CIŚNIENIU,
JAKO TO: MURÓW, KOLUMN, SŁUPÓW, PALI, PODPÓR I T. P.

364. Doświadczenia, wykonywane przez panów, Rondelet, Gauthey, G. Resnie i Vicat, wskazały:

1° Że wartości fizyczne kamieni, jakimi są: twardość, ciężkość gatunkowa i kolor, nie mogą służyć za skazówkę do dokładnego sądzenia o ich mocy oporu.

2° Że w jednej i tej samej kopalni kamienie, które pochodzą z boków, są mniej mocne, jak pochodzące z samego środka kopalni.

3° Że dla ciał tego samego kształtu i gatunku, moc oporu jest proporcjonalna do powierzchni przecięcia poprzecznego.

4° Że dla ciał tej samej natury, opór jest największy, kiedy ciało ma kształt sześcianu.

5° Że oznaczwszy opór jednego sześcianu przez jedność, to opór walca wpisanego, wstawionego na podstawę tego sześcianu będzie 0.80, wstawionego na jeden z kantów będzie 0.32, a kuli wpisaną 0.26.

6° Że kamienie twarde ustępują łatwo ciśnieniu i rozdzielają się na blaszki i igły bez spójności i prędko rozsypują się.

7° Że kamienie kruche dzielą się w pierwszej chwili zerwania na piramidy, albo ostrokągi, mające za podstawy ściany górne, lub dolne.

8° Że moc podpór zmniejsza się o tyle, o ile więcej są złożone z części.

9° Że w budowach zwyczajnych nie powinno się obciążać kamienia ciosowego, jak $\frac{1}{10}$, a kamienia zwyczajnego surowego jak $\frac{1}{30}$ częścią tego ciężaru, który może być przez nie zniesiony w największym ciśnieniu.

10° Że drzewo, poddane pod ciśnienie pionowe, którego długość nie wiele przechodzi przecięcie poprzeczne kwadratowe, zwykle pęka, robiąc nabrzmiałość na poprzek i łupiąc się w całej długości, ale gdy długość przechodzi 10 do 12 razy grubość przecięcia, to sztuki obciążone, gną się coraz więcej, aż na koniec pękają na poprzek.

11° Że obciążenia stałe, które może znieść sztuka drzewa, pod ciśnieniem pionowym, powinno być najwięcej $\frac{1}{10}$ częścią tego, jakie sprawia złamanie.

12° Że obciążenie ciągłe, jakie może być znoszone przez odlewy żelazne, powinno być najwięcej $\frac{1}{3}$ częścią tego, któreby działało na ich złamanie.

Podług ogólnych wypadków doświadczeń bezpośrednich i z spostrzeżeń, czynionych nad wykonanymi już budowlami, ułożono następującą tablicę, która daje wagi, jakie z całem bezpieczeństwem mogą być znoszone przez podpory rozmaitych rodzajów, poddanych pod działanie gniecenia.

CIĘŻARY, KTÓREMI MOŻNA OBCIĄŻAĆ Z CAŁYM BEZPIECZEŃSTWEM
PODPORY, PODDANE SIŁE CIŚNIENIA, JAKO TO: MURY, KOLUMNY, SŁUPY,
PAŁE I T. P. NA CENTIMETR KWADRATOWY PRZECIĘCIA POPRZECZNEGO.

Oznaczenie ciał.	Waga decimetra kubicz- nego.	Waga, którą mogą być obciążone cia- ła bez złamania się gdy wymiar dłu- gości nie przecho- dzi 12 razy gru- bości.
<i>Kamienie wulkaniczne, granitowe, glinkowe i krzemienie.</i>		
Bazalt Szwedzki i z Auvergne.	2.95	200
Porfir	2.87	247
Lawa twarda Wezuwiuszu.	2.60	59
— krucha Neapolu	1.97	23
Granit zielony	2.85	62
— szary z Bretanii	2.74	65
— — z Vosges	2.64	42
— z Normandyi zwany Gatmos	2.66	70
Kamień polny bardzo twardy biały lub różowy	2.50	87
Kamień polny kruchy biały lub ró- żowy.	2.49	0.4
Kamień szary glinkowy Florencki	2.56	42
<i>Kamienie wapienne.</i>		
Marmur czarny z Flandryi	2.72	79
— biały żyłkowany	2.69	31
Kamień czarny z St. Fortunat twar- dy muszlowy	2.65	63
Kamień wapienny twardy o drobnym ziarnie.	2.44	44
Kamień wapienny czysty cokolwiek muszlowy	2.29	17
Kamień wapienny kruchy wytrzyma- ły na wodę	1.80	6
Kamień wapienny kruchy uszkodza- ny przez wodę	1.56	2
Kamień wapienny żółty z skamienia- łościami.	2.20	18
Kamień wapienny niebieski, dający wapno hydrauliczne	2.60	30

DOKOŃCZENIE.

Oznaczenie ciał.	Waga decimetra kubicz- nego.	Waga, którą mogą być obciążone cia- ła bez złamania się gdy wymiar dłu- gości nie przecho- dzi 12 razy gru- bości.
<i>Cegły.</i>		
Cegła twarda dobrze wypalona	1.56	15
— czerwona —	2.17	6
— blado-różowa	2.09	4
— zeszkłona czyli przepalona	"	9
<i>Tynki i zaprawy.</i>		
Gips rozczyniony wodą	"	5
— z mlekiem wapiennym.	"	7.3
Zaprawa zwyczajna wapna z pias- kiem.	"	3.5
Zaprawa na cyment albo z dachówką tłuczoną	"	4.8
Zaprawa z grubym zwirem tłuczo- nym	"	2.9
Zaprawa z puzzolaną Neapolitańską i Rzymską.	"	3.7
Beton z dobrej zaprawy ośmnasto- miesięczny.	"	4.0

Określenie ciała.	Ciężar, którym można obciążyć ciała z bezpieczeństwem, kiedy stosunek długości do najmniejszego wymiaru jest:			
	12 i niżej	12	24	48
<i>Drzewa.</i>				
	kil.	kil.	kil.	kil.
Dąb twardy	30 do 40	25.0	15.0	5.0
Dąb słaby	19.0	8.4	5.6	„
Jodła żółta lub różowa	40 do 50	35.0	20.0	7.5
Jodła biała	9.7	8.0	4.9	„
<i>Metale.</i>				
Żelazo kute	1000	835	500	167
— lane	2000	1670	1000	333
Odlewy miedziane	823	„	„	„

365. ZASTOSOWANIE POWYŻSZYCH WYPADKÓW, W BUDOWLACH Z KAMIENIA NIEOBROBIONEGO. W zastosowaniu powyższych wypadków, zamieszczonych w tablicy przy budowlach, wystawionych z kamienia surowego na wapno, nie powinno się nigdy przyjmować obciążenia większego jak w połowie tego, które się znajdzie w tablicy dla kamienia odpowiedniego gatunku, albowiem tablica ułożoną została dla budowli z kamieni ciosanych, czyli obrabianych, i to większych wymiarów.

366. OZNACZENIE CIŚNIENIA, KTÓRE MOŻE SPOWODOWAĆ ZAWALENIE. Otrzyma się ciśnienia, które mogą działać zawalenie się, czyli zgniecenie ciał, mnożąc odpowiednie liczby zamieszczone w tablicy powyższej przez 10, co do kamieni i drzewa, a przez 5 co do metali.

367. PAŁOWANIE (*Pilots*). Ponieważ pale są schowane w całej rozciągłości w ziemi, przeto można je z całą pewno-

ścią obciążać 30 do 35 kilogramów na centimetr kwadratowy przecięcia poprzecznego.

Prawidła Rondelet'a dla pali, których długość zaczopowania jest 16 razy większa od ich średnicy, odpowiada ciśnieniom nawet znacznie większym.

Pale powinny być bite dopóty, aż w każdych 30 uderzeniach ostatnich babą, ważącą 300 do 400 kil., spadającą z wysokości 1^m.30, nie będą się zagłębiały więcej jak 8 do 10 milimetrów.

PRZYKŁAD PIERWSZY. Budowla, która ma mieć ciężaru 15,000,000 kilogr., powinna być postawiona na palach. Pale, które mamy użyć, mają 0^m.30 średnicy. Ile ich wbić potrzeba, aby bezpiecznie fundament zniósł ciężar budowli?

Prawidło niniejsze daje na obciążenie, które można dać jednemu palowi:

$$\frac{(30)^3}{1.273} \times 35 = 24745 \text{ kilog.}$$

Potrzeba więc pali:

$$\frac{15,000,000}{24745} = 606 \text{ pali,}$$

które się rozłożą w ten sposób, aby ciężar był równo rozłożony, o ile można na każdy pal po szczególe.

PRZYKŁAD DRUGI. Ta sama budowla co powyżej, ma być wzniesiona na betonie z dobrej zaprawy hydraulicznej. Jaka będzie powierzchnia podmurowania, które powinno się położyć na betonie?

Podług powyższej tablicy będzie:

$$\frac{15000000}{40000} = 375 \text{ mk,}$$

przypuszczając, że ciężar ma być równo rozłożony, gdyby tak nie było, potrzebaby zrobić oddzielny rachunek dla każdej części, mającego się dać fundamentu, stosownie do tego, jaki go będzie ciężar przyniatać.

UWAGA. W tym przykładzie nie miano względu na ścisłość gruntu, co często powinno być bardzo ważnym dla oznaczenia powierzchni podmurowania.

**PRAWIDŁA DO OZNACZENIA PRZEDŁUŻENIA,
JAKIE PRZYJMUJĄ NIEKTÓRE CIAŁA, GDY SĄ OBCIĄŻANE
W KIERUNKU SWOJEJ DŁUGOŚCI.**

368. Kiedy ciało w kierunku swojej długości jest ciągnięte tak, że przedłużenie, jakie ztąd wynika nie przechodzi sprężystości, doświadczenie pokazuje, że przedłużenia całe są:

1° Proporcjonalne do długości ciała.

2° Wprost przeciwnie powierzchni poprzecznego przecięcia ciała.

3° Proporcjonalne do działania, wywartego aż do pewnej granicy szczegółowej, właściwej dla każdego ciała, i będącej największym przedłużeniem, a za granicę którego posunięte naciągnięcie, sprawia, że ciało nie wraca do swego pierwotnego stanu i położenia, chociaż przestanie na niego działać siła, jaka go wyciąga.

Podług tych wypadków można obliczyć przedłużenie, jakie przyjmuje ciało graniasto-słupowe, lub walcowe, poddane w kierunku długości pod daną siłę ciągnięcia, przez formułę następną:

$$i = \frac{P}{EA},$$

w której znaczy:

i przedłużenie ciała na metr długości, wyrażone w metrach,
 P podłużna siła ciągnięcia, która stara się przedłużyć dane ciało,

A powierzchnia poprzecznego przecięcia ciała, wyrażona w millimetrach kwadratowych,

E liczba stała dla każdego ciała, którą nazywają współczynnikiem, czyli modulem sprężystości, wyrażająca w kilogramach wagę, jakaby była zdolna przedłużyć włókna o ilość równą długości pierwotnej belki graniastosłupowej, wyrobionej

z tej samej materii i mającej jedność za powierzchnię przecięcia poprzecznego, jeżeli podobna zmiana w wymiarach byłaby możliwa, bez zmiany ważności dla E .

Ważności na E odpowiednie rozmaitym ciałom najczęściej używanym w budownictwie, mającym 1 millimetr kwadratowy powierzchni przecięcia tak jakoteż ważności dla i i P odpowiednie granicom przedłużenia i obciążenia, jakie nie może przejść bez zniszczenia tej sprężystości, są zamieszczone w tablicy następnej, ułożonej przez p. Poncelet.

WAŻNOŚCI WSPÓŁCZYNNIKA SPRĘŻYSTOŚCI E PRZEDŁUŻENIA,
ODPOWIADAJĄCEGO GRANICY SPRĘŻYSTOŚCI NATURALNEJ, ORAZ
WAŻNOŚCI OBCIĄŻENIA ODPOWIEDNIEGO TEJŻE GRANICY.

Wyszczególnienie ciał.	Przedłużenie odpowiednie granicy sprężystości naturalnej.	Obciażenie na milimetr kwadr. odpowiadające tej granicy.	Ważność współczynnika E sprężystości na milimetr kwadr.
<i>Drzewa.</i>			
Dąb.	$\frac{1}{600} = 0.00167$	kil. 2.00	kil. 1200
Jodła żółta lub biała . . .	$\frac{1}{850} = 0.00117$	2.17	1300
Sosna lub jodła różowa . .	$\frac{1}{470} = 0.00210$	3.15	1500
Modrzew	$\frac{1}{620} = 0.00192$	1.73	900
Buk.	$\frac{1}{570} = 0.00175$	1.63	930
Jesion	$\frac{1}{885} = 0.00113$	1.27	1120
Wiąz	$\frac{1}{414} = 0.00242$	2.35	970
<i>Metale.</i>			
Żelazo giętkie w drobnych drutach.	$\frac{1}{1250} = 0.00080$	14.75	18000
Żelazo w sztabach	$\frac{1}{1520} = 0.00066$	12.205	20000
Stal niemiecka dobrego gatunku przetapiana w oliwie	$\frac{1}{835} = 0.00120$	25.00	21000
Stal wyborowa hartowana i przetapiana w oliwie . .	$\frac{1}{4500} = 0.000222$	66.00	30000
Żelazo lane drobno ziarniste.	$\frac{1}{1200} = 0.00083$	10.00	12000
Druty miedziane	"	"	13100

DOKOŃCZENIE.

Wyszczególnienie ciał.	Przedłużenie odpowiednie granicy sprężystości naturalnej.	Obciażenie na milimetr kwadr. odpowiadające tej granicy.	Ważność współczynnika E sprężystości na milimetr kwadr.
Druty mosiężne	$\frac{1}{742} = 0.00135$	kil. 15.00	kil. 10000
Mosiądz odlewany	$\frac{1}{1320} = 0.00076$	4.80	6450
Brąz w działach lany . . .	$\frac{1}{1590} = 0.00063$	2.00	3200
Druty ołowiu najlepszego, wyciągane na zimno z 4 ^{ch} milimetrów średnicy . .	$\frac{1}{1490} = 0.00067$	0.40	600
Drót ołowiany z gatunku używanego w handlu wyciągany na zimno z 6 milim. średnicy	$\frac{1}{2000} = 0.00050$	0.40	800
Ołów zwyczajny odlewany .	$\frac{1}{477} = 0.00210$	1.00	500

WYPADKI Z DOŚWIADCZEŃ PANÓW CHEVANDIER
I WERTHEIM, NAD DRZEWEM Z VOSGES.

Rodzaj drzewa.	Przedłużenie, odpowiednie naturalnej sprężystości.	Ciśnienie na millim. kwadr. odpowiednie granicy sprężystości.	Ważność dla współczynnika sprężystości E na mill. kw.
	m.	kil.	kil.
Akacya	0.00253	3.188	1261.9
Jodła	0.00193	2.153	1113.2
Grabina	0.00118	1.282	1085.7
Brzoza	0.00162	1.617	997.2
Buk	0.00236	2.317	980.4
Dąb	0.00254	2.349	921.8
Sosna	0.00289	1.633	564.1
Wiąz	0.00158	1.842	1165.3
Jawor	0.00098	1.139	1163.8
Jesion	0.00111	1.246	1121.4
Olsza	0.00101	1.121	1108.1
Osieczyna	0.00096	1.035	1075.9
Klon	0.00105	1.068	1021.4
Topola	0.00195	1.007	517.2

WSPÓŁCZYNNIK SPRĘŻYSTOŚCI DRZEW, WYMIARÓW
UŻYWANYCH W PRAKTYCE, POCHODZĄCYCH Z VOSGES.

Rodzaj drzewa.	W y m i a r y.			Współ- czynnik sprę- żystości.	U w a g i.
	długość	szerok.	grubość		
	m.	cent.	cent.	kil.	
Jodła	14.00	29.0	32.4	1136.7	
	13.00	25.5	28.4	1156.7	
	10.48	22.3	24.3	1026.9	
	10.46	17.0	19.6	1245.0	
	10.47	9.3	12.3	1257.6	Krokwie.
	4.24	24.6	5.4	1089.6	Bale.
	4.25	24.1	2.8	1202.2	Deski.
Średni				1159.2	
Dąb	5.87	23.2	25.3	825.1	
	6.11	21.7	23.7	822.3	
	7.06	19.1	22.0	858.9	
	6.82	16.0	18.9	1007.0	
	6.54	13.7	16.1	638.1	
	4.01	8.3	8.1	601.3	Krokwie.
	4.00	7.8	8.04	774.3	Krokwie.
	6.50	29.3	5.46	965.8	Bale.
	3.65	14.3	4.22	1210.7	Tarcice.
	3.37	24.2	2.82	1251.2	Tarcice.
	Średni			895.5	

369. UŻYCIE POPRZEDNIEJ TABLICY I PRAWIDŁA.

Aby obliczyć za pomocą tej tablicy przedłużenie, jakie przyjmuje ciało graniastosłupowe, lub walcowe przecięcia danego A, pod działaniem siły daną P; dzieli się siła ta P przez powierzchnię przecięcia poprzecznego ciała, wyrażoną w millimetrach kwadratowych, a iloraz będzie siłą ciągnięcia, odpowiednią powierzchni każdego millimetra kwadratowego.

Przedłużenie na metr bieżący będzie czwartą proporcjonalną do obciążenia na millimetr kwadratowy, odpowiadający granicy sprężystości do przedłużenia, pochodzącego od tego obciążenia i do obciążenia, działającego na ciało, na każdy millimetr kwadratowy.

Przedłużenie całe będzie iloczynem z przedłużenia na metr bieżący przez długość ciała w metrach.

PRZYKŁAD. Jakie jest przedłużenie drąga żelaznego okrągłego, mającego 25 millimetrów średnicy 8^m długości, pod obciążeniem 4000 kil.?

Obciążenie na każdy millimetr kwadr. przecięcia poprzecznego drąga jest:

$$\frac{4000 \times 1.273}{(25)^2} = 8 \text{ kil.15.}$$

Obciążenie, odpowiednie granicy sprężystości dla żelaza w sztabach jest, podług tablicy n° 368 12^{kil.205} na millimetr kwadrat., i przedłużenie odpowiednie, równe 0.00066, będzie więc proporcya:

$$12.25 : 0.00066 = 8.15 : x,$$

z czego:

$$x = \frac{8.15 \times 0.00066}{12.205} = 0^m.00044,$$

to jest wypadek na długość metra bieżącego, z czego będzie:

$$0.00044 \times 8 = 0^m.00352,$$

to jest przedłużenie dla całego drąga, długiego 8 metrów.

370. OPÓR PROSTOPADŁY DO PROMIENIA WŁÓKIEŃ DRZEWA. Doświadczenia panów Chevandier i Wertheim okazały, że opór drzewa w obu kierunkach prostopadle do włókien jest słabszy, jak w kierunku włókien, i dla tego ułożono współczynniki sprężystości i ich kohezji, albo obciążenia na millimetr kwadratowy, zdolnego sprawić rozerwanie, jak następuje:

WAŻNOŚCI WSPÓŁCZYNNIKA SPRĘŻYSTOŚCI E
I OBCIĄŻENIA NA MILLIMETR KWADRATOWY, ZDOLNEGO SPRAWIĆ
ROZERWANIE DRZEWA W KIERUNKACH PROSTOPADŁYCH
DO WŁÓKIEŃ.

Gatunek drzewa. (Drzewa z Vosges).	W kierunku podłużnym czyli promienia.		W kierunku poprzecznym czyli stycznej do ob- wodu koła.	
	Współ- czynnik sprężystości E.	Ciężar na millim. kw. zdolny sprawić ro- zerwanie.	Współ- czynnik sprężystości E.	Ciężar na millim. kw. zdolny sprawić ro- zerwanie.
	kil.	kil.	kil.	kil.
Grab	208.4	1.007	103.4	0.608
Osiczyzna	107.6	0.171	43.7	0.414
Olsza	98.3	0.329	59.4	0.175
Jawor	134.9	0.522	80.5	0.610
Klon	157.1	0.716	72.7	0.371
Dąb	188.7	0.582	129.8	0.406
Brzoza	81.1	0.823	155.2	1.063
Buk	269.7	0.885	159.3	0.752
Jesion	111.3	0.218	102.0	0.408
Wiąz	122.6	0.345	63.4	0.366
Topola	73.3	0.146	38.9	0.214
Akacia	170.3	„	152.2	1.321
Jodła	94.5	0.220	34.1	0.297
Sosna	97.7	0.256	28.6	0.196

371. GRANICA OBCIĄŻENIA, JAKIE MOŻNA Z BEZPIECZEŃSTWEM ZASTOSOWAĆ DO CIAŁ, UŻYWANYCH W BUDOWNICTWIE. W budowlach stałych, będzie roztropnie nie obciążać ciał, jak tylko w połowie tego, co jest wykazane w tablicy na granicę zniszczenia sprężystości.

Jednakże w budowlach, któreby nie były wystawione na rozmaite działanie, ani też bardzo przedłużone, i dla których lekkość byłaby jednym z głównych warunków, można przyjąć wielkość obciążenia do $\frac{3}{4}$ części téj, jaka odpowiada granicy sprężystości.

DALSZY CIĄG.

Wyszczególnienie ciał.	Działanie na millimetr kwadratowy	
	Zdolne sprawić rozerwanie.	Które można przyjąć z bezpieczeństwem w budowie.
	kil.	kil.
Druty żelazne { mocne 0 ^{mil} .23 średnicy mocniejsze 0 ^{mil} .5 do 1 ^{mil} . średnicy nie prze- { słabsze wielkich średnic palane. { średnie od 1 ^{mil} do 3 ^{mil} średnic dnicy	90.00 80.00 50.00 60.00	15.00 13.33 8.33 10.00
Drut żelazny w krążkach.	30.00	5.00
Łańcuchy { zwyczajne o okach pod- z żelaza { łożnych. wzmocnione przez wiąża- giętkiego. { dla (<i>étançons</i>).	24.00 32.00	4.00 5.33
Odlewy { najmocniejsze lane pio- z surow- { nowo cu. { najsłabsze lane poziomo topiona lub ogrzewana w piasku, wyciągana pod młotem, w małych wy- miarach	13.50 12.50 100.00	2.25 2.17 16.67
Stal. { najgorsza, w dużych roz- miarach, źle hartowana. średnia, w dużych rozmiarach źle hartowana	36.00 75.00	6.00 12.50
Brąz armatni średni	23.00	3.83
Miedź { walcowana w kierunku długości czerwona. { walcow. gatunku lepszego. kuta łana	21.00 26.00 25.00 13.40	3.50 4.33 4.17 2.33
Mosiądz wyborowy	12.60	2.10
Miedź { najmocniejsza mniej jak czerw. w { 1 ^{mil} średnicy drutach { średnia 1 do 2 ^{mil} średnicy. nie prze- { najgorsza palanych.	70.00 50.00 40.00	11.67 8.33 6.67

DALSZY CIĄG.

Wyszczególnienie ciał.	Działanie na millimetr kwadratowy	
	Zdolne sprawić rozerwanie.	Które można przyjąć z bezpieczeństwem w budowie.
	kil.	kil.
Mosiądz { najmocniejszy mniej jak w drutach { 1 ^{mil} średnicy nie prze- { średni mniej jak 1 ^{mil} średnic palanych. { dnicy	85.00 50.00	14.16 8.33
Drut { hartowany, nie przepalony, pla- { 0 ^{mil} .27 średnicy tynowy. { hartowany, przepalony	116.00 34.00	19.33 5.67
Cyna lana	3.00	0.50
Cynk lany	6.00	1.00
Cynk walcowany	5.00	0.833
Ołów lany	1.28	0.213
Ołów walcowany	1.35	0.225
Drót ołowiany kupulowany z 4 ^{mil} średnicy	1.36	0.227
<i>Liny.</i>		
Kordele i liny okrętowe z konopi 13 do 14 ^{mil} średnicy	8.8	4.40
Kordele i liny okrętowe z konopi 23 ^{mil} średnicy	6.0	3.0
Kordele i liny okrętowe z konopi 40 do 54 ^{mil} średnicy	5.5	2.75
Stare liny 23 ^{mil} średnicy	4.2	2.10
Pasy skórzane garbowane na czarno.	"	0.20
<i>Kamienie.</i>		
Bazalt z Auvergne	77.00	7.70
Kamień wapienny Portlandzki	60.00	6.00
" biały, drobnego ziarna, jednorodny	14.40	1.44
Kamień wapienny zbity litograficzny.	30.80	3.08

DOKOŃCZENIE.

Wyszczególnienie ciał.	Działanie na millimetr kwadratowy		
	Zdolne sprawić rozerwanie.	Które można przyjąć z bezpieczeństwem w budowie.	
	kil.	kil.	
Kamień wapienny rzadki, grupkowy, piaszczysty	22.90	2.29	
Kamień wapienny z skamieniałościami jak ikra rybia	13.70	1.37	
Cegły.	{bardzo dobrze wypalone.	19.50	1.95
	{zwyczajne dosyć słabe	8.00	0.80
Powłoka czyli tynk.	{mocna.	1.70	1.17
	{mniej mocna	5.80	0.58
	{robiona sposobem zwy-		
	{czajnym	4.00	0.40
	{z wapna tłustego i piasku		
Zaprawy.	14 ^{to} letnia.	4.20	0.42
	{z wapna tłustego i piasku		
	{zła	0.75	0.075
	{z wapna zwyczajnego hy-		
	{draulicznego i piasku	9.00	0.90
	{z wapna wyborowego hy-		
	{draulicznego.	15.00	1.50
	{cymment z Pouilly jedno-		
	{roczny.	9.60	0.96

PRZYKŁAD PIERWSZY. Stempel od pompy z drzewa dębowego ma podnosić ciężar 7000 kil., jaki powinien być bok jego przecięcia kwadratowego?

Podług tablicy poprzedniej znajdziemy dla powierzchni jego przecięcia ważność:

$$\frac{7000}{0.6} = 11667 \text{ mil. kw.},$$

więc bok przecięcia będzie 0^m.108.

PRZYKŁAD DRUGI. Łańcuch zwyczajny ma znieść obciążenie 1500 kil., jaka powinna być średnica żelaza, z którego ma być zrobiony?

Powierzchnia przecięcia żelaza jest $0.7854d^2$, a dwóch ramion oka, czyli obrączki $2 \times 0.7854d^2$.

Będzie więc:

$$\frac{1500}{4} = 2 \times 0.7854d^2,$$

średnica ma być wyrażona w millimetrach, z czego będzie:

$$d = \sqrt{\frac{1500}{4 \times 2 \times 0.7854}} = 15^{\text{mil.4.}}$$

PRZYKŁAD TRZECI. Pas ze skóry, wyprawionej na czarno, 0^m.005 gruby, ma przenosić siłą 125^{kil}, jaka powinna być jego szerokość?

Podług powyższej tablicy znajdzie się dla szerokości ważność:

$$\frac{125}{0.2 \times 3} = 208 \text{ mil.}$$

373. SIŁA POTRZEBNA DO WYRWANIA ŚRUBY DREWNIANEJ. Śruby z drzewa 0^m.050 długości, 0^m.0056 średnicy razem z gwintem, a 0^m.0028 średnicy w rdzeniu (*noyau*), utrzymywanej przez 12 stopni rowków w osadzie 0^m.27 głębokich, mogą być z całem bezpieczeństwem obciążone:

z Jodły ciężarem 35 kilogr.
z Dębu 68 „
z Jesionu suchego 71 „
z Wiązu 59 „

374. BRYŁY PODDANE POD SIŁĘ DZIAŁAJĄCĄ PROSTOPADLE DO ICH DŁUGOŚCI I TWORZĄCĄ ICH ZGIĘCIE.

Nazywając:

R granicę najwyższą działania, czyli ciśnienia, jaką może znieść każda jednostka powierzchni ciała w sposób ciągły

bez obawy, aby sprężystość nie była zniszczona w kierunku równoległym od włókien.

I moment bezwładności poprzecznego przecięcia ciała w miejscu, gdzie rozerwanie ma nastąpić, wzięty w stosunku linii wspornianej do włókien niezmiennych.

v największa rzędna powierzchni zewnętrznej, albo odległość linii włókien przecięcia najwięcej oddalonego od powierzchni włókien niezmiennych, czy to powyżej, czy poniżej uważana.

Wypadek $\frac{RI}{v}$, będzie oznaczał summe momentów oporu

do rozerwania wszystkich włókien przecięcia w miejscu tegoż rozerwania, i ten moment powinien być równy ciśnieniu, czyli działaniu, które ma sprawić rozerwanie ciała stosunkowo do jego powierzchni przecięcia.

Podług tej zasady są ułożone formuły następujące, z których aby otrzymać wymiary, jakieby można przyjąć z zupełnym bezpieczeństwem, daje się głównie dla R ważności następujące:

Żelazo lane	7500000	kilogr.
» kute	6000000	»
Stal { pierwszego gatunku	16660000	»
{ gatunku średniego	12500000	»
Drzewo dębowe lub jodłowe	600000	»

375. PRZYPADEK, KIEDYBY POTRZEBĄ BYŁO ZROBIĆ BRYŁY ŁŻEJSZEMI. Gdyby wypadło, lub chciano koniecznie zrobić sztuki, mające się użyć w budowie łżejszemi, wtedy możnaby powiększyć ważności powyższe o $\frac{1}{3}$ część około, używając wówczas materyałów wyborowych. Coby dało dla:

Żelaza lanego	$R = 10000000$	kilogr.
» kutego	8000000	»
Stali { wyborowej	22000000	»
{ średniej	16633000	»
Drzewo dębowe lub jodłowe	800000	»

Albo potrzebaby w formule wskazanej w poprzednim numerze powiększyć o jedną trzecią dzielnik, czyli mianownik.

Przeciwnie zaś zdarza się w budowie, że nie można przyjąć najmniejszego zgięcia dla materyałów, użyć się mających, a to stosownie do ich szczegółowego przeznaczenia, w takim razie ważność na R potrzeba zmniejszyć.

Kiedy dla jakichkolwiek powodów nie będzie można użyć dla wstawienia w formuły praktyczne ważności dla R, oznaczonych pod n° 374, trzeba będzie dać, wtedy te, jakie się znajdują z prób, robionych na materyale, mającym się użyć.

376. SPOSTRZEŻENIE ODNOŚĄCE SIĘ DO PRZEZNACZENIA RÓŻNYCH MATERYAŁÓW. W obliczaniu wymiarów, mających się dać materyalom, wystawionym na zgięcie w poprzek, powinno się rozróżnić położenia, gdzie ciała mogą pod ciśnieniem zginać się do pewnego stopnia, a gdzie to zgięcie nie powinno mieć miejsca, albo być bardzo małe.

Belki i podpory w budowlach zwyczajnych są w pierwszym położeniu.

Wały kół wodnych albo kół zębatych, osie żelazne maszyn i t. p., są w drugim położeniu i podług tego współczynnik liczebny powinien być zastosowany z całą oględnością.

377. BRYŁY OSADZONE W JEDNYM KOŃCU. W formułach, które następnie będą użyte, będziemy oznaczali przez :

P siłę, wywartą na ciało prostopadle do jego długości,
c długość części wystającej aż do punktu, gdzie działa siła

P, czyli długość ramienia dźwigni,

p ciężar metra bieżącego bryły w kilogramach,

a szerokość bryły w kierunku prostopadłym do płaszczyzny, przechodzącej przez oś podłużną ciała i w kierunku siły P,

b grubość bryły w kierunku siły P,

d średnica bryły, jeżeli jest do czynienia z bryłą walcową, lub okrągłą.

Wagi, czyli ciśnienia, będą wyrażone w kilogramach, a wymiary liniowe w metrach.

378. BRYŁA GRANIASTOSŁUPOWA, OSADZONA JEDNYM KOŃCEM. PRZYPADEK, KIEDY WCHODZI W RACHUNEK CIĘŻAR BRYŁY. Wymiary poprzeczne oznaczają się za pomocą formuł następujących:

$$\text{Żelazo lane} \quad ab^3 = \frac{\left(P + \frac{pc}{2}\right)c}{1250000},$$

$$\text{Żelazo kute} \quad ab^3 = \frac{\left(P + \frac{pc}{2}\right)c}{1000000},$$

$$(*) \text{ Drzewo dębowe, lub jodłowe} \quad ab^3 = \frac{\left(P + \frac{pc}{2}\right)c}{100000},$$

379. PRZYPADEK, KIEDY MOŻNA POMINĄĆ WAGĘ BRYŁY. Kiedy można nie zwracać uwagi na wagę bryły, wtedy używa się formuł następujących:

$$\text{Żelazo lane} \quad ab^3 = \frac{Pc}{1250000},$$

$$\text{Żelazo kute} \quad ab^3 = \frac{Pc}{1000000},$$

$$\text{Drzewo dębowe i jodłowe} \quad ab^3 = \frac{Pc}{100000}.$$

380. POŁOŻENIE, KIEDY CIŚNIENIE JEST JEDNOSTAJNIE ROZŁOŻONE. Jeżeli jest takie położenie, że ciężar jest równo rozłożony w całej długości ciała, dodaje się go do ciężaru właściwego tego ciała i nazywając podług tego jak wyżej powiedziano, p ciężar wagi ciała i ciśnienia na metr bieżący, użyje się formuł następujących: dla

(*) Nie dajemy tu opisów formuł, zawartych w powyższym rozdziale językiem zwyczajnym, albowiem są bardzo proste i zapewne będą zrozumiane przez każdego przy pierwszym ich przeczytaniu.

$$\text{Żelaza lanego} \quad ab^3 = \frac{pc^3}{2500000}$$

$$\text{Żelaza kutego} \quad ab^3 = \frac{pc^3}{2000000},$$

$$\text{Drzewa dębowego, lub jodłowego} \quad ab^3 = \frac{pc^3}{200000}.$$

UWAGA. Zauważano, że formuły niniejsze dają wymiary mocniejsze dla żelaza kutego, jak lanego, lecz pomimo tego, żelazo kute powinno być zawsze przenoszone nad lane, jeżeli sztuki użyte, mogą być wystawione na uderzenia, albo na znaczne wstrząśnienia.

381. STOSUNEK MIĘDZY SZEROKOŚCIĄ A GRUBOŚCIĄ. W zastosowaniach można oznaczyć *a priori* stosunek, czyli związek między grubością a szerokością bryły.

Dla sztuk drzewa w belkowaniu, doświadczenie pokazało, że należy używać między szerokością a grubością stosunek 5 do 7, i wtedy $a = \frac{5}{7}b$, a następnie formuła, któraby dała wysokość belki, osadzonej jednym końcem i obciążanej na drugim, będzie:

$$b^3 = \frac{Pc}{71429}.$$

PRZYKŁAD. Jaka powinna być wysokość i szerokość belki, która jest osadzona jednym końcem, a na drugim powinna utrzymać ciężar 750 kilogr., umieszczony na odległość 1^m.75 od wyjścia belki?

Formuła powyższa daje:

$$b^3 = \frac{750 \times 1^m.75}{71429} = 0.0184, \quad b = 0^m.264, \quad a = 0^m.189.$$

Chociaż powyższa proporcja boków jest najlepsza, jednakże często zwyczaj, lub oszczędność każe używać w budowlach belek łupanych na dwoje.

Wtedy podług formuły n° 379 będzie $a = \frac{1}{2}b$, a ztąd:

$$b = \frac{P_c}{50000}.$$

382. WZMIANKA OGÓLNA CO DO WAGI WŁAŚCIWEJ BRYŁ. Trzeba uważać, że kiedy będziemy chcieli mieć wzgląd na własną wagę bryły, której wymiary nie są znane, potrzeba naprzód obliczyć wymiary, opuszczając wagę ciała, potem je oznaczyć przez przybliżenie podług tego pierwszego poszukiwania, i dodać jeszcze połowę tej wagi przybliżonej do ciśnienia danego, aby obliczyć nowe ważności wymiarów dla bryły które będą wtedy dostatecznie dokładne.

Podług tej uwagi, trzeba zastosować we wszystkich wypadkach, gdzie waga własna ciała, czyli ciśnienie ztąd powstałe, równo rozłożone na całej długości, będzie mogło mieć wpływ znaczny na opór, my zaś na przyszłość będziemy jedynie oznaczali tylko ciśnienie zewnętrzne P.

383. POŁOŻENIE, GDZIE PRZECIĘCIE POPRZECZNE JEST KWADRATEM. Jeżeli przecięcie poprzeczne jest kwadratem, a przez to $a = b$, formuły poprzednie będą: dla

$$\text{Żelaza lanego} \quad b^3 = \frac{P_c}{1250000},$$

$$\text{Żelaza kutego} \quad b^3 = \frac{P_c}{1000000},$$

$$\text{Drzewa dębowego i jodłowego.} \quad b^3 = \frac{P_c}{100000}.$$

PRZYKŁAD. Jakie powinno być przecięcie poprzeczne belki, osadzonej jednym końcem i obciążonej na drugim końcu wagą 2000 kilogr., gdy oddalenie ciężaru od punktu osadzenia jest $c = 1^m.50$?

Formuła daje:

$$b^3 = \frac{2000 \times 1.50}{100000} = 0.030,$$

z czego:

$$b = 0^m.311.$$

384. POŁOŻENIE, GDZIE PRZECIĘCIE POPRZECZNE JEST KOŁEM. Jeżeli ciało jest walcem, wtedy będzie: dla

$$\text{Żelaza lanego} \quad d^3 = \frac{P_c}{736312},$$

$$\text{Żelaza kutego} \quad d^3 = \frac{P_c}{589050},$$

$$\text{Drzewa dębowego.} \quad d^3 = \frac{P_c}{58905}.$$

PRZYKŁAD. Jaka powinna być średnica nitabli (*boulon*) żelaznej, wystawionej na działanie 600 kilogr. w kierunku pionowym do jej długości w odległości $0^m.06$ od punktu osadzenia?

Formuła daje:

$$d^3 = \frac{600 \times 0.06}{589050} = 0.0000611,$$

z czego:

$$d = 0^m.0394.$$

385. SZCZEGÓŁOWA FORMUŁA DLA CZOPÓW WAŁU KOŁA WODNEGO. Osie przy kołach wodnych, które nie powinny doświadczać najmniejszego zgięcia, a są wystawione na zamaczania i doświadczają zawsze tarcia od mułu, niesionego z wodą, będąc zwykle z żelaza lanego, przyjmują za formułę:

$$d^3 = \frac{P_c}{368156}.$$

Spostrzeże się, że ta formuła daje dla osi kół wodnych siłę podwójną tej, jakaby odpowiadała formule numeru poprzedniego, gdzieby się brało $R = 3750000$ kil.

Jest zwyczaj w praktyce, aby nie osłabić osi, i o ile można zmniejszyć ich długość, używać $c = d$.

PRZYKŁAD PIERWSZY. Koło wodne w Guebwiller (n° 133), ważące 25000 kilogr., zawiera zwykle $5^ms.500$ wody, ciśnienie więc całe na dwa czopy osi będzie równe 30500 kilog., i każdy koniec będzie znosił ciężar 15250 kilog.

Długość czopów jest równa ich średnicy.

Formuła powyższa daje:

$$d = 0^m.204.$$

Anglik który budował to koło wodne dał:

$$d = 0^m.236.$$

Koło to, jak najlepiej chodzi już blisko 12 lat.

PRZYKŁAD DRUGI. Koło wodne przy przędzalni w Logelbach pod Colmar waży 44000 kilog., każdy czop przeto znosi ciężar 22000 kilog. i jest $c = d$, formuła daje:

$$d = 0^m.244.$$

Budujący koło dał:

$$d = 0^m.216.$$

A jednak koło jest w dobrym stanie, pozostając w ruchu od 15 lat.

386. CZOPY WAŁÓW, WYSTAWIONYCH NA UDERZENIA. Ta sama formuła będzie służyć dla czopów wałów wystawionych na uderzenia, jak to bywa przy młotach w fryszerkach, stępach w foluszu i tłokach, rozdrabniających rudę mineralną i t. p.

387. CZOPY WAŁÓW, DOBRZE SMAROWNE. Dla innych osi, przenoszących ruch, dobrze smarowanych i mniej się zużywających, jak osie przy kołach wodnych, używa się formuł n° 308, które przyjmując $c = d$ będą: dla

$$\text{Żelaza lanego} \dots d^3 = \frac{P}{736312},$$

$$\text{Żelaza kutego} \dots d^3 = \frac{P}{589050}.$$

PRZYKŁAD. W maszynie jaka powinna być średnica osi

z żelaza kutego dobrze smarowanej, która powinna znosić ciężar 800 kilog.?

Formuła daje:

$$d^3 = \frac{800}{589050} = 0.00136,$$

z czego:

$$d = 0^m.0368.$$

388. OSIE PRZY POWOZACH. Potrzeba zmniejszenia o ile można działania zużytego przez tarcie osi u powozów, nakazuje przyjąć w tém położeniu formułę następującą, która daje wymiary mniejsze, jak poprzednie.

$$\text{Osie żelazne} \dots d^3 = \frac{Pc}{700000}.$$

Ta formuła dozwala przyjąć $R = 7130124$ kil.

Zwraca się uwagę, że ta formuła daje się zastosować do osi żelaznych pierwszego gatunku.

Tablica następna wymiarów, przyjętych przez najlepszych fabrykantów powozów w Anglii, wskazuje, że formuła powyższa o tyle, o ile można daje wartości, odpowiednie wymiarom, wyprowadzonym z długoletniego doświadczenia.

Rodzaj powózki.	Liczba kół.	Obciążenie każdej osi.	Długość osi.	Średnice		Średnica w grubym końcu, obliczona z formuły.
				w grubym końcu.	w cienkim końcu.	
		kil.	m.	cent.	cent.	cent.
Tilbury	2	104.5	0.30	3.8	3.2	3.6
Kabriolet. . . .	2	296.0	0.23	4.1	3.5	4.6
Bryczka	4	235.0	0.20	4.1	3.5	4.1
Wóz z ławkami.	4	248.0	0.23	4.5	3.8	4.5
Lando.	4	400.0	0.23	5.1	3.8	5.3
Dyliżans	4	382.0	0.28	5.7	4.1	5.6
Kara	2	609.0	0.29	6.4	3.4	6.3
Wagon	4	1015.0	0.33	7.6	6.4	7.8
Bryka frachtowa.	4	1420.0	0.33	8.6	6.9	8.4

Obciążenie zupełne dyliżansów francuzkich rzadko kiedy przechodzi 5000 kil. Ono się składa z wagi powozu około 2000 kil. bez kół, 18 podróżnych mogą ważyć średnio 1200 kil., pakunki, tworzące dopełnienie ważą najwięcej 1800 kil. Dwa pierwsze przedziały w dyliżansie są rozłożone mniej więcej równo na 4 osie, lecz 3^{ci} przedział cięży w $\frac{3}{4}$ częściach prawie na osie tylne, jest więc dla każdej osi:

z przodkowych $P = 1025$ kil.

z tylnych $P = 1475$ kil.

Długość wspólna tych osi jest $c = 0^m277$.

Formuła powyższa daje na średnicę dla osi przodkowych:

$$\sqrt[3]{\frac{1025 \times 0.277}{700000}} = 0^m.0740,$$

dla osi tylnych:

$$\sqrt[3]{\frac{1475 \times 0.277}{700000}} = 0^m.0836.$$

W zakładach budowy dyliżansów, dają osiom, wyrabianym starannie, średnice równe $0^m.063$ i $0^m.068$, z czego wypada średnio:

$$R = 12295000 \text{ kil.}$$

Tak więc okazuje się, że prawidło powyższe daje wymiary mocniejsze, jak są potrzebne.

389. BRYŁY RÓWNEGO OPORU, OSADZONE JEDNYM KOŃCEM. Aby zmniejszyć wagę sztuk podpierających, obciążonych na ich końcu, można im dać w kierunku ich długości kształt bryły parabolicznej, któraby miała ten sam opór, w jakimkolwiek punkcie w całej swojej długości.

Profil podłużny ciała jest wtedy zwykle pół parabolą, której oś tworzy stronę górną, lub dolną ciała, albo paraboli zupełnej.

Wysokość i szerokość bryły w części osadzonej, są dane przez formuły n° 377 i następne, i kiedy się zna te wymiary, z których jeden może być dowolny, oznacza się profil bryły, czyli paraboli przez równanie:

$$y^2 = \frac{b^2}{c} x,$$

w której:

x oznacza odcięte krzywizny bryły, obliczane od miejsca, gdzie działa ciężar,

y rzędne odpowiednie w kierunku pionowym do długości krzywizny.

To równanie wyrazi się przez następujące prawidło:

Aby oznaczyć krzywiznę paraboliczną, którą powinna mieć bryła równego oporu:

Oblicza się naprzód za pomocą prawideł n° 403 i następnych, wysokość bryły w części osadzonej, jeżeli jest dana szerokość, lub też oznacza się szerokość, jeżeli jest dana długość.

To zrobiwszy, przenosi się na długość bryły, wychodząc z końca zewnętrznego, odległości czyli odcięte równe. Z końca każdej z tych odciętych wynosi się w kierunku długości bryły prosto-

padle, równe pierwiastkowi kwadratowemu z czwartej proporcjonalnej do długości bryły, do odciętej odpowiedniej i do kwadratu z wysokości bryły w punkcie osadzenia.

Jeżeli bryła ma kształt pół paraboli, rzędne y mierzą się

Fig. 54.

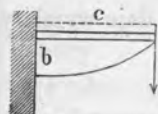
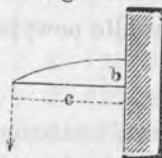


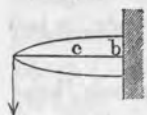
Fig. 55.



od osi tej paraboli, lub od odciętych aż do krzywizny (fig. 54 i 55).

Jeżeli zaś ma kształt paraboli całej, to jej rzędne mierzą się z każdego ramie-

Fig. 56.



nia krzywizny (fig. 56).

Ten kształt jest głównie stosowny przy umieszczaniu podpór, zwanych (*consoles ou corbeaux*), ociążonych na ich końcu, albo przeznaczonych do dźwigania wałów obrotowych i t. p.

390. BRYŁY, OSADZONE JEDNYM KOŃCEM I WZMOCNIONE

Fig. 57. PRZEZ WYSTĘPY PODŁUŻNE (*nervures*). Kiedy bryła osadzona jednym końcem, ma kształt jak na figurze 57, formuła która łączy między sobą wymiary i działanie znoszone, jest dla sztuk z żelaza lanego.



$$Pc = 2500000 \times \frac{az^3 - (a - a')(z - b)^3 + a'(b' + b - z)^3}{b + b' - z},$$

a w której:

$$z = \frac{1}{2} \frac{ab^3 + a'b'^3 + 2a'bb'}{ab + a'b'}.$$

Kiedy się przyjmie proporcye następujące:

$$a' = b = \frac{1}{5}a, \quad b' = a,$$

będzie: $z = \frac{3}{5}a.$

Formuła, używana do obliczenia ważności dla a jest:

$$a^3 = \frac{Pc}{500000}.$$

Kiedy się przyjmie proporcye:

$$a' = b = \frac{1}{5}a, \quad b' = \frac{1}{5}a,$$

będzie wtedy: $z = \frac{13}{60}a,$

czyli blisko: $z = \frac{1}{5}a.$

Formuła więc dla obliczenia ważności dla a będzie:

$$a^3 = \frac{Pc}{165000}.$$

PRZYKŁAD. Jaka powinna być szerokość sztuki z żelaza lanego, przeznaczonej do dźwigania na swoim końcu ciężaru 600 kilog. w odległości 0^m.80 od punktu osadzenia i dla której są następujące dane *a priori*?

$$a' = b = \frac{1}{5}a, \quad b' = a.$$

Formuła daje:

$$a^3 = \frac{600 \times 0.80}{500000} = 0.00096,$$

z czego:

$$a = b' = 0^m.099, \quad b = a' = 0^m.0198, \text{ czyli } 0^m.020.$$

391. KSZTAŁT PODPÓR, ZWANYCH (*Consoles, corbeaux*).

Ten profil, jaki powinny mieć podpory tego rodzaju jak konsole i inne, układa się zwykle w kierunku podłużnym w kształcie paraboli, której krzywiznę oznacza się, jak to wskazano przy prawie n° 389.

Oblicza się wtedy wymiary profilu w części osadzonej, zostawiając ścianie górnej tę samą grubość i tę samą szerokość na całej długości, a dla spodu da się profil paraboliczny w kierunku długości.

Kształt tego profilu będzie oznaczony przez równanie z n° 389:

$$y^3 = \frac{b'^3}{c}x.$$

PRZYKŁAD. Jakie powinny być wymiary profilu podłużnego konsoli z żelaza lanego w wymiarach przykładu, zamieszczonego przy n° 390, i która powinna utrzymywać na końcu swym ciężar 800 kilog. w odległości 1^m od punktu wyjścia z osady?

Jest naprzód podług prawidła n° 390.

$$a^3 = \frac{800^{\text{kil}} \times 1^{\text{m}}}{500000} = 0.0016,$$

z czego :

$$a = b' = 0^{\text{m}}.117, \quad a' = b = 0^{\text{m}}.0234,$$

następnie w równaniu krzywizny profilu podłużnego :

$$y^3 = \frac{b'^3}{c} x = 0.137x,$$

wstawiając rozmaite ważności, będziemy mieli :

Dla odległości od końca równych.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.
Odpowiednie wysokości	0.05	0.10	0.20	0.30	0.40	0.60	0.80	1.00
	0.0262	0.0370	0.0524	0.0642	0.0740	0.0907	0.105	0.117

392. INNY UŻYWANY KSZTAŁT. Jeżeli bryła przedstawia kształt podług figury 58, będziemy mieli równanie:

Fig. 58.



$$\frac{Pc}{1250000} = \frac{ab^3 - 2a'b'^3}{b},$$

jeżeli *a priori* naznaczymy:

$$a' = \frac{1}{3}a, \quad b' = 2a, \quad b = 2.5a.$$

Formuła powyższa wyrazi się :

$$b^3 = \frac{Pc}{329350}.$$

PRZYKŁAD. Jaka jest siła, którą może znosić balansier maszyny parowej w fryszerkach Decazeville siły 100 koni?

Budujący maszynę p. Hallette zrobił :

$$a = 0^{\text{m}}.24, \quad b = 1^{\text{m}}.25, \quad a' = 0^{\text{m}}.0875, \quad b' = 1^{\text{m}}.134, \quad c = 4^{\text{m}}.40.$$

Znajdzie się :

$$P = \frac{0.24 \times 1.25^3 - 2 \times 0.0875 \times 1.134^3}{1.25 \times 4.40} \times 1250000 = 48662.$$

Średnica cylindra maszyny parowej jest = 0^m.850. Ciśnienie w kotle jest najwyżej 4 atmosfery, licząc w to ciśnienie powietrza, maszyna jest wysokiego ciśnienia.

Podwójne więc ciśnienie znoszone przez tłok (patrz uwagę n° 395) jest :

$$2 \times 4 \times 10330 \times \frac{(0.85)^2}{1.280} = 47104 \text{ kilogr.},$$

pokazuje się więc, że balansier ma wymiary dostateczne do zniesienia działającego na niego ciśnienia.

393. BALANSIERY. Profil ten zazwyczaj jest używany w balansierach przy maszynach parowych, miechach, pom-pach i t. p. Lecz w tém położeniu wysokość cała w środku, jest zwykle równa 12 razy grubości ciała w balansierze (fig. 59).



Wysoki wzmacniające (*nervures*) górne i dolne, mają zwykle grubość, równą grubości balansiera.

I wtedy jest :

$$a = \frac{1}{4}b, \quad a' = \frac{1}{12}b, \quad b' = \frac{5}{6}b,$$

i formuła powyższa będzie dla balansierów:

$$\text{z żelaza lanego} \quad b^3 = \frac{Pc}{192000},$$

$$\text{z drzewa} \quad b^3 = \frac{Pc}{15360}.$$

394. INNY PROFIL BALANSIERÓW, UŻYWANYCH PRZY MASZYNACH PAROWYCH. Dają często balansierom wysokość, ró-

wną 16 razy grubości ciała, i wtedy jest bardzo blisko następujących proporcji:

$$a = \frac{1}{3}b, \quad a' = \frac{1}{3}b, \quad b' = \frac{1}{3}b.$$

Formuła wtedy będzie dla balansierów z żelaza lanego:

$$b^3 = \frac{Pc}{103900}.$$

395. SPOSTRZEŻENIE. W zastosowaniu formuł poprzednich do balansierów przy maszynach parowych zdaje się, że mechanicy angielscy mają zwyczaj (*) oznaczać siłę P , działającą na końcu balansiera podwójnie do tej, jaka odpowiada ciśnieniu zwyczajnemu w kotle parowym, co każe brać:

$$R = 3750000 \text{ kil.}$$

Chociaż kształt profilu podłużnego powinien być paraboliczny, oznaczony podług

Fig. 60.



prawidła n° 389, jest jednak w użyciu dawać na końcach wysokości, równą $\frac{1}{3}$ części wysokości w środku, i wtedy przez punkta tak oznaczone, przeprowadza się łuk koła, czyli krzywizna pewnej zasady zgięcia, która ogranicza część górną i dolną balansiera (fig. 60).

Wreszcie żeby wynagrodzić osłabienie, zrażone przez przebicie dziur na nity, które łączą równoległobok z rozmaitemi drążkami, umieszcza się w kierunku osi podłużnej sztaba, wzmacniająca tej samej grubości co poprzednie, a które są z obu stron.

PRZYKŁAD. Jakie powinny być wymiary balansiera przy maszynie parowej o niskim ciśnieniu, której cylinder ma 0^m.90 średnicy a krok tłoka jest 1^m.82?

Długość cała balansiera jest podług n° 299:

$$3.0825 \times 1^m.82 = 5^m.610 = 2c,$$

(*) *Traité des machines a vapeur*, par Tredgold, page 400.

z czego więc: . . . $c = 2.805$.

Ciśnienie znoszone przez tłok, przypuszczając że para ma ciśnienie 1.25 atmosfer, powinno podług spostrzeżeń poprzednich, być oszacowane na:

$$2 \times 12910 \times \frac{(0.90)^3}{1.273} = 16429 \text{ kilogr.}$$

Formuła powyższa daje:

$$b^3 = \frac{16429 \times 2.805}{103900} = 0.4435,$$

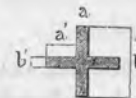
z czego:

$$b = 0^m.765.$$

Ten przykład jest odnoszący się do maszyny parowej przędzalni w Logelbach, zbudowanej przez panów Watt i Boulton. Ci inżynierowie dali balansierowi wysokość, równą 0^m.750.

396. PRZYPADEK, GDZIE PROFIL JEST WZMOCNIONY PRZES

Fig. 61.



DWA WYSTĘPY PODŁUŻNE (*nervures*). Kiedy profil ma kształt, oznaczony na figurze 61, formuła używa dla sztuk, będących z żelaza lanego:

$$\frac{Pc}{1250000} = \frac{ab^3 + 2a'b'^3}{b},$$

w położeniu szczególném jeżeli będzie:

$$2a' + a = b, \quad b' = a,$$

formuła powyższa wyrazi się:

$$\frac{Pc}{1250000} = \frac{ab^3 - ba^3 - a^4}{b},$$

a jeżeli się zrobi:

$$a = \frac{1}{3}b,$$

wtedy formuła przerobi się:

$$b^3 = \frac{Pc}{258000}.$$

jeżeli zrobimy

$$a = \frac{1}{5}b = b' = a,$$

to formuła powyższa będzie:

$$b^3 = \frac{Pc}{254000}.$$

Gdyby opuszczono zupełnie wpływ wzmocnień, to byłoby:

$$b^3 = \frac{Pc}{250000}.$$

Co okazuje, że w tém położeniu wzmocnienia bardzo mało powiększają opór w bryle, mianowicie w kierunku wymiaru b .

Lecz kształty sztuk tego rodzaju są zwykle używane jako podpory poziome, ruchome około swojej osi, albo też jako podpory pionowe, kiedy są przeznaczone do opierania się we wszystkich kierunkach, i użycie podobnych wzmocnień daje wielką pewność w kierunku przekątni.

397. RAMIONA, CZYLI SZPRYCHY KÓŁ WODNYCH Z ŻELAZA LANEGO. Dla ramion z żelaza lanego przy kołach wodnych

Fig. 62. kształt fig. 62 jest dosyć odpowiedni, lecz wtedy siła wywarta przez wodę na obwodzie koła jest skierowana właśnie w kierunku grubości b , i wzmocnienia są zawsze za cienkie, bo ich opór ogranicza się mniej więcej w tém tylko, aby przeszkodzić zgięciu ramienia w kierunku prostopadłym siły P , wtedy wymiary ramion obliczają się z formuły:

$$ab^3 = \frac{Pc}{1250000},$$

w której należałoby zrobić $a = \frac{1}{5}b$, a wtedy byłoby:

$$b^3 = \frac{Pc}{250000},$$

jeżeli zaś będzie $a = \frac{1}{6}b$, wtedy się użyje formuły:

$$b^3 = \frac{Pc}{208000}.$$

Te formuły wyrażą się następującem prawidłem:

Mnoży się siła, jakiej każde ramie koła powinno się oprzeć, przez długość całą tego ramienia od wyjścia jego osady w wale.

Iloczyn ten dzieli się przez:

$$250000, \text{ jeżeli } a = \frac{1}{5}b,$$

$$208000, \text{ jeżeli } a = \frac{1}{6}b.$$

Pierwiastek sześcienny ilorazu będzie grubością ramienia koła (szprychy) w kierunku siły, której powinien się oprzeć.

398. PRZYKŁAD. — KOŁO WODNE PRZY FABRYCE KRYSZTAŁÓW W BACCARAT. Siła największa koła wodnego (podług doświadczeń przytoczonych co do kół wodnych pod n° 157 i następnych) jest 20 koni, prędkości zwyczajnej 1^m.50 na obwodzie zewnętrznym koła na 1 sekundę.

Promień zewnętrzny koła jest 2^m.48.

Długość ramienia, czyli szprychy 2^m.03.

Jest ramion cztery.

Jest więc:

$$P = \frac{1}{4} \times \frac{20 \times 75}{1.50} \times \frac{2.48}{2.03} = 305 \text{ kil.},$$

a ponieważ a jest równe $\frac{1}{5}b$, przeto:

$$b^3 = \frac{305 \times 2.03}{250000} = \frac{619}{250000} = 0.00248,$$

$$b = 0^m.135.$$

Budujący koło zrobił:

$$b = 0^m.114.$$

To koło jest w ruchu bez uszkodzenia przeszło od 20 lat.

399. WYMIARY WYSTĘPÓW PODŁUŻNYCH, WZMACNIAJĄCYCH RAMIONA KÓŁ WODNYCH. Co do wzmocnienia ramienia, jeżeli takowe jest z jednej i drugiej strony, robi się:

$$a' = 1.5 a, \quad b' = 0.66 a.$$

Jeżeli wzmocnienie jest z jednej strony, co jest konieczne przy niektórych kołach wodnych, jak na przykład z krzywymi łopatkami i łamanami, robionymi z blachy, lub żelaza lanego, wreszcie aby ułatwić ich bieg w pogródce, robi się zwykle:

$$b' = 0.66 a \text{ i } a' = 3 a, \text{ albo } 4 a.$$

Dla kół wodnych wielkiej szerokości i których łopatki krzywe, lub łamane naginając się mogłyby zginać i ramiona, należałoby powiększyć grubość wysoku wzmacniającego.

400. SPOSTRZEŻENIE. Ramiona kół wodnych i zazębionych, ulegając zarówno sile rozerwania przez działanie w dwóch końcach, powinny mieć tę samą grubość b w kierunku oporu na całej ich długości.

Co zaś do szerokości a , ona także powinna zostać ta sama w całej rozciągłości ramienia.

401. PRAWIDŁA DO OZNACZENIA SIŁY, JAKĄ KAŻDE RAMIE KOŁA WODNEGO POWINNO WYTRZYMAĆ. Siła P wywarta na końcu ramienia, jest zawsze łatwa do oznaczenia, kiedy zna się ilość działania na obwodzie zewnętrznym koła (patrz n° 149). Lecz powinno się uważać, że jeżeli jest wiele ramion do utrzymania koła, siła wywarta przez wodę, rozkłada się pomiędzy te ramiona mniej więcej równo. Dzieląc więc siłę wywartą na obwodzie koła przez liczbę ramion, iloraz da nam siłę P , którą ma do zniesienia każde ramie.

402. RAMIONA KÓŁ ZAZĘBIONYCH. Dla ramion kół zazębionych z żelaza lanego będziemy jeszcze używać formuły:

$$ab^3 = \frac{Pc}{1250000},$$

pomijając siłę wzmocnień, która jest wtedy bardzo małą, a które to wzmocnienia nie mają innego celu, jak tylko zapobiedz, aby ramiona nie zgięły się prostopadle do koła.

Robiąc wtedy $b = 5.5 a$, będziemy używać dla oznaczenia ważności na b formuły:

$$b^3 = \frac{Pc}{230000}.$$

Ten wymiar będzie dla ramion, uważając zaraz przy wyjściu z osady i w całej długości.

Co do wyskoków wzmocnień, jeżeli będą rozłożone z obu stron ramienia przy samym dzwonie, w którym są osadzone zęby, będą one obejmować też dzwono z jednej i drugiej strony, i wtedy będzie $a' = 0.5 a$.

Jeżeli wyskok wzmacniający jest z jednej strony ramienia, co się często używa przy kołach, nachylonych pod pewnym kątem, to wtedy także ten wyskok przymocowywa się do dzwona koła i robi się wtedy $a' = 0.5 a$.

To wzmocnienie w każdym wypadku będzie miało przy osadzie większą szerokość, jak w punkcie dotknięcia do dzwona.

403. PRZYKŁAD. — KOŁO ZAZĘBIONE W PRZĘDZALNI W GUEBWILLER. Na pierwszym wale, prowadzącym całą przędzalnię, siła maximum koła wodnego jest 49.4 koni i prędkość na obwodzie zewnętrznym koła $1^m.54$, promień wewnętrzny koła zębatego, odbierającego ruch jest równy $0^m.89$, koła zaś dającego ruch jest $2^m.63$; jest więc dla tego koła:

$$P = \frac{49.4 \times 75}{1.54} \times \frac{0.89}{2^m.63} = 814^{ku},$$

$$b^3 = \frac{814 \times 2.63}{230000} = 0.0093,$$

a ztąd:

$$b = 0^m.210, \text{ i } a = 0^m.038.$$

Anglik budujący fabrykę zrobił:

$$b = 0^m.210, \text{ i } a = 0^m.047,$$

To koło chodziło do 12 lat,

404. ZĘBY ZAZĘBIANIA. Jeżeli nazwiemy:

a szerokość zębów równoległe od osi koła,
 b grubość zębów, mierzona na obwodzie koła zasadniczego,

s wyskok zęba nad dzwono.

Wszystkie wymiary niech będą wyrażone w centymetrach, będziemy mieli dla zębów zwyczajnych smarowanych i których obwód zasadniczy nie będzie miał większej prędkości, jak $1^m.50$ na sekundę, wyrażenie:

$$a = 4b.$$

Jeżeli prędkość obwodu zasadniczego koła, przechodzi $1^m.50$ w $1''$, będzie $a = 5b$.

Jeżeli zazębienie jest wystawione zwykle na zamaczanie wodą, będzie: $a = 6b$.

Wyskok zębów nad dzwono, czyli ich wysokość, nie powinna nigdy przechodzić $s = 1.5b$.

Mając te stosunki ułożone, oblicza się grubość zębów na obwodzie zasadniczym koła przez formuły następujące: dla

Żelaza lanego $b = 0.105\sqrt{P}$

Brązu lub miedzi $b = 0.131\sqrt{P}$

Drzewa twarde, grabina, korzeń gruski,

jarzębiny $b = 0.145\sqrt{P}$

Rowki czyli przedziały między zębami, będą dla kół, które są starannie oznaczone i wyrobione; równe:

$$(1 + \frac{1}{10})b = 1.067b,$$

dla kół mniej dbale robionych:

$$(1 + \frac{1}{10})b = 1.10b.$$

405. DZWONO I RAMIONA KÓŁ ZAZĘBIANYCH. Dla kół z zębami z żelaza lanego grubość dzwona z którym one tworzą jakby jedno ciało, powinna być $\frac{2}{3}$ grubości zębów na obwodzie zasadniczym, i należałoby wtedy wzmocnić to drzewo na wewnątrz przez wyskok, położony w środku, którego grubość powinna być równa grubości dzwona.

Dla kół o zębach drewnianych, szerokość dzwona gdzie zęby te są osadzone, powinna być równa szerokości zębów, zwiększonej o grubość zębów na obwodzie pierwotnym.

Grubość zaś tego dzwona w kierunku promienia, powinna być równa grubości zębów na obwodzie pierwotnym.

Osada zębów, czyli część ich w dzwonie koła, ma z jednej i drugiej strony 2 do 3 mill. w kierunku obwodu, a 4 do 5 w kierunku osi mniej grubości, jak strona wystająca; tak, aby przy wbijaniu zęby się na tym wystającym kancie opierały.

Wchodzą głęboko 20 do 25 mill. w dzwono i są zaokrąglone, czyli mają ścięte kanty od spodu. Pomiedzy dwa zęby po nabiciu ich w dzwono, wbija się kliny dla umocowania zębów, a przez nie przesuwają się śruby drewniane, aby w razie zeschnięcia się drzewa, kliny nie wypadły.

Co do liczby ramion, daje się zazwyczaj:

Kołam promienia	$1^m.30$ i niżej	4 ramiona,
"	$1^m.30$ do $2^m.50$	6 ramion,
"	$2^m.50$ do $5^m.00$	8 ramion,
"	$5^m.00$ do $7^m.00$	10 ramion,

Dla kół bardzo lekkich, znoszących małe działanie, należy powiększyć liczbę ramion, aby dzwono zachowało swój kształt.

406. SPOSTRZEŻENIE OGÓLNE, ODNOŚZĄCE SIĘ DO GRANIC NAJNIŻSZYCH GRUBOŚCI, JAKIE MOGĄ BYĆ PRZYJĘTE. W zastosowaniu prawideł od n° 403 do n° 404 włącznie, zauważano, że dla kół, które przenoszą słabe działanie, a które mają

wielkie wymiary, przychodziłoby się do grubości ramion niezawodnie aż nadto zdolnych opierać się siłom, działającym na ramiona, lecz byłyby za nadto cienkie do odlewów. Granice najniższe grubości, któreby można przyjąć w podobnych wypadkach, zależą od natury używanych odlewów żelaznych, i wtedyto wymiary mające się dać, nie mogą już więcej być oznaczone ze względu tylko na uważanie sił działających.

407. ZAZĘBIANIE, WYSTAWIONE NA PORUSZENIA. Jeżeli koła zazębione, wystawione są na wstrząśnienia i uderzenia, wtedy prawidła przytoczone nie mogą być zastosowane i trzeba się rządzić zasadami z praktyki. To spostrzeżenie stosuje się do młotów, stęp i t. p., przyczem umniejsza się uszkodzenia zazębiania, używając regulatorów dobrze urządzonych.

PRZYKŁAD PIERWSZY.—KOŁA ZAZĘBIONE Z ZĘBAMI Z ŁANEGO ŻELAZA W PRZĘDZALNI W LOGELBACH. Siła koła jest 25 koni, prędkość na sekundę obwodu koła 1^m.30, jest więc:

$$P = \frac{25 \times 75}{1.30} = \frac{1875}{1.30} = 1443 \text{ kilogr.},$$

Formuła n° 379 daje:

$$b = 3^{\text{cent.}997}, \quad a = 6b = 23^{\text{cent.}98}.$$

Zęby są moczone wodą.

Mechanik angielski budujący to koło dał:

$$b = 3^{\text{cent.}7}, \quad a = 26^{\text{cent.}0}.$$

To koło chodziło 15 lat.

408. PRZYKŁAD DRUGI.—KOŁA ZAZĘBIANE W FABRYCE KRYSZTAŁÓW W BACCARAT. Siła koła największa jest 20 koni (patrz doświadczenia z kołami wodnymi już przytaczane i następne), prędkość na obwodzie w 1" jest 1^m.50, promień koła wodnego 2^m.003, promień koła zębatego 1^m.815, jest więc:

$$P = \frac{20 \times 75}{1.50} \times \frac{2.003}{1.815} = 1103 \text{ kilog.}$$

Formuła daje:

$$b = 4^{\text{cent.}82}, \quad a = 4b = 19^{\text{cent.}28}.$$

Budujący mechanik dał:

$$b = 4^{\text{cent.}8}, \quad a = 18^{\text{cent.}5}.$$

Po długim użyciu zęby w części zużyły się, ich grubość b zeszła na 4^{cent}, a jednak stawiają jeszcze dobrze opór.

409. PRZYKŁAD TRZECI.—KOŁO ZAZĘBIONE, O DREWNIANYCH ZĘBACH PRZĘDZALNI W GUEBWILLER. To koło przenosi siłę 49.4 koni, czyli 3705 kilog., prędkość w 1" na obwodzie zasadniczym jest 4^m.55.

Działanie, wywarte na obwodzie pierwotnym, jest:

$$\frac{3705^{\text{km}}}{4.55} = 814 \text{ kilogr.},$$

Formuła daje:

$$b = 4^{\text{cent.}13}, \quad a = 5b = 20^{\text{cent.}70}.$$

Budujący zrobił:

$$b = 3^{\text{cent.}96}, \quad a = 20^{\text{cent.}}$$

To koło chodziło bez przerwy 15 lat.

410. BRYŁY, WOLNO POŁOŻONE NA DWÓCH PODPORACH, JAK NAPRZYKŁAD BELKI I T. P. W formułach następnych będziemy oznaczali przez:

2P ciśnienie, albo siłę, wywartą prostopadle do długości bryły,

2c odległość między podporami,

p, a, b, d , zatrzymują oznaczenia, wskazane pod n° 377.

411. BRYŁY GRANIASTOSŁUPOWE, OBCIĄŻONE W ŚRODKU ICH DŁUGOŚCI.—POŁOŻENIE, KIEDY WCHODZI W RACHUNEK

WAGA BRYŁY. Wymiary poprzeczne oznaczają się za pomocą formuł następujących: dla

$$\text{Żelaza lanego.} \dots \dots \dots ab^3 = \frac{\left(P + \frac{pc}{2}\right)c}{1250000},$$

$$\text{Żelaza kutego.} \dots \dots \dots ab^3 = \frac{\left(P + \frac{pc}{2}\right)c}{1000000},$$

$$\text{Drzewa dębowego, lub jodłowego} \dots ab^3 = \frac{\left(P + \frac{pc}{2}\right)c}{100000}.$$

412. POŁOŻENIE, KIEDY SIĘ POMIJA WAGA BRYŁY. Kiedy można pominąć wagę bryły, będzie się używać formuł następujących: na

$$\text{Żelazo lane} \dots \dots \dots ab^3 = \frac{Pc}{1250000},$$

$$\text{Żelazo kute} \dots \dots \dots ab^3 = \frac{Pc}{1000000},$$

$$\text{Drzewo dębowe i jodłowe} \dots \dots ab^3 = \frac{Pc}{100000}.$$

PRZYKŁAD. Jaka powinna być grubość belki, położonej wolno na dwóch podporach, przeznaczonej do znoszenia w środku swojej długości ciężaru 3500 kilogr., odległość podpór jest 4^m?

$$\text{jest:} \quad 2P = 3500 \text{ kilogr.}, \quad 2c = 4^m,$$

jeżeli przyjmiemy:

$$a = \frac{3}{4} b.$$

Formuła nam da:

$$b^3 = \frac{1750 \times 2}{71429} = 0.0489,$$

z czego będzie:

$$b = 0^m.366, \quad a = 0^m.2614.$$

413. POŁOŻENIE, KIEDY CIĘŻAR JEST JEDNOSTAJNIE ROZŁOŻONY. Jeżeli ciężar jest równo rozłożony na całej długości ciała, to się go dodaje do wagi tego ciała, i nazywając jak poprzednio przez p , ciężar na metr bieżący użyje się następujących formuł: na

$$\text{Żelazo lane} \dots \dots \dots ab^3 = \frac{pc^3}{2500000},$$

$$\text{Żelazo kute} \dots \dots \dots ab^3 = \frac{pc^3}{2000000},$$

$$\text{Drzewo dębowe, lub jodłowe} \dots ab^3 = \frac{pc^3}{200000}.$$

UWAGA. Tutaj mają miejsce te same spostrzeżenia, co przy n° 380 i 381, co do wymiarów, jakie można dać *a priori* na a i b i następnie, postępując z uwagą na ciężar ciała, którego szukamy wymiarów.

PRZYKŁAD. Jaka powinna być grubość sztuki drzewa, położonej na dwóch podporach odległych od siebie 6^m, znoszących ciężar 3000 kilogramów na metr bieżący?

$$\text{jest:} \quad p = 3000 \text{ kil.} \quad 2c = 6^m$$

jeżeli zrobimy:

$$a = \frac{5}{4} b.$$

Formuła daje:

$$b^3 = \frac{3000 \times 9}{142858} = 0.189,$$

z czego będzie:

$$b = 0^m.574, \quad a = 0^m.41.$$

414. POŁOŻENIE, KIEDY PRZECIĘCIE POPRZECZNE JEST KWADRATEM. Jeżeli przecięcie poprzeczne jest kwadratem, używa się formuł następujących:

Rozłożenie ciśnienia.	Materyał, z którego jest ciało.	Formuły, mające się użyć.
Ciśnienie działające w środku długości.	Żelazo lane	$b^3 = \frac{Pc}{1250000}$
	Żelazo kute	$b^3 = \frac{Pc}{1000000}$
	Drzewo dęb. lub jodł. . . .	$b^3 = \frac{Pc}{100000}$
Ciśnienie działające w odległościach l i l' od punktów podpór.	Żelazo lane	$b^3 = \frac{Pl''}{1250000 c}$
	Żelazo kute	$b^3 = \frac{Pl''}{1000000 c}$
	Dąb lub jodła	$b^3 = \frac{Pl''}{100000 c}$
Ciśnienie rozłożone po połowie w dwóch punktach, położonych w tej samej odległości l od punktów podpory.	Żelazo lane	$b^3 = \frac{Pl}{1250000}$
	Żelazo kute	$b^3 = \frac{Pl}{1000000}$
	Dąb lub jodła	$b^3 = \frac{Pl}{100000}$
Ciśnienie rozłożone na długość $2c'$, której środek jest w odległościach l i l' od podpór.	Żelazo lane	$b^3 = \frac{P \left(\frac{l''}{c} - \frac{c'}{2} \right)}{1250000}$
	Żelazo kute	$b^3 = \frac{P \left(\frac{l''}{c} - \frac{c'}{2} \right)}{1000000}$
	Dąb lub jodła	$b^3 = \frac{P \left(\frac{l''}{c} - \frac{c'}{2} \right)}{100000}$

415. POŁOŻENIE, GDZIE PRZECIĘCIE POPRZECZNE JEST KOŁEM, LUB WIELOBOKIEM FOREMNYM. W tém położeniu używa się formuł następujących:

Rozłożenie ciśnienia.	Materyał, z którego jest ciało.	Formuły, mające się użyć.
Ciśnienie działające w środku długości.	Żelazo lane	$d^3 = \frac{Pc}{736312}$
	Żelazo kute	$d^3 = \frac{Pc}{589050}$
	Dąb lub jodła	$d^3 = \frac{Pc}{58905}$
Ciśnienie działające w odległościach l i l' od punktów podpór.	Żelazo lane	$d^3 = \frac{Pl''}{736312 c}$
	Żelazo kute	$d^3 = \frac{Pl''}{589050 c}$
	Dąb lub jodła	$d^3 = \frac{Pl''}{58905 c}$
Ciśnienie rozłożone po połowie w dwóch punktach, położonych w tej samej odległości l od podpór.	Żelazo lane	$d^3 = \frac{Pl}{736312}$
	Żelazo kute	$d^3 = \frac{Pl}{589050}$
	Dąb lub jodła	$d^3 = \frac{Pl}{58905}$
Ciśnienie rozłożone na pewną długość $2c'$, której środek jest w odległościach l i l' od podpór.	Żelazo lane	$d^3 = \frac{P \left(\frac{l''}{c} - \frac{c'}{2} \right)}{736312}$
	Żelazo kute	$d^3 = \frac{P \left(\frac{l''}{c} - \frac{c'}{2} \right)}{589050}$
	Dąb lub jodła	$d^3 = \frac{P \left(\frac{l''}{c} - \frac{c'}{2} \right)}{58905}$

PRZYKŁADY DO N° 415.

PRZYKŁAD PIERWSZY. Jaki powinien być bok kwadratu słupa z żelaza lanego długości $2c = 1^m$, znoszącego ciężar $2P = 750$ kilogr., działający w odległościach od podstaw $l = 0^m.40$, i $l' = 0^m.60$?

Formuła daje:

$$b^3 = \frac{375 \times 0^m.4 \times 0^m.6}{1250000 \times 0^m.5} = 0.000144,$$

z czego:

$$b = 0^m.0524.$$

PRZYKŁAD DRUGI. Jaki powinien być bok kwadratu belki długości $2c = 4^m$, obciążonej $2P = 12000$ kilogr. w ten sposób, że ciężar jest równo rozłożony po połowie w dwóch punktach, będących w równej odległości $l = 0^m.6$ od podpór?

Formuła daje:

$$b^3 = \frac{6000 \times 0.6}{100000} = 0.036,$$

z czego:

$$b = 0^m.330.$$

PRZYKŁAD TRZECI. Jaka powinna być średnica wału z żelaza kutego długości $2c = 1^m.5$, który znosi ciężar $2P = 360$ kilogramów, działający w odległościach $l = 0^m.70$ i $l' = 0^m.80$ od punktu podpory?

Formuła daje:

$$d^3 = \frac{180 \times 0.7 \times 0.8}{589050 \times 0.75} = 0.000228,$$

z czego:

$$d = 0^m.0611.$$

416. WAŁY KÓŁ WODNYCH, KÓŁ ZĘBATYCH, REGULATORY i t. p. Osie obrotowe machin, będąc wystawione czasem na wstrząśnienia, i które nie powinny doświadczać żadnych zgięć, albo nader małych, powinny być zastosowane do formuł następnie przytoczonych, przyjmujących $R = 3750000$ kil.

417. WAŁY O PRZECIĘCIU POPRZECZNÉM KWADRATOWÉM.

Rozłożenie ciśnienia.	Materyał, z którego jest ciało.	Formuły, mające się użyć.
Ciśnienie działające w środku długości.	Żelazo lane	$b^3 = \frac{Pc}{625000}$
	Żelazo kute	$b^3 = \frac{Pc}{500000}$
	Dąb lub jodła	$b^3 = \frac{Pc}{50000}$
Ciśnienie działające w odległościach l i l' od punktów podpór.	Żelazo lane	$b^3 = \frac{Pl'}{625000c}$
	Żelazo kute	$b^3 = \frac{Pl'}{500000c}$
	Dąb lub jodła	$b^3 = \frac{Pl'}{50000c}$
Ciśnienie rozłożone po połowie w dwóch punktach, położo- nych w tej samej od- ległości l od pod- pór.	Żelazo lane	$b^3 = \frac{Pl}{625000}$
	Żelazo kute	$b^3 = \frac{Pl}{500000}$
	Dąb lub jodła	$b^3 = \frac{Pl}{50000}$
Ciśnienie rozłożone na pewną długość $2c'$, której środek jest w odległości l i l' od podpór.	Żelazo lane	$b^3 = \frac{P \left(\frac{l'}{c} - \frac{c'}{2} \right)}{625000}$
	Żelazo kute	$b^3 = \frac{P \left(\frac{l'}{c} - \frac{c'}{2} \right)}{500000}$
	Dąb lub jodła	$b^3 = \frac{P \left(\frac{l'}{c} - \frac{c'}{2} \right)}{50000}$

418. WAŁY O PRZECIĘCIU POPRZECZNÉM OKRĄGLÉM
LUB WIELOBOCZNÉM FOREMNÉM.

Rozłożenie ciśnienia.	Materyał, z którego jest ciało.	Formuły, mające się użyć.
Ciśnienie działające w środku długości.	Żelazo lane	$d^3 = \frac{Pc}{368156}$
	Żelazo kute	$d^3 = \frac{Pc}{295000}$
	Dąb lub jodła	$d^3 = \frac{Pc}{29500}$
Ciśnienie działające w odległościach l i l' od punktów podpór.	Żelazo lane	$d^3 = \frac{Pl'}{368156 c}$
	Żelazo kute	$d^3 = \frac{Pl'}{295000 c}$
	Dąb lub jodła	$d^3 = \frac{Pl'}{29500 c}$
Ciśnienie rozłożone po połowie w dwóch punktach, położo- nych w tej samej od- ległości l od pod- pór.	Żelazo lane	$d^3 = \frac{Pl}{386156}$
	Żelazo kute	$d^3 = \frac{Pl}{295000}$
	Dąb lub jodła	$d^3 = \frac{Pl}{29500}$
Ciśnienie rozłożone na pewną długość $2c'$, której środek jest w odległości l i l' od podpór.	Żelazo lane	$d^3 = \frac{P \left(\frac{l'}{c} - \frac{c'}{2} \right)}{368156}$
	Żelazo kute	$d^3 = \frac{P \left(\frac{l'}{c} - \frac{c'}{2} \right)}{295000}$
	Dąb lub jodła	$d^3 = \frac{P \left(\frac{l'}{c} - \frac{c'}{2} \right)}{29500}$

PRZYKŁAD PIERWSZY. Wał kwadratowy koła wodnego z żelaza lanego, powinien znosić na środku ciężar 4000 kil., długość jego jest 3^m, jaki ma być wymiar boku?

Formuła daje:

$$b^3 = \frac{2000 \times 1.50}{625000} = 0.0048,$$

a ztąd:

$$b = 0^m.1685.$$

Jeżeliby wał miał być okrągły, miałby:

$$d^3 = \frac{2000 \times 1.50}{368156} = 0.00815,$$

a ztąd:

$$d = 0^m.201.$$

Jeżeliby ten sam ciężar działał w punkcie, położonym w odległości $l = 2^m$ i $l = 1^m$ od punktu podpory, znalazłaby się dla wału okrągłego:

$$d^3 = \frac{2000 \times 2 \times 1}{368156 \times 1.50} = 0.00723,$$

$$d = 0^m.1935.$$

Gdyby ten wał był dębowy i obciążony w środku, byłoby:

$$d = 0^m.392.$$

Jeżeli to samo ciśnienie będzie rozłożone po połowie w dwóch punktach, położonych w tej samej odległości, $l = 0^m.55$ od podpór, byłoby dla wału kwadratowego z żelaza lanego:

$$b^3 = \frac{2000 \times 0.55}{625000} = 0.00176,$$

a ztąd:

$$b = 0^m.1207.$$

Dla wału okrągłego z żelaza lanego będzie:

$$d^3 = \frac{2000 \times 0.55}{368150} = 0.00299,$$

z czego:

$$d = 0^m.144.$$

Jeżeli ciężar był równo rozłożony w trzech punktach na pewnej długości $2c' = 1^m.20$, którego środek byłby w odległościach $l = 1^m.10$, $l' = 1^m.90$ od punktu podpory, byłoby dla wału z żelaza lanego kwadratowego:

$$b^3 = \frac{2000 \left(\frac{1.10 \times 1.90}{1.50} = 0.30 \right)}{625000} = 0.0035,$$

a ztąd:

$$b = 0^m.152,$$

dla wału okrągłego:

$$d^3 = \frac{2000 \left(\frac{1.10 \times 1.90}{1.50} = 0.30 \right)}{368156} = 0.00594,$$

a ztąd:

$$d = 0^m.181.$$

PRZYKŁAD DRUGI. Wał koła wodnego ośmioboczny powinien utrzymywać koło ważące 15000 kil., którego ciężar jest równo rozłożony na długości $2c' = 4^m.5$. Cała długość wału trzyma $2c = 6^m.80$. Środek części obciążonej jest w odległościach $l = 3^m.25$ i $l' = 3^m.55$ od podstaw?

Formuła daje jeżeli powinien być dębowy $d = 0^m.835$.

Jeżeli z żelaza lanego $d = 0^m.360$.

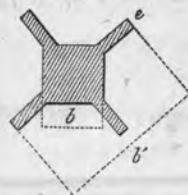
PRZYKŁAD TRZECI. Koło wodne w szlifierni kryształów w Baccarat waży 13500 kil. Ciężar jest rozłożony na długości $2c' = 3^m.13$, którego środek jest w odległościach $l = l' = 2^m.20$, od podpór, oddalonych między sobą $2c = 4.40$. Wał jest ośmioboczny. Formuła daje $d = 0^m.296$.

Budujący dał $d = 0^m.250$.

To koło jest w ruchu dopiero od 20 lat.

419. WAŁY KÓŁ WODNYCH O ŚRODKU KWADRATOWYM Z ŻELAZA LANEGO, WZMOCNIONYM PRZEZ WYSTĘPY PODEŁU-

ŻNE. Część środkowa między punktami, które znoszą ciężar jest zwykle wymiaru mniejszego, lecz jest wzmocniona przez wysoki (fig. 63).



Nazywając wtedy:

b bok kwadratu,

b' szerokość całą zewnętrzną wysoków wzmacniających, mierzoną z zewnątrz na zewnątrz,

e grubość wysoków,

będziemy mieli między temi wymiarami i ciężarami, jaki może wytrzymać, przypuszczając, że są z żelaza lanego, wyrażenie następujące, dla których wzięto za zasadę $R = 3750000$ kilog., jak pod n° 416, zważając na to, że rzecz idzie głównie o koła wodne, które powinny być zawsze bardzo dokładne:

Rozłożenie ciśnienia.	Formuły do użycia.
Ciśnienie działające w środku długości.	$\frac{b^4 + (b'^3 - b^3)e + (b' - b)e^3}{b'} = \frac{Pc}{625000}$
Ciśnienie działające w odległościach l i l' od punktów podpory.	$\frac{b^4 + (b'^3 - b^3)e + (b' - b)e^3}{b'} = \frac{Pl'l'}{625000c}$
Ciśnienie rozłożone po połowie w dwóch punktach położonych w tej samej odległości l od podpór.	$\frac{b^4 + (b'^3 - b^3)e + (b' - b)e^3}{b'} = \frac{Pl}{625000}$
Ciśnienie rozłożone na pewną długość $2c'$, której środek jest w odległości l i l' od podpór.	$\frac{b^4 + (b'^3 - b^3)e + (b' - b)e^3}{b'} = \frac{P \left(\frac{l'l'}{c} - \frac{c'}{2} \right)}{625000}$

420. STOSUNEK, JAKI POWINNO SIĘ ZACHOWAĆ MIĘDZY WYMIARAMI. W przypadku, gdy będzie szło o oznaczenie wy-

miarów b , b' i e , należałoby oznaczyć *a priori* między nimi jakiś stosunek prosty. Jeżeli na przykład przyjmujemy głównie używane:

$$b' = 3b, \quad e = \frac{1}{3}b.$$

Formuły powyższe będą dla żelaza lanego:

Rozłożenie ciśnienia.	Formuły do użycia.
Cisnienie działające w środku długości.	$b^3 = \frac{Pe}{2029500}$
Cisnienie działające w odległościach l i l' od punktów podpory.	$b^3 = \frac{Pl''}{2029500}$
Cisnienie rozłożone po połowie w dwóch punktach położonych w tej samej odległości l od podpór.	$b^3 = \frac{Pl}{2029500}$
Cisnienie rozłożone na pewną długość $2e'$, której środek jest w odległości l i l' od podpór.	$b^3 = \frac{\left(\frac{ll'}{e} - \frac{c'}{2}\right)}{2029500}$

PRZYKŁAD. Wał kwadratowy z żelaza lanego 4^m długi z wzmocnieniami proporcjonalnymi, jak jest powiedziano powyżej, powinien znosić ciśnienie 10000 kil.

Jeżeli ciśnienie jest w środku długości, jest:

$$b^3 = \frac{5000 \times 2}{2029500} = 0.00493,$$

z czego:

$$b = 0^m.170, \quad e = 0^m.057, \quad b' = 0^m.510.$$

Jeżeli ciśnienie jest w odległości $l = 1^m.50$, $l' = 2^m.50$ od podpór, jest:

$$b^3 = \frac{5000 \times 1.50 \times 0.52}{2029500 \times 2} = 0.00462,$$

z czego:

$$b = 0^m.1665, \quad e = 0^m.0555, \quad b' = 0^m.4995.$$

Jeżeli ciężar jest rozłożony po połowie w dwóch punktach, położonych w tej samej odległości $l = 0^m.60$ od podpór, jest:

$$b^3 = \frac{5000 \times 0.60}{2029500} = 0.001476,$$

z czego:

$$b = 0^m.114, \quad e = 0^m.038, \quad b' = 0^m.342.$$

Jeżeli ciężar jest rozłożony w czterech punktach na długości $2e' = 2^m.80$, których środek jest w odległościach $l = 1^m.95$ i $l' = 2^m.05$ od podpór, jest:

$$b^3 = 5000 \frac{\left(\frac{1.95 \times 2.05}{2} - 0.70\right)}{2029500} = 0.0032,$$

z czego:

$$b = 0^m.147, \quad e = 0^m.049, \quad b' = 0^m.441.$$

UWAGA. Chociaż w tych przykładach przypuszczaliśmy, że ciśnienie może być zastosowane w środku długości, lub rozłożone w wielu punktach, powinniśmy jednak uważać, że wały wzmocniane wyskokami, zazwyczaj są tylko obciążone w dwóch punktach, między którymi właśnie znajdują się zawsze wzmocnienia.

Fig. 61.



421. PRZYPADK, KIEDY ŚRODEK WAŁU JEST WALCEM WZMOCNIONYM PRZEZ WYSTĘPY PODEŁŻNE (Fig 61). Zachowując oznaczenia numeru poprzedniego i uważając, że b będzie wyrażać sre-

dnicę środka, czyli rdzenia wału, będziemy mieli formuły następujące :

Rozłożenie ciśnienia.	Formuły do użycia.
Ciśnienie działające w środku długości.	$\frac{0.589b^4 + (b^3 - b^3)e + (b' - b)e^3}{b'} = \frac{Pc}{625000}$
Ciśnienie działające w odległościach l i l' od punktów podpory.	$\frac{0.589b^4 + (b^3 - b^3)e + (b' - b)e^3}{b'} = \frac{Pl'}{625000c}$
Ciśnienie rozłożone po połowie w dwóch punktach położonych w tej samej odległości l od podpór.	$\frac{0.589b^4 + (b^3 - b^3)e + (b' - b)e^3}{b'} = \frac{Pl}{625000}$
Ciśnienie rozłożone na pewną długość $2c'$, której środek jest w odległości li' od podpór.	$\frac{0.589b^4 + (b^3 - b^3)e + (b' - b)e^3}{b'} = \frac{P \left(\frac{l'}{c} - \frac{c'}{2} \right)}{625000}$

422. STOSUNKI ZWYCZAJNE MIĘDZY ROZMAITEMI WYMIARAMI. Jeżeli przyjmiemy poprzednie zwykle używane stosunki między wyskokami i grubością ich, to jest: $b=3b$ i $e=1/3b$, będziemy mieli :

Rozłożenie ciśnienia.	Formuły do użycia.
Ciśnienie działające w odległościach li' od punktów podpory.	$b^3 = \frac{Pl'}{1942500c}$
Ciśnienie rozłożone po połowie w dwóch punktach położonych w tej samej odległości l od podpór.	$b^3 = \frac{Pl}{1942500}$
Ciśnienie rozłożone na pewną długość $2c'$, której środek jest w odległości li' od podpór.	$b^3 = \frac{P \left(\frac{l'}{c} - \frac{c'}{2} \right)}{1942500}$

PRZYKŁAD. WAŁ KOŁA PRZĘDZALNI W GUEBWILLER. Koło z wodą, którą może zawierać, waży 30500 kilogr., jego ciężar jest rozłożony po połowie w dwóch punktach, położonych w tej samej odległości $l=0^m.65$ od podpór, jest więc:

$$P = 15250 \text{ kilogr.}$$

Formuła daje wtedy $b=0^m.172$.

Budujący koło, dał $b=0^m.1336$ i wzmocnienia są proporcjonalne, jak się powiedziało powyżej. Wymiar znaleziony jest ten sam, jak gdyby się przyjęło $R=7500000$ kilog., lecz wiele wałów, zbudowanych według tej ważności, okazało się za słabe. I to właśnie dla tego zalecamy przyjmować ważność $R=3750000$ kil. jak i dla wszystkich innych kół wodnych.

423. SPOSTRZEŻENIA ODNOŚZĄCE SIĘ DO CZĘŚCI WAŁÓW, KTÓRE NIE SĄ JEDNOLITE TYLKO SKŁADANE. W zastosowaniu formuł poprzednich, zauważano, że dla ułatwienia składań, czyli łączeń części, na których spoczywa ciężar, można przyjąć profil, jakimś wskazać na figurach 63 i 64, a głównie, że należy w każdym wypadku dać profil kwadratowy,

okrągły lub wieloboczny, samego środka. Obliczy się potem wymiary za pomocą prawideł n° 417 i 418, odpowiednio do

Fig. 65.



ich kształtu, i łączy się ze środkiem, czyli rdzeniem wzmocnienia, których wymiary oznaczyliśmy pyramidalne, lub ostrokręgowe, przed ułożone w odpowiednie łagodne zakrzywienia (fig. 65).

PRZYKŁAD. Koło wodne z żelaza, zamieszczone w przykładzie poprzednim, waży razem z wodą, którą zawiera, 30500 kilogramów.

Cisnienie jest rozłożone po połowie w dwa punkta, położone w tej samej odległości $l=0^m.65$ od środka panwi.

Wał jest z żelaza lanego, części boczne są walcowe, część środkowa pomiędzy punktami na których spoczywa ciężar jest także walcem, ale średnicy mniejszej, wzmocniona wyskokami.

Formuła daje dla części, będących za środkiem, na której jest ciśnienie $d=0^m.299$.

Budujący dał tylko $d=0^m.258$, lecz dla tego, że ta część wału ma 4 małe wysoki, które cokolwiek wzmacniają i zarazem przytrzymują wysoki, umieszczone w środku koła.

Część wału, która jest w środku pomiędzy punktami obciążeniami, jest opatrzona odpowiedniami wzmocnieniami, oznaczonymi podług n° 422.

424. WAŁY OKRĄGŁE ROWKOWANE Z ŻELAZA LANEGO. Aby powiększyć opór i średnicę zewnętrzną, przyjmuje się niekiedy wały okrągłe rowkowane z żelaza lanego.

Nazywając d średnicę zewnętrzną, d' średnicę wewnętrzną, używa się formuł następujących :

Rozłożenie ciśnienia.	Formuły do użycia.
Cisnienie działające w środku długości.	$\frac{d^4 - d'^4}{d} = \frac{Pc}{368156}$
Cisnienie działające w odległościach l i l' od punktów podpory.	$\frac{d^4 - d'^4}{d} = \frac{Pl''}{368156c}$
Cisnienie rozłożone po połowie w dwóch punktach położonych w tej samej odległości l od podpór.	$\frac{d^4 - d'^4}{d} = \frac{Pl}{368156}$
Cisnienie rozłożone na pewną długość $2c'$, której środek jest w odległości l i l' od podpór.	$\frac{d^4 - d'^4}{d} = \frac{P\left(\frac{l''}{c} - \frac{c'}{2}\right)}{368156}$

425. WYMIARY, W OGÓLE PRZYJĘTE W PODOBNYM POŁOŻENIU. Jest zwyczajem używać średnicę wewnętrzną, równą $\frac{3}{5}$ średnicy zewnętrznej, co nam daje grubość $\frac{1}{5}$ średnicy zewnętrznej, wówczas formuły poprzednie będą :

Rozłożenie ciśnienia.	Formuły do użycia.
Cisnienie działające w środku długości.	$d^3 = \frac{Pc}{320453}$
Cisnienie działające w odległościach l i l' od punktów podpór.	$d^3 = \frac{Pl'l'}{320453}$
Cisnienie rozłożone po połowie w dwóch punktach położonych w tej samej odległości l od podpór.	$d^3 = \frac{Pl}{320453}$
Cisnienie rozłożone na pewną długość $2c'$, której środek jest w odległości l i l' od podpór.	$d^3 = \frac{P\left(\frac{ll'}{c} - \frac{c'}{2}\right)}{320453}$

PRZYKŁAD. Wał koła wodnego, poruszający młoty w fabryce broni w Châtellerault znosi na długości $2c' = 2^m$ wagę koła $2P = 21017$ kilog. Środek części obciążonej jest w odległościach $l = 1^m.55$, $l' = 2^m.06$ od punktów podpór, które są oddalone $2c = 3^m.61$.

Formuła daje:

$$d^3 = \frac{10508 \left(\frac{1.55 \times 2.06}{1.805} - 0.50 \right)}{320453} = 0.0416,$$

z czego:

$$d = 0^m.346, \quad d' = 0^m.208, \quad \frac{d-d'}{2} = 0^m.069.$$

426. BRYŁY OSADZONE W OBU KOŃCACH. Kiedy bryła jest osadzona w obu końcach, jej opór jest dwa razy większy, jak gdyby była położona wolno na podporach, i dla tego

będzie się używać tych samych formuł, które były wskazane od n° 411 i następne, tylko zastępując P , czyli połowę całego ciśnienia $2P$ przez $\frac{P}{2}$, czyli $\frac{1}{4}$ całego ciśnienia. Lecz potrzeba w każdym razie być upewnionym, czy osadzenie jest mocne i pewne, inaczej bowiem, możnaby otrzymać bardzo fałszywe wypadki. Za belki osadzone mocno w murze, nie mogą być uważane te, które są zapuszczone głęboko tylko $0^m.70$ do $0^m.80$.

427. BRYŁY GRANIASTOSŁUPOWE LUB WALCOWE, WYSTAWIONE NA SKRĘCENIE. Wały, które przenoszą ruch, są wystawione na działanie skręcenia, na co bardzo często trzeba zwracać uwagę, dając im odpowiednie wymiary. Oblicza się wymiary, które im dać należy, aby ich postawić w stanie potrzebnego ciągłego oporu przez formuły następujące (*), które są ułożone w ten sposób, że zadosyć czynią warunkom potrzebnym przy zastosowaniu i do wałów wielkich pierwszych działaczy i do lekkich, służących nieraz do ostatnich ruchów w fabrykach.

W tych formułach jest oznaczone przez:

P siła, która działa na skręcenie ciała,

R ramię drąga tej siły,

b bok kwadratu, jeżeli przecięcie jest kwadratowe,

d średnica ciała, jeżeli jest walcem, lub średnica koła wpisanego, jeżeli jest wielobokiem,

d i d' średnica zewnętrzna i wewnętrzna, jeżeli walec jest rowkowany.

(*) Te formuły są ułożone, przypuszczając, że ciało odbiera siłę ciągłą 2000000 kil, dla żelaza, a 333333 kil, dla drzewa, na metr kw. przecięcia poprzecznego.

Kształt przecięcia poprzecznego.	Materiał, z którego jest ciało.	Formuły do użycia na wały	
		lekkie.	silne.
Kwadratowy. . .	Żelazo...	$b^3 = \frac{PR}{315000}$	$b^3 = \frac{PR}{157500}$
	Drzewo.	$b^3 = \frac{PR}{52423}$	$b^3 = \frac{PR}{26212}$
Walcowy. . . .	Żelazo...	$d^3 = \frac{PR}{262000}$	$d^3 = \frac{PR}{131000}$
	Drzewo.	$d^3 = \frac{PR}{43638}$	$d^3 = \frac{PR}{21819}$
Obręczkowe...	jeżeli d i d' są jakiegolwiek	$\frac{d^4 - d'^4}{d} = \frac{PR}{262000}$	$\frac{d^4 - d'^4}{d} = \frac{PR}{13100}$
		$\frac{d^4 - d'^4}{d} = \frac{PR}{43638}$	$\frac{d^4 - d'^4}{d} = \frac{PR}{21819}$
	jeżeli $d' = \frac{3}{5}d$	$d^3 = \frac{PR}{227900}$	$d^3 = \frac{PR}{113950}$
		$d^3 = \frac{PR}{37972}$	$d^3 = \frac{PR}{18986}$

UWAGA. Jeżeli ząbienia, które przenoszą ruch, mają z jednej i drugiej strony osie, to właśnie ta oś znosi siłę skręcenia, i dla tego jej średnica powinna być wyrachowana według powyższego prawidła.

PRZYKŁAD. Jaka powinna być średnica osi wału okrągłego z żelaza lanego przy turbinie w Müllbach, aby przenieść siłę 45 koni przy prędkości 50 obrotów na minutę za pomocą koła ząbionego, mającego 0^m.70 promienia?

Prędkość na obwodzie koła zębatego jest:

$$\frac{50}{60} \times 6 \times 280.70 = 3^m.663.$$

Działanie, wywarte na obwód tego koła, będzie:

$$\frac{45 \times 75^{km}}{3^m.663} = 921^{kil.4}.$$

Formuła dla wałów silnych, czyli pierwszych działaczy daje:

$$d^3 = \frac{921.4 \times 0.7}{131000} = 0.004923,$$

z czego $d = 0^m.170$.

Oś tego wału ma 0^m.162 średnicy, a wał ma średnicy 0^m.182. Przy robieniu doświadczeń z hamulcem okazało się, że działanie przenoszone jest siły 91 koni, a prędkość 66 obrotów na minutę, co odpowiada sile 1410 kil. bez zmiany.

428. SPOSTRZEŻENIE, TYCZĄCE SIĘ WAŁÓW PRZENOSZĄCYCH RUCH. Gdyby chciano oznaczyć z pewnością wymiar wału przenoszącego ruch, lub osi, powinno się obliczać podług formuł, zastosowanych do oporu przeciwko rozerwaniu przez zgięcie i przez formuły numeru poprzedniego, zastosowane do skręcenia, i za wymiar ostateczny przyjąć ważność, która wypadnie największa.

429. CIAŁA WALCOWE, GRUBOŚCI JEDNAKOWEJ, W ŚCIANACH, POD CIŚNIENIE WEWNĘTRZNE. Oblicza się grubość, którą należy dawać rurom walcowym za pomocą formuły:

$$e = \frac{pd}{2R'} + e' = \frac{n \times 10330d}{2R'} + e',$$

w której oznaczono przez:

e grubość rury,

p ciśnienie wewnętrzne na metr kwadr.,

n liczbę atmosfer, odpowiednią temu ciśnieniu z uwagą na ciśnienie powietrza,

d średnicę wewnętrzną,

R' siłę rozerwania, którą może rura z całym bezpieczeństwem znosić ciągle na metr kwadr., powierzchni, stosownie do

materyi, z której jest zrobiona, a którato siła jest oznaczona w tablicy n° 411,

e' grubość stałą, którą potrzeba dodać do niektórych rur, aby je uczynić w stanie oprzeć się szczegółowym okolicznościom, jak np. przy kładzeniu, przenoszeniu i t. p.

Ta formuła sprowadzi się do następnych, przyjmując dla:

Żelaza kutego . .	$R'=6000000$	to	$e'=0.00086$	$nd+0.0030$
Żelaza lanego . .	$R'=2170000$	—	$e'=0.00238$	$nd+0.0085$
Miedzi walcowanej	$R'=3500000$	—	$e'=0.001476$	$nd+0.0040$
Ołowiu	$R'=213000$	—	$e'=0.00242$	$nd+0.0050$
Cynku	$R'=833000$	—	$e'=0.00620$	$nd+0.0040$
Drzewa	$R'=160000$	—	$e'=0.03230$	$nd+0.0270$
Kamieni naturaln.	$R'=1400000$	—	$e'=0.03690$	$nd+0.0300$
Kamieni sztucz. .	$R'=960000$	—	$e'=0.05380$	$nd+0.0400$

Wiadomo, że dla kotłów przy maszynach parowych z żelaza lanego, wystawionych na zniszczenie przez działanie płomienia, powinno się na zasadzie rozporządzenia rządu, ustanawiać grubość według formuły:

$$e = 0.0018nd + 0^m.003,$$

do której użyto za zasadę mniej więcej $R'=3000000$ kil. i powiększono grubość obliczoną o ilość stałą $0^m.003$, jako też, że dla obsługi wód w Paryżu, daje się rurom z żelaza lanego grubość, która odpowiada mniej więcej formule:

$$e = 0.002nd + 0^m.01,$$

w której $n=10$ atmosferom, jest ciśnieniem znanem z doświadczenia, jakie działa w tych rurach.

430. OPÓR KULI PRZECIW ROZERWANIU. Kiedy kula wydrążona jest poddana ciśnieniu wewnętrznemu, przyczyniającemu się jej pęknięciu, jeżeli nazwiemy:

r jej promień zewnętrzny,

r' jej promień wewnętrzny,

e jej grubość równą $r-r'$,

p ciśnienie wewnętrzne, wyrażone w kilogramach na jeden metr kwadr., licząc z uwagą na ciśnienie powietrza,

R obciążenie na metr kwadr., wywołujące rozerwanie, oznaczone podług n° 372.

Obliczy się ciśnienie, zdolne wywołać pęknięcie kuli, przez formułę:

$$p = R \frac{r^3 - r'^3}{r'^3},$$

Co nam da dla:

$$\text{Żelaza kutego } p = 40000000 \frac{r^3 - r'^3}{r'^3}$$

$$\text{Żelaza lanego. . . . } p = 13500000 \frac{r^3 - r'^3}{r'^3}$$

$$\text{Miedzi różowej kutój. } p = 25000000 \frac{r^3 - r'^3}{r'^3}$$

PRZYKŁAD. Jakie jest ciśnienie, wywarte przez wodę na ściany wewnętrzne bomby 12 calowej, kiedy ona pęka przez rozszerzenie cząstek wody w czasie jej marznięcia?

Średnica zewnętrzna bomby jest $2r = 0^m.32$,

» wewnętrzna » $2r' = 0^m.23$,

jest więc:

$$p = 13500000 \times \frac{0.16^3 - 0.115^3}{0.115^3} = 12681900 \text{ kil.}$$

albo:

$$p = \frac{12681900}{10330} = 1228 \text{ atmos.}$$

Rozerwanie następuje zawsze przez oko, a zatem na powierzchni słabszej jak inne przecięcia, przechodzące przez środek, ciśnienie więc w chwili pęknięcia może być rzeczywiste cokolwiek mniejsze.

Kiedy grubość metalu jest $\frac{1}{10}$ częścią promienia wewnętrznego, czyli prawie $r^3 - r'^3 = 2er$, wtedy formuły powyższe zmieniają się w ten sposób:

$$\text{dla żelaza kutego} \quad p = \frac{8000000e}{r},$$

$$\text{dla żelaza lanego} \quad p = \frac{27000000e}{r},$$

$$\text{dla miedzi kutěj} \quad p = \frac{50000000e}{r}.$$

Lecz jeżeli idzie o obliczenie grubości, którą dać należy kuli, aby się ciągle opierała danemu ciśnieniu wewnętrznemu, wtedy używa się formuł następujących w przypadku, jeżeli grubość będzie wyższa od $\frac{1}{3}$ promienia zewnętrznego:

$$\text{dla żelaza kutego} \quad e = \frac{pr}{1333333},$$

$$\text{dla żelaza lanego} \quad e = \frac{pr}{4500000},$$

$$\text{dla miedzi kutěj} \quad e = \frac{pr}{8333333}.$$

PRZYKŁAD. Jaką grubość należy dać kuli wydrążonej z miedzi czerwonej kutěj, poddanej pod ciśnienie 4 atmosfer z uwagą na ciśnienie powietrza, i której średnica zewnętrzna ma być 6^m.60?
jest:

$$p = 4 \times 10330 = 41320 \text{ kilogr.},$$

$$e = \frac{41320 \times 0.30}{8333333} = 0^m.0015.$$

431. WYMIARY ŚRUBY. W budowlach, nitable używane do łączenia rozmaitych części, powinny zachować proporcye następujące:

Środek części nitabli (*boulon*), na której jest wyrobiona śruba, nie powinien znosić większego nateżenia jak 2^{kil}.80 na milimetr kwadr. powierzchni przecięcia poprzecznego.

Nazywając:

P siłę, jaką powinna wytrzymać nitabla,
d średnicę środka, na którym jest wyrobiona śruba.

Oblicza się ten środek przez formułę:

$$d = 0.674\sqrt{P}.$$

Średnica zewnętrzna wyskoków na śrubie będzie równa $\frac{2}{3}d$, czyli $\frac{2}{3}$ części średnicy środka, i wysokość wyskoku śruby będzie równa $\frac{1}{10}d$, czyli $\frac{1}{10}$ części średnicy środka.

Krok śruby powinien być równy $\frac{1}{10}d$, czyli $\frac{1}{10}$ części średnicy środka śruby.

Kiedy osada śruby, czyli mutra, nie ma być często śrubowana, to grubość jej powinna być równa średnicy zewnętrznej śruby, albo $\frac{2}{3}$ średnicy środka. Należałoby, aby mutra miała najmniej 6 kroków śruby.

Jeżeli mutra ma być często śrubowana, to grubość jej powinna być $\frac{1}{3}$ grubości średnicy zewnętrznej, albo $\frac{2}{3}$ średnicy środka.

Dla ułatwienia wśrubowania w sztuki, mające być złączone, potrzeba opatrzyć otwór, w który ma wchodzić śruba cokolwiek większymi wyrznięciami, jak są wyskoki śruby, lecz nie więcej, jak jeden millimetr do kilku, stosownie do wielkości śruby i użytego materyału.

Te proporcye zachowane być powinny tak w śrubach, mających wyskoki kwadratowe jako też trójkątne.

FORMUŁY DO OBLICZANIA ZGIĘĆ,

JAKIE PRZYJMUJĄ CIAŁA ROZMAITYCH KSZTAŁTÓW.

432. Jest często potrzebnem obliczenie zgięcia, jakie przyjmuje podpora pod pewnem danem ciśnieniem daleko niższem od tego, któreby działało na złamanie, czyli do oznaczenia wymiarów ciała w ten sposób, aby zgięcie nie przechodziło granic, oznaczonych z góry. Damy tu formuły, które zwykle są używane najczęściej, lecz nie będzie bez użytku przytoczyć wypadki główne z teoryi i doświadczeń nad oporem ciała przeciwko zgięciu.

WYPADKI GŁÓWNE Z TEORYJ I DOŚWIADCZEŃ,
CZYNIONYCH NAD ZGIĘCIEM CIAŁ.

Kiedy bryła, osadzona poziomo jednym swoim końcem, jest obciążona na drugim końcu prostopadłe do swojej długości, zgięcie, które przyjmuje, jest proporcjonalne do siły, wywartej i do sześciannu z ramienia drga.

Jeżeli ciśnienie jest jednostajnie rozłożone na całej długości bryły, zgięcie wydane przez ciężar, odpowiada $\frac{3}{8}$ ciężarowi, który działał na końcu.

Kiedy bryła leży poziomo wolno na dwóch podporach i ciężar działa w środku ciała, zgięcie jest proporcjonalne do wagi ciężaru i do sześciannu z połowy odległości między podporami.

Jeżeli w ciele, położonem poziomo na dwóch podporach, ciężar działający jest równo rozłożony w całej długości, siła potrzebna do zgięcia jest równa $\frac{5}{8}$ wadze ciężaru, jakiby działał w środku długości.

Kiedy ciało w obu końcach jest osadzone poziomo i obciążone w środku, zgięcie jest proporcjonalne do wagi ciężaru i do sześciannu z połowy długości części nieosadzonej, lecz w połowie mniejsze od tego, jakiegoby ciało doznało, gdyby leżało wolno na podporach. W tym wypadku trzeba mieć wzgląd na uwagę n° 426.

Wypadki powyższe są dokładne o tyle, o ile obciążenie nie przechodzi granicy, któraby wydała zniszczenie sprężystości ciała, a ponieważ siły wskazane w formułach n° 374 i następnych, są o wiele mniejsze od tych granic, można używać prawideł, jakie wskażemy do obliczenia zgięć wszystkich ciał, których proporcye są oznaczone w wspomnianych numerach.

433. WYSOKIE WYGIĘCIA CIAŁA, PODDANEGO POD DZIAŁANIE PROSTOPADŁE DO JEGO DŁUGOŚCI. Będziemy zachowywać w formułach następnych oznaczenia, jakie daliśmy dla

różnych liter, przy n° 377 dodamy tylko f , które będzie strzałą, czyli wysokością wygięcia (*la flèche de la courbure*), wyrażoną w metrach i mierzoną na końcu wolnym, obciążonym dla ciał osadzonych w drugim końcu, i w środku długości dla ciał położonych na dwóch podporach, lub osadzonych w obu końcach.

434. BRYŁA GRANIASTOSEŁUPOWA, OSADZONA JEDNYM KOŃCEM, MAJĄC WZGLĄD PRZY OBLICZANIU NA WAGĘ CIAŁA. Oblicza się wysokość strzały krzywizny na końcu obciążonym przez formuły następujące:

$$\text{Żelaza lanego} \dots \dots \dots f = \frac{(P + \frac{3}{8}pc)c^3}{3600000000ab^3}$$

$$\text{Żelaza kutego} \dots \dots \dots f = \frac{(P + \frac{3}{8}pc)c^3}{5000000000ab^3}$$

$$\text{Drzewa dębowego lub jodłowego} \dots f = \frac{(P + \frac{3}{8}pc)c^3}{3000000000ab^3}$$

$$\text{Stali topionej} \dots \dots \dots f = \frac{(P + \frac{3}{8}pc)c^3}{7500000000ab^3}$$

$$\text{Stali Niemieckiej} \dots \dots \dots f = \frac{(P + \frac{3}{8}pc)c^3}{5250000000ab^3}$$

PRZYKŁAD. Zgięcie, jakie się robi na końcu belki dębowej, osadzonej w drugim końcu i obciążonej na odległość 4^m od punktu osadzenia wagą 750 kilogr., szerokiej 0^m.20, wysokiej 0^m.30?

Waga tej belki jest:

$$pc = 800 \times 0^m.20 \times 0^m.30 \times 4^m = 192 \text{ kilogr.}$$

Formuła powyższa daje:

$$f = \frac{(750 + \frac{3}{8} \times 192) 4^3}{300,000,000 \times 0.20 \times 0.27^3} = 0^m.030.$$

435. PRZYPADEK, KIEDY SIĘ POMIJA WAGA CIAŁ. Kiedy można opóścić wagę ciała, używa się wtedy dla oznaczenia strzały wygięcia formuł następujących, dla:

$$\text{żelaza lanego} \quad f = \frac{Pc^3}{3000000000ab^3}$$

$$\text{żelaza kutego} \quad f = \frac{Pc^3}{5000000000ab^3}$$

$$\text{drzewa} \quad f = \frac{Pc^3}{3000000000ab^3}$$

$$\text{stali topionej} \quad f = \frac{Pc^3}{7500000000ab^3}$$

$$\text{stali Niemieckiej} \quad f = \frac{Pc^3}{5250000000ab^3}$$

PRZYKŁAD. Jakie jest wygięcie sztaby resoru z stali topionej, osadzonej w jednym końcu, a w drugim obciążonej ciśnieniem 50 kilogr., której wymiary są następujące:

$$a = 0^m.03, \quad b = 0^m.015, \quad c = 0^m.25.$$

Formuła daje:

$$f = \frac{50 \times (0.25)^3}{7500000000 \times 0.03 \times (0.015)^3} = 0^m.00100.$$

436. PRZYPADEK, KIEDY CIĘŻAR JEST JEDNOSTAJNIE ROZŁOŻONY. Jeżeli ciężar jest równo rozłożony na całej długości ciała, nazywając przez p ciśnienie na metr bieżący, będziemy używali do obliczenia wysokości zgięcia następujących formuł, dla:

$$\text{Żelaza lanego} \quad f = \frac{pc^4}{8000000000ab^3}$$

$$\text{Żelaza kutego} \quad f = \frac{pc^4}{13333000000ab^3}$$

$$\text{Drzewa} \quad f = \frac{pc^4}{8000000000ab^3}$$

Jeżeliby była potrzeba mieć wzgląd na wagę ciała, to trzeba w ważność p oprócz ciśnienia na metr bieżący, dodać ciężar metra bieżącego ciała.

PRZYKŁAD. Jakie jest wygięcie belki dębowej osadzonej w jednym końcu, szerokiej $0^m.40$, a grubej $0^m.50$, obciążonej wagą 9000 kilogramów na metr bieżący, jeżeli długość jej cała jest $3^m.28$?

Formuła daje:

$$f = \frac{9000 \times (3.28)^4}{8000000000 \times 0.40 \times (0.50)^3} = 0^m.0261.$$

437. SPOSTRZEŻENIE CO DO SPOSOBU UWAŻANIA WAGI CIAŁA, ALBO TEŻ CIĘŻARU RÓWNO ROZŁOŻONEGO W CAŁEJ JEJ DŁUGOŚCI. W ogóle ciśnienie równo rozłożone na ciele, osadzonem w jednym końcu, wydaje to samo zgięcie, jakoby robiło $\frac{3}{8}$ tego ciężaru, umieszczonego na drugim końcu w każdym rodzaju przecięcia. Ta uwaga uwalnia nas od robienia wzmianki w przyszłości co do wagi ciała, lub ciężaru równo rozłożonego.

438. BRYŁY WALCOWE, OSADZONE JEDNYM KOŃCEM. Jeżeli ciało ma za przecięcie koło, czyli jest walcem, zgięcie, jakie przyjmuje, oblicza się za pomocą następujących formuł, na:

$$\text{Żelazo lane} \quad f = \frac{Pc^3}{1764000000d^4}$$

$$\text{Żelazo kute} \quad f = \frac{Pc^3}{2940000000d^4}$$

$$\text{Drzewo} \quad f = \frac{Pc^3}{1764000000d^4}$$

PRZYKŁAD. Jakie jest zgięcie nitabli żelaznej okrągłej $0^m.04$ średnicy, osadzonej jednym końcem i dźwigającej 100 kilogramów w odległości $0^m.60$ od punktu osadzenia?

Formuła daje:

$$f = \frac{100 \times (0.6)^3}{2940000000 (0.04)^4} = 0^m.0029.$$

439. BRYŁY WALCOWE ROWKOWANE. Jeżeli ciało jest bryłą walcową rowkowaną, oblicza się zgięcie przez formuły następujące, dla:

$$\text{Żelaza lanego} \quad f = \frac{Pc^3}{1764000000(d^4 - d'^4)}$$

$$\text{Żelaza kutego} \quad f = \frac{Pc^3}{2940000000(d^4 - d'^4)}$$

$$\text{Drzewa} \quad f = \frac{Pc^3}{1764000000(d^4 - d'^4)}$$

PRZYKŁAD. Jakie jest zgięcie wału żelaznego lanego rowkowanego, osadzonego w jednym końcu, a w drugim obciążonego wagą 5000 kilogr., przy następujących wymiarach:

$$e = 2^m, \quad d = 0^m.30, \quad d' = 0^m.18.$$

Formuła daje:

$$f = \frac{5000 \times 2^3}{1764000000[(0.3)^4 - (0.18)^4]} = 0^m.0032.$$

440. BRYŁA GRANIASTOSŁUPOWA, WZMOCNIONA PRZEZ WYSTĘP PODŁUŻNY. Jeżeli bryła przedstawia przecięcie jak na fig. 57, zachowując oznaczenie liter te same, co przy n° 381, i przyjmując na z tę samą ważność, oblicza się zgięcie bryły z żelaza lanego, osadzonej w jednym końcu, a poddanej w drugim końcu pod ciśnienie P , za pomocą następującej formuły:

$$f = \frac{Pc^3}{13100000000[az^3 - (a - a')(z - b)^3 + a'(b + b' - z)^3]}.$$

Jeżeli bryła ma wymiary:

$$a' = b = \frac{1}{5}a, \quad b' = a,$$

będzie: $z = \frac{2}{5}a.$

Formuła sprowadzi się do wyrażenia:

$$f = \frac{Pc^3}{2096000000a^4}.$$

PRZYKŁAD. Jakie jest zgięcie konsoli, mającej 1^m wyskoku, obciążonej na końcu wagą 250 kil. i mającej wymiary następujące:

$$a' = b' = \frac{1}{5}a = 0^m.02, \quad a = 0^m.10,$$

formuła daje:

$$f = \frac{250 \times 1}{2096000000 \times 0.0001} = 0^m.0013,$$

jeżeli bryła będzie miała wymiary:

$$a' = b = \frac{1}{5}a, \quad b' = \frac{1}{3}a,$$

będzie: $z = \frac{1}{5}a.$

formuła sprowadzi się do wyrażenia:

$$f = \frac{Pc^3}{4320000000a^4}.$$

441. BRYŁY RÓWNYCH OPORÓW. Bryły równych oporów, których przecięcie podłużne ma kształt paraboli, przyjmują zgięcie dwa razy większe, jak bryły graniastosłupowe lub walcowe tej samej powierzchni przecięcia przy osadzie.

442. BRYŁY POŁOŻONE POZIOMO NA DWÓCH PODPORACH. Jeżeli nazwiemy jak przy n° 410:

2P ciśnienie, jakie znosi ciało położone wolno na dwóch podporach,

2c odległość pozioma między podporami.

Ciśnienie zaś działa prostopadle do długości ciała w środku odległości pomiędzy podporami, oblicza się wygięcie ciała w środku, za pomocą tych samych formuł, co dla brył osadzonych w jednym końcu, a obciążonych w drugim, stosownie do n° 432 i następnych.

443. BRYŁY O PRZECIĘCIU PROSTOPADŁYM, POŁOŻONE POZIOMO NA DWÓCH PODPORACH I OBCIĄŻONE W JAKIMKOL-

WIEK PUNKCIE ICH DEUGOŚCI. Nazywając jak przy n° 414 l i l' odległości punktu, gdzie działa ciężar od dwóch podpór, i zachowując te same oznaczenia liter, oblicza się wygięcie w punkcie działania ciężaru przez następujące formuły, dla:

$$\text{Żelaza lanego} \dots \dots \dots f = \frac{Pl^3l'^3}{3000000000ab^3c}$$

$$\text{Żelaza kutego} \dots \dots \dots f = \frac{Pl^3l'^3}{5000000000ab^3c}$$

$$\text{Drzewa dębowego lub jodłowego} \dots f = \frac{Pl^3l'^3}{3000000000ab^3c}$$

PRZYKŁAD. Jakie jest wygięcie belki o przecięciu kwadratowym, którego bok jest 0^m.60, mającej długości między podporami 5^m, obciążonej ciężarem wagi 14000 kilogramów w odległości 2^m od jednej, a 3^m od drugiej podpory?

Formuła daje:

$$f = \frac{7000 \times 4 \times 9}{3000000000 \times (0.6)^4 \times 2.5} = 0^m.0025.$$

444. BRYŁA, POŁOŻONA POZIOMO NA DWÓCH PODPORACH POD CIĘŻAREM RÓWNO ROZŁOŻONYM. Dla obliczenia wygięcia bryły kształtów wskazanych pod n° 431 i następne, używa się tych samych formuł, zastępując połowę P wagi, która obciąża ciało we środku przez:

$$\frac{5}{8} p c.$$

PRZYKŁAD. Jakie jest zgięcie każdej z 7 belek dolnych czyli jarzem mostowych, pod ciężarem ludzi stojących ściśnięto w massie, kiedy wymiary są następujące:

Most ma 4^m.20 szerokości, długość belek jarzmowych czyli odległość między podporami $2c = 4^m.30$, bok belek $a = 0^m.12$. Powierzchnia pomostu odpowiednia 18^{mk}.06.

Ludzi ściśniętych w masę jest 6 na metr kwadrat., licząc wagę człowieka 65^{ku}, będzie ciśnienie na metr kwadr. 390 kilgr., każda więc belka znosi ciężar:

$$\frac{390 \times 18^{mk}.06}{7} = 1010 \text{ kilogr.},$$

z czego:

$$\frac{1010}{4.3} = 234^{ku}.8 = p,$$

czyli ciężarowi na metr bieżący belki.

Formuła daje na wygięcie:

$$f = \frac{\frac{5}{8} 234.8 \times (2.15)^4}{3000000000 \times (0.12)^4} = 0.0530.$$

445. POŁOŻENIE, KIEDY SIĘ MA WZGLĄD NA WAGĘ CIAŁA. Kiedy ciało jest obciążone wagą $2P$ w swoim środku, i kiedy potrzeba mieć wzgląd na wagę własną ciała, jednostajnie rozłożoną, używa się wtedy tych samych formuł, co pod n° 441 i następ., dodając do wagi P , która oznacza połowę obciążenia ilość $\frac{5}{8} p \times 2c$, czyli $\frac{5}{8}$ ciśnienia, pochodzącego z ciężaru ciała równo rozłożonego.

PRZYKŁAD. Jakie jest zgięcie belki dębowej, położonej poziomo na dwóch podporach, oddalonych od siebie 5^m, mającej szerokości 0^m.25, a wysokości 0^m.30 pod ciśnieniem 1500 kilogr., umieszczonem w środku, wprowadzając w rachunek wagę czyli ciężar samej belki?

Waga belki jest:

$$800 \times 0.25 \times 0.30 \times 5^m. = 300 \text{ kil.}$$

Prawidło poprzednie daje:

$$f = \frac{(1500 + \frac{5}{8} \times 300) \times (2.5)^3}{3000000000 \times 0.25 \times (0.30)^3} = 0^m.014.$$

446. NACHYLENIE BRYŁY, ZGIĘTĄ NA KOŃCU, LUB W ŚRODKU. W każdym położeniu, kiedy bryła jest osadzona w jednym końcu, a obciążona na drugim, lub kiedy jest wolno położona na dwóch podporach i obciążona w środku, oblicza się

kąt i , jaki czyni wysokość wygięcia z linią poziomą przez formułę:

$$\text{stycz } i = \frac{3f}{2c}.$$

Jeżeli bryła jest osadzona w jednym końcu i obciążona wagą równo rozłożoną na całej długości, oblicza się zgięcie na końcu przez formułę:

$$\text{stycz } i = \frac{4f}{3c}.$$

Jeżeli bryła jest położona na dwóch podporach i obciążona ciężarem równo rozłożonym na całej długości, oblicza się nachylenie tego wygięcia do poziomu przez formułę:

$$\text{stycz } i = \frac{8f}{5c}.$$

447. BRYŁY, OSADZONE W OBU KOŃCACH I OBCIĄŻONE W ŚRODKU. Wygięcie brył, osadzonych w obu końcach, jest czwartą częścią wygięcia, jakiego doznają bryły wolno położone na podporach i poddane pod to samo ciśnienie.

PRZYKŁAD. Jakie będzie wygięcie belki dębowej przykładu n° 443, jeżeli będzie osadzona w obu końcach?

Prawidło poprzednie daje na to wygięcie:

$$f = \frac{0^m.014}{4} = 0^m.0033.$$

Ułatwiając szukanie potrzebnych ważności powyżej objętych, dołącza się w ogólnym powtórzeniu formuły zasadnicze (*).

(*) Przypisek Tłomacza.

1° Sztuka pozioma, osadzona w jednym końcu, a w drugim obciążona.

Ciężar P . Zgięcie f .

Przecięcie ab , długość l , współczynnik oporu R , współczynnik sprężystości, to jest ciężar przypuszczalny, który może zdziałać podwójną długość przez ciągnięcie E .

$$\text{Prostokątne.} \left\{ \begin{aligned} P &= \frac{Rab^3}{6l} \\ f &= \frac{4Pl^3}{Eab^3} \end{aligned} \right.$$

$$\text{Okrągłe.} \left\{ \begin{aligned} P &= \frac{R\pi r^3}{4l} \\ f &= \frac{4Pl^4}{3E\pi r^4} \end{aligned} \right.$$

$$\text{Obrączkowe.} \left\{ \begin{aligned} P &= \frac{R\pi(r^4 - r'^4)}{4lr} \\ f &= \frac{4Pl^3}{3E\pi(r^4 - r'^4)} \end{aligned} \right.$$

2° Sztuka pozioma, osadzona w jednym końcu i obciążona ciężarem równo rozłożonym p na jednolitą długość. W całej długości ciężar będzie pl .

$$\text{Prostokątne.} \left\{ \begin{aligned} pl &= \frac{Rab^3}{3l} \\ f &= \frac{3pl \times l^3}{2Eab^3} \end{aligned} \right.$$

$$\text{Okrągłe.} \left\{ \begin{aligned} pl &= \frac{R\pi r^3}{2l} \\ f &= \frac{1}{2} \frac{pl \times l^3}{E\pi r^4} \end{aligned} \right.$$

$$\text{Obrączkowe.} \left\{ \begin{aligned} pl &= \frac{R\pi(r^4 - r'^4)}{2lr} \\ f &= \frac{1}{2} \frac{pl \times l^3}{E\pi(r^4 - r'^4)} \end{aligned} \right.$$

3° Sztuka położona poziomo na dwóch podporach i obciążona w środku, ciężarem P .

$$\text{Prostokątne.} \left\{ \begin{aligned} P &= \frac{2Rab^3}{3l} \\ f &= \frac{Pl^3}{2Eab^3} \end{aligned} \right.$$

$$\begin{aligned} \text{Okrągłe.} \quad & \left\{ \begin{aligned} P &= \frac{R\pi r^3}{l} \\ f &= \frac{Pl^3}{12E\pi r^4} \end{aligned} \right. \\ \text{Obrączkowe.} \quad & \left\{ \begin{aligned} P &= \frac{R\pi(r^4 - r'^4)}{lr} \\ f &= \frac{Pl^3}{12E\pi(r^4 - r'^4)} \end{aligned} \right. \end{aligned}$$

4° Sztuka poziomo leżąca na dwóch podporach i obciążona ciężarem równo rozłożonym P na jednostkę długości.

$$\text{Prostokątne.} \quad \left\{ \begin{aligned} pl &= \frac{4Rab^3}{3l} \\ f &= \frac{5pl \times l^3}{32Ea \times b^3} \end{aligned} \right.$$

$$\text{Okrągłe.} \quad \left\{ \begin{aligned} pl &= \frac{2R\pi r^3}{l} \\ f &= \frac{5pl \times l^3}{96E\pi r^4} \end{aligned} \right.$$

$$\text{Obrączkowe.} \quad \left\{ \begin{aligned} pl &= \frac{2\pi R(r^4 - r'^4)}{lr} \\ f &= \frac{5pl \times l^3}{96E\pi(r^4 - r'^4)} \end{aligned} \right.$$

5° Sztuka poziomo leżąca na dwóch podporach, obciążona w środku ciężarem P i znosząca równo rozłożony ciężar p na jednostkę długości.

$$\text{Prostokątne.} \quad \left\{ \begin{aligned} P &= \frac{2Rab^3}{3l} - \frac{pl}{2} \\ f &= \frac{Pl^3}{4Eab^3} + \frac{5pl^4}{32Eab} \end{aligned} \right.$$

$$\text{Okrągłe.} \quad \left\{ \begin{aligned} P &= \frac{R\pi r^3}{l} - \frac{pl}{2} \\ f &= \frac{Pl^3}{12E\pi r^4} + \frac{5pl^4}{96E\pi r^4} \end{aligned} \right.$$

$$\text{Obrączkowe.} \quad \left\{ \begin{aligned} P &= \frac{R\pi(r^4 - r'^4)}{lr} - \frac{pl}{2} \\ f &= \frac{Pl^3}{12E\pi(r^4 - r'^4)} + \frac{5pl^4}{96E\pi(r^4 - r'^4)} \end{aligned} \right.$$

6° Sztuka położona poziomo na dwóch podporach i obciążona ciężarem P na odległość x od środka.

$$\text{Prostokątne.} \quad \left\{ \begin{aligned} P &= \frac{2lRab^3}{3(l^3 - 4x^3)} \\ f &= \frac{P(l^3 - 4x^3)^3}{4lEab^3} \end{aligned} \right.$$

$$\text{Okrągłe.} \quad \left\{ \begin{aligned} P &= \frac{l \times R\pi r^3}{l^3 - 4x^3} \\ f &= \frac{P(l^3 - 4x^3)^3}{12l \times E\pi r^4} \end{aligned} \right.$$

$$\text{Obrączkowe.} \quad \left\{ \begin{aligned} P &= \frac{l \times R\pi(r^4 - r'^4)}{r(l^3 - rx^3)} \\ f &= \frac{P(l^3 - 4x^3)^3}{12lE\pi(r^4 - r'^4)} \end{aligned} \right.$$

7° Sztuka osadzona jednym końcem, a drugim wolno położona.

$$P' = \frac{4}{3} P, \quad f' = \frac{7}{16} f.$$

P , oznacza ciężar, gdyby sztuka była wolno położona w obu końcach, a f , odpowiednie zgięcie.

8° Sztuki w obu końcach osadzone.

$$P'' = 2P, \quad f'' = \frac{1}{4}f.$$

OPÓR CIAŁ PRZECIW SKRĘCENIU.

WYPADKI GŁÓWNE OPORU CIAŁ PRZECIW ZGIĘCIU PRZESKRĘCENIE.

448. Kiedy ciało, osadzone w jednym końcu, jest ciśnione przez siłę, która działa po płaszczyźnie prostopadłej do jego długości, i usiłuje go skrócić, wówczas kąty zmian każdego włókna podłużnego, albo też cząstek tego ciała są:

1° Proporcjonalne do odległości tych włókien od osi bryły.

2° Proporcjonalne do odległości płaszczyzny przecięcia, w punkcie gdzie działa siła, od płaszczyzny przecięcia, w punkcie osadzenia.

Nazywając:

c długość bryły od przecięcia osady aż do punktu, gdzie działa siła skręcenia,

r promień bryły, jeżeli jest walcem,

b bok kwadratu, jeżeli bryła jest kwadratem,

P działanie, które usiłuje skrócić bryłę,

R ramie drąga téj siły,

a kąt skręcenia w przecięciu odpowiedniém do płaszczyzny prostopadłej do długości bryły, i który odpowiada sile P : ten kąt powinien być wyrażony w częściach obwodu, czyli w stopniach, którego promień jest 1.

Ten kąt a oblicza się przez formuły następujące:

449. BRYŁY WALCOWE

$$\text{ze stali} \quad a = \frac{PRc}{577440806d^4}$$

$$\text{z żelaza} \quad a = \frac{PRc}{595082854d^4}$$

PRZYKŁAD. Jakie będzie skręcenie wału żelaznego 6^m długiego, mającego 0^m.08 średnicy, mającego na jednym końcu koło zębate promienia 0^m.30, przenoszącego siłę 60 kilogramów?

W wale, ulegającym działaniu skręcenia na jednym końcu przez siłę działacza, a na drugim końcu przez opór, cała siła skręcenia jest ta sama, jak gdyby tenże wał w jednym końcu był osadzony tam, gdzie działa opór, a skręcany tam, gdzie działa siła.

Formuła daje:

$$a = \frac{60 \times 0.30 \times 6}{595082854 \times (0.08)^4} = 0^m.000443.$$

Kąt a jest mierzony na obwodzie koła promienia jednego metra, poruszenie włókien spowodowane przez skręcenie na obwodzie zazębienia będzie:

$$0^m.000443 \times 0.3 = 0^m.0001329.$$

450. BRYŁY, O PRZECIĘCIU POPRZECZNÉM KWADRATOWYM. Oblicza się kąt a , przez następujące formuły, dla:

$$\text{stali} \quad a = \frac{PRc}{980924667b^4}$$

$$\text{żelaza} \quad a = \frac{PRc}{993575000b^4}$$

PRZYKŁAD. Jakie jest skręcenie wału kwadratowego ze stali, grubego 0^m.04, mającego długości 1^m.50, poddanego pod siłę skręcenia 10 kilgr., działającą w odległości 0^m.25 od osi?

Formuła daje:

$$a = \frac{10 \times 0.25 \times 1.50}{980294667 \times (0.04)^4} = 0^m.00149.$$

Kąt jest mierzony na obwodzie koła, którego promień jest jedność. Poruszenie więc włókien, zrządzone przez siłę skręcenia w odległości $r = 0^m.25$ od osi, będzie:

$$0^m.00149 \times 0^m.25 = 0^m.00037.$$

RÓWNOWAGA W BUDOWLACH.

PRAWIDŁA DO OBLICZANIA PARCIA SKLEPIEŃ I GRUBOŚCI PODPÓR (*piédroits*).

SKLEPIENIA PÓLKÓLISTE, O GRZBIECIE RÓWNOLEGŁYM (*extrados*).

451. TABLICA KĄTÓW ZAŁAMANIA I PARCIA SKLEPIEŃ O GRZBIECIE RÓWNOLEGŁYM. Pęknięcie, czyli załamanie sklepień półkulistych z stronę zewnętrzną, czyli grzbietem równoległym od strony wewnętrznej, następuje w skutek skręcenia na wewnątrz, około pewnego bocznego zwornika, albo przez obsunięcie się po jednym z tychże zworników.

Oblicza się kąty załamania i parcia poziomego największego, zastosowanego do części zewnętrznej klucza, przez tablicę następującą (*), w której oznaczono: przez R promień części zewnętrznej wypukłej czyli grzbietu, r promień części wewnętrznej wklęsłej, czyli podniebienia,

(*) Ta tablica, jako też następne, i wszystko co się tyczy parcia sklepień, jest wyciągiem z pamiętnika P. Petit, kapitana inżynierii, drukowanego w n° 12 „Mémorial de l'officier du génie.”

$K = \frac{R}{r}$ stosunek tych promieni,

C stosunek ciśnienia poziomego, działającego na klucz sklepienia do kwadratu z promienia.

Oznaczono w tej tablicy wartość ciśnienia w kilogramach na każdy metr bieżący długości sklepienia, jakoteż ważność stosunku C, mnożąc iloczyn Cr^3 przez wagę metra sześciennego muru podług gatunku, a która dla muru zwyczajnego jest średnio równa 2250 kilogramów.

TABLICA KĄTÓW ZAŁAMANIA, CIŚNIEŃ I GRANICY GRUBOŚCI PODPÓR SKLEPIEŃ PÓLKULISTYCH.

Wartość stosunku $K = \frac{R}{r}$	Stosunek średnicy do grubości.	Wartość kąta załamania.	Stosunek C		Stosunek $\sqrt{2C}$ to jest ograniczenie grubości pa- chy do pro- mienia we- wnętrznego zwany Równowagą Lahira.
			ciśnienia do kwadratu promienia r wewnętrznego.	W przy- padku obrotu	W przypad- ku obniżenia
2.732	1.154	0°00'	0.00000	0.98923	
2.70	1.176	13 42	0.00211	0.96262	
2.65	1.212	22 00	0.00319	0.92168	
2.60	1.250	27 30	0.00809	0.88151	
2.50	1.333	35 52	0.02283	0.80346	
2.40	1.428	42 6	0.04109	0.72847	
2.30	1.538	46 47	0.06835	0.65654	
2.20	1.666	51 4	0.08648	0.58767	
2.10	1.810	54 27	0.10926	0.52186	
2.00	2.000	57 17	0.13017	0.45912	1.3223
1.90	2.282	59 37	0.14813	0.39943	1.2320
1.80	2.500	61 24	0.16373	0.34281	1.1414
1.70	2.857	62 53	0.17180	0.28924	1.0484
1.60	3.333	63 49	0.17517	0.23874	0.9525
1.59	3.389	63 52	0.17533	0.23386	0.9427
1.58	3.448	63 55	0.17535	0.22901	0.9329
1.57	3.508	63 58	0.17524	0.22434	0.9233
1.56	3.571	64 1	0.17499	0.21940	0.9131
1.55	3.636	64 3	0.17478	0.21464	0.9031
1.54	3.703	64 5	0.17445	0.20991	0.8931
1.53	3.773	64 7	0.17397	0.20521	0.8831
1.52	3.846	64 8	0.17352	0.20054	0.8730
1.51	3.920	64 8	0.17310	0.19590	0.8628
1.50	4.000	64 9	0.17254	0.19130	0.8527
1.49	4.081	64 8	0.17180	0.18673	0.8424
1.48	4.166	64 8	0.17095	0.18218	0.8320
1.47	4.255	64 7	0.17008	0.17766	0.8216
1.46	4.347	64 6	0.16915	0.17318	0.8112
1.45	4.444	64 5	0.16798	0.16872	0.8007
1.44	4.545	64 3	0.16683	0.16430	0.7962
1.43	4.651	64 00	0.16568	0.15991	0.7934
1.42	4.761	63 56	0.16448	0.15555	0.7906
1.41	4.878	63 52	0.16317	0.15122	0.7874
1.40	5.000	63 48	0.16167	0.14694	0.7838
1.39	5.128	63 43	0.16014	0.14264	0.7801
1.38	5.263	63 38	0.15845	0.13841	0.7760
1.37	5.406	63 32	0.15672	0.13420	0.7717

DOKOŃCZENIE.

Wartość stosunku $K = \frac{R}{r}$	Stosunek średnicy do grubości.	Wartość kąta załamania.	Stosunek C ciśnienia do kwadratu promienia r wewnętrznego.		Stosunek $\sqrt{2C}$ to jest ograniczenie grubości pa- chy do pro- mienia we- wnętrznego zwany Równowagą Lahira.
			W przy- padku obrotu	W przypad- ku obsunięcia	
1.36	5.555	63°26'	0.15482	0.13002	0.7670
1.35	5.714	63 19	0.15287	0.12587	0.7622
1.34	5.882	63 10	0.15096	0.12176	0.7574
1.33	6.060	63 00	0.14896	0.11767	0.7524
1.32	6.264	62 50	0.14678	0.11362	0.7468
1.31	6.451	62 33	0.14510	0.10959	0.7425
1.30	6.666	62 14	0.14330	0.10559	0.7379
1.29	6.896	62 9	0.14013	0.10163	0.7297
1.28	7.142	62 3	0.13691	0.09770	0.7213
1.27	7.407	61 47	0.13430	0.09379	0.7144
1.26	7.692	61 30	0.13157	0.08992	0.7071
1.25	8.000	61 15	0.12847	0.08608	0.6987
1.24	8.333	61 1	0.12516	0.08227	0.6896
1.23	8.695	60 40	0.12201	0.07849	0.6809
1.22	9.090	60 19	0.11887	0.07474	0.6721
1.21	9.523	60 00	0.11516	0.07102	0.6615
1.20	10.000	59 41	0.11140	0.06733	0.6504
1.19	10.526	59 10	0.10791	0.06368	0.6404
1.18	11.111	58 40	0.10417	0.06005	0.6292
1.17	11.764	58 9	0.10021	0.05646	0.6171
1.16	12.500	57 40	0.09593	0.05289	0.6038
1.15	13.333	57 1	0.09176	0.04935	0.5905
1.14	14.285	56 23	0.08729	0.04585	0.5759
1.13	15.384	55 45	0.08254	0.04237	0.5601
1.12	16.666	54 48	0.07789	0.03984	0.5444
1.11	18.181	54 10	0.07273	0.03552	0.5259
1.10	20.000	53 15	0.06754	0.03213	0.5066
1.09	22.222	52 14	0.06177	0.02879	
1.08	25.000	51 7	0.05649	0.02546	
1.07	28.571	49 48	0.05065	0.02217	
1.06	33.333	48 18	0.04455	0.01891	
1.05	40.000	46 32	0.03813	0.01568	
1.04	50.000	44 4	0.03139	0.01249	
1.03	66.666	41 4	0.02459	0.00932	
1.02	100.000	38 12	0.01691	0.00618	
1.01	200.000	32 36	0.00889	0.00308	
1.00	nie skończona.	0 00	0.00000	0.00000	

452. OGRANICZENIE DŁUGOŚCI PODPÓR SKLEPIENIOWYCH. Oprócz kątów załamania i ciśnienia, tablica powyższa zawiera ograniczenie grubości podpór sklepienia.

Wymiar dany w tablicy jest grubością w przypuszczeniu wysokości nieoznaczonej podpór, i jest widocznie granicą najwyższą wszystkich grubości, jakie można zastosować.

Tablica wskazuje także, że granica grubości jest równa pierwiastkowi kwadratowemu z podwójnej ilości ciśnienia poziomego i rachunek dozwala spostrzedz, że ona w ogóle przechodzi bardzo mało grubość, wyrachowaną przez formułę, którą przytoczymy poniżej. W ten sposób, że w budowlach gdzie nie potrzeba obawiać się dania małego nadmiaru grubości podpór, można zastosować to ograniczenie grubości, które jest wskazane w ostatniej kolumnie poprzedzającej tablicy. To co tu mówimy o sklepieniach półkulistych, daje się zastosować do wszelkich innych rodzajów sklepień.

453. UWAGA CO DO UŻYCIA TABLICY POPRZEDZAJĄCEJ. Przy użyciu tej tablicy zauważano, że dana ważność stosunku C ciśnienia odpowiedniego obsunięcia się sklepienia, do kwadratu z promienia wewnętrznnej części sklepienia, przenosi wartość ciśnienia, odpowiadającego załamaniu się sklepienia przez obrót, a to aż do wartości:

$$K = \frac{R}{r} = 1.44.$$

I ponieważ widocznie w zastosowaniach powinno się brać większe z tych ciśnień, potrzeba będzie dla sklepień, które dadzą stosunek K, zawarty między 2.732 i 1.44, używać wartości obliczonej z uwagą na obrót sklepienia.

Linijka pozioma, położona w kolumnach, wskazuje dla każdej tablicy ważność K, gdzie jedno z ciśnień przewyższa drugie.

454. GRANICA NAJNIŻSZA GRUBOŚCI SKLEPIEŃ PÓLKULISTYCH W ZWORNIKU GŁÓWNYM (*à la clef*). Grubość sklepień półkulistych z stroną zewnętrzną równoległą nie powinna być

nigdy mniejsza od $\frac{1}{11}$ średnicy promienia wewnętrznego. Wymiar, jaki należy w praktyce dawać sklepieniu, będzie się obliczał za pomocą prawidła Perronnet'a n° 468.

PRZYKŁAD. Jaka powinna być grubość podpór sklepienia półkulistego, mającego 5^m średnicy wewnętrznój i którego początek jest o 3^m nad fundamenta.

Podług prawidła n° 468 będzie dla grubości E sklepienia w kluczu :

$$E = \frac{5^m \times 5^m + 46^m.777}{144} = 0^m.498,$$

ztałd następnie :

$$R = 2^m.998,$$

potém :

$$\frac{R}{r} = K = 1.20.$$

Ten stosunek jest niższy do 1.44 od ciśnienia, sprawującego obrót, tablica n° 451 daje :

$$C = 0.11140.$$

Parcie na metr bieżący będzie :

$$0.1114 \times (2.50)^3 \times 2250^{\text{kil}} = 1566 \text{ kilgr.}$$

Granica grubości podpór będzie :

$$0.6504 \times 2^m.50 = 1^m.626.$$

455. FORMUŁA, UŻYWANA W RAZIE POTRZEBY OGRANICZENIA SIĘ NA GRUBOŚCI NIEZBĘDNEJ. Kiedy rzecz się tyczy budowli wielkich, gdzieby nie chciano robić wydatków znacznych, pochodzących z nadmiaru grubości podpór, oblicza się grubość tychże, któraby była dostateczną przez formułę :

$$\frac{e}{r} = -0.7854 \times (K^2 - 1) \frac{r}{h} +$$

$$\sqrt{\left(0.7854[K^2 - 1] \frac{r^2}{h^2}\right) + 2\left(1.90KC + \frac{1}{3}[K^3 - 1] - 0.7854[K^2 - 1]\right) \frac{r}{h} + 3.8C},$$

w której oznacza :

e grubość podpory,

h wysokość podpory,

C, r, K, mają oznaczenia n° 451.

PRZYKŁAD. W przykładzie n° 454, gdzie jest :

$$h = 3^m.00, \quad \frac{r}{h} = \frac{2.50}{3} = 0.833,$$

$$K = 1.20, \quad r = 2^m.50, \quad C = 0.1114.$$

Formuła powyższa daje :

$$\frac{e}{r} = 0.5827,$$

ztałd następnie :

$$e = 0.5827 \times 2^m.50 = 1^m.457,$$

zamiast 1^m.626, któreśmy otrzymali przy n° 454 i podług tablicy n° 451, uważając wysokość podpory, jakby nieskończoną.

456. SKLEPIENIA PÓLKÓLISTE, MAJĄCE GRZBIET ZBUDOWANY W KAPE (en chape) POD 45°. Oblicza się kąt załamania, ciśnienie największe zastosowane do strony zewnętrznej klucza, i stosunek granicy grubości podpory do promienia wewnętrznego sklepienia, określony podług n° 452, za pomocą następującej tablicy :

TABLICA KĄTÓW ZAŁAMANIA, CIŚNIEŃ I OGRANICZONEJ GRU-
BOŚCI PODPÓR SKLEPIEŃ PÓŁKULISTYCH Z GRZBIETEM
ZBUDOWANYM W KAPĘ POD 45°.

Wartość sto- sunku $K = \frac{R}{r}$	Stosunek średnicy do grubości.	Wartość kąta załamania.	Stosunek C ciśnienia, do kwadratu promienia r wewnętrznego.		Stosunek $\sqrt{2C}$ to jest ograniczenie grubości pa- chy do pro- mienia we- wnętrznego zwany Równowagą Vaubana.
			W przy- padku obrotu	W przypad- ku obsunięcia	
2.00	2.000	60°	0.26424	0.74361	1.7246
1.90	2.222	60	0.28416	0.65648	1.6204
1.80	2.500	60	0.29907	0.57383	1.5147
1.70	2.837	60	0.30867	0.49564	1.4081
1.60	3.333	60	0.31245	0.42191	1.2990
1.59	3.389	60	0.31249	0.41478	1.2880
1.58	3.448	60	0.31257	0.40841	1.2781
1.57	3.508	61	0.31264	0.40067	1.2660
1.56	3.571	61	0.31246	0.39367	1.2548
1.55	3.636	61	0.31222	0.38673	1.2437
1.54	3.703	61	0.31191	0.37983	1.2318
1.53	3.773	61	0.31153	0.37297	1.2214
1.52	3.846	61	0.31108	0.36615	1.2102
1.51	3.920	61	0.31056	0.35938	1.1989
1.50	4.000	61	0.30996	0.35266	1.1877
1.49	4.081	61	0.30928	0.34598	1.1764
1.48	4.166	61	0.30855	0.33934	1.1650
1.47	4.255	61	0.30772	0.33275	1.1537
1.46	4.347	60	0.30685	0.32621	1.1422
1.45	4.444	60	0.30587	0.31971	1.1308
1.44	4.545	60	0.30485	0.31325	1.1193
1.43	4.651	60	0.30408	0.30684	1.1078
1.42	4.761	60	0.30296	0.30047	1.1008
1.41	4.878	60	0.30173		1.0986
1.40	5.000	59	0.30001	0,28787	1.0954
1.39	5.128	59	0.29712		1.0914
1.38	5.263	59	0.29706		1.0914
1.37	5.406	59	0.29550		1.0872

DOKOŃCZENIE.

Wartość sto- sunku $K = \frac{R}{r}$	Stosunek średnicy do grubości.	Wartość kąta załamania.	Stosunek C ciśnienia do kwadratu promienia r wewnętrznego.		Stosunek $\sqrt{2C}$ to jest ograniczenie grubości pa- chy do pro- mienia we- wnętrznego zwany Równowagą Vaubana.
			W przy- padku obrotu	W przypad- ku obsunięcia	
1.36	5.555	59°	0.29386		1.0841
1.35	5.714	58	0.29285		1.0823
1.34	5.882	58	0.29037		1.0777
1.33	6.060	58	0.28850		1.0742
1.32	6.264	58	0.28654		1.0705
1.31	6.451	57	0.28456		1.0668
1.30	6.666	57	0.28231	0.22756	1.0626
1.29	6.896	57	0.28027		1.0588
1.28	7.142	56	0.27810		1.0547
1.27	7.407	56	0.27578		1.0503
1.26	7.692	55	0.27343		1.0458
1.25	8.000	54	0.27102		1.0412
1.24	8.333	53	0.26850		1.0363
1.23	8.695	53	0.26608		1.0316
1.22	9.090	52	0.26377		1.0272
1.21	9.523	51	0.26074		1.0217
1.20	10.000	50	0.25806	0.17171	1.0160
1.19	10.526	50	0.25546		1.0109
1.18	11.111	49	0.25277		1.0045
1.17	11.764	49	0.25010		1.0002
1.16	12.500	48	0.24742		0.9948
1.15	13.333	47	0.24477		0.9894
1.14	14.285	46	0.24218		0.9842
1.13	15.384	44	0.23967		0.9791
1.12	16.666	43	0.23732		0.9743
1.11	18.181	43	0.23502		0.9695
1.10	20.000	42	0.23292	0.12032	0.9652
1.05	40.000	36	0.22902		0.9571

457. UWAGA CO DO UŻYCIA TABLICY POPRZEDZAJĄCÉJ. Zauważano przy użyciu téj tablicy, że ciśnienia poziome, odpowiadające obsunięciu się, są wyższe nad odnoszące się do obrotu aż do ważności $K=1.43$ włącznie. Więc od $K=1.42$ trzeba używać ważności, odpowiadających obrotowi, a do $K=1.43$ używać ważności, odpowiadających obsunięciu się. Przedział ten oznacza linijka pozioma, zamieszczona w tablicy.

458. GRANICA NAJNIŻSZA GRUBOŚCI POWYŻSZYCH SKLEPIEŃ W ZWORNIKU GŁÓWNYM. Sklepienia półkuliste, zbudowane na zewnątrz w kąpę pod 45° są zawsze pewno oparte na swoich podporach, jakkolwiekby im się dało grubość. Lecz trzeba obliczyć dla nich grubość, jakaby im dać należało w kluczu podług n° 468.

PRZYKŁAD. Jaka powinna być granica grubości podpór sklepienia półkulistego, zbudowanego na zewnątrz w kąpę pod 45° , którego średnica wewnętrzna jest równa 8^m i wysokość podpór pod początkiem sklepienia jest 5^m ?

Prawidło n° 468 daje dla grubości sklepienia w kluczu ważność.

$$E = \frac{5 \times 8^m + 46^m.777}{144} = 0^m.6026,$$

z czego następnie :

$$R = 4^m.6026, \quad \frac{R}{r} = K = 1.15.$$

Tablica powyższa n° 654 daje :

$$C = 0.24477.$$

Parcie jest więc równe :

$$0.24477 \times 16 \times 2250^{kil} = 8811 \text{ kilgr.},$$

i ma za granicę grubości podpór:

$$\frac{e}{r} = 0.9894,$$

z czego :

$$e = 0.9894 \times 4 = 3^m.9576.$$

459. FORMUŁA, UŻYWANA W RAZIE POTRZEBY OGRANICZENIA SIĘ NA GRUBOŚCI NAJMNIEJSZÉJ. Przy budowach wielkich, kiedy chcemy uniknąć wydatku pochodzącego z nadmiaru grubości podpór, i potrzeba się ograniczyć na grubości koniecznej do trwałości, obliczy się grubość takową przez formułę :

$$\frac{e}{r} = -(K^2 - 0.7854) \frac{r}{h} + \sqrt{(K^2 - 0.7854)^2 \frac{r^2}{h^2} + 2 \left(K \left[2C + \frac{1}{3} K^2 \sqrt{2 - K} \right] + 0.452 \right) \frac{r}{h} + 4C}.$$

PRZYKŁAD. W przykładzie n° 458 gdzie jest :

$$\frac{r}{h} = \frac{4^m}{5} = 0.80, \quad K = 1.15, \quad r = 4^m, \quad C = 0.24477.$$

Formuła daje :

$$\frac{e}{r} = 0.919,$$

z czego :

$$e = 0.919 \times 4^m = 3.676,$$

zamiast $3^m.9576$, którąśmy otrzymali przy n° 458, uważając wysokość podpór jakby nieskończoną.

460. SKLEPIENIA PÓLKÓLISTE Z GRZBIETEM POZIOMYM. Oblicza się w sklepieniach, zbudowanych na zewnątrz płasko, kąt załamania, ciśnienie poziome najwyższe, zastosowane do strony zewnętrznej klucza i stosunek granicy grubości podpory do promienia wewnętrznego sklepienia, określonego przy n° 452, za pomocą tablicy następującej :

TABLICA KĄTÓW ZAŁAMANIA, CIŚNIEŃ I OGRANICZONEJ GRU-
BOŚCI PODPÓR SKLEPIEŃ PÓŁKULISTYCH Z GRZBIETEM
PŁASKIM.

War- tość sto- sunku $K = \frac{R}{r}$	Stosunek średnicy do grubości.	Wartość kąta załamania.	Stosunek C		Stosunek $\sqrt{2C}$ to jest ograniczenie grubości pa- chy do pro- mienia we- wnętrznego zwany Równowagą Lahira.
			ciśnienia, do kwadratu promienia r wewnętrznego.	W przy- padku obrotu	W przypad- ku obsunięcia
2.00	2.000	36°	0.05486	0.50358	1.3834
1.90	2.222	39	0.07101	0.43966	1.2925
1.80	2.500	44	0.08508	0.37901	1.2001
1.70	2.837	48	0.10631	0.32164	1.1055
1.60	3.333	52	0.12300	0.26755	1.0082
1.59	3.389	52	0.12453	0.26232	1.9984
1.58	3.448	53	0.12602	0.25712	0.9885
1.57	3.508	53	0.12747	0.25196	0.9784
1.56	3.571	54	0.12837	0.24683	0.9684
1.55	3.636	54	0.13027	0.24173	0.9584
1.54	3.703	55	0.13153	0.23667	0.9483
1.53	3.773	55	0.13289	0.23163	0.9381
1.52	3.846	55	0.13414	0.22644	0.9280
1.51	3.920	55	0.13531	0.22167	0.9177
1.50	4.000	56	0.13648	0.21673	0.9075
1.49	4.081	56	0.13756	0.21183	0.8972
1.48	4.166	56	0.13856	0.20696	0.8868
1.47	4.255	57	0.13952	0.20213	0.8764
1.46	4.347	57	0.14041	0.19733	0.8659
1.45	4.444	57	0.14122	0.19256	0.8554
1.44	4.545	58	0.14195	0.18782	0.8448
1.43	4.651	58	0.14268	0.18312	0.8341
1.42	4.761	58	0.14311	0.17845	0.8234
1.41	4.878	59	0.14376	0.17381	0.8126
1.40	5.000	59	0.14421	0.16920	0.8018
1.39	5.128	59	0.14456	0.16463	0.7909
1.38	5.263	59	0.14481	0.16009	0.7709
1.37	5.406	60	0.14498	0.15558	0.7689
1.36	5.555	60	0.14506	0.15111	0.7577
1.35	5.714	60	0.14504	0.14666	0.7465
1.34	5.882	60	0.14491	0.14225	0.7420
1.33	6.060	61	0.14467		0.7414
1.32	6.264	61	0.14460		0.7412

DOKOŃCZENIE.

War- tość sto- sunku $K = \frac{R}{r}$	Stosunek średnicy do grubości.	Wartość kąta załamania.	Stosunek C		Stosunek $\sqrt{2C}$ to jest ograniczenie grubości pa- chy do pro- mienia we- wnętrznego zwany Równowagą Lahira.
			ciśnienia do kwadratu promienia r wewnętrznego.	W przy- padku obrotu	W przypad- ku obsunięcia
1.31	6.451	61	0.14390		0.7394
1.30	6.666	61	0.14332	0.12495	0.7379
1.29	6.896	61	0.14264		0.7362
1.28	7.142	62	0.14186		0.7342
1.27	7.407	62	0.14101		0.7320
1.26	7.692	62	0.13988		0.7290
1.25	8.000	62	0.13872	0.10405	0.7260
1.24	8.333	62	0.13737		0.7225
1.23	8.695	63	0.13593		0.7187
1.22	9.090	63	0.13437		0.7145
1.21	9.523	63	0.13263		0.7099
1.20	10.000	63	0.13073	0.08397	0.7048
1.19	10.526	63	0.12870		0.6993
1.18	11.111	63	0.12650		0.6963
1.17	11.764	64	0.12415		0.6868
1.16	12.500	64	0.12182		0.6803
1.15	13.333	64	0.11895	0.06471	0.6723
1.14	14.285	64	0.11608		0.6641
1.13	15.384	64	0.11303		0.6553
1.12	16.666	64	0.10979		0.6459
1.11	18.181	65	0.10641		0.6358
1.10	20.000	65	0.10279	0.04627	0.6249
1.09	22.222	66	0.098992		0.6133
1.08	25.000	66	0.094967		0.6007
1.07	28.571	67	0.091189		0.5886
1.06	33.333	68	0.086376		0.5729
1.05	40.000	69	0.081755	0.02865	0.5573
1.04	50.000	70	0.076857		
1.03	66.666	71	0.071853		
1.02	100.000	73	0.066469		
1.01	200.000	74	0.061324		
1.00	nie skończona.	75	0.055472	0.01185	

461. UWAGA CO DO UŻYCIA TABLICY POPRZEDZAJĄCEJ. Zauważano przy używaniu tej tablicy, że dla ważności na K niższych od 1.35 potrzeba brać ciśnienia, odpowiednie skreśleniu się, ponieważ one są większe. Ciśnienia zaś, odpowiednie obsunięciu się, potrzeba brać od $K=1.32$ i dalej.

Przedział ten, dla zwrócenia uwagi, oznacza w tablicy poprowadzona pozioma linijka.

462. GRANICA NAJNIŻSZA GRUBOŚCI TYCH SKLEPIEŃ W ZWORNIKU GŁÓWNYM. Sklepienia, zbudowane na zewnątrz poziomo, nie powinny mieć nigdy grubości mniejszej jak $\frac{1}{16}$ ich średnicy wewnętrznej. Wymiar, który należy im dać w praktyce co do grubości klucza, obrachowywa się za pomocą prawidła n° 468.

PRZYKŁAD. Jaka powinna być granica grubości podpór sklepienia półkolistego 10^m średnicy, zbudowanego na zewnątrz płasko, wysokość podpór równa 5^m?

Prawidło n° 468 daje naprzód dla grubości sklepienia w kluczu :

$$E = \frac{5 \times 10^m \times 46.777}{144} = 0^m.672,$$

a ztąd następnie :

$$R = 5^m.672, \quad \frac{R}{r} = K = 1.13.$$

Tablica powyższa daje :

$$C = 0.11303.$$

Ciśnienie na metr bieżący jest więc równe :

$$0.11303 \times 25 \times 2250 = 6359 \text{ kil.}$$

Granica grubości podpór będzie :

$$e = 0.6553 \times 5 = 3^m.2765.$$

463. FORMUŁA, UŻYWANA W RAZIE POTRZEBY OGRANICZENIA SIĘ NA GRUBOŚCI NAJMNIEJSZEJ. Kiedy potrzeba przy wielkich budowlach dla uniknięcia wielkich wydatków ograniczyć się na grubości podpór o ile można najmniejszej, będzie się obliczać tę grubość dla sklepiń półkolistych z płaską stroną zewnętrzną za pomocą formuły :

$$\frac{e}{r} = - (K - 0.7854) \frac{r}{h + Kr} + \sqrt{(K - 0.7854)^2 \frac{r^2}{(h + Kr)^2} - (K - 0.904) \frac{r}{h + Kr} + 3.8 C.}$$

PRZYKŁAD. W przykładzie poprzednim n° 462, gdzie jest

$$r = h = 5^m, \quad \frac{r}{h} = 1, \quad K = 1.13, \quad C = 0.11303.$$

Formuła daje :

$$\frac{e}{r} = 0.5615,$$

z czego następnie :

$$e = 0.5615 \times 5 = 2.8075.$$

464. SKLEPIENIA ŁUKOWE (*en arc de cercle*) z GRZBIETEM RÓWNOLEGŁYM. Przedstawiają się dwa przypadki do odróżnienia w sklepieniach tego rodzaju, dla obliczania parcia sklepiń i grubości podpór.

PIERWSZY PRZYPADEK. Jeżeli pół kąt α w środku łuku koła, zawarty między linią pionową, przechodzącą przez środek klucza, czyli głównego zwornika, i promieniem, poprowadzonym przez początek sklepienia, jest większy jak kąt załamania, dany podług tablicy n° 451, odpowiedni sklepieniom półkolistym, i dla tej samej ważności :

$$\frac{R}{r} = K,$$

i sklepienie to powinno być uważane, za odnoszące się do ci-

śnienia poziomego, jak sklepienie półkolistе, a ztąd jego ciśnienie będzie dane także z tablicy n° 451.

Obliczy się następnie grubość podpór, albo stosunek tej grubości do promienia wewnętrznego sklepienia przez formułę:

$$\frac{e}{r} = -\frac{1}{2}a(K^2 - 1)\frac{r}{h} + \sqrt{\frac{1}{4}a^2(K-1)\frac{r^2}{h^2} + 2[1.90C(K-\text{dosta}) + \frac{1}{3}(K^2-1)(1-\text{dosta}) - \frac{1}{2}(K^2-1)a \text{ wsta}]\frac{r}{h} + 3.8C}$$

PRZYKŁAD. Jaka powinna być grubość podpór sklepienia łukowego, zbudowanego na zewnątrz równolegle, wysokość podpór = 3^m.25, szerokość sklepienia = 3^m, strzała sklepienia czyli wysokość jest 1^m?

Znajdzie się naprzód:

$$r = 1^m.625.$$

Prawidło n° 468 daje dla grubości sklepienia w kluczu:

$$E = \frac{5 \times 3.25 + 46.777}{144} = 0^m.437,$$

z czego następnie:

$$R = 2^m.062, \quad \frac{R}{r} = K = 1.26, \quad \frac{r}{h} = \frac{1}{2}$$

jest także:

$$a = 63^\circ = 1^m.10, \quad \text{wsta} = 0.8912, \quad \text{dosta} = 0.4540.$$

Pół-kąt środka sklepienia jest większy jak kąt załamania, odpowiedni $K = 1.26$, który jest $61^\circ 30'$, bierze się ważność dla C z tablicy n° 451 dającej:

$$C = 0.13157.$$

Formuła powyższa daje wtedy:

$$\frac{e}{r} = 0.627,$$

a następnie:

$$e = 0.627 \times 1.625 = 1^m.019.$$

Jeżeliby można powiększyć grubość podpór dla zupełnej pewności, można obliczyć granicę ich grubości, przypuszczając ich wysokość nieskończoną, za pomocą formuły, która się sprowadzi do wyrażenia:

$$\frac{e}{r} = \sqrt{3.8C}.$$

W przypadku więc przykładu poprzedniego byłoby:

$$\frac{e}{r} = \sqrt{3.8 \times 0.13157} = 0.7071,$$

a ztąd:

$$e = 0.7071 \times 1.625 = 1^m.149.$$

DRUGI PRZYPADEK. Jeżeli pół-kąt a w środku jest mniejszy od kąta załamania sklepienia, przedstawiony w tablicy n° 451 i uważany jako w sklepieniu półkolistem, co zazwyczaj ma miejsce w sklepieniach łukowych, używanych w praktyce, oblicza się stosunek C ciśnienia do kwadratu z promienia wewnętrznego sklepienia, za pomocą tablicy uступującej, odpowiedniej dla siedmiu ważności szerokości L sklepienia, przez stosunek strzały łuku sklepienia wewnętrznego, obejmująca sklepienia najczęściej używane, a dla których stosunki są następujące:

Stosunek otworu do strzały.	Pół-kąt w środku a .	Wstawa kąta a .	Stosunek promienia wewnętrznego sklepienia do strzały.
4	53° 7' 30"	0.8000	2.500
5	43 36 10	0.6897	3.625
6	36 52 10	0.6000	5.000
7	31 53 26	0.5283	6.625
8	28 4 20	0.4706	8.500
10	22 37 10	0.3846	13.000
16	14 15 0	0.2462	32.500

Oznacza się następnie grubość podpór przez formułę przy przykładzie poprzednim.

465. TABLICA PARCIA SKLEPIEN POWYŻSZYCH.

Wartość stosunku $K = \frac{R}{r}$	Stosunek parcia do kwadratu z promienia wewnętrznego sklepienia przy układzie.						
	$L=4f$ $r=2.500f$ $a=53^{\circ}7'30''$	$L=5f$ $r=3.625f$ $a=43^{\circ}36'10''$	$L=6f$ $r=5f$ $a=36^{\circ}52'10''$	$L=7f$ $r=6.625f$ $a=31^{\circ}53'26''$	$L=8f$ $r=8.500f$ $a=28^{\circ}4'20''$	$L=10f$ $r=13f$ $a=22^{\circ}37'10''$	$L=16f$ $r=32.5f$ $a=14^{\circ}15'6''$
1.40	0.15445	0.14691	0.14691	0.14691	0.14691	0.14478	
1.35	0.14717	0.13030	0.12587	0.12587	0.12587	0.12405	
1.34	0.14543	0.12987	0.12171	0.12171	0.12171	0.11999	
1.33	0.14364	0.12781	0.11767	0.11767	0.11767	0.11596	
1.32	0.14173	0.12634	0.11362	0.11362	0.11362	0.11196	
1.31	0.13975	0.12486	0.10959	0.10959	0.10959	0.10800	
1.30	0.13764	0.12331	0.10682	0.10559	0.10559	0.10406	
1.29	0.13543	0.12164	0.10563	0.10163	0.10163	0.10016	
1.28	0.13311	0.11988	0.10437	0.09770	0.09770	0.09628	
1.27	0.13068	0.11803	0.10304	0.09379	0.09379	0.09244	
1.26	0.12815	0.11609	0.10160	0.08992	0.08992	0.08862	
1.25	0.12547	0.11402	0.10009	0.08668	0.08608	0.08483	0.07180
1.24	0.12270	0.11251	0.09850	0.08549	0.08227	0.08108	0.06862
1.23	0.12031	0.10958	0.09679	0.08423	0.07849	0.07735	0.06547
1.22	0.11675	0.10725	0.09499	0.08291	0.07474	0.07366	0.06234
1.21	0.11354	0.10460	0.09305	0.08148	0.07102	0.06999	0.05924
1.20	0.11023	0.10196	0.09102	0.07999	0.06961	0.06636	0.05616
1.19	0.10676	0.09915	0.08885	0.07834	0.06859	0.06275	0.05311
1.18	0.10313	0.09617	0.08653	0.07651	0.06727	0.05918	0.05008
1.17	0.09934	0.09303	0.08408	0.07468	0.06583	0.05212	0.04709
1.16	0.09537	0.08975	0.08144	0.07264	0.06420	0.05004	0.04411
1.15	0.09123	0.08634	0.07866	0.07050	0.06259	0.04904	0.04116
1.14	0.08690	0.08257	0.07568	0.06812	0.06077	0.04803	0.03824
1.13	0.08238	0.07869	0.07251	0.06558	0.05890	0.04671	0.03534
1.12	0.07764	0.07459	0.06911	0.06297	0.05659	0.04451	0.03247
1.11	0.07269	0.07042	0.06548	0.06026	0.05421	0.04384	0.02962
1.10	0.06737	0.06563	0.06158	0.05666	0.05160	0.04214	0.02681
1.09	0.06211	0.06077	0.05739	0.05345	0.04871	0.04023	0.02401
1.08	0.05636	0.05652	0.05288	0.04934	0.04552	0.03806	0.02192
1.07	0.05052	0.05011	0.04804	0.04426	0.04200	0.03560	0.02111
1.06	0.04431	0.04428	0.04280	0.04058	0.03861	0.03276	0.02002
1.05	0.03776	0.03804	0.03709	0.03550	0.03357	0.02944	0.01882
1.04	0.03096	0.03144	0.03095	0.02992	0.02862	0.02561	0.01720
1.03	0.02378	0.02437	0.02424	0.02369	0.02293	0.02131	0.01524
1.02	0.01625	0.01681	0.01690	0.01673	0.01640	0.01546	0.01199
1.01	0.00834	0.00871	0.00886	0.00889	0.00885	0.00862	0.00747

PRZYKŁAD. Jaka powinna być grubość podpór sklepienia łukowego, wyrobionego na zewnątrz równolegle, którego szerokość $L = 8^m$, strzała $f = \frac{1}{8} L = 1^m$. Podpory mają wysokość $h = 4^m.25$?
jest :

$$r = 8^m.50, \quad \frac{r}{h} = 2, \quad a = 28^\circ 4' 20'' = 0^m.49,$$

$$\text{dost } a = 0.8828, \quad \text{wst } a = 0.4706.$$

Prawidło n° 464 daje dla grubości sklepienia w kluczu :

$$E = \frac{5 \times 17 \times 46 : 777}{144} = 0^m.915,$$

z czego :

$$R = 9^m.415, \quad \frac{R}{r} = K = 1.107.$$

Tablica powyższa daje, przyjmując średnio-proporcjonalną arytmetyczną między wartościami najbliższymi $K = 1.10$ i $K = 1.11$.

$$C = 0.05313.$$

Te wartości wstawione w formułę dają :

$$\frac{e}{r} = 0.3817,$$

z czego :

$$e = 3^m.810.$$

466. OBSUWANIE SIĘ SKLEPIEŃ ŁUKOWYCH PO ZWORNIKACH PIERWSZYCH OD POZĄTKU SKLEPIENIA (*joints de leurs naissances*). Tarcie na metr bieżący na zworniku najwyższym podpory ma wyrażenie :

$$0.38 a (K^3 - 1) r^3 \times 2250 \text{ kilog.}$$

Cisnienie poziome na metr bieżący ma za wartość :

$$C r^3 \times 2250 \text{ kil.}$$

Kiedy ciśnienie, czyli parcie przechodzi tarcie, trzeba użyć środków sztucznych takich jak ankry i t. p., aby oprzeć się obsunięciu, i opór, jaki te ciała powinny stawiać przeciw obsunięciu, winien być wyższy od

$$[C - 0.38 a (K^3 - 1)] r^3 \times 2250 \text{ kil.}$$

Kiedy L będzie równe $4f$, ciśnienie przewyższy tarcie, kiedy $K = 1.06$. Będzie więc miało obsunięcie miejsce w sklepieniach, które odpowiadają tej wartości K i wartościom mniejszym.

Dla układów, gdzie $L = 5f$, $L = 6f$, $L = 7f$, $L = 8f$ i $L = 10f$, obsunięcie zaczyna się od wartości $K = 1.15$.

Dla układu gdzie $L = 16f$ i wszystkich układów jeszcze niższych, obsuwanie ma miejsce jakakolwiek byłaby grubość sklepienia.

PRZYKŁAD. Jaki jest nadmiar ciśnienia nad tarcie dla sklepienia łukowego 8^m szerokiego, mającego strzałę $0^m.50$?
jest :

$$r = 32.5, \quad f = 16^m.25, \quad a = 0^m.25.$$

Prawidło n° 468 zastosowane do sklepień łukowych daje :

$$E = \frac{5 \times 32.500 \times 46.777}{144} = 1^m.454,$$

z czego następnie :

$$R = 17^m.704, \quad \frac{R}{r} = K = 1.09.$$

Tablica daje :

$$C = 0.02401,$$

znajdzie się także, że nadmiar ciśnienia nad tarcie jest 3654 kil., na metr bieżący.

467. SKLEPIENIA NAKSZTAŁT ELIPTYCZNYCH ZWANE KOSZYKOWE (*anse de panier*). Oblicza się grubość podpór sklepień, mających wysokość mniejszą od promienia, zbudowanych nakształt elipsy zwanych koszykowe (*anse de panier*), jak sklepień łukowych tej samej szerokości i strzały.

468. GRUBOŚĆ GŁÓWNEGO ZWORNICA CZYLI KLUCZA W POWYŻSZYCH SKLEPIENIACH. Wskazano dla każdego rodzaju sklepień granice najniższe grubości klucza potrzebne aby się sklepienie utrzymało bez nadmiaru obciążenia.

Ornacza się grubości stosowne za pomocą prawidła praktycznego. danego przez Perronnet'a.

Nazywając :

E grubość szukana klucza w metrach,

D średnica sklepienia, jeżeli jest półkuliste; albo średnica łuku wyższego, jeżeli jest obniżone, jest :

$$E = \frac{5D \times 46^{m.777}}{144}$$

Ta formuła zastosowywa się także do sklepień koszykowych, lub łukowych, przyjmując za średnicę, średnicę łuku większego z półkoła. Lecz nad 30^m daje ona grubości bardzo wielkie i w tém położeniu pomaga się, biorąc rady z porównania z budowlami już istniejącymi.

469. GRUBOŚCI, JAKIE NALEŻY DAWAĆ MUROM OSŁANIAJĄCYM (*murs de revêtement*), ABY SIĘ OPIERAŁY CIŚNIENIU ZIEMI. Nazywając :

x szerokość muru osłaniającego w podstawie,

H wysokość tego muru nad podstawą,

h wysokość całą ciśnienia ziemi,

α dopełnienie kąta naturalnego spadku jaki czyni ziemia ob-sunięta z linią poziomą,

p waga metra kubicznego ziemi w kilogramach,

p' waga metra kubicznego muru.

Oblicza się grubość x muru osłaniającego o ścianach pionowych przez formułę :

$$x = 0.865 (H + h) \text{ stycz } \frac{1}{2} \alpha \sqrt{\frac{p}{p'}}$$

którato formuła w razie ziemi średniej i zwyczajnego muru będzie :

$$x = 0.285(H + h).$$

Te formuły dają się zastosować od $h=0$ do $h=2K$, co zawiera w sobie mniej więcej wszystkie wypadki, jakie się przytrafiają w zwyczajnej praktyce.

Tablica następująca daje ważności dla x , czyli grubości murów osłaniających o ścianach prostopadłych rozmaite, stosownie do gatunku ziemi i muru, czy to z odsadzką czyli łąwą (*berme*), lub bez niej i dla wysokości parcia ziemi, które przechodzą zwyczajne granice, trafiające się w praktyce. Tablica ta jest wyciągiem z pamiętnika o parciu ziemi drukowanym przez p. Poncelet w dziele pod tytułem: *«Mémorial de l'officier du génie.»*

470. GŁÓWNA TABLICA GRUBOŚCI, WYRAŻONYCH W UŁAMKU; WYSOKOŚCI MURÓW OŚLANIAJĄCYCH PIONOWYCH, DO WYSOKOŚCI CIŚNIEŃ ZIEMI, OBLICZONA W PRZYPUSZCZENIU OBROTU MURU PRZY ZAWALENIU I PEWNEJ RÓWNOWAGI, ODPOWIEDNIEJ MUROWI OŚLANIAJĄCEMU VAUBANA BEZ WZMOCNIEŃ.

Ważno- ści dla $\frac{H}{h}$	Ważność dla x , kiedy będzie:										
	$\frac{p'}{p}=1$ $f=0.6$.		$\frac{p'}{p}=1$ $f=1.4$.		$\frac{p'}{p}=1$ $f=1$		$\frac{p'}{p}=\frac{2}{3}$ $f=0.6$.		$\frac{p'}{p}=\frac{2}{3}$ $f=1.4$.		
	Kiedy odsadzka czyli ława (berme) będzie										
	żadna.	równa 0.2H.	żadna.	równa 0.2H.	żadna.	równa 0.2H.	cała.	żadna.	równa 0.2H.	żadna.	równa 0.2H.
0.0	0.452	0.452	0.258	0.258	0.270	0.270	0.270	0.350	0.350	0.198	0.198
0.1	0.498	0.507	0.282	0.290	0.303	0.306	0.303	0.393	0.398	0.222	0.229
0.2	0.548	0.563	0.309	0.326	0.336	0.342	0.326	0.439	0.445	0.249	0.262
0.3	0.604	0.618	0.338	0.361	0.368	0.375	0.343	0.485	0.489	0.274	0.283
0.4	0.665	0.670	0.369	0.394	0.399	0.405	0.357	0.532	0.522	0.303	0.299
0.5	0.726	0.717	0.402	0.423	0.436	0.431	0.368	0.579	0.549	0.332	0.314
0.6	0.778	0.754	0.436	0.450	0.477	0.457	0.377	0.617	0.572	0.360	0.328
0.7	0.824	0.790	0.472	0.476	0.512	0.481	0.385	0.645	0.593	0.387	0.343
0.8	0.847	0.820	0.510	0.501	0.544	0.504	0.391	0.668	0.610	0.413	0.357
0.9	0.903	0.848	0.541	0.524	0.575	0.523	0.398	0.690	0.624	0.437	0.371
1.0	0.930	0.873	0.571	0.546	0.605	0.540	0.405	0.707	0.636	0.457	0.384
1.2	0.983	0.916	0.632	0.586	0.654	0.574	0.411	0.737	0.655	0.498	0.410
1.4	1.023	0.945	0.684	0.624	0.696	0.602	0.416	0.762	0.672	0.537	0.428
1.6	1.056	0.970	0.730	0.658	0.734	0.622	0.420	0.780	0.685	0.566	0.445
1.8	1.084	0.990	0.772	0.690	0.769	0.640	0.423	0.797	0.697	0.594	0.461
2.0	1.107	1.004	0.812	0.714	0.795	0.655	0.425	0.811	0.705	0.622	0.475
2.5	1.151	1.037	0.902	0.778	0.848	0.690	0.431	0.833	0.722	0.680	0.506
3.0	1.180	1.060	0.981	0.835	0.892	0.717	0.435	0.852	0.731	0.726	0.531
3.5	1.203	1.074	1.047	0.883	0.928	0.738	0.438	0.862	0.737	0.765	0.551
4.0	1.222	1.084	1.105	0.926	0.957	0.755	0.442	0.872	0.742	0.800	0.568
4.5	1.237	1.093	1.158	0.962	0.981	0.768	0.444	0.878	0.747	0.833	0.583
5.0	1.247	1.101	1.206	0.994	1.002	0.779	0.445	0.883	0.751	0.862	0.596
5.5	1.254	1.109	1.250	1.021	1.019	0.788	0.447	0.886	0.756	0.885	0.607
6.0	1.259	1.116	1.290	1.047	1.034	0.796	0.448	0.891	0.759	0.903	0.617
7.0	1.269	1.122	1.357	1.087	1.059	0.811	0.449	0.898	0.764	0.941	0.633
8.0	1.276	1.128	1.415	1.121	1.079	0.822	0.451	0.903	0.768	0.968	0.646
9.0	1.280	1.133	1.465	1.153	1.095	0.830	0.452	0.906	0.770	0.992	0.657
10.0	1.283	1.137	1.508	1.182	1.109	0.829	0.452	0.909	0.771	1.013	0.667
15.0	1.298	1.150	1.662	1.271	1.149	0.864	0.455	0.917	0.777	1.088	0.696
20.0	1.309	1.156	1.757	1.327	1.171	0.878	0.456	0.922	0.780	1.129	0.712
25.0	1.312	1.160	1.821	1.363	1.185	0.887	0.457	0.924	0.782	1.146	0.723
30.0	1.316	1.162	1.866	1.389	1.194	0.894	0.458	0.926	0.783	1.174	0.730
nie skoń- czona	1.337	1.175	2.144	1.541	1.243	0.927	0.461	0.934	0.789	1.279	0.769

UWAGA. W tablicy powyższej $f =$ do stycza jest styczną kąta, jaki czyni spadek naturalny ziemi z linią poziomą. Ważności $f = 0.6$ i $f = 1.4$ odpowiadają: pierwsza ziemiom lżejszym, a druga ziemiom mocniejszym, $f = 1$ jest odpowiednia ziemiom średnim, których spadek naturalny jest pod kątem 45° .

471. UWAGA CO DO UŻYCIA POPRZEDZAJĄCEJ TABLICY. Chcąc użyć tej tablicy, potrzeba oznaczyć przez praktykę nachylenie spadku naturalnego ziemi, którą mamy utrzymać, wagę metra kubicznego tej ziemi, i wagę metra kubicznego muru, mającego się użyć, i wtedy wyaleść z tablicy ważność dla x , odpowiednią znalezionym ważnościom na $\frac{p'}{p}$, na f i na

$\alpha = \frac{h}{H}$, lub gdy jęj niema zupełnej, przyjąć najbliższą.

PRZYKŁAD. Jaka powinna być grubość muru osłaniającego o ścianach pionowych 5^m wysokiego, przeznaczonego utrzymywać 3^m parcia ziemi, której metr kubiczny waży 1350 kil., a metr kubiczny muru 2250 kil., zaś ważność dla $f = 0.60$?

$$\frac{p'}{p} = \frac{2250}{1350} = \frac{5}{3}.$$

Tablica daje:

$$x = 0.645 \times 5^m = 3.225.$$

472. SPOSTRZEŻENIE CO DO MURÓW TARASSOWYCH. Zauważano, że pierwsza linia muru od góry, odpowiadająca ciśnieniu żadnemu, jest tą, która będzie dawać ważności dla x , czyli grubość murów w tarassach bez obciążenia ziemi.

PRZYKŁAD. Jaka powinna być grubość muru tarassowego 6^m wysokiego, podtrzymującego ziemię, której waga metra kubicznego jest 1500 kil., a waga metra kubicznego muru 2250 kil., ważność zaś dla $f = 1$.

Tablica daje:

$$x = 0.270 \times 6 = 1^m.620.$$

473. Kiedy ważności $\frac{p'}{p}$ oraz f , różnią się znacznie od tych, jakie są w tablicach, przyjmuje się za x ważność proporcjonalna między temi, które są najwięcej zbliżone do odpowiednich danych.

474. ŚCIANY PIONOWE OD STRONY ZIEMI, A POCHYLONE OD STRONY ZEWNĘTRZNEJ. Mury osłaniające bywają czasem pionowe od strony ziemi a ukośne na zewnątrz, w takim razie oblicza się ich grubość za pomocą następującej zasady.

Wszystkie mury osłaniające, których ściany wewnętrzne są pionowe, a ściany zewnętrzne mają nachylenie do linii pionowej, zawarte między zero i $\frac{1}{6}$, mają blisko $\frac{1}{120}$ tej samej grubości co mury o ścianach pionowych w $\frac{1}{6}$, wysokości ich nad podstawę.

Kiedy spadek zewnętrzny jest $\frac{1}{3}$, to samo porównanie ma jeszcze miejsce, lecz jedynie blisko $\frac{1}{11}$.

Z tego wypływa następujące prawidło:

Znając wysokość H muru osłaniającego wysokość h parcia ziemi, wagi p i p' metra kubicznego ziemi i muru i kąt spadku naturalnego ziemi, którego styczna jest f .

Wyszuka się w tablicy poprzedzającej grubość muru o ścianach prostopadłych, zdolnych się oprzeć parciu ziemi. W dzielonej części wysokości H , licząc od podstawy prowadzi się linia pozioma, równa grubości znalezionej i przez koniec tej linii, który jest od strony zewnętrznej, prowadzi się linia pochyła podług kierunku, jaki chcemy dać nachyleniu ściany zewnętrznej.

475. GRUBOŚĆ MURÓW GROBLOWYCH (*batardeaux*) Oblicza się grubość murów groblowych o ścianach pionowych przez formułę:

$$x = 0.865(H-h) \sqrt{\frac{1000}{p'}},$$

w której wyrazi się przez:

H wysokość muru,

h wysokość poziomu wód, uważając wysokość tę od wierzchu muru do powierzchni wody,

p' waga metra kubicznego muru.

PRZYKŁAD. Jaka powinna być grubość muru groblowego 4^m wysokiego, ważącego 2200 kilogr. metr kubicz. i który powinien utrzymywać poziom wody, będący 0^m.50 niżej od wierzchołka muru.

Formuła daje:

$$x = 0.865(4^m - 0^m.50) \sqrt{\frac{1000}{2200}} = 2^m.04.$$

Przy zatamowaniach w rzekach przed którymi robią się odmiały, mających ciśnienie większe jak wody, należy zastąpić czynnik 1000 przez 1800, odpowiadający ciśnieniu ziemi. Ta formuła da wtedy ważność dostateczną w praktyce dla wierzchołka zastawy. Ściana z góry wody powinna mieć spadek w stosunku $\frac{1}{3}$ do $\frac{1}{4}$ wysokości.

476. MURY Z KAMIENTA NA MECH. Zwykle daje się tym murom grubość równą $\frac{1}{4}$ grubości murów na wapno, obliczonej podług prawideł poprzedzających.

PRZYKŁAD. Jaka powinna być grubość muru z kamienia na mech 3^m wysokiego, przeznaczonego podtrzymywać parapet tej samej wysokości?

jest

$$\frac{h}{H} = 1.$$

Jeżeli przyjmiemy co się często zdarza w praktyce, że metr kubiczny ziemi, waży to samo co metr kubiczny muru z kamienia na mech, będziemy mieli:

$$\frac{p'}{p} = 1,$$

i jeżeli będzie:

$$f = 0.6.$$

Tablica dałaby dla muru, budowanego na wapno, jeżeliby nie było żadnej ławy wzmacniającej:

$$x = 0.930,$$

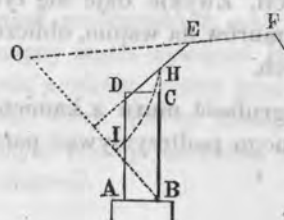
i podług prawidła niniejszego dla murów z kamienia na mech byłoby:

$$x = 0.930 \times 3^m \times \frac{1}{4} = 3^m.49.$$

477. GŁĘBOKOŚĆ, JAKĄ NALEŻY DAĆ FUNDAMENTOM MURÓW OSŁANIAJĄCYCH, ABY ZAPOBIEDZ USUNIĘCIU SIĘ TAKOWYCH. Zdarza się niekiedy, że mury osłaniające są zbudowane na gruncie gliniastym i wtedy tarcie jest bardzo słabe, a mianowicie: gdy grunt jest wilgotny, przez co bardzo łatwo ulegając parciu ziemi, mury takowe mogą się na zewnątrz usunąć. Potrzeba więc koniecznie fundamenta tyle zagłębić w gruncie, aby zyskana ściana ziemi przez zagłębienie, wspomaganą oporem, wywołanym z tarcia, oparła się usiłowanemu usunięciu muru.

Potrzeba naprzód oznaczyć moc siły poziomej, która działa na usunięcie się muru w podstawie, dla tego:

Fig. 66.



Przedłuża się EF (fig. 66) czyli ściana górna ziemi,

Z punktu B spuszcza się prostopadła do kierunku spadku naturalnego ziemi DE przedłużonego, i prowadzi się ją aż do spotkania się z przedłużoną linią EF w punkcie O,

Przedłuża się BC czyli kierunek

ściany wewnętrznej do spotkania się ze spadkiem naturalnym ziemi DE w punkcie H,

Z punktu O jako ze środka promieniem OH zakresła się łuk koła HI,

Parcie poziome w podstawie będzie:

$$P = \frac{1}{2} p (BI)^2,$$

p znaczy tu zawsze wagę metra kubicz. ziemi.

To parcie działa w kierunku poziomym prostopadle do ściany wewnętrznej muru, i jest ramieniem drąga średnio równym 0.35 BH, poczynając od punktu B.

Następnie oblicza się tarcie ściany dolnej o powierzchnię gruntu, przyjmując $f = 0.30$ około, co stosuje się do ziem gliniastych.

To zrobiwszy i znając wagę metra kubicznego ziemi, wiedząc jaki jest kąt α , będący dopełnieniem kąta spadku naturalnego ziemi z poziomem, obliczy się głębokość h , którą trzeba dać fundamentom, za pomocą formuły:

$$h = 1.4 \text{ styc } \frac{1}{2} \sqrt{\frac{2P'}{p}},$$

w której P' przedstawia nadmiar ciśnienia, czyli parcia ziemi nad tarcie spodu muru o powierzchnię gruntu.

To prawidło daje się zarówno zastosować przy budowie grobli i przewalów.

PRZYKŁAD. Jaka powinna być głębokość fundamentów grobli murowanej, mającej utrzymywać wodę wysokości 4^m.00?

Formuła n° 472 da nam ważność dla grubości grobli murowanej:

$$x = 0.865 \times 4.00 \sqrt{\frac{1000}{2000}} = 2^m.44,$$

to zastosowane jest do muru, którego waga metra kubicznego jest 2000 kil.

Waga więc całego muru na metr bieżący będzie:

$$2000 \times 2.44 \times 4 = 19520 \text{ kil.}$$

Tarcie ściany dolnej muru po powierzchni gruntu glinia-

stego jest w stosunku około 0.30 ciśnienia, opór więc przeciwno usunięciu będzie:

$$0.30 \times 19520 = 5856 \text{ kil.}$$

Parcie na ścianę dolną muru będzie równe:

$$P = 1000 \frac{H^2}{2} = 8000 \text{ kil.}$$

Więc parcie przewyższa opór tarcia:

$$8000 - 5856 = 2144 \text{ kil.}$$

Jeżeli waga metra kubicznego ziemi jest $p = 1500$ kilogr. i jeżeli gatunek ziemi na powierzchni jest ten sam co w fundamencie, kąt $\alpha = 60^\circ$ około, jest:

$$f = \text{stycz } 1/3, \alpha = \text{stycz } 30^\circ = 0.578.$$

Formuła więc powyżej przytoczona da dla głębokości fundamentów ważność:

$$h = 1.4 \times 0.578 \sqrt{\frac{2 \times 2144}{1500}} = 1^m.372.$$

478. GRUBOŚĆ MURÓW W DOMACH MIESZKAŁNYCH. Rondelet daje formuły praktyczne następujące dla oznaczenia grubości murów z kamienia zwyczajnego, ciosowego i cegły na wapno.

Nazywając przez:

l szerokość budynku w szczytach, lub też część tej szerokości pomiędzy murami środkowymi podpierającymi,

h wysokość murów,

n liczbę pięter,

e grubość murów.

Grubość ta murów oblicza się za pomocą formuł następujących, dla:

Murów szczytowych } budowli prostych. $e = \frac{2l+h}{48} + 0^m.025,$
 „ z ścianą środkową $e = \frac{l+h}{48}.$

Murów środkowych $e = \frac{l+h}{36} + n \times 0^m.013.$

UWAGA. Grubości są oznaczone zaraz poniżej pułapu i zmniejszenie ich w przejściu z jednej grubości do drugiej powinny być zawarte pomiędzy $1/200$ i $1/80$ częścią wysokości.

PRZYKŁAD. Jaka powinna być grubość murów szczytowych budynku z ścianą środkową, której szerokość $l = 14^m$ i wysokość ogólna pięter $13^m.90$?

Parter na wysokości	4 ^m .50
1 piętro	3 ^m .60
2 „	3 ^m .00
3 „	2 ^m .80
Razem	13 ^m .90.

Prawidło niniejsze daje grubości dla muru:

Parterowego	$e = \frac{14+13.9}{48} = 0^m.58,$
1 piętra . .	$e = \frac{14+9.4}{48} = 0^m.49,$
2 piętra . .	$e = \frac{14+5.8}{48} = 0^m.42,$
3 piętra . .	$e = \frac{14+2.8}{48} = 0^m.35.$

479. PORÓWNANIE PRAWIDŁA RONDELET'A Z WYMIARAMI
ZWYKLE UŻYWANEMI W BUDOWLACH MIESZKALNYCH
NIE SKLEPIONYCH.

Piętra.	Wymiary będące w użyciu w budowlach mieszkalnych, średniej szerokości i wysokości pięter od 3 do 4 metrów.				Wymiary według formuły Rondeleta dla budowli szerokich w świetle 16 metrów.			
	Grubość murów				Wysokość pięter.	Grubość murów		
	zewne- trznych.		środko- wych.			zewne- trznych.	środko- wych podłużnych.	
Fundamenta.	^m 0.73	^m do0.97	^m 0.70	^m do0.80	m	m	m	m
Z poziomem piwnic . .	0.57	—0.81	0.50	—0.60	„	„	„	„
Parter. . .	0.48	—0.65	0.35	—0.40	5	0.46do0.48	0.50do0.52	
1 ^{sz} e piętro .	0.43	—0.54	„	„	4	0.44—0.47		
2 ^g ie „ . .	0.40	—0.48	„	„	3	0.42—0.45		
3 ^c ie „ . .	0.30	—0.42	0.20	—0.30	„			

Wielkie budowle.	Grubość murów parterowych		
	zewnątrznych.	środkowych.	wewnętrznych.
Budowle znaczniejsze jak domy mieszkalne.	m m 0.65 do 1.00	m m 0.54 do 0.65	m m 0.40 do 0.54
Pałace i gmachy z par- terem sklepionym . .	1.30 — 3.00	1.00 — 1.30	0.64 do 2.00

480. ŚCIANY Z PRUSKIEGO MURU. Ściany z pruskiego muru w parterze powinny być wyniesione nad cokuł z dobrego muru na wapno około 1^m wysokości, aby uniknąć przepuszczania wilgoci. Powinny być wzmocnione belkowaniem i ankrami żelaznymi.

Wymiary zwykłe ścian parterowych budynku o czterech lub pięciu piętrach są 0^m.18 do 0^m.32 dla ram, 0^m.21 i 0^m.32

dla słupów (*poteaux*), 0^m.18 do 0^m.21 dla nadstawek narożnych, i 0^m.16 do 0^m.18 dla słupów dostawionych. W ostatniem piętrze wymiary te mogą być tylko 0^m.027 i grubość ścian przeznaczonych do wypełnienia zmniejszona do połowy.

481. GRUBOŚĆ, JAKĄ SIĘ MA DAWAĆ MUROM OKÓLNYM BUDOWLI WIELKIEJ SZEROKOŚCI, KTÓREJ SZCZYT UTRZYMUJE WIĄZANIE DACHU BEZ BELKOWANIA (*).

Jeżeli nazwiemy :

2c szerokość budowli,

h wysokość muru od spodu wiązania dachowego aż do gruntu równa zwykle 0.61c,

e grubość muru w tej części,

p waga metra sześciennego muru, zwykle równa 2000 kilogr.,

P waga połowy wiązania dachowego, licząc w to pokrycie dachu, ciężar śniegu i parcie wiatru (to całe obciążenie P może być oszacowane w przecięciu 400 kil. na metr podłużny krokwi, kiedy te są nachylone, jak 3 podstawy do 2 wysokości),

Q ciśnienie poziome wiązania dachowego (podług doświadczeń p. Ardant jest ono średnio równe $0.42P=168c^{kil}$),

H wysokość murów od ziemi aż pod dach,

E grubość murów na wysokości H,

D odstęp stolca dachowego.

Oblicza się grubość murów przez formułę :

$$E = \frac{P}{pDH} + \sqrt{\frac{P^3}{p^3 D^3 H^3} + \frac{12Q}{pD} - \frac{e^3 h}{H}}.$$

Jeżeli się wstawi w powyższą formułę wartości średnie poprzednie dla Pp i Q, i jeżeli się przypuści $D=3^m.30$, będziemy mieli :

(*) Co następuje i co w ogóle tyczy się ciesielstwa, jest wyjęte z Pamiętników Podpułkownika Inżynierii Ardant, wydanego w Metz 1840 roku.

$$E = 0.06 \frac{c}{H} + \sqrt{0.0036 \frac{c^2}{H^2} + 0.3206c - 0.61 \frac{ce^2}{H}}$$

Z czego otrzymano następującą tablicę:

Szerokość wiązania dachowego 2c.	Oddalenie pomiędzy wiązaniem D.	Wysokość od gruntu pod dach H.	Grubość mu- ru od gruntu do wiązania dachu E.	Grubość muru nad gzymsem e.	Grubość fundamentu na metr głębokości pod ziemią.
30	^m 3.30	5	^m 2.07	^m 0.70	^m 2.60
25	3.30	5	1.96	0.70	2.45
24	3.30	3	1.62	0.60	2.01
24	3.30	5	1.80	0.60	2.25
20	3.30	3	1.40	0.50	1.75
20	3.30	5	1.60	0.50	2.00
16	3.30	3	1.35	0.40	1.70
16	3.30	5	1.42	0.40	1.80

Zauważano:

1^o Że grubości dane z powyższej formuły nie są dostateczne kiedy grunt jest mało ściśliwy i wtedy trzeba powiększyć grubość w fundamentach ścian zewnętrznych.

2^o Że grubości dane, są wtedy dostateczne, kiedy grunt jest mocny i ściśliwy.

3^o Że trzeba unikać parcia na mur, będący nad gzymsem, jako też nie opierać końca krokiew bezpośrednio na murze.

482. TABLICA NACHYLENIA DACHÓW I CIĘŻARU, ZNOSZONEGO NA METR KWADRATOWY POKRYĆ DACHOWYCH, NAJWIĘCEJ UŻYWANYCH W WIĄZANIACH ZWANYCH PALLADIO.

Rodzaj pokrycia dachu.	Nachylenie dachu do poziomu w stopniach.	Ciężar metra kwadratow. pokrycia dachu.	Ilość drzewa w metr. sześci., wchodzącego w wiązanie dachu na metr kwadrat.
Dachówki płaskie	45° do 33°	^{kil.} 60	^{ms} 0.063
Dachówki okrągłe położone na sucho	27 — 21	75 do 90	0.058
Dachówki okrągłe położone na wapno.	31 — 27	136	0.068
Miedź walcowana	21 — 18	14	0.042
Cynk n ^o 14.	21 — 18	8.50	0.042
Asfalt lub smołowiec . .	21 — 18	25	0.056
Łupek	45 — 33	38	0.056

Przyjęto średnią wagę metra sześciennego drzewa jodłowego 500 do 600 kilogramów, a dębowego 900 do 950 kilogramów.

Śnieg, mogący się nagromadzić na dachach, dochodzi grubości największej 0^m.50 i sprawia ciężar 50 kilogramów na metr kwadratowy, ale średnio można ten ciężar przyjąć 25 kilogramów.

Cisnienie wiatru na dach jest tylko przypadkowe, jednakże w miejscach wystawionych na częste i wielkie wiatry, oraz w budowlach większych trzeba na to obciążenie zwracać uwagę.

483. CIŚNIENIE PROSTOPADŁE, WYWARTE PRZEZ WIATR
NA METR KWADRATOWY POWIERZCHNI DACHU.

Prędkość wiatru na sekundę.	Cisnienie w kilogramach.
m	kil
3.00	1.047
5.00	2.908
8.00	7.443
10.85	13.691
14.00	22.795
20.00	46.520
40.00 uragan.	186.080

W budowlach wiejskich trzeba nas to obciążenie twierdzą w miejscach wystawionych na czepie i wielokrotnie wiatry, oraz Ciężenie wiatru nas dach jest tylko przypadkowe, jednakże logarytmów, ale również można też wiatry 22-25-26-27-28-29-30-31-32-33-34-35-36-37-38-39-40-41-42-43-44-45-46-47-48-49-50-51-52-53-54-55-56-57-58-59-60-61-62-63-64-65-66-67-68-69-70-71-72-73-74-75-76-77-78-79-80-81-82-83-84-85-86-87-88-89-90-91-92-93-94-95-96-97-98-99-100-101-102-103-104-105-106-107-108-109-110-111-112-113-114-115-116-117-118-119-120-121-122-123-124-125-126-127-128-129-130-131-132-133-134-135-136-137-138-139-140-141-142-143-144-145-146-147-148-149-150-151-152-153-154-155-156-157-158-159-160-161-162-163-164-165-166-167-168-169-170-171-172-173-174-175-176-177-178-179-180-181-182-183-184-185-186-187-188-189-190-191-192-193-194-195-196-197-198-199-200-201-202-203-204-205-206-207-208-209-210-211-212-213-214-215-216-217-218-219-220-221-222-223-224-225-226-227-228-229-230-231-232-233-234-235-236-237-238-239-240-241-242-243-244-245-246-247-248-249-250-251-252-253-254-255-256-257-258-259-260-261-262-263-264-265-266-267-268-269-270-271-272-273-274-275-276-277-278-279-280-281-282-283-284-285-286-287-288-289-290-291-292-293-294-295-296-297-298-299-300-301-302-303-304-305-306-307-308-309-310-311-312-313-314-315-316-317-318-319-320-321-322-323-324-325-326-327-328-329-330-331-332-333-334-335-336-337-338-339-340-341-342-343-344-345-346-347-348-349-350-351-352-353-354-355-356-357-358-359-360-361-362-363-364-365-366-367-368-369-370-371-372-373-374-375-376-377-378-379-380-381-382-383-384-385-386-387-388-389-390-391-392-393-394-395-396-397-398-399-400-401-402-403-404-405-406-407-408-409-410-411-412-413-414-415-416-417-418-419-420-421-422-423-424-425-426-427-428-429-430-431-432-433-434-435-436-437-438-439-440-441-442-443-444-445-446-447-448-449-450-451-452-453-454-455-456-457-458-459-460-461-462-463-464-465-466-467-468-469-470-471-472-473-474-475-476-477-478-479-480-481-482-483-484-485-486-487-488-489-490-491-492-493-494-495-496-497-498-499-500-501-502-503-504-505-506-507-508-509-510-511-512-513-514-515-516-517-518-519-520-521-522-523-524-525-526-527-528-529-530-531-532-533-534-535-536-537-538-539-540-541-542-543-544-545-546-547-548-549-550-551-552-553-554-555-556-557-558-559-560-561-562-563-564-565-566-567-568-569-570-571-572-573-574-575-576-577-578-579-580-581-582-583-584-585-586-587-588-589-590-591-592-593-594-595-596-597-598-599-600-601-602-603-604-605-606-607-608-609-610-611-612-613-614-615-616-617-618-619-620-621-622-623-624-625-626-627-628-629-630-631-632-633-634-635-636-637-638-639-640-641-642-643-644-645-646-647-648-649-650-651-652-653-654-655-656-657-658-659-660-661-662-663-664-665-666-667-668-669-670-671-672-673-674-675-676-677-678-679-680-681-682-683-684-685-686-687-688-689-690-691-692-693-694-695-696-697-698-699-700-701-702-703-704-705-706-707-708-709-710-711-712-713-714-715-716-717-718-719-720-721-722-723-724-725-726-727-728-729-730-731-732-733-734-735-736-737-738-739-740-741-742-743-744-745-746-747-748-749-750-751-752-753-754-755-756-757-758-759-760-761-762-763-764-765-766-767-768-769-770-771-772-773-774-775-776-777-778-779-780-781-782-783-784-785-786-787-788-789-790-791-792-793-794-795-796-797-798-799-800-801-802-803-804-805-806-807-808-809-810-811-812-813-814-815-816-817-818-819-820-821-822-823-824-825-826-827-828-829-830-831-832-833-834-835-836-837-838-839-840-841-842-843-844-845-846-847-848-849-850-851-852-853-854-855-856-857-858-859-860-861-862-863-864-865-866-867-868-869-870-871-872-873-874-875-876-877-878-879-880-881-882-883-884-885-886-887-888-889-890-891-892-893-894-895-896-897-898-899-900-901-902-903-904-905-906-907-908-909-910-911-912-913-914-915-916-917-918-919-920-921-922-923-924-925-926-927-928-929-930-931-932-933-934-935-936-937-938-939-940-941-942-943-944-945-946-947-948-949-950-951-952-953-954-955-956-957-958-959-960-961-962-963-964-965-966-967-968-969-970-971-972-973-974-975-976-977-978-979-980-981-982-983-984-985-986-987-988-989-990-991-992-993-994-995-996-997-998-999-1000-1001-1002-1003-1004-1005-1006-1007-1008-1009-1010-1011-1012-1013-1014-1015-1016-1017-1018-1019-1020-1021-1022-1023-1024-1025-1026-1027-1028-1029-1030-1031-1032-1033-1034-1035-1036-1037-1038-1039-1

484. WYMIARY SZTUK BUDULCU SKŁADAJĄCEGO WIĄZANIA CIESIELSKIE RÓŻNORÓDNEGO RODZAJU. Damy tu tablicę, będącą wyciągiem z kursu budownictwa szkoły w Metz, gdzie znajdziemy wymiary zwyczajne wszelkich sztuk drzewa, które wchodzi do wiązań ciesielskich.

484. WYMIARY SZTUK BUDULOU SKŁADAJĄCEGO WIĄZANIA CIESIELSKIE ROZMAITEGO RODZAJU. Damy tu tablicę, będącą wyciągiem z kursu budownictwa szkoły w Metz, gdzie znajdziemy wymiary zwyczajne wszelkich sztuk drzewa, które wchodzi do wiązań ciesielskich.

Kreska, oddziela wymiar jednego boku szklanej płyty

Rodzaj wiązania dachu.	Szerokość wewnętrzna budowli.	Belki nie obciążone pułapem.	Belki utrzymujące pułap.	Rozpórnik. (<i>Entrait retroussé</i>).	Zastrzał. (<i>Jambe de force</i>).	Krokwie (<i>Arbalétriers</i>).	Słupki wiszące. (<i>Poinçon</i>).	Podpory (<i>Aisseliers</i>).	Rozpórniki czyli banty. (<i>Jambettes</i>).
c e n t i m e t r y .									
Wiązanie pro- ste.	6	27/24	32/27	"	"	22/19	19/19	"	16/16
	9	33/30	40/32	"	"	26/24	24/24	"	19/19
	12	40/36	47/37	"	"	32/30	30/30	"	21/21
Wiązania z rozpórnikami pomiędzy kro- kwiami całko- witemi.	6	"	42/30	21/19	"	22/19	19/19	19/15	15/15
	9	"	52/37	27/24	"	26/24	24/24	24/18	18/18
	12	"	63/45	33/30	"	32/30	30/30	30/22	22/22
Wiązanie z rozpórnikami i zastrzałami.	6	"	42/30	21/19	24/19	18/15	15/15	19/15	14/14
	9	"	52/37	27/24	29/24	22/18	18/18	24/18	16/16
	12	"	63/45	33/30	35/30	27/22	22/22	30/22	18/18
Wiązanie po- dwójne zwane mansardow- skie.	6	"	42/30	23/20	22/20	20/18	18/18	20/13	14/14
	9	"	52/37	30/27	29/27	25/23	23/23	27/18	16/16
	12	"	63/45	36/33	34/33	30/28	28/28	33/22	18/18

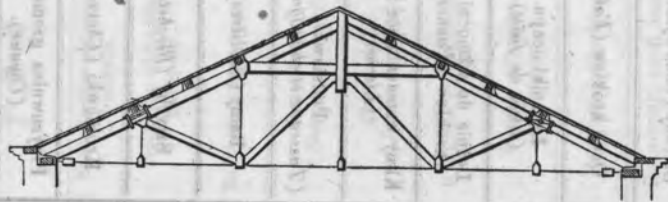
Kreska, oddziela wymiar jednego boku sztuki drzewa

Szrapy (<i>Contrefiches</i>).	Ocap krokiew (<i>Faite</i>).	Łączniki ocapu. (<i>Liens de faite</i>).	Łeźnie do wzmocnienia krokiew (<i>Pannes</i>).	Kliny wzmacniające belki. (<i>Liernes</i>).	Podstawki. (<i>Tasseaux et chantignolles</i>).	Ramy (<i>Sablères</i>).	Sztychy (<i>Blochets</i>).	Krokiewki (<i>Chevrons</i>).	Przysuwnica gżemsowa. (<i>Coyaux</i>).	Lata gżemsowa. (<i>Chantlatte</i>).
c e n t i m e t r y .										
16/16	19/16	15/15	19/19	"	19/19	23/12	"	9/9	8/7	16/3
19/19	20/17	16/16	20/20	"	20/20	25/14	"	10/10	9/8	18/4
21/21	22/19	17/17	22/22	"	22/22	28/16	"	11/11	10/9	20/5
15/15	19/16	15/15	19/19	"	19/19	23/12	"	9/9	8/7	16/3
18/18	20/17	16/16	20/20	"	20/20	25/14	"	10/10	9/8	18/4
22/22	22/19	17/17	22/22	"	22/22	28/16	"	11/11	10/9	20/5
14/14	19/16	15/15	19/19	19/19	19/19	23/12	18/14	9/9	8/7	16/3
16/16	20/17	16/16	20/20	20/20	20/20	25/14	20/15	10/10	9/8	18/4
18/18	22/19	17/17	22/22	22/22	22/22	28/16	22/16	11/11	10/9	20/5
14/14	19/16	15/15	19/19	20/20	20/20	23/12	18/14	9/9	8/7	16/3
16/16	20/17	16/16	20/20	21/21	21/21	25/14	20/15	10/10	9/8	18/4
18/18	22/19	17/17	22/22	23/23	22/22	28/16	22/16	11/11	10/9	20/5

od drugiego.

485. WIĄZANIE DACHU WIELKICH WYMIARÓW, ZWANE PALLADIO. Te wiązania mają rozpornik wiszący, który dzieli

Fig. 67.



krokiew na dwie części, jedną górną, drugą dolną.

Nazywając:

P cały ciężar czyli parcie krokiew,
P' i P'' ciśnienia, odpowiednie do części górnej i dolnej krokwi,

a szerokość pozioma sztuk drzewa,

b grubość drzewa,

2c szerokość cała wiązania,

h strzała, czyli wysokość od belek do ocapu krokiew, w ten sposób, że $\frac{c}{h}$ jest styczną nachylenia dachu do pionu,

L' i L'' długości, odpowiednie w kierunku poziomym dwóch części krokwi,

L, długość belkowania, zawarta między dwoma strzałami,

L', długość rozpornika między słupkiem wiszącym i krokwią,
d gęstość materiału, użytego do belkowania.

Oblicza się wymiary rozmaitych sztuk drzewa tego wiązania przez następujące formuły:

Krokiew wyższa z drzewa:

$$ab^3 = P'[0.00000111b + 0.00000107L'],$$

Krokiew niższa z drzewa:

$$ab = P''[0.00000257b + 0.00000107L'],$$

Rozpornik z drzewa:

$$ab = 0.0000009P'' \frac{c}{h} + 0.00000107daL,^3.$$

Belka pułapowa z drzewa bez pułapu:

$$ab = 0.0000009P \frac{c}{h} + 0.00000011daL,^3.$$

Belka pułapowa z żelaza nie utrzymująca pułapu:

$$ab = 0.0000001P \frac{c}{h} + 0.00000011daL,^3.$$

Tablica następująca daje wymiary, odpowiednie rozmaitym szerokościom budowli ze strzałami wiszącymi drewnianymi, lub żelaznymi, oddalonymi pomiędzy sobą na 3^m.50 z nachyleniem jak 3 podstawa do 2 wysokości. Te wymiary są aż nadto silne do dźwigania jakiegokolwiek bądź pokrycia dachu.

TABLICA WYMIARÓW W WIĄZANIACH
ZWANYCH PALLADIO.

Szerokość wiązań dachu.	Grubość sztuk drzewa.			Sztraby.	Belki pułapowe z żelaza.	Strzały wiszące.
	Krokiew wyższa.	Krokiew niższa.	Rozpor- nik.			
m	m	m	m	m	m	m
24	0.20	0.30	0.30	0.15	0.025	0.025
	0.26	0.44	0.30	0.15	0.061	
22	0.18	0.30	0.14	0.14	0.025	0.025
	0.25	0.42			0.057	
20	0.17	0.27	0.27	0.13	0.021	0.021
	0.24	0.38			0.061	
18	0.16	0.26	0.26	0.12	0.021	0.021
	0.23	0.36			0.058	
16	0.15	0.24	0.24	0.11	0.015	0.015
	0.21	0.33			0.063	
14	0.14	0.22	0.22	0.10	0.015	0.015
	0.19	0.30			0.059	

UWAGA. Krokiew niższa może być złożona z dwóch sztuk, złączonych w ząbienie, albo z dwóch sztuk na grubość położonych jedna na drugiej.

Stawiając wiązania dachowe, potrzeba silnie naciągać rozporki i strzały wiszące.

486. WYMIARY, JAKIE NALEŻY DAĆ BELKOM PUŁAPOWYM, ABY SIĘ OPARŁY CIŚNIENIU PRZEZ ZIMNO. Aby belki pułapowe żelazne mogły oprzeć się działaniu, jakie podczas zimy wywiera niższa temperatura, potrzeba, aby ich przecięcie poprzeczne było sprawdzone przez następujące równanie:

$$ab = \frac{0.625P \cdot \frac{c}{h}}{12000000 - (T - T') 224000},$$

w której oprócz poprzedzających nazwań T i T' oznacza najwyższą i najniższą temperaturę w ciągu roku.

Nakoniec potrzeba starać się, aby przez przeciw rozpory zapobiedz działaniu wiatru.

PRZYKŁAD. Jako zastosowanie prawideł poprzednich pan Ardant dał następujący rachunek dla budowli 20 metrów szerokiej w świetle, mającej być pokrytą łupkiem, z nachyleniem dachu jak 3 podstawy do 2 wysokości. Wiązania powinny być zbudowane z drzewa jodłowego więc $d = 600^{kl}$ waga metra sześć. i oddalenie wiązań przypuszcza się 3 metry,

jest więc:

Półowa szerokości $e = 10^{m.00}$
Wysokość $\frac{2}{3}c = h = 6^{m.666}$
Szerokość (w kierunku budowli)
dachu $\sqrt{100 + 44.44} = 12^{m.018}$
Więcej grubość muru i wyskok gżemsu $0^{m.800}$
Cała więc szerokość ściany dachowej jest $12^{m.818}$
Oddalenie wiązań jest $3^{m.0}$, powierzchnia więc
cała przestrzeni objętej krokiewiami jest: $37^{mk.954}$
Waga metra kwadratowego pokrycia dachu
łupkiem $38^{kl.00}$
Więc waga wiązania na metr kwadratowy po-
krycia dachu jest około $0^{ms.056} \times 600$ $33^{kl.60}$
Dodając na warstwę śniegu $0^{m.25}$ grubą $25^{kl.00}$
Ciśnienie wiatru 6 do 7^{m} prędkości na $1''$ $4^{kl.40}$
Waga największa na metr kwadratowy pokry-
cia jest: $100^{kl.00}$
którą rozmnożywszy przez powierzchnię całą da-
chu $37^{mk.954}$, da nam w liczbie zaokrąglonej $P = 3900^{kl.}$
Umieszczając rozporki w $\frac{2}{3}$ częściach długo-
ści całej krokwi, można przypuścić, że krokiew
wyższa będzie dźwigać $P' = 1300^{kl.}$
Krokiew dolna będzie obciążona $P'' = 2600^{kl.}$
jest więc najwyżej:

$$L' = 3^{m.333} \quad L'' = 6^{m.666}.$$

Będziemy więc mieli do obliczenia grubości boków dwóch części krokwi—dla: Krokwi wyższej:

$$ab^3 = 1300[0.00000111b + 0.000003566],$$

Krokwi niższej:

$$ab^3 = 2600[0.00000257b + 0.000007132],$$

z czego przyjmując dla obydwóch krokwi $a=0^m.16$ będzie:

$$\text{dla krokwi wyższej: } b=0^m.18,$$

$$\text{dla krokwi niższej: } b=0^m.36.$$

Jeżeli belka pułapowa jest z żelaza i przytrzymana w pięciu punktach, co 5 metr. odległości, przez strzały wiszące, to jest:

$$L_1=5^m, \quad d=7500^{\text{kil}}, \quad P=3900^{\text{kil}}, \quad \frac{c}{h}=\frac{3}{2}=1.50.$$

z czego będzie:

$$ab = 0.000585 + 0.020625a.$$

Jeżeli się da $a=0^m.02$, to się znajdzie $b=0^m.05$ okrągło.

Ażeby sprawdzić, czy może się oprzeć zmianom temperatury, przypuszczając najniższą i najwyższą, te będą równe:

$$T=25^\circ, \quad T'=-15^\circ\text{C}, \quad \text{z czego: } T-T'=40^\circ,$$

znajdzie się za pomocą formuły powyższej.

$$ab = 0^{\text{mk}}.0012.$$

Powierzchnia poprzeczna drzewa, którego boki są $0^m.02$ i $0^m.05$ daje tylko:

$$ab=0^{\text{mk}}.0010,$$

więc należy przyjąć:

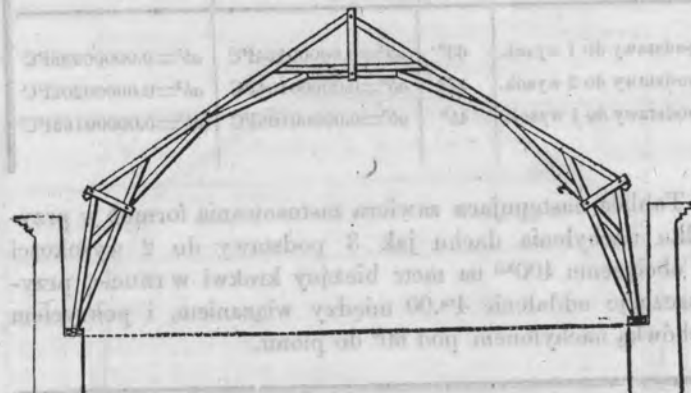
$$a=0^m.02 \quad \text{i} \quad b=0^m.06,$$

dla strzał przyjmie się wymiary z tablicy poprzedzającej, które są ustalone z używania.

487. WIĄZANIE PROSTE BEZ BELEK PUŁAPOWYCH.

Nazywając zawsze:

Fig. 68.



P ciężar cały dźwigany przez krokiew,

C pół szerokości wiązania,

a i b wymiary grubości sztuk drzewa.

Użyje się dla obliczenia wymiarów krokwi i podpór następujących formuł: (*)

(*) W pamiętniku p. Ardan wskazano, że w budowlach starannie wykończonych z drzewa wyborowego można zastąpić współczynnik 0.00000104 w formule o krokwiach przez 0.00000055 i współczynnik 0.00000226 w formule o podporach przez 0.00000107. To uproszczenie każe przypuścić, że wiązanie może być obciążone $\frac{1}{6}$ zamiast $\frac{1}{16}$ tego ciężaru, któryby sprawił rozerwanie.

Nachylenie dachu do poziomu.	Kąt ja- kiczyni kro- kiew z linią pziomą	Formuły dla	
		krokwi.	podpory.
2 podstawy do 1 wysok.	63°	$ab^2=0.00000104PC$	$ab^2=0.00000226PC$
3 podstawy do 2 wysok.	27°	$ab^2=0.00000104PC$	$ab^2=0.00000202PC$
1 podstawy do 1 wysok.	45°	$ab^2=0.00000105PC$	$ab^2=0.00000163PC$

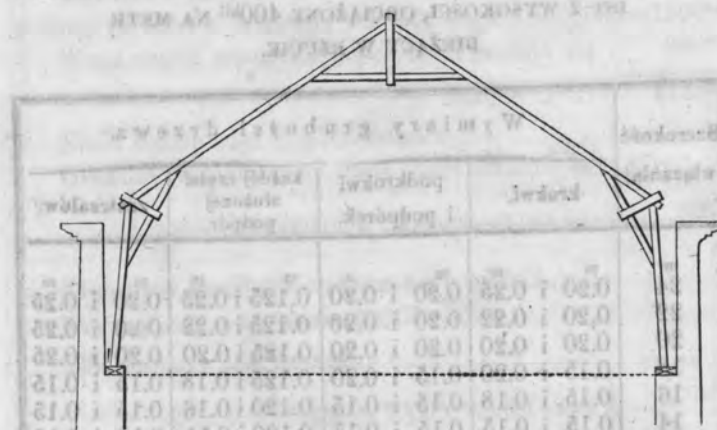
Tablica następująca zawiera zastosowania formuł w przypadku nachylenia dachu jak 3 podstawy do 2 wysokości i w obciążeniu 400^{kl} na metr bieżący krokwi w rzucie, przypuszczając oddalenie 4^m.00 między wiązaniem, i pokryciem dachówką nachyleniem pod 60° do pionu.

Szerokość wiązania w metrach.	Wymiary grubości drzewa		
	krokwi.	podpór na których przybite sąłaty.	sztwab i rozpornika.
m	m	m	m
24	0.23 i 0.33	0.125 i 0.42	0.18 i 0.18
22	0.22 i 0.32	0.125 i 0.39	0.18 i 0.18
20	0.21 i 0.31	0.125 i 0.38	0.16 i 0.16
18	0.20 i 0.30	0.125 i 0.38	0.16 i 0.16
16	0.19 i 0.29	0.125 i 0.36	0.14 i 0.14
14	0.19 i 0.28	0.125 i 0.35	0.12 i 0.12

488. WIĄZANIA DACHU SKŁADANE, JAK NA FIGURACH PONIŻEJ ZAMIESZCZONYCH.

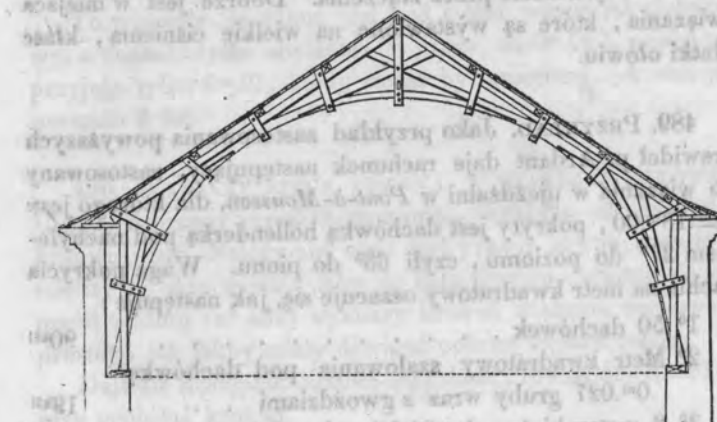
Za pomocą formuł poprzedzających dzieli się grubość zna-

Fig. 69.



lezoną dla krokwi, między tę sztukę którą ją zastępuje i tę którą ją wspiera (fig. 69 i 70). Zastosuje się także grubość

Fig. 70.



znaleziona dla podpory, do połączenia utworzonego przez tę sztukę i zastrzał, dając im szerokość krokwi.

Tablica następną zawiera wymiary odpowiednie dla wiązań dachowych z drzewa, najwięcej będące w użyciu.

TABLICA GRUBOŚCI SZTUK DRZEWA WIĄZANIA DACHOWEGO (FIG. 69 i 70), KROKWIE NIECH BĘDĄ NACHYLONE 3 PODSTAWY DO 2 WYSOKOŚCI, OBCIĄŻONE 400^{kl} NA METR BIEŻĄCY W RZUCIE.

Szerokość wiązania.	Wymiary grubości drzewa.			
	krokwi.	podkrokwi i podpórek.	każdą część złożonej podpór.	zastrzałów.
^m 24	^m 0.20 i ^m 0.25	^m 0.20 i ^m 0.20	^m 0.125 i ^m 0.25	^m 0.20 i ^m 0.25
22	0.20 i 0.22	0.20 i 0.20	0.125 i 0.22	0.20 i 0.25
20	0.20 i 0.20	0.20 i 0.20	0.125 i 0.20	0.20 i 0.25
18	0.15 i 0.20	0.15 i 0.20	0.125 i 0.18	0.15 i 0.15
16	0.15 i 0.18	0.15 i 0.15	0.120 i 0.16	0.15 i 0.15
14	0.15 i 0.15	0.15 i 0.15	0.120 i 0.15	0.15 i 0.15

Należy unikać o tyle o ile można fug i zacięć w pół drzewa, nie poddawania ich pod wiązania przez nity, i aby nie przechodziły żerdzie przez złączenia. Dobrze jest w miejsca związania, które są wystawione na wielkie ciśnienia, kłaść płatki ołowiu.

489. PRZYKŁAD. Jako przykład zastosowania powyższych prawideł p. Ardant daje rachunek następujący, zastosowany do wiązania w ujeżdżalni w *Pont-à-Mousson*, dla którego jest: $2c=18^m.00$, pokryty jest dachówką hollenderką pod nachyleniem 27° do poziomu, czyli 63° do pionu. Waga pokrycia dachu na metr kwadratowy oszacuje się, jak następuje:

1° 50 dachówek	90 ^{kl}
2° Metr kwadratowy szalowania pod dachówkę 0 ^m .027 gruby wraz z gwoździami	19 ^{kl}
3° 2 metry bieżące łąt 0 ^m .10 w kwadrat grubych.	14 ^{kl}
	123 ^{kl}

Długość krokwi = $10^m.75$.

Oddalenie wiązań = $3^m.50$.

Cieżyżar dźwigany

przez pół szerokości. = $10^m.75 \times 3^m.50 \times 123^{\text{kl}} = 4628^{\text{kl}}$

Sześcian w przybliżeniu

połowy szerokości wiązania $2^m.50$, waga $2.50 \times 600 = 1500^{\text{kl}}$

Waga części wzmacniających belki szacuje się 600^{kl}

Razem 6728^{kl}

Niech będzie więc $P=7000^{\text{kl}}$ okrągło.

Grubość krokwi będzie dana przez formułę (n° 487):

$$ab^3 = 0.00000104 \times 7000 \times 9 = 0.06552.$$

Zrobiwszy $a=0^m.20$ otrzyma się $b=0.572$.

Przyjmie się więc $b=0^m.58$.

Dla podpory jest formuła:

$$ab^3 = 0.00000226 \times 7000 \times 9 = 0.14238.$$

Zrobiwszy $a=0^m.40$ podzielone między 2 części, które składają podpórę, otrzyma się: $b=0^m.596$, niech więc będzie: $b=0^m.60$. Dzieli się tę grubość między podpórę i zastrzał, dając każdej sztuce $0^m.20$ i $0^m.30$ grubości.

To wiązanie, poddane jest pod ciężar więcej jak dubelto- wy, a doznało tylko obniżenia w górze na $0^m.067$, potem zaś przyjęło tylko $0^m.01$, kiedy ciężar był zniesiony. A stoi już przeszło 7 lat.

490. WYMIARY SZTUK DRZEWA W WIĄZANIU ŁUKOWYM. Ciężar, znoszony przez te wiązania, rozkłada się pomiędzy krokwie i łuk. Należy aby opór był prawie równo rozłożony między te obie części. Aby do tego przyjść, oblicza się napróżd podług (n° 487) wymiary krokwi wiązania dachowego prostego tak jakby miały dźwigać połowę ciężaru całego.

Daje się następnie łukowi szerokość, równą do $\frac{3}{4} = 1.25$ razy grubości krokwi.

Tablica następująca daje wymiary główne sztuk wiązania dachowego łukowego, którego krokwie są nachylone jak 3

podstawy do 2 wysokości i obciążone 400^{kg} na metr bieżący ich rzutu poziomego.

Szerokość wiązania.	Wymiary sztuk drzewa					Obniżenie pionowe wierzchołka wiązania.	Usunięcie się wierzchołka podpór poziomo.
	Łuku.	krokwi.	każdej połowy podpory.	podpórek lub rozporka.	każdej sztraby wiszącej.		
24	m m 0.20 dla 0.40	m m 0.20 dla 0.32	m m 0.12 dla 0.41	m m 0.16 dla 0.16	m m 0.15 dla 0.12	m 0.04	m 0.020
22	0.20 — 0.37	0.20 — 0.30	0.12 — 0.35	0.16 — 0.16	0.15 — 0.12	0.03	0.015
20	0.20 — 0.35	0.20 — 0.28	0.12 — 0.32	0.16 — 0.16	0.15 — 0.10	0.03	0.015
18	0.15 — 6.35	0.15 — 0.28	0.12 — 0.30	0.12 — 0.12	0.15 — 0.10	0.03	0.015
16	0.15 — 0.35	0.15 — 0.26	0.12 — 0.27	0.12 — 0.12	0.12 — 0.08	0.02	0.010
14	0.15 — 0.27	0.15 — 0.22	0.12 — 0.25	0.10 — 0.10	0.12 — 0.08	0.02	0.010

Podwaja się liczby, zawarte w ostatnich dwóch kolumnach licząc na obsuwanie się spowodowane przez ściśnienie się wiązania.

P. Ardant zaleca:

Jeżeli można dla łuku złożonego z drzewa, użycie blach najdłuższych i najgrubszych, jakie można wynaleść, nieskapienie strzemion i nitów, a tym sposobem uniknięcie się złączeń pomiędzy wierzchołkiem a punktem oparcia na stronie wewnętrznej.

Jeżeli się buduje z tarcic, należy użyć bali dębowych grubych 0^m.050, albo lepiej 0^m.075 i wzmocnić połączenia przez klamry, strzemiona i nity.

Główna wada łuków jest ich giętkość.

491. ZAKŁADANIE ŁUKÓW. Aby założyć łuk, przeznaczony dźwigać ciężar, rozłożony w jakikolwiek sposób, potrzeba oznaczyć grubość drzewa, jaką powinny mieć sztuki aby się oparły działaniu. Nazywając:

r promień łuku,

H strzałę łuku,

$2c$ szerokość otworu,

P ciężar cały,

Q ciśnienie poziome w punkcie osady,

f obniżenie pionowe punktu, gdzie ciśnienie jest zawieszone, jeżeli działa na punkt jeden, albo obniżenie wierzchołka jeżeli jest równo rozłożone,

a szerokość przecięcia łuku, jeżeli równoległoboczne,

b wysokość

r' promień tego przecięcia, jeżeli jest okrągłe,

R' największa siła ściśnienia na metr powierzchni materyi, z której łuk jest zrobiony,

E współczynnik elastyczności wiązania. Ilości dla których będą ważności następujące:

$$\text{Łuki z drzewa} \quad \begin{cases} R' = 300000^{\text{kg}} \\ E = 500000000. \end{cases}$$

$$\text{Łuki z żelaza} \quad \begin{cases} R' = 5000000 \\ E = 1200000000. \end{cases}$$

Będzie się używać następujących formuł:

Jeżeli ciężar jest równo rozłożony na obwodzie

$$Q = 0.16P, \quad f = 0.051 \frac{Pr^3}{Eab^3}, \quad ab^2 = \frac{P}{R'} (0.599b + 0.27r),$$

$$r'^3 = \frac{P}{R'} (0.124r + 0.062r).$$

Jeżeli ciężar równo rozłożony po linii poziomej:

$$Q = 0.22P, \quad f = 0.084 \frac{Pr^3}{Eab^3}, \quad ab^2 = (0.680b + 0.25r),$$

$$r'^3 = \frac{P}{R'} (0.200r + 0.044r).$$

Jeżeli ciężar zawieszony u wierzchołka:

$$Q = 0.32P, \quad f = 0.222 \frac{Pr^3}{Eab^3}, \quad ab^2 = (0.597b + 0.55r),$$

$$r^3 = \frac{P}{R} (0.200r + 0.212r).$$

Jeżeli ciężar jest zawieszony nad środkiem promienia:

$$Q = 0.28P, f = 0.173 \frac{Pr^3}{Eab^3}, ab^3 = (0.597b + 0.55r),$$

$$r^3 = \frac{P}{R} (0.200r + 0.212r).$$

492. ŁUKI ZNIŻONE. Nazywając O kąt cały, objęty przez łuk, mierzony w metrach do 1 odległości środka i robiąc:

$$M = \frac{1}{O} \quad \text{i} \quad N = O^3,$$

będzie dla łuków obniżonych, jeżeli przecięcie jest prostokątem zupełnym:

$$ab^3 = \frac{P}{2R} \left[Mb + \frac{Nr}{4} \right],$$

jeżeli przecięcie poprzeczne jest eliptyczne, którego pół osi poziome będą a i a' , a pół osi pionowe b i b' będzie:

$$ab^3 - a'b'^3 = \frac{P}{2R} \left[\frac{M(ab^3 - a'b'^3)}{3.1415(ab - a'b')} + \frac{Nr b}{18.849} \right].$$

Cisnienie poziome jest:

$$\frac{MP}{2}.$$

Ilości M i N różnią się w stosunku szerokości $2c$ do wysokości, czyli wzniesienia N łuku i dla ich oznaczenia mamy następującą tablicę:

$\frac{c}{H}$	2.000	3.000	4.000	5.000	10.000	15.000	20.000
M	1.080	1.550	2.040	2.660	6.660	7.630	9.520
N	0.792	0.263	0.117	0.053	0.034	0.022	0.001

jest nareszcie:

$$r = \frac{H}{2} \left[\frac{c^2}{H^2} + 1 \right].$$

493. ZASTOSOWANIE FORMUŁ DO ŁUKÓW ZNIŻONYCH W MOSTACH Z DRZEWA I Z ŻELAZA. Formuły poprzednie mogą być zastosowane do mostów z drzewa, lub z żelaza, których mosty są podpierane przez wiązania krzywe, albo zamieszczone na łukach.

Niech będzie most z drzewa, którego każdy przedział (*travée*) waży 150000^{kl} rozłożony jednostajnie między 7 wiązań w łuk, mający 24^m otworu, a 4^m wysokości, czyli strzały. Cisnienie na każdy łuk będzie 21429 kil., który należy podnieść do 24000 kil., aby mieć wzgląd na obciążanie nadzwyczajne przypadkowe.

Będzie więc:

$$\frac{P}{2} = 12000 \text{ kil.}, C = 12^m.00, H = 4^m, \frac{c}{H} = 3, r = 20^m.$$

Tablica daje:

$$M = 1.55, N = 0.263,$$

kładąc $R' = 300000$.

Jeżeli łuk ma być z drzewa, formuła dla łuku o przecięciu prostokątnym daje:

$$ab = \frac{12000}{300000} [1.55b + 1.315].$$

robiąc:

$$a = 0^m.20, \text{ będzie: } b = 0^m.53.$$

Parcie będzie:

$$Q = \frac{MP}{2} = 1.55 \times 12000^{\text{kl}} = 18600^{\text{kl}},$$

co dla wszystkich siedmiu łuków dałoby ciśnienia na przy-

czółki 130200^{kil}, i jeżeli most ma 10^m.00 szerokości, to na metr bieżący przyczółka byłoby 13020^{kil}.

Przyczółek dajmy na to, że ma 10^m.25 wysokości, jeżeli punkt przyczepienia parcia jest na 5^m.80 nad podstawę, wtedy moment téj siły przez stosunek zagięcia zewnętrznego z dołu, na około którego usiłuje skrócić przyczółek, jest:

$$5^m.80 \times 13020^{kil} = 75516,$$

i pomijając parcie ziemi, które przeciwnie stara się podeprzeć przyczółek i przypuszczając, że moment oporu przeciw przewróceniu powinien być 1.40 razy większy od momentu siły, potrzeba powiększyć go o połowę, czyli podnieść go do 113724,

a podług tego nazywając:

e grubość przyczółka, i przypuszczając, że metr sześcienny muru waży 2200 kil.,

moment ciężaru przyczółka na metr bieżący jest:

$$\frac{e^3}{2} 10^m.25 \times 2200^{kil} = e^3 \times 11275 \text{ kil.},$$

Jest więc, równając dwa momenta:

$$e = \sqrt[3]{\frac{113724}{11275}} = 3^m.17.$$

Jeżeliby chciano oprzeć się ciśnieniu za pomocą belek żelaznych, wiążących końce łuku, dając 1 na każde wiązanie i przypuszczając naprężenie ciągle 6^{kil} na millimetr bieżący, należałoby jęj dać przecięcie poprzeczne 3100 millimetrów kwadratowych, albo średnicę 63 millimetry. Ale lepiej byłoby użyć zamiast jednej dwie, dając każdej 48 millimetrów średnicy.

494. PRAWIDŁA CO DO ROZŁOŻENIA BELEK W PUŁAPIE. Rondelet daje za prawidło, że belki pułapowe rozłożone jak-

kolwiek, powinny mieć na wysokość $\frac{1}{31}$ część długości, zawartej między podporami.

Oddalenie zwykle belek pułapowych jest 4^m. Bok przecięcia kwadratowego tych belek powinien mieć $\frac{1}{38}$ część długości między podporami.

495. PRAWIDŁA TREDGOLDA. PUŁAPY PROSTE, UTWORZONE PRZEZ POJEDYNCZY RZĄD BELEK. Nazywając:

c długość belki pomiędzy ścianami, stanowiącemi podpory w metrach,

b wysokość belek w metrach,

a szerokość „ „

Oblicza się wysokość belek pułapowych, których szerokość nie powinna być mniejsza od 0^m.050, za pomocą formuł następujących, dla drzewa:

$$\text{jodłowego.} \quad b = 0.0363 \sqrt[3]{\frac{c^3}{a}}$$

$$\text{dębowego.} \quad b = 0.0376 \sqrt[3]{\frac{c^3}{a}}$$

PRZYKŁAD. Jaka powinna być wysokość belek jodłowych w pułapie prostym przy długości belek między ścianami 6^m i szerokości takowych 0^m.10?

Formuła daje:

$$b = 0.0363 \sqrt[3]{\frac{36}{0.10}} = 0.258.$$

496. PUŁAPY SKŁADANE. Oblicza się grubość belek głównych, których oddalenie nie powinno przechodzić 3^m za pomocą formuł następujących, dla drzewa:

$$\text{jodłowego} \quad b = 0.0688 \sqrt[3]{\frac{c^3}{a}}$$

$$\text{dębowego} \quad b = 0.0711 \sqrt[3]{\frac{c^3}{a}}$$

PRZYKŁAD. Jaka powinna być wysokość belek głównych w pułapie składanym z drzewa dębowego, kiedy długość belek między ścianami wynosi 8^m, a szerokość belek jest dana z założenia $a=0^m.25$?

$$b=0^m.0711 \sqrt[3]{\frac{64}{0.25}} = 0.451.$$

Oblicza się grubość małych beleczek, lub łat poprzecznych, złączonych z belkami głównymi, oddalonych najwięcej 1.30 do 2^m.00 za pomocą formuł następujących, dla drzewa:

$$\text{jodłowego } b=0.0560 \sqrt[3]{\frac{c^3}{a}}$$

$$\text{dębowego } b=0.0578 \sqrt[3]{\frac{c^3}{a}}$$

PRZYKŁAD DRUGI. Jaka powinna być wysokość małych beleczek dębowych w pułapowaniu przykładu pierwszego, których szerokość jest 0^m.10 i oddalenie 2^m.50?

Formuła daje:

$$b=0.0578 \sqrt[3]{\frac{6.25}{0.10}} = 0^m.229.$$

Wymiary belek wyższych ustanawiają się podług formuł dla pułapów pojedynczych n° 459.

Wysokość belek niższych, które służą tylko do przymocowania łat, i których szerokość nie powinna przechodzić 0^m.05, oblicza się podług formuł następujących, dla drzewa:

$$\text{jodłowego } b=0.0104 \sqrt[3]{\frac{c^3}{a}}$$

$$\text{dębowego } b=0.0109 \sqrt[3]{\frac{c^3}{a}}$$

PRZYKŁAD TRZECI. Jaka powinna być wysokość belek niższych jodłowych pułapu poprzedniego, jeżeli mają szerokości 0^m.030, i są przymocowane do belek, które mają odległości między sobą 2^m?

Formuła daje:

$$b=0.0104 \sqrt[3]{\frac{4}{0.03}} = 0^m.053.$$

WYPADKI SPOSTRZEŻEŃ NAD IŁOŚCIĄ PRACY,
JAKA MOŻE BYĆ WYDANA PRZEZ CZŁOWIEKA I ZWIERZĘTA.

Rodzaj pracy.	CieŜar podniesiony, albo siła średnio wywarta.	Prędkość drogi na sekundę.	Praca przez sekundę.	Czas trwania pracy dziennie.	Ilość pracy dzienna.
<i>Podnoszenie pionowe ciała.</i>	kil	m	km	godziny	km
Człowiek, idący pod górę po pochyłości łagodnej, lub wchodzący na schody bez ciężaru, jego praca ograniczać się będzie na podnoszeniu ciężaru własnego ciała	65	0.15	9.75	8	280800
Robotnik, podnoszący ciężar za pomocą liny lub bloka, licząc spuszczenie liny samęj.	18	0.20	3.60	6	77760
Robotnik, podnoszący ciężary ręką.	20	0.17	3.40	6	73440
Robotnik, podnoszący ciężary, czyli noszący je na plecach w górę po pochyłości łagodnej lub po schodach i powracający próżno.	65	0.04	2.60	6	56160
Robotnik, przewożący materiały taczka w górę pochyłości spadku $\frac{1}{12}$ i powracający próżno.	60	0.02	1.20	10	43200
Robotnik, podnoszący ziemię łopatą do wysokości średniej 1 ^m .60	27	0.40	1.08	10	38800
<i>Działanie przy maszynach.</i>					
Robotnik, działający na kołki na kole, lub bębnie.					
1° Również z poziomem osi koła	60	0.15	9.00	8	259200
2° Niżej od osi na 24°	12	0.70	8.40	8	251120

DOKOŃCZENIE.

Rodzaj pracy.	CieŜar podniesiony, albo siła średnio wywarta.	Prędkość drogi na sekundę.	Praca przez sekundę.	Czas trwania pracy dziennie.	Ilość pracy dzienna.
	kil	m	km	godziny	kil
Robotnik, idący i pchający, lub ciągnący poziomo.	12	0.60	7.20	8	207360
Robotnik, działający na korbę	8	0.75	6.00	8	172800
Robotnik, działając pionowo na przemianę pchając i ciągnąc	5	1.10	5.50	8	158400
Koń zaprzęgnięty do powozu zwyczajn. idący stępo.	70	0.90	63.00	10	2168000
Koń, w manewrze, idący stępo	45	0.90	40.50	8	1166400
Koń, w manewrze idący truchta.	30	2.00	60.00	4.5	972400
Wół, w manewrze idący stępo	65	0.60	39.00	8	1123200
Muł, w manewrze idący stępo	30	0.90	27.00	8	777600
Osiół, w manewrze idący stępo	14	0.80	11.60	8	334080

498. Może być użytecznym w niektórych okolicznościach znać działanie, jakie robotnik siły zwyczajnej jest zdolny wywrzeć w krótkim przeciągu czasu za pomocą niektórych przyrządów, lub narzędzi, co się znajdzie w następującej tabelicy:

DZIAŁANIE, JAKIE ROBOTNIK SIŁY ZWYCZAJNEJ, MOŻE WYDĄĆ ZA POMOCĄ PEWNYCH NARZĘDZI, W KRÓTKIM PRZECIĄGU CZASU.

Oznaczenie instrumentu.	Działanie w kilogramach.
Ośnik (<i>plane</i>)	45
Świder duży (<i>tarrière</i>) dwu-ręczny.	45
Hamulec śrubowy (<i>clef d'écrou</i>).	38
Kleszcze (<i>étai</i>) zwyczajne z zastawką.	33
Dłuto (<i>ciseau</i>) lub świder (<i>foret</i>) w kierunku pionowym.	33
Korba (<i>manivelle</i>)	30
Obcegi i szczypce (<i>tenaille ou pince</i>), działające przez ściśnięcie	27
Hebel (<i>rabot</i>) ręczny.	23
Kleszcze ręczne (<i>un étai à main</i>)	20
Piła (<i>scie</i>) ręczna	16
Świderek kręcony (<i>vilbrequin</i>).	7
Mały śrubstak (<i>tournevis</i>) ręczny	6

499. WYPADKI SPOSTRZEŻEŃ,
NAD DZIAŁANIEM UŻYTKOWYM CZŁOWIEKA I ZWIERZĄT,
PRZENOSZĄCYCH POZIOMO CIĘŻARY.

Rodzaj przenoszenia.	Ciężar przenoszony.	Prędkość, czyli droga na sekundę.	Działanie użytkowe, wyrażane w kilogramach podniesionych do 1 metra	Czas trwania działania ramienia.	Działanie użytkowe, dziennie.
	kil	m	km	godz.	km
Człowiek, idący po drodze poziomej bez ciężaru, jego praca ogranicza się na przenoszeniu ciężaru własnego ciała	65	1.50	97.5	10.0	3510000
Robotnik, przenoszący materiały w małym wózku dwukonnym (<i>camion</i>), powracający próżno	100	0.50	50.0	10.0	1800000
Robotnik, przenoszący materiały w taczce i powracający próżno dla nowego ładunku	60	0.50	30.0	10.0	1080000
Człowiek, idący i niosący ciężar na plecach	40	0.75	30.0	7.0	756000
Robotnik, przenoszący materiały na plecach i powracający próżno dla nowego ładunku	65	0.50	32.5	6.0	702000
Robotnik, przenoszący ciężary na tragałkach i powracający próżno dla nowych ładunków.	50	0.33	16.5	10.0	594000
Koń, przenoszący materiały w wozie dwukonnym, idący stępem, mając wóz bez przerwy ładowny.	700	1.10	770.0	10.0	27720000

DOKOŃCZENIE.

Rodzaj przenoszenia.	Ciążar przenoszony.	Prędkość czyli droga na sekundę.	Działanie użytkowe, wyrażane w kilogramach, podniesionych do 1 metra.	Czas trwania działania ramienia.	Działanie użytkowe, dziennie.
	kil	m	km	godz.	km
Koń, zaprzężony w powozie, idący kłusa, bez przerwy ładowny . . .	350	2.20	770.0	4.5	12474000
Koń, przenoszący ciężar w wózku na dwóch kołach idący stępo i powracający próżno dla nowego naładowania . . .	700	0.60	420.0	10.0	15120000
Koń, obciążony na grzbiecie i idący stępo . . .	120	1.10	132.0	10.0	4752000
Koń, obciążony na grzbiecie i idący kłusa . . .	80	2.20	176.0	7.0	4435000

500. WYPADKI SPOSTRZEŻEŃ NAD DZIAŁANIEM
UŻYTKOWYM PRZY ROZMAITYCH SPOSOBACH WYLEWANIA
I PODNOSZENIA WÓD.

Uwaga. Działanie użytkowe, oznaczone w tej tablicy, jest mierzone przez wydatek wody, wyniesionej do wysokości naznaczonego wzniesienia.

Działacze i przyrządy używane.	Skutek użytkowy w kilogramach.	Stosunek działania użytkowego do siły rozwiniętej przez działacza.
	km.	
Wiadra zwyczajne na noszach (<i>Baguette à bras</i>). Człowiek z lekkim wiadrem, pracujący 8 godzin dziennie . . .	46000	
Szufle zwyczajne (<i>écopes ordinaires</i>). Człowiek, pracujący 8 godzin dziennie . . .	48000	
Szufle hollenderskie (<i>écopes hollandaises</i>). Człowiek, pracujący 8 godzin dziennie . . .	120000	
Żuraw' (<i>seaux à bascule</i>). Człowiek, pracujący dziennie 8 godzin:		
jeżeli studnia ma { 2 ^m do 3 ^m głębokości.	60000	
{ 4 ^m do 5 ^m "	70000	
Studnie zwyczajne z liną i blokiem. Człowiek, pracujący 8 godzin dziennie . . .	77000	
Studnie głębokie z wałem, opatrzonym kołem i korbą. Człowiek, pracujący 8 godzin dziennie . . .	170000	
Maneż pompy,ciągącej wody z ogrodów niskich dla osuszenia (<i>manège des marais</i>), w ośmiu godzinach pracy:		
Człowieka . . .	200000	
Konia lub muła . . .	1166000	
Wołu . . .	1120000	
Ośła . . .	334000	
Przyrząd złożony z pewnej liczby korytek, na pasie bez końca, obracany na dwóch wałach (<i>chapelet</i>) nachylony:		

Działacze i przyrządy używane.	Skutek użytkowy w kilogramach.	Stosunek działania użytkowego do siły rozwiniętej przez działacza.
Człowiek, w 8 godzinach pracy, obracający korbę z prędkością nie przechodzącą 30 obrotów na minutę . . .	68000	0.38
Koń	449000	
Prędkość nie powinna nigdy przenosić 1 ^m .50 na minutę.		
Chapelet pionowy, w 8 godzinach pracy:		
Człowiek, obracający korbę	115000	
Koń	647000	
Przyrząd podobny poprzedniemu, tylko z wiadrkami, zwany (Noria) ulepszony przez P. Gateau.		
Stosunek pracy użytkowej do siły rozwiniętej przez działacza zmienia się stosownie do wysokości, do której maszyna podnosi wodę:		
dla wysokości 1 ^m jest równy	"	0.48
" 2 ^m "	"	0.57
" 3 ^m "	"	0.63
" 4 ^m "	"	0.66
" 6 ^m i wyżej, jest równy	"	0.70
Noria P. Burel, w 8 godzinach pracy:		
Konia	671000	0.58
Ośla	334000	
Koło chińskie (Roue chinoise), poruszane przez ludzi umieszczonych na wysokości osi przy kole opatrzonym kołkami:		
Człowiek w 8 godzinach pracy	144864	0.58
Woda jest podnoszona do wysokości 0 ^m .50 do 0 ^m .60 nad wysokość poziomu w rezerwarze.		
Koło o bębnie przegrodowym (Roue à tympan), poruszane przez ludzi, działających w końcu innego koła, dającego ruch:		
Człowiek w 8 godzinach	211000	0.88
Inny tympan, używany przez Peronneta.		
Tympan z 24 krzywiznami, będącymi		

Działacze i przyrządy używane.	Skutek użytkowy w kilogramach.	Stosunek działania użytkowego do siły rozwiniętej przez działacza.
rozwijalnemi koła, wylewający wodę z 12 przedziałów, rozłożonych wewnątrz bębna, mający następujące wymiary: Średnica zewnętrzna koła . . . 6 ^m .30 Szerokość wewnętrzna . . . 1 ^m .00 Średnica bębna wewnętrzna 1 ^m .07 Waga koła 3500 do 3900 ^{kil.} otrzymano przy działaniu 12 ludzi następujące wypadki:	km.	
Głębokość zanurzenia korony	Liczba obrotów na minutę	Wydatek wody na godzinę
m.		mk.
0.325	2.00	148.5
0.244	2.50	123.7
0.162	3.00	111.0
0.081	3.00	74.2
		kg.
		257400
		214413
		192400
		128613
z czego okazuje się, że należy zanurzać koronę tympanu najmniej 0 ^m .325.		
Koła z korytkami ruchomymi, lub wiadrkami (Roues à godets ou à seaux)	"	0.60
Koła z łopatkami płaskimi (Roues à palettes planes), osadzone w ścianach na obwodzie koła, zwane Flashwheel	"	0.70
Śruba Archimedes (Vis d'Archimède):		
Człowiek w 8 godzinach	100000	0.70
Średnica zewnętrzna jest zwykle $\frac{1}{12}$ długości śruby, średnica środka czyli rdzeniu jest $\frac{1}{3}$ częścią średnicy zewnętrznej. Powinna mieć 3 spiralne całkowite, których ślad na pokrywie powinien robić z osią śruby kąt 67° do 70°. Nachylenie najkorzystniejsze osi śruby do poziomu jest 30° do 45°.		do 0.75

Działacze i przyrządy używane.						Skutek użytkowy w kilogra- mach.	Stosunek działania użytkowego do siły roz- winiętej przez działa- cza.
<i>Taran hydrauliczny (Bélier hydraulique):</i> Wypadki, jakie otrzymano z tą maszy- ną, były uważane przez Eytelwein'a, i są oznaczone w następującej tablicy:						km.	
Liczba uderzeń klap	Kolumna wody wy- pływają- cej	Wyso- kość spadku	Siła bez- względna działacza	Kolumna wody podnie- siona	Wyso- kość pod- niesienia		
	litr.	m.	km.	litr.	m.		
66	48.4	3.066	148.0	15.40	8.02	123.5	0.835
54	63.5	3.099	196.5	17.42	9.86	172.0	0.875
50	54.6	3.027	165.0	11.92	11.78	140.3	0.851
52	37.1	2.437	90.2	7.67	9.86	75.6	0.840
45	49.8	2.661	135.0	9.52	11.78	112.0	0.830
42	45.1	2.262	102.0	6.82	11.78	80.3	0.787
36	40.4	1.843	74.4	4.78	11.78	56.3	0.755
26	23.8	1.386	33.0	2.25	9.86	22.2	0.667
31	36.6	1.543	56.4	3.20	11.76	37.6	0.667
23	50.5	1.255	63.4	2.95	11.76	34.7	0.547
17	49.1	0.905	44.8	2.18	9.81	21.4	0.477
15	56.1	0.981	55.0	1.65	11.78	19.4	0.353
14	54.8	0.758	41.6	1.00	11.78	11.8	0.284
10	44.6	0.601	26.8	0.41	11.78	4.8	0.179

Eytelwein wskazuje proporcye nastę-
pujące, jako najodpowiedniejsze dla budo-
wy taranów hydraulicznych.

Długość rury, prowadzącej wodę, po-
winna być równa wysokości podniesienia
wody, powiększonej dwa razy wziętym
stosunkiem tej wysokości do wysokości
spadku.

Średnica rury, prowadzącej wodę, po-
winna być równa 1.7 razy wziętemu pier-
wiastkowi wypływającej kolumny wody,
co daje prędkości wody 1^m.82 w 1"; sre-

Działacze i przyrządy używane.		Skutek użytkowy w kilogra- mach.	Stosunek działania użytkowego do siły roz- winiętej przez działa- cza.
dnica rury, podnoszącej wodę, powinna być równa połowie średnicy rury prowa- dzącej wodę, i nie powinna być zakrzy- wiana na końcu.		km.	
Dwie kłapy powinny być zbliżone o ile można jedna do drugiej. Powinno się przenosić kłapy płaskie, lecz przy rurach 0 ^m .30 średnicy mogą być kłapy szpuntowe.			
Otwór kłapy wstrzymującej powinien być równy powierzchni rury prowadzącej. Kłapa, działająca na podniesienie, powin- na mieć tę samą powierzchnię. Te kłapy mają być o ile można najłżejsze. Jest do- statecznym, aby rezerwoar powietrzny miał tę samą objętość, co rura podnosząca.			
<i>Machina z kolumną wody (Machine à co- lonne d'eau) Reichenbacha</i>		"	0.50
<i>Pompy wylewające wody z kopalni:</i> Wypadek spostrzeżeń na 8 pompach przy machinach parowych o nizkiem ciśnieniu w Anzin i pompy w Gros- Caillon.		"	0.66
<i>Uwaga.</i> Przyjęto tu za siłę, rozwiniętą przez działacza, tę siłę, którą wydaje machina pa- rowa: dlatego zrobimy uwagę, że znaczna długość rur sprawia wielką stratę działania.			
<i>Pompa przy salinach w Dieuze:</i> Ilość pracy zużytej przez koło wodne jest. 228 ^{km} .			
Działanie użytkowe jest. 125		"	0.523
Kolumna wody podniesionej jest $\frac{1}{5}$ kolumny wody, tworzonej przez tłoki.			
Rozwinięta długość rur prowadzących wodę słodką jest 361 ^m , a ich średnica 0 ^m .06.			
Rozwinięta długość rur, prowadzących wodę słoną jest 636 ^m , a ich średnica 0 ^m .108.			
Woda jest podnoszona 16 ^m do 18 ^m wy- sokości.			

Działacze i przyrządy używane.	Skutek użytkowy w kilogra- mach.	Stosunek działania użytkowego do siły roz- winętej przez działa- cza.
W rozłożeniu pomp trzeba zwracać uwagę na następujące prawidła: Prędkość tłoków powinna być 0^m.16 do 0^m.25 na 1". Powierzchnia otworu zakrywanego przez kłapy powinna być około połowy powierzchni kłoca. Średnica rury wciągającej i średnica rury prowadzącej wody, powinny być równe $\frac{2}{3}$ średnicy kłoca pompy. Krok tłoka przy większych pompach powinien być 1^m. do 1^m.50. W pompach w dobrym stanie, uchodzenia i straty zrzadzane przez czas zamknięcia kłapy, sprowadza się zwykle do $\frac{1}{5}$ masy wody, wydawanej na raz przez tłok pompy.	km.	

501. WYPADKI Z SPOSTRZEŻEŃ NAD ROZMAITYMI
MASZYNAMI W FABRYKACH.

Rodzaj maszyny i główne jej wymiary.	Ilość siły prze- niesionej przez działa- cza. (*)	Siła działacza w koniach.
MIELENIE MĄKI.	km	
<i>Dawny młyn francuski w Senelle pod Lon- gwy.</i>		
Średnica kamieni młyńskich	1 ^m .78	
Liczba obrotów kamieni na minutę	70	
Kamienie były nowo nasiekane, mlewo było przeznaczone do piekarni wojsko- wej, mąka była pyłowana.		
Ilość zboża mielona przez godzinę 118kil.50	252	3.34
<i>Młyn angielski w Lonjau pod Metz.</i>		
Średnica kamieni	1 ^m .30	
Liczba obrotów kamieni na minutę	110	
Waga kamieni	1000kil	
Ilość zboża mielonego przez 1 kamień w ciągu godziny	100kil	
(dwa kamienie)		
Maszyny czynne jeden pytel szczotkowy . (młynek do czyszczenia zboża.)	637	8.50
<i>Młyn angielski w Regret pod Verdun.</i>		
Średnica kamieni	1 ^m .30	
Liczba obrotów kamieni na minutę	110	

(*) Jest bezużytecznym zdaje się objaśniać, że ilość siły przeniesionej na maszynę przez działacza, jest właśnie skutkiem użytkowym, wydanym przez niego.

I tak dla koła wodnego jest działanie przeniesione przez wodę na obwód zewnętrzny tego koła (patrz n° 120 i następne), dla maszyny parowej jest działanie przeniesione na wał regulatora, którą sprowadza się do siły koni, a otrzymuje się ją w kilogramach, mnożąc takową przez 75 (patrz n° 225 i następne).

Rodzaj maszyny i główne jej wymiary.	Ilość siły przeniesionej przez działacza.	Siła działacza w koniach.
Ilość zboża mielonego na jednym kamieniu w ciągu godziny 100 ^{kil}	km	
Maszyny czynne: Dwa kamienie . . .	422	5.64
<i>Maszyny dodatkowe przy wyrabianiu mąki w Regret pod Verdun.</i>		
Maszyny czynne (dwa pytle szczotkowe młynek, czyszczący zboże)	486	6.50
Ilość zboża zpytlowanego w 24 godz. 750 ^{kil}		
<i>Fabryka makaronów w Ars pod Metz.</i>		
Średnica kamie-(zewnątrznego . . . 1 ^m .70		
ni pionowych (wewnętrznego. . . 1 ^m .60		
Liczba obrotów wału na którym są osadzone kamienie w ciągu minuty . . . 4		
Waga ciasta wyrobionego w godzinę 35 ^{kil}	221	2.95
TARTAKI.		
<i>Tartak Trois-Tournants w Metz.</i>		
Ruch jest przenoszony za pomocą pasa.		
Waga ramy 383 ^{kil}		
<i>Pierwsza obserwacja.</i>		
Drzewo, poddane do piłowania dębowe 0 ^m .222 wysokości.		
Liczba pił 1		
Liczba rznięć na minutę 88		
Powierzchnia urznięta na minutę 0 ^m k.0488	249	3.33
<i>Druga obserwacja—to samo drzewo.</i>		
Liczba pił 4		
Liczba rznięć każdej piły na min. 79		
Powierzchnia rznięta na minutę przez 4 piły 0 ^m k.161, czyli przez 1 piłę 0 ^m k.04025	277	3.70
<i>Trzecia obserwacja.</i>		
Drzewo, dane do piłowania, dębowe, suche, przed czterema laty ścięte 0 ^m .315 wysokości w przecięciu poprzecznym.		

Rodzaj maszyny i główne jej wymiary.	Ilość siły przeniesionej przez działacza.	Siła działacza w koniach.
Liczba pił 4	km	
Liczba rznięć każdej piły na minutę. 90		
Powierzchnia urznięta w minutę przez wszystkie piły 0 ^m k.131, przez 1 ^{na} , 0 ^m k.033	337	4.50
<i>Czwarta obserwacja.</i>		
Drzewo rznięte bukowe, spuszczone przed rokiem, walcowe, średnicy zrównanej 0 ^m .60.		
Liczba pił 1		
Liczba rznięć na minutę 88		
Powierzchnia urznięta w minutę 0 ^m k.090	225	3.00
W spostrzeżeniach powyższych rznięcia piłą stalową widzimy, że urznięcie jedno-razowe ma średnio szerokości 0 ^m .044.		
Te wypadki pokazują, że nie trzeba wiele większej siły dla poruszenia tartaku, kiedy więcej jest pił jak jedna, co daje dowód wielkiej przewagi ram nad oporem.		
<i>Tartak o pile okrągłej w Trois-Tournants.</i>		
Średnica piły. 0 ^m .70		
<i>Pierwsza obserwacja.</i>		
Drzewo, poddane do piłowania dębowe, spuszczone przed rokiem, 0 ^m .222 wysokości na przecięciu.		
Liczba obrotów piły na minutę . . . 266		
Powierzchnia piły w minucie . . . 0 ^m k.18	266	3.55
<i>Druga obserwacja.</i>		
Poddane do piłowania bale jodłowe suche 0 ^m .27, szerokie, a 0 ^m .027 wysokie.		
Liczba obrotów piły na minutę . . . 244		
Powierzchnia urznięta na minutę. 0 ^m k.75	552	7.35
UWAGA. Wypadki powyższe okazują, że przy małych sztukach drzewa, piła okrągła robi najmniej tyle, co cztery piły		

Rodzaj maszyny i główne jej wymiary.	Ilość. siły prze- niesionej przez działacza.	Siła działacza w koniach.
Ilość zboża mielonego na jednym kamieniu w ciągu godziny 100 ^{kil}	km	
Maszyny czynne: Dwa kamienie	422	5.64
<i>Maszyny dodatkowe przy wyrabianiu mąki w Regret pod Verdun.</i>		
Maszyny czynne { dwa pytle szczotkowe . młynek, czyszczący zboże .	486	6.50
Ilość zboża zpytowanego w 24 godz. 750 ^{kil}		
<i>Fabryka makaronów w Ars pod Metz.</i>		
Średnica kamienia { zewnętrznego . . 1 ^m .70 ni pionowych { wewnętrznego . . 1 ^m .60		
Liczba obrotów wału na którym są osadzone kamienie w ciągu minuty . . . 4		
Waga ciasta wyrobionego w godzinę 35 ^{kil}	221	2.95
TARTAKI.		
<i>Tartak Trois-Tournants w Metz.</i>		
Ruch jest przenoszony za pomocą pasa.		
Waga ramy 383 ^{kil}		
<i>Pierwsza obserwacja.</i>		
Drzewo, poddane do piłowania dębowe 0 ^m .222 wysokości.		
Liczba pił 1		
Liczba rznięć na minutę 88		
Powierzchnia urznięta na minutę 0 ^{mk} .0488	249	3.33
<i>Druga obserwacja—to samo drzewo.</i>		
Liczba pił 4		
Liczba rznięć każdej piły na min. 79		
Powierzchnia rznięta na minutę przez 4 piły 0 ^{mk} .161, czyli przez 1 piłę 0 ^{mk} .04025	277	3.70
<i>Trzecia obserwacja.</i>		
Drzewo, dane do piłowania, dębowe, suche, przed czterema laty ścięte 0 ^m .315 wysokości w przecięciu poprzecznym.		

Rodzaj maszyny i główne jej wymiary.	Ilość siły prze- niesionej przez działacza.	Siła działacza w koniach.
Liczba pił 4	km	
Liczba rznięć każdej piły na minutę. 90		
Powierzchnia urznięta w minutę przez wszystkie piły 0 ^{mk} .131, przez 1 ^{na} , 0 ^{mk} .033	337	4.50
<i>Czwarta obserwacja.</i>		
Drzewo rznięte bukowe, spuszczone przed rokiem, walcowe, średnicy zrównanej 0 ^m .60.		
Liczba pił 1		
Liczba rznięć na minutę 88		
Powierzchnia urznięta w minutę 0 ^{mk} .090	225	3.00
W spostrzeżeniach powyższych rznięcia piłą stalową widzimy, że urznięcie jedno-razowe ma średnio szerokości 0 ^m .044.		
Te wypadki pokazują, że nie trzeba wiele większej siły dla poruszenia tartaku, kiedy więcej jest pił jak jedna, co daje dowód wielkiej przewagi ram nad oporem.		
<i>Tartak o pile okrągłej w Trois-Tournants.</i>		
Średnica piły. 0 ^m .70		
<i>Pierwsza obserwacja.</i>		
Drzewo, poddane do piłowania dębowe, spuszczone przed rokiem, 0 ^m .222 wysokości na przecięciu.		
Liczba obrotów piły na minutę . . . 266		
Powierzchnia piły w minucie . . . 0 ^{mk} .18	266	3.55
<i>Druga obserwacja.</i>		
Poddane do piłowania bale jodłowe suche 0 ^m .27, szerokie, a 0 ^m .027 wysokie.		
Liczba obrotów piły na minutę . . . 244		
Powierzchnia urznięta na minutę. 0 ^{mk} .75	552	7.35
UWAGA. Wypadki powyższe okazują, że przy małych sztukach drzewa, piła okrągła robi najmniej tyle, co cztery piły		

Rodzaj maszyny i główne jej wymiary.	Ilość siły przeniesionej przez działacza.	*Siła działacza w koniach.
	km	
proste pionowe w tym samym czasie i przy tej samej sile poruszającej.		
Trzeba uważać także, że powierzchnia upiłowana na minutę, wskazana powyżej, jest iloczynem z wysokości drzewa piłowanego przez długość piły nie zaś przez sumę dwóch ścian przetrzyniętych, jak to zwykle rachują przy obliczeniu rznieć.		
<i>Tartak do fornierów.</i>		
Długość całego poruszenia piły 1 ^m .20.		
Grubość { piły 0 ^m .00033		
{ przetrzyniętego rowka 0 ^m .00060		
Długość zębów dla rznięcia machoniu i innych drzew kosztownych 0 ^m .005		
Odstępy pomiędzy zębami w kierunku długości piły 0 ^m .010		
Wysokość na jaką sztuka posuwa się za każdym przejściem piły 0 ^m .0005 do 0 ^m .0010		
Liczba przejść piły na minutę 180		
Powierzchnia upiłowana na godzinę, licząc obie ściany piły 10 ^{mk}	50	0.66

MASZYNY DO WYRABIANIA KÓŁ POWOZOWYCH.

Oznaczenie maszyn.	Liczba par kół, wyrobionych w ciągu miesiąca.	Siła potrzebna do każdej maszyny w koniach.	Liczba obrotów bloka, działającego na maszynę w ciągu 1 minuty.
Piła okrągła do przerywania płat na poprzek dla wyrobienia szprych	300	2.27	144
Piła okrągła do układania szprych pod kątem prostym	300	0.25	600
Piła do wykrawania dzwon. (Skok piły jest 0 ^m .316) . . .	300	1.39	144
Piła do przerywania dzwon w kierunku promieni . . .	1000	1.00	144
Maszyna do robienia otworów w dzwonach na szprychy .	500	0.25	600
Maszyna do wykrawania fug.	500	0.46	150
Maszyna do robienia zacięć w szprychach	400	0.39	600
Maszyna do wyrównania zacięć	400	0.25	600
Maszyna do przetrzynięcia szprych na długość	500	0.25	600
Maszyna do wyrobienia czopów w szprychach	700	0.50	600
Maszyna do wygładzania szprych	300	2.00	300
Maszyna do wyrobienia dziur w piaście	1000	1.00	600
Zaokrąglenie piasty	300	1.00	600
Maszyna do przebijania dziury na os w piaście i wyfugowania téjże	300	1.00	600
Trzy maszyny, robiące łączniki	500	"	"

MASZYNY DO OBRABIANIA DRZEWA.

Oznaczenie maszyn.	Siła potrzebna w koniach.	Liczba obro- tów bloka, działającego na maszynę w ciągu 1 minuty.
Maszyna do heblowania desek	1.50	600
» do rowkowania	1.00	600
» do obrabiania wielkich sztuk drzewa	3.00	300
» do robienia trzonków	1.00	400
» do fugowania drzewa	0.50	150

MASZYNY DO OBRABIANIA METALI.

Oznaczenie maszyn.	Bloki działające w ma- szynach.	
	Średnica.	Liczba obrotów.
Maszyna do heblowania sztuk 2 ^m do 2 ^m .50.	m. 0.38	60
	0.92	13
Wielkie koło zazębione	0.73	24
	0.58	32
	0.40	69
	0.90	13
Wielka maszyna do świdorowania	0.73	23
	0.56	39
	0.39	69
	0.73	16
Maszyna do fugowania	0.56	30
	0.39	56
Mała maszyna do heblowania	0.32	75
Małe maszyny do fugowania	0.32	120
Małe wałki do metali	0.35	100

DOKOŃCZENIE.

Oznaczenie maszyn.	Bloki działające w ma- szynach.	
	Średnica.	Liczba obrotów.
	m.	
Maszyna do gwintowania nitów	0.73	16
	0.56	30
	0.39	56
	0.73	16
Maszyna do świdorowania muter	0.56	30
	0.39	56
Koło do gwintowania	0.35	100
Małe maszyny do przebijania dziur	0.32	75 do 100

MASZYNY DO SKŁADANIA KÓŁ.

Oznaczenie maszyn.	Bloki działające w ma- szynach.	
	Średnica.	Liczba obrotów.
	m.	
Maszyna do składania dzwon	0.5	60
» do gładzenia buxów	0.5	60
» » piast	0.4	300
» do przebijania obręczy	0.4	240

Rodzaj maszyny i główne jej wymiary.	Ilość siły przeniesionej przez działacza.	Siła działacza w koniach.
MASZYNY DO GREMNIOWANIA SUKNA.		
	km	
<i>Fabryki sukna w Sedan. Zakład Vierge.</i>		
Liczba maszyn do gremniowania, poruszanych przez maszynę parową . . . 50	1500	20.00
Liczba maszyn, poruszanych koniem 2.46		
Trzy konie w maneżu, poruszają cztery maszyny do gremniowania	100 do	1.33 do
Czterech ludzi, działających na korbę, poruszającą jedną maszynę do gremniowania	120	1.6
	24	0.33
<i>Zakład na placu w Sedan. (*)</i>		
Liczba maszyn do gremniowania, poruszanych za pomocą maszyny parowej.	536	7.15
Liczbę maszyn, poruszanych koniem 2.66		
PRZĘDZALNIE WEŁNY.		
<i>W Signy-l'Abbaye pod Réthel.</i>		
Maszyny poruszane:		
Grempli pojedynczych 29	731	9.75
Grempli dubeltowych 2		
Triquebelle 1		
Warsztatów, ciągnących 240 nici . . . 8		
„ „ 200 „ 2		
Obrotów warsztatu 1		
Obrót do ostrzenia grempli 1		
<i>Inna przędzalnia w Signy-l'Abbaye.</i>		
Grempli pojedynczych 9	262.5	3.50
„ podwójnych 3		
Maszyn szydełkowych 2		
Zbijaczki 2		
Targańce 2		

(*) Ta obserwacja i poprzednie robione przez Poncelet'a.

Rodzaj maszyny i główne jej wymiary.	Ilość siły przeniesionej przez działacza.	Siła działacza w koniach.
Tkanie mechaniczne materij bawełnianych w Broque (Vosges).		
	km.	
Liczba i rodzaj maszyn, poruszanych kołem wodnym warsztaty do tkania. 260		
Maszyny do czyszczenia 15		
Cewki do nawijania 5		
Warsztaty do dawania osnowy 8		
Małe pompy 6		
Wydatek w ciągu miesiąca 86400 ^m	1920	25.6
Liczba warsztatów, poruszanych przez jednego konia, licząc w to wszelkie przyrządy dodatkowe, jest 7.5.		
PRZĘDZALNIA WEŁNY GARDÉE (GRASSE)		
W PONT-GIRARD.		
<i>Pierwsze koło.</i>		
6 warsztatów po 240 wrzecion 1440	3644	750
6 „ 180 „ 1080		
2 „ 192 „ 384		
2 „ 120 „ 240		
5 wars. z grubego 100 „ 500		
32 Grempli i dwa targańce.		
<i>Drugie koło.</i>		
8 warsztatów po 240 wrzecion 1920	3660	750
4 „ 120 „ 480		
7 „ 180 „ 1260		
31 Grempli, 2 targańce i 2 zbijacze.		
Wrzeciona w liczbie 7304 robią 5000 obrotów na minutę; gremple 88 do 89 obrotów, zużywają siłę jednego konia na 365 wrzecion i wydają w ciągu 12 godzin 500 ^{kl} , licząc 32 kłębki, czyli motki na kilogram, czyli n° 12 do 13.		
<i>Folusz.</i> —Sukno, znane pod nazwą z Beauncamps. Postaw każdy ma 200 ^m długo-		

Rodzaj maszyny i główne jej wymiary.	Ilość siły przeniesionej przez działacza.	Siła działacza w koniach.
sci, 0 ^m .60 szerokości i waży 55 do 58 ^{kil} . Prędkość foluszu 100 do 120 uderzeń na 1'. Foliowanie jednego postawu trwa 2 godziny.	km 150	2.00
PRZĘDZALNIE BAWELNY.		
<i>W Mulhouse.</i> Liczba wrzecion, czyli ciągnionych na raz nici 26000 N ^o nici bawełnianych 30 do 40 Liczba wrzecion, czyli ciągnionych nici za pomocą siły jednego konia, licząc wszelkie dodatkowe przyrządy, jest 237 Oszacowano, że maszyna do czyszczenia bawełny wymaga siły jednego konia.	8250	110
<i>W Mulhouse.</i> Liczba wrzecion, czyli nici ciągni- nych 14508 N ^o nici ciągnionych 30 do 40 Liczba wrzecion, poruszanych za pomocą siły jednego konia, licząc z przyrządem potrzebnym, jest 287	3787	50.5
<i>W Mulhouse.</i> Ilość wrzecion. 10476 N ^o nici bawełnianych 30 do 40 Liczba wrzecion, poruszanych siłą jednego konia z przyrządami jest . . . 235	3349	44.65
<i>W Mulhouse.</i> Warsztaty do tkania. 300 Warsztaty do czyszczenia. 19 Liczba warsztatów, poruszanych siłą jednego konia z przyrządami, jest 8.05	2797	37.3
FABRYKA TABAKI W PARYŻU.		
Nóż krający z grubego tytoń na tabakę,		

Rodzaj maszyny i główne jej wymiary.	Ilość siły przeniesionej przez działacza.	Siła działacza w koniach.
urzynający 788 ^{kil} tabaki na godzinę w warstwach 0 ^m .005 szerokich.	km. 126.9	1.692
Nóż krający z grubego tytoń cienki do palenia, urzynający 98 ^{kil} na godzinę w warstwach 0 ^m .001 szerokich.	70.35	0.938
PAPIERNIE.		
<i>Papiernia z stepami w Ars pod Metz.</i> Waga step 100 ^{kil} Odległość środka ciężkości step od osi obrotu 1 ^m .25 Podniesienie środka ciężkości w czasie wzniesienia stepy. 0 ^m .088 Liczba step 16 Liczba podnie- { każdej stepy 55 sien na minutę { wszystkich step 880 Waga galganów, stłuczonych przez jedną stepę w 12 godzinach . . . 15 ^{kil} Waga ciasta, wydane go w dwunastu godzinach 10 ^{kil} Działanie użytkowe, odpowiadające wzniesieniu jednej stepy 110×0.008=9 ^{kil} .68 Siła działacza na każde podniesienie stepy: $\frac{202 \times 60}{880} = 13^{\text{kil}}.79.$	202	2.70
<i>Walcie do przyspasabiania ciasta z galganów w innej papierni w Ars.</i> Liczba walców czynnych 2 Liczba obrotów walców na minutę. 220 Waga galganów, przerobionych w dwa-nastu godzin 240 ^{kil} Gatunek ciasta; na papier średni. <i>Inna fabryka tego rodzaju w Ars.</i> Liczba walców czynnych 2 Liczba obrotów walców na minutę. 220	336	4.48
	415	2.54

Rodzaj maszyny i główne jej wymiary.	Ilość siły przeniesionej przez działacza.	Siła działacza w koniach.
Waga gałganów, przerobionych w dwunastu godzinach 200 do 225 ^{kil}	km.	
<i>W Vasselonne (Bas-Rhin).</i>		
Walec do przerabiania gałganów na ciasto średniej dobroci, wydaje 216 ^{kil} tego ciasta w ciągu 12 godzin.	413	5.50
Liczba walców czynnych 2, z tych jeden targający na grubo, drugi wyrabiający miazgę ciasta.		
FABRYKA KRYSTAŁÓW.		
<i>Młyn do mielenia minij w Baccarat.</i>		
Liczba beczek do tłuczenia 3		
Liczba obrotów wa- (1 ^{ej} beczki . . . 20		
łów pionowych na (2 ^{ej} „ . . . 25		
minutę (3 ^{ej} „ . . . 40	403	5.28
<i>Kamienie pionowe do tłuczenia ziemi i szczątków pozostałych w tyglu.</i>		
Średnica { kamieni granitowych 1 ^m .13		
Grubość { „ 0 ^m .43		
Waga { „ 1120 ^{kil}		
Odległość środka kamieni od osi pionowej 1 ^m .20		
Liczba obrotów kamienia na minutę 7.50	135	1.92
Szczątki pozostałe w tyglu, zwane wyskrobki, są wybierane w ciągu 12 godzin 6 do 8 razy, dające na raz 145 ^{kil}		
Materye, które są tłuczone na miazgę, dają w ogóle 870 do 1160 ^{kil}		
Ziemia tłusta suszona 3000 ^{kil}		
<i>Rznięcie kryształów.</i>		
Wielkie koło wpółbierne.		
Maszyny poruszane przez koło:		
Obroty maszyny, rznąc krysztaly 170		
„ „ przysposabiającej kamien. 5		

Rodzaj maszyny i główne jej wymiary.	Ilość siły przeniesionej przez działacza.	Siła działacza w koniach.
Obroty maszyny, do metali 2	km	
Liczba obrotów maszyny, poruszanej przez jednego konia 9.5	1320	17.90
<i>Koło wodne o krzywych łopatkach.</i>		
Liczba obrotów do rznienia kryształów, poruszanych przez koło. . . . 90	800	10.66
Liczba obrotów, poruszanych przez konia 9		
<i>Świdrowanie dział brązowych, za pomocą maszyny parowej w ludwisarni w Douai.</i>		
Liczba obrotów działu na minutę 10 do 12 najwięcej.	900	12.00
Liczba ostrzy świdrujących, poruszanych przez maszynę parową 4		
<i>Koło wodne ludwisarni w Tuluzie.</i>		
Liczba ostrzy świdrujących, poruszanych przez koło wodne 4	900 do 975	12 do 13
<i>Maneże ludwisarni w Sztrasburgu.</i>		
Cztery konie w maneżu poruszają jedno ostrze do świdrowania dział.	100 do 200	2.14 do 2.67
Zauważano, że kiedy świdruje się z grubego, konie zaraz zwalniają i bardzo się męczą.	najwięcej	
<i>Świdrowanie dział z żelaza lanego (w Ruelle pod Angoulême).</i>	150	2 do 3
Przy użyciu jednego świdra	do 225	
Świdry do cylindrów machin parowych i miechów mechanicznych	150 do 225	2 do 3

Rodzaj maszyny i główne jej wymiary.				Ilość siły przeniesionej przez działacza.	Siła działacza w koniach.
<i>Szlifiernia do wyrabiania wszelkich pił i innych narzędzi ostrych.</i>				km	
Maszyny poruszane przez koło wodne i ich dane.					
Oznaczenie kamieni szlifujących.	Ilość.	Średnica	Liczba obrotów na minutę.		
Kamienie do wielkich pił	2	m 2 do 2.10	72		
Kamienie do różnych narzędzi.	2	2.00	72		
Mały kamień	1	1.50	204		
Polerowniki (<i>polissoir</i>) do pił	1	1.30	476		
Małe polerowniki do narzędzi.	4	0.60 do 0.80	700 do 600	900	12
Miech mechaniczny do czyszczenia stali szacuje się na 1 1/2 konia.					
<i>Szlifiernia do sztyftów paryzkich w Fleur-Moulin.</i>					
Liczba kamieni czynnych	8			318	4.25
<i>Koło do mycia, zwane Washweel, używane w fabrykach cygu (indienne).</i>					
Średnica walca		2m			
Szerokość walca czyli wysokość		0m.80			
Liczba obrotów koła, służącego właściwie do mycia na minutę			25		
Liczba kół, myjących czynnych	2			236	3.15
<i>Olearnia w Moulins pod Metz</i>					
Waga kamieni		3000kil			
Liczba obrotów wału pionowego na 1'	6				
Waga ziarna poddawanego gnieceniu co każde 10'		25kil			
Waga ziarna pogniecionego dziennie 1500kil					
Wydatek oleju w 12 godzinach	600kil			205	2.72
<i>Olearnia z manieżem, poruszany przez konia, pracującego 9 godzin dziennie i lizowanego potem przez drugiego.</i>					
Wydatek w 18 godzinach :					

Rodzaj maszyny i główne jej wymiary.				Ilość siły przeniesionej przez działacza.	Siła działacza w koniach.
3 beczki oleju (<i>tonnes</i>) wagi 98 do 294kil				km. 40	0.53
Liczba obrotów wału pionowego na minutę 4 do 5					
HUTY ŻELAZNE I FRYSZERKI.					
<i>Thuczenie rudy w Moyeuve.</i>					
Liczba stęp w trzech oddziałach				44	
Waga jednej stępy				85kil	
Wysokość podniesienia stępy				0m.33	
Liczba podniesień każdej stępy w czasie obrotu koła z łapami podnoszącymi				3	
Liczba obrotów wału z łapami w jednej minucie				9.933	
Liczba podniesień wszystkich stęp na minutę				1786	
Liczba podniesień każdej stępy na jedną minutę				40.6	840 11.20
Działanie użytkowe każdego podniesienia, mierzone przez wysokość tego podniesienia każdej stępy, jest :					
$85\text{kil} \times 0\text{m}.33 = 28\text{km}.$					
Siła, przeniesiona przez działacza na każde podniesienie jest :					
$\frac{840}{44} \times \frac{60}{40.6} = 33\text{km}.7.$					
<i>Thuczenie rudy przy wielkim piecu w Hayange.</i>					
Liczba stęp				32	
Waga stępy				80kil	
Podniesienie stępy				0m.295	
Liczba podniesień każdej stępy w 1'				50	698 9.30
Działanie użytkowe każdego uderzenia,					

Rodzaj maszyny i główne jej wymiary.	Ilość siły prze- niesionej przez działacza.	Siła działacza w koniach.
mierzone przez podniesienie każdej stępy, jest $80^{\text{kil}} \times 0.295 = 23^{\text{km}}.6$ Siła, oddana przez działacza na każde podniesienie stępy jest : $\frac{698}{32} \times \frac{60}{50} = 26^{\text{km}}.2.$ Wydatek każdej osobno stępy w materiałach potłuczonych w ciągu 24 godzin jest : w rudzie 2500^{kil} (castine) w kamieniu wapiennym 2500^{kil} w krzemieniu drobnym 250^{kil} w żuźlach 1500^{kil} <i>Trąby używane w fryszerkach Katalońskich.</i> Kiedy rury nie są bardzo długie, działanie użytkowe, mierzone przez połowę siły żywej, wyrażonej w atmosferach, jest $\frac{1}{10}$ częścią ilości działania bezwzględnego, wydane przez pęd wody. Średnica wewnętrzna rury zejścia, zwykle pionowej, powinna mieć $0^{\text{m}}.20$ do $0^{\text{m}}.25$ średnicy, przy wysokości 7 do 8 metrów. Otwór wyższy zwany przydusznik (<i>étranguillon</i>), ma $0^{\text{m}}.12$ do $0^{\text{m}}.16$ średnicy. Dmóchawki (<i>aspirateurs</i>) przebite poniżej przyduszacza są cztery, poprowadzone z góry na dół ukośnie i mające $0^{\text{m}}.10$ do $0^{\text{m}}.15$ długości. <i>Miech mechaniczny o dwóch cylindrach, służący do dwóch wielkich pieców 12^{m} do 13^{m} wysokich i jednego pieca à la Wilkinson, dmuchający powietrzem zimnem.</i> Średnica tłoków $1^{\text{m}}.746$ Wysokość poruszenia tłoków 2^{m} Liczba poruszeń dubeltowych każdego tłoka w ciągu minuty 10.50	km.	

Rodzaj maszyny i główne jej wymiary.	Ilość siły prze- niesionej przez działacza.	Siła działacza w koniach.
Predkość tłoków na sekundę $0^{\text{m}}.35$ Cisnienie średnie po- wietrza mierzone ko- łuną merkuryusza licząc ciśnienie at- mosfery. Średnica { 1^{go} pieca 2 rury $0^{\text{m}}.063$ 2^{go} „ 2 „ $0^{\text{m}}.059$ rur. { Pieca à la Wilkinson 1 rura $0^{\text{m}}.060$ Kolumna powie- trza, dmuchana 1^{sz} ognisko $0^{\text{m}}.054$ 2^{gie} „ $0^{\text{m}}.588$ w ognisko na 1^o 3^{cie} à la Wilkins. $0^{\text{m}}.475$ W ogóle $0^{\text{m}}.129$ Kolumna powietrza, wydawana przez tłoki $2 \times \frac{0.7854(1^{\text{m}}.746)^2 \times 2 \times 10.50}{60} = 1^{\text{m}}.192$ Stosunek kolumny powietrza, wydawanej w ogniska do wydawanej przez tłok: $\frac{1.192}{1.680} = 0.707 = \frac{5}{7}$ Ilość działania w każdym ognisku, przenie- siona na koło. 1736 Dla ogniska à la Wilkinson 23.17 Ta sama maszyna, dmuchająca ciepłem po- wietrzem. 725 Liczba ognisk czynna 186 Wysokość pieców 9.67 Średnica rur 2.48 Temperatura powietrza przy rurach 200°C Cisnienie powietrza przy wylotach z uwa- gą na ciśnienie atmosfery, mierzone ko- łuną merkuryusza. $0^{\text{m}}.050$ Kolumna powietrza, wypuszczana przez w temp. 200°C $1^{\text{m}}.148$ dwie rury w każde „ 10°C $0^{\text{m}}.685$ ognisko 1858	km.	

Rodzaj maszyny i główne jej wymiary.	Ilość siły przeniesionej przez działacza.	Siła działacza w koniach.
Siła przeniesiona przez działacza dla każdego ogniska.	km 169	2.25
<i>Miech mechaniczny o jednym cylindrze w Moulin-Neuf pod Moyeuve, obsługujący dwa ogniska do przetapiania i jeden do kucia żelaza.</i>		
Średnica cylindra.	0 ^m .86	
Poruszenie jednorazowe tłoka	1 ^m .30	
Liczba poruszeń podwójnych w 1'	23	
Prędkość tłoka w 1"	0 ^m .498	
Średnica rur (jest ich 2 na każde ognisko)	0 ^m .021	
Cisnienie powietrza w rurze blisko wylotu, mierzone na kolumnie merkuryusza z uwagą na ciśnienie atmosfery	0 ^m .048	
Kolumna powietrza wy- puszczona { w dwa ogniska, przetapiające przez 4 rury przez 1 rurę w ognisko do kucia Razem	0 ^{ms} .1212 0 ^{ms} .0303 0 ^{ms} .1515	
Kolumna powietrza, wydawana przez tłok	0 ^{ms} .298	
Stosunek kolumny powietrza, wypuszczanej w ognisko do wydawanej przez tłok: $\frac{0.1515}{0.2980} = 0.508$	430	5.75
Siła działacza, przeniesiona do każdego ogniska, służącego do przetapiania	172	2.30
do kucia	86	1.15
<i>Młot czołowy w Framont.</i>		
Waga całego młota z osadą jest	2800 ^{kil}	
Podniesienie młota nad kowadło	0 ^m .32 do 0 ^m .36	

Rodzaj maszyny i główne jej wymiary.	Ilość siły przeniesionej przez działacza.	Siła działacza w koniach.
Odległość środka ciężkości młota od jego osi obrotu	0 ^m .935	
Liczba uderzeń na minutę.	75	2250
<i>Młot czołowy w Moyeuve.</i>		
Waga całego młota z osadą	4900 ^{kil}	
Podniesienie młota nad sztukę poddaną do kucia	0 ^m .22 do 0 ^m .25	
Liczba uderzeń na minutę.	75	2800
<i>Dawny młot niemiecki w Framont.</i>		
Waga całego młota z osadą i okuciem	696 ^{kil}	
Podniesienie młota nad sztukę poddaną do kucia	0 ^m .45	
Odległość środka ciężkości od osi	1 ^m .80	
Liczba uderzeń na minutę	90 100	750 900
<i>Młot poruszany zazębaniem i z regulatorem w Framont.</i>		
Waga { młota 285 } razem	685 ^{kil}	
osady i okucia 400		
Podniesienie młota nad kowadło.	0 ^m .45	
Oddalenie środka ciężkości od osi obrotu.	1 ^m .45	
Liczba uderzeń na minutę.	96	600
<i>Dawny młot niemiecki w Hayange.</i>		
Waga { młota 350 } razem	584 ^{kil}	
osady i okucia 234		
Podniesienie młota nad kowadło.	0 ^m .43	
Oddalenie środka ciężkości od osi obrotu.	1 ^m .64	
Liczba uderzeń młota na minutę	112	975
<i>Młot fryzjerki w Framont.</i>		
Waga całego młota z osadą i okuciem	510 ^{kil}	
Odległość środka ciężkości od osi obrotu	0 ^m .51	

Rodzaj maszyny i główne jej wymiary.	Ilość siły przeniesionej przez działacza.	Siła działacza w koniach.
Podniesienie młota nad sztuką, poddana do kucia	0 ^m .25	
Liczba uderzeń na minutę	135 150	480 565
		6.40 7.54
<i>Młotek do czyszczenia stali i młotek do robienia blach na rydle, piły, i t. p.</i>		
Waga samego młotka	40 ^{kil}	
Podniesienie młotka nad kowadło	0 ^m .18	
Liczba uderzeń na minutę	324	448
Wydatek w ciągu miesiąca	3000 ^{kil}	5.90
WALCOWNIE ROWKOWANE, UŻYWANE PRZY PRZERABIANIU ŻELAZA.		
<i>Zakład w Fourchambault.</i>		
Liczba cy- (4 z grubego } dla małych lindrów (4 wykończających) żelaztwa. czynnych (3 z grubego } dla grube- walcujących (3 wykończających) go żelaza.		
Liczba obrotów wal- (wielkich 60 ców na minutę } małych 140	3750	50 do 60
Wyrabia przez miesiąc	600000 ^{kil}	do 4000
To urządzenie cylindrów zastępuje 20 pieców do pudlingowania i stapienia, kiedy czasem takowe muszą być w reperacji.		
<i>Walcownie żelaza rowkowanego.</i>		
Przyrząd złożony z dwóch cylindrów do składania i z dwóch do wykończania.		
Liczba obrotów cylindrów na minutę	60	
Liczba ognisk pomocniczych do tego przy- (do pudlingowa- rządu } nia 5 do 6 do łączenia 2		
Wyrób ognisk do pudlingowania na mie- siąc	300000 ^{kil}	2500
Wyrób ognisk do łączenia na miesiąc	300000 ^{kil}	do 2800
		33 do 37

Rodzaj maszyny i główne jej wymiary.	Ilość siły przeniesionej przez działacza.	Siła działacza w koniach.
<i>Walcownie małych blach.</i>		
Dwie walcownie do małych blach.		
Liczba obrotów cylindra w 1' 50	1875	25 do 30
Wyrób w 1 miesiącu 60000 ^{kil}	do 2250	
FABRYKA BRONI W CHATELLERAULT.		
<i>Młot, użyty do skucia podwójnych części lufy broni piechotnej.</i>		
Waga młota z osadą i okuciem	457 ^{kil}	
Cała długość rękojeści	3 ^m .85	
Podniesienie młotka nad kowadło	0 ^m .97	
Liczba uderzeń na minutę	202	1070
1 majster z czeladnikiem składają miesięcznie 800 sztuk broni piechotnej.		14.26
UWAGA. Koło wodne waży 21017 kil., ta waga zbyt ciężka, jako też waga wału z łapami, wygórowane wymiary osi żelaznych, sprawiają znaczną stratę działania przez tarcie. Doświadczenie czynione z hamulcem okazało, że działanie użytkowe, przeniesione na wał z łapami nie było jak 785 ^{km} .4 to jest 10 ^{kp} .50. Można liczyć tedy z pewnością, że na jeden młot przy zajęciu, któreby było według zasad urządzonych, to siła przeniesiona przez działacza, byłaby do 900 ^{km} czyli 12 ^{kp} .		
<i>Młot, służący do wyciągania metalu na lufy broni palnej, którą skuwają młoty poprzednie.</i>		
Waga młota z osadą i okuciem	362 ^{kil}	
Długość cała rękojeści młota	2 ^m .85	
Podniesienie młota nad kowadło	0 ^m .15	
Liczba uderzeń na minutę	210	322
		4.30
UWAGA. Dla tych samych przyczyn, co przy poprzednim opisanu, doświadczenie		

Rodzaj maszyny i główne jej wymiary.	Ilość siły przeniesionej przez działacza.	Siła działacza w koniach.
z hamulcem okazało, że ilość działania, przeniesionego na wał palczasty była 296 ^{km} .5, czyli 3 ^{kp} .95. Pokazuje się więc, że dla maszyny dobrze urządzonej, byłoby dostatecznym, aby działacz przynosił siłę 300 ^{km} ., czyli 4 ^{kp} .	km	
<i>Młot do hartowania i czyszczenia stali.</i>		
Waga młota z osadą 362 ^{kil}		
Podniesienie młota nad kowadło . . 0 ^m .25		
Długość osady młota 2 ^m .82		
Liczba uderzeń na minutę 244	568	7.49
UWAGA. Dla tych samych przyczyn, które zmniejszają skutek użytkowy działacza w zakładach poprzednich, doświadczenie, robione z hamulcem okazało, że siła przeniesiona na wał z palcami, była tylko 388 ^{km} ., czyli 5 ^{kp} .15. Można więc liczyć, że dla podobnej maszyny dobrze urządzonej, dostatecznym byłoby, gdyby działacz na wał z palcami przynosił siłę 400 km., czyli 6 koni, a któraaby podnosiła młot 244 razy na minutę.		
<i>Ten sam młot, użyty do wyciągania blaszek, do robienia kling pałaszowych.</i>		
Liczba uderzeń na minutę 348	1119	15.80
UWAGA. Dla tych samych przyczyn, które zmniejszają skutek użytkowy działacza w zakładach poprzednich, doświadczenie czynione z hamulcem pokazało, że ilość działania przeniesiona na wał z palcami, nie była jak 780 km., czyli 10 ^{kp} .4. Można więc przyjąć, że przy dobrze urządzonej maszynie wystarczyłoby, aby działacz przynosił siłę najwięcej 900 ^{km} ., czyli 12 koni parowych.		

Rodzaj maszyny i główne jej wymiary.	Ilość siły przeniesionej przez działacza.	Siła działacza w koniach.
<i>Miech mechaniczny, służący do ognisk, czyścących stal, użytą na blachy, z której robią lufy broni palnej.</i>	km	
Liczba ognisk obsługujących maszynę . 6		
Cisnienie powietrza przy wylocie w rurach z uwagą na ciśnienie atmosfery, wyrażone w kilog. na centim. kwad. . . . 0 ^k .05		
Średnica rur 0 ^m .03		
Ilość rur 6		
Kolumna powietrza, wypuszczana przez każdą rurę na minutę 0 ^m s.061		
Kolumna powietrza cała, wypuszczana przez wszystkie rury na minutę 0 ^m s.366		
Kolumna wody, podniesiona na 5 ^m .14 w ciągu minuty. 0 ^m s.121	725	9.68
Podniesienie wody zużywa blisko 185 km. siły, przeniesionej przez działacza. Zostaje więc dla 6 ognisk siła, działająca 540 km., czyli na każde ognisko . . .	90	1.20
To koło nadzwyczaj ciężkie i miech, urządzony do więcej ognisk, dają poznać, że gdyby maszyna była urządzona odpowiednio, to siła jednego konia parowego wystarczyłaby dla jednego kowala.		
<i>Kamienie do szlifowania luf.</i>		
Średnica 2 ^m		
Grubość 0 ^m .32		
Waga 2100 ^{kil}		
Kiedy średnica kamienia zużyje się do jednego metra, wtedy go odmieniają. Jeden kamień służy zwykle do oszlifowania 1100 do 1500 luf.		
Liczba obrotów kamienia na minutę . . 185		
Liczba luf, którą robotnik może wyszlifować w ciągu 10 godzin 35		
Liczba kamieni czynnych 2	773	10.38

Rodzaj maszyny i główne jej wymiary.	Ilość siły przeniesionej przez działacza.	Siła działacza w koniach.
	km	
<i>Świdrowanie luf broni palnej,</i>		
Liczba obrotów świdra na minutę . . . 328		
Liczba świdrów czynnych 12	588	7.84
Przez miesiąc wyrabiają luf do broni palnej, używanej w piechocie . . . 1000		
<i>Koła tokarskie do luf i rozmaite maszyny.</i>		
Liczba maszyn, poruszanych przez koło:		
Toczydła do luf 2		
Maszyna do polerow. 4 luf od razu 1		
Maszyn do przebijania sztuk platynowych 4		
Maszyna do świdrow. zapalów . . . 1	12	657
Koła tokarskie do bagnetów . . . 2		
Mały kamień do ostrzenia narzędzi 1		
Świder do uszek, czyli antab . . . 1		
Jest jeszcze inna maszyna do wyrabiania zapalów i przebijania sztuk platynowych, które się używają na przemian.		
Te maszyny wyrabiają pracę, potrzebną do 1000 luf świdrowanych i polerowanych przez maszyny poprzednie.		
UWAGA. Ilość działania, wskazanego powyżej, jest tem działaniem, które potrzeba przenieść na bębny, prowadzące bezpośrednio maszyny wskazane.		
Kiedy koło wodne prowadzi całą fabrykę, jego działanie użytkowe jest. . . .	2420	32.20
Co wskazuje, że opory bierne koła i części maszyn, które nie można rozdzielić w czasie obserwacji, zużywają siłę około 5 ^k p.1.		
<i>Walcownie do blach na kirysy.</i>		
Walce { średnica 0 ^m .478		
{ długość 0 ^m .735		
{ waga 900 ^{kg}		
{ liczba obrotów na min. 22.5		

Rodzaj maszyny i główne jej wymiary.	Ilość siły przeniesionej przez działacza.	Siła działacza w koniach.
	km	
Regulator { średnica zewnętrzna . . . 3 ^m .910		
{ waga dzwona 6720 ^{kg}		
{ liczba obrotów na min. 87		
W 10 godzinach walcuje się 40 kirysów.		
Każda blacha jest 4 razy ogrzewana i przechodzi około 30 razy przez walce. . .	812	10.80
UWAGA. To koło zdaje się za słabe do podobnego rodzaju walcowni, którego ruch się zwalnia podczas przepuszczania blachy przez walce; byłoby odpowiedniej, gdyby walce chodziły prędzej, a przynajmniej 30 obrotów na minutę, lecz wtedy trzeba by dać dla koła siłę około 18 koni.		
FABRYKA BRONI W TULLE (DEP. CORRÈZE).		
<i>Wyrabianie luf.</i>		
Świdry do luf 4		
Kamień do polerowania 1	619	8.25
Mały kamień do narzędzi 1		
Młot do skuwania luf	375	5.00
Miech do młota powyższego	107.5	1.43
<i>Koła tokarskie.</i>		
Koła do luf broni 3		
» pistoletowych 2	300	4.00
Warsztat do robienia ścian 1		
Koło do wykończania 1		

FABRYKI PROCHU.

Maszyny	Czas trwania pracy	Wyrób	Rozmaite dane	Ilość sily przeniesionej przez działacza	Sila działacza w koniach
	g.			km	kp
<i>Prochownia w Angouleme.</i>					
Dwie beczki do starcia mieszanki siarki i węgla.	12	Prochu myśliwskiego 50 kil. Prochu wojennego 195 kil.	Liczba obrotów beczki 1' 25		
Dwie beczki do starcia mieszanki saletry i węgla.	12	Prochu myśliwskiego 251 kil. Prochu wojennego 325 kil.	Długość beczki 1 ^m .20 Średnica beczki 1 ^m .20	615	8.20
Dwie maszyny do mieszania potrój. składu części na kulki prochowe.	12	Proch myśliwski 100 kil.	Długość 1 ^m .20 Średnica 1 ^m .20 Liczba obrotów na minutę 25	218	2.90
Para kregów z żelaza lane go z obwódką bronzową dla robienia ciasta na proch myśliwski.	10	Proch myśliwski 300 kil. ciasta.		411	5.49
Dwie maszyny do przerabiania ciasta na pył prochowy.	10	300 kil. pyłu prochowego.			
Walcownia do przerabiania pyłu prochowego na ciasto.	10	700 kil. ciasta.		132	1.76
Maszynka do kruszenia ciasta.					

Maszyny	Czas trwania pracy	Wyrób	Rozmaite dane	Ilość sily przeniesionej przez działacza	Sila działacza w koniach
	g.			km	kp
Cztery maszyny do przerobienia ciasta pokruszonego na ziarka prochu oczyszczone.	10	Proch myśliwski w ziarkach oczyszczonych 300 kil.		327	4.36
Dwie maszyny do gładzenia.	10	400 k. ziarek gładzonych.	Liczba obrotów na minutę 20 do 25.	293	3.90
Dwie maszyny do mieszania potrój. składu na ziarnka prochowe.	12	Prochu wojennego 240 kil. w dwóch wydaniach po 120 kil.		271	3.62
Dwie beczki do przerobienia połączenia potrójnego na ziarnka okrągłe.	12	Ziarek prochu wojennego 700 kilogramów.		474	6.32
Suszarnia sztuczna z przewiewnią.	12	2,000 kil.		256	3.42
<i>Fabryka prochu w Bouchet.</i>					
Sześć beczek do proszkowania składu podwójnego.	16	Proch górniczy 36 k. węgla 40 k. siarki 76 k. Proch myśliwski 15 k. siarki 21 k. węgla 36 k.	Beczki robią 20 do 25 obrotów 1'—6 beczek w ruchu. Beczek wewnętrzna średnica 1 ^m .14 długość 1 ^m .00	470	6.27

Maszyny	Czas trwania pracy	Wyrób	Rozmaite dane	Ilość siły prze- niesionej przez działacza	Siła działacza w koniach
	g.			km	kp
Dwie beczki do proszkowania składu potrój- nego z złożo- ne każda z 2 ^{ch} części równych	4	Proch górniczy 75 k., materya- 125 kil., ziarek ciasta na beczkę 150 k., materya- łów proszkuję w 4 g.	Średnica we- wnętrzna be- czek 1 ^m .14. Długość 1 ^{nej} części 0 ^m .55 20 obrotów w 1' Beczki robią 20 do 25 o- brotów w 1'	188	2.50
	12	Proch myśliwski 50 k., materya- łów 120 r., zia- rek 100 k., pro- szkuje się w 12 godzinach.	Średnica 1 ^m .14 Długość 1 ^m .00 5 do 6 obrotów w 1'.	225 do do 250	3.00 3.30
Kręgi brązowe na stole dre- wnianym.	2	Proch myśliwski 50 k., materyj w 2 g. albo 300 k., ciasta w 12 g.	Waga kręgów 2,500 k. Średni- { 1 ^m .50 ca { 1 ^m .20 Szere- { 0 ^m .49 kość { 0 ^m .45	217	2.90
Dwie walco- wnie do robie- nia ciasta.	1	90 do 100 k. cia- sta.		114	1.52
Maszyna doro- bienia ziarek o ośmiu prze- takach.	12	Proch myśliwski 400 do 450 k. ciasta dają 200 k. ziarek.	Wał zgięty ro- bi 70 do 75 obrotów na minutę.	112	1.50
Polerownik o dwóch becz- kach, każda złożona z 3 ^{ch} części po 0 ^m .74 długości.	24	Proch myśliwski 900 k. w 24 god.	Beczki robią 10 do 12 o- brotów z po- czątku w 1/3 części czasu, a potem 18 do 20 na 1'.	480	6.40
	36	Proch najlepszy królewski 900 k. w 36 godz.	Średnica be- czek 1 ^m .14.		

Maszyny	Czas trwania pracy	Wyrób	Rozmaite dane	Ilość siły prze- niesionej przez działacza	Siła działacza w koniach
	g.			km	kp
Suszarnia sztu- czna o 2 ^{ch} sto- łach.	3	200 k. na jeden stół w 3 godz.	Stoły mają długości 2 ^m .90 szerokości 2 ^m .21 Skrzydła prze- wiewnika ro- bią 150—160 obrotów w 1'.	70 do do 75	0.93 1.00
		Proch ma wilgo- 1.50/0.			
		Proch wojenny 120 k. mieszani- ny bitéj 11 god. 120 k. pyłu bite 3 godz.	56 uderzeń w 1' waga stęp 42 k.	278	3.70
12 stęp.	14	Wyrób netto w ziarkach 112 k. na 14 godz.	Podniesienia 0 ^m .40.		
Beczka do wy- rabiania zia- rek i polero- wania prochu górniczego o- krągłego.		Proch górniczy 200 k., materyj wyrabia 100 k. ziarek na 1 god. Poleruje 250 k. w 3 godz.	12 obrotów w 1' średnica 1 ^m .60 długość 0 ^m .52	210	2.80
<i>Fabryka pro- chu w Esquerdes</i>					
Dwa kamienie, odbierające ruch z dołu.	4	Proch myśliwski na raz, 20 k.	Wał z kamie- niami robi 8 do 10 obro- tów na 1'.	473	6.3
Dwa kamienie, odbierające ruch z góry.	8	Proch wyborowy królewski 20 k.	Waga kamie- ni jest 5,500 do 5,700 k.	572	7.6

Maszyny	Czas trwania pracy	Wyrób	Rozmaite dane	Ilość siły przeniesionej przez działacza	Siła działacza w koniach
	g.			km	kp
16 step.	14	Proch wojenny 160 k., mieszany bitęj 11 god. i 160 k., pyłu bitego 3 godz., wydatek netto w ziarnach 128 k. w 14 godz.	Stepy biją 55 razy na 1'. waga step 40 k. Podniesienie 0 ^m 40.	353	4.70
Fabryka prochu w Metz.					
Stepy w Saint-Pierre.	11	Ładunek na każdą stepę: Prochu wojennego 11 kil. bitych 11 godz.	Waga step 40 k. Podniesienie 0 ^m 413. Liczba podniesień stepy w 1 min. 55.	685	9.14
	24	Proch myśliwski 8,33 k. bitych 24 g. Ładunek stepy.	Liczba step czynnych 24. waga step 40 k. Podniesienie 0 ^m 413.		
Stepy w Sainte-Barbe.	11	Proch wojenny 10 k. bitych 11 godz.	Liczba uderzeń na minutę 55.		
	24	Proch myśliwski 8,33 k. bite 24 godz.	Liczba Step Czynnych 12. 18. 24.	268 445 590	3.57 5.91 7.87
Dwie maszyny do polerowania.	24	Proch myśliwski 100 k. na każdą maszynę.	Liczba obrotów beczek w 1' 20 do 27.	157	2.10

Maszyny	Czas trwania pracy	Wyrób	Rozmaite dane	Ilość siły przeniesionej przez działacza	Siła działacza w koniach
	g.			km	kp
Suszarnia sztuczna.	12	Proch wojenny 900 kil.	Dwa przewiewniki każdy o 4 ^{ch} skrzydłach. Szer. skrzydeł 0 ^m 48. Dług. skrzydeł 2 ^m 00. Liczba obrotów skrzydeł na minutę 150. Zpotrzebowanie węgla w 12 godz. Suszenie 900 k. Ciśnienie powietrza z uwagą na ciśnienie atmosfery, licząc na centimetr kw. od 0*0005 do 0*006.	140	1.87

Opisanie maszyn.	Ilość i jakość wytrobu na godzinę.	Sila na bloku, dającym ruch maszynie.	Uwagi.
PRZĘDZALNIA BAWELNY.	km	kp	
Zbijacz (<i>battur</i>) z przewiewnikiem o dwóch cepach (<i>battant</i>) z trzema ramionami, mający 0 ^m .41 średnicy a 0 ^m .82 długości, robiący 1100 obrotów na minutę. Przewiewnik ma średnicy 0 ^m .50 długości 0 ^m .25, robi 550 obrotów na minutę.	60 bawelny na osnowę po przeczną.	2.916	w fabryce p. Dolfus-Mieg
Zbijacz z jedną cepą o 2 ramionach mający 0 ^m .37 średnicy i 0 ^m .86 długości, robiący 1100 do 1200 obrotów w 1', z bębniem do czesania 0 ^m .375 średnicy i 0 ^m .81 długości, robiącym 800 obrotów na minutę.	60 bawelny czesanej.	1.767	w fabryce pp. Schlumberger, Koechlin.
Przeniesienie działania, poruszającego walce rowkowane, i pokrycie bez końca, powyższego zbijacza.	»	0.312	u pp. Koechlin Dolfus.
12 grempli podwójnych na bębnie.	»	2.697	
Każda grempla.	»	0.225	
Przeniesienie działania na 26 grempli.	»	1.820	
Grempla pojedyncza z wielkim bębniem, średnicy 1 ^m , długim 0 ^m .50, o ruchu różnośrodkowym, robiący 130 obrotów w 1', mający 14 kapeluszy bez połączenia ruchu.	0.93	0.066	u pp. Dolfus-Mieg.
Grempla, poruszana próżno.	»	0.045	»
Grempla podwójna, 0 ^m .975 długa,			

Opisanie maszyn.	Ilość i jakość wytrobu na godzinę.	Sila na bloku, dającym ruch maszynie.	Uwagi.
robiąca 130 obrotów w 1' bez połączenia ruchu.	km	kp	
»	»	0.081	u pp. Dolfus Mieg.
Ta sama grempla poruszana próżno.	»	0.044	
Grempla podwójna na bębnie 1 ^m średnicy, 0 ^m .86 długa, z grzebieniem na cylindrze, mającym 14 kapeluszy, robiąca 110 obrotów na minutę.	1.90	0.207	u pp. Schlumberger i Koechlin.
Grempla inna, podobna do poprzedniej.	1.00	0.270	»
Maszyna do ciągnięcia nici (<i>étirage</i>), złożona z dwóch rzędów po 7 głów podwójnych, każdy z maszyną do łączenia, jeden rząd o 4 głowach pojedynczych, 2 rzędy wrzecion, każdy o 12 głowach i z maszyną do dublowania nici.	54	1.835	»
Rząd do grubych nici, mający 60 wrzecion, robiących 525 obrotów na minutę.	19	0.760	u pp. Dolfus Mieg.
Rząd ząbiony spiralnie, mający 60 wrzecion, robiący 550 obrotów na minutę.	»	0.486	»
Dwa rzędy wrzecion na ząbieniu spiralnym, jeden, mający 96 wrzecion, robiący 510 obrotów na minutę; drugi, mający 96 wrzecion, robiący 500 obrotów.	13	1.482	u pp. Schlumberger, Koechlin.
Dwa rzędy wrzecion na ząbieniu spiralnym; jeden 78 wrzecion, robiących 344 obroty; drugi 60			

Opisanie maszyn.	Ilość i jakość wyrobu na godzinę.	Siła na bloku, dającym ruch maszynie.	Uwagi.
wrzecion, robiących 260 obrotów na minutę.	km 26	kp 0.797	u pp. Schlemberger, Koechlin.
1 warsztat do przedzenia nici, mający 240 wrzecion, robiących 5000 obrotów na 1'.	0.75	0.686	u pp. Dolfus Mieg.
1 warsztat zupełnie podobny do powyższego.	0.75	0.648	"
1 warsztat do przedzenia nici na poprzeczną osnowę, mający 240 wrzecion, robiących 4800 obrotów w 1'.	0.95	0.532	"
1 warsztat zupełnie podobny do poprzedzającego.	0.95	0.929	warsztat ten przytoczony jakonajcieńsz.
3 warsztaty do przedzenia nici na tkanę, mających każdy 360 wrzecion, robiących 4840 obrotów na minutę.	3.72	2.103	u pp. Schlemberger i Koechlin.
1 warsztat do przedzenia nici na osnowę, mający 300 wrzecion, robiących 4300 obrotów na minutę.	"	0.697	u pp. Koechlin i Dolfus.
1 warsztat do skręcania nici o 120 wrzecionach, robiący 2100 obrotów na minutę.	"	0.802	u pp. Dolfus Mieg.
1 warsztat do skręcania nici o 120 wrzecionach, robiący 3000 obrotów na minutę.	"	1.190	"
1 maszyna do glansowania perkalu 0 ^m .90 szeroka, systematu szkockiego. — Prędkość wału głównego 176 obrotów w 1', prędkość szczotek 45 uderzeń na minutę.	"	0.594	"
Ta sama maszyna.	"	0.735	"

Opisanie maszyn.	Ilość i jakość wyrobu na godzinę.	Siła na bloku, dającym ruch maszynie.	Uwagi.
Maszyna podobna.	kil "	kp 0.663	u pp. Dolfus Mieg.
Ta sama maszyna, kiedy przewieśnik nie jest w ruchu.	"	0.206	Pas przewieśnika niena- ciągnięty.
Maszyna do glansowania perkalu, lub kartonu 0 ^m .90 szeroka, systematu szkockiego o 2 przewieśnikach, mających każdy 0 ^m .53 średnicy, a 1 ^m szerokości, robiąca 212 obrotów na minutę, a szczotki robią 40 uderzeń na 1'.	"	0.313	u pp. Schlumberger i Koechlin.
1 warsztat do tkania perkalu systematu Koechlin'a 0 ^m .90 szeroki, i mający 32 do 35 nici tkanych na jeden centymetr, uderzający 105 razy na minutę.	"	0.140	u pp. Dolfus Mieg.
1 warsztat podobny.	"	0.090	
1 " "	"	0.104	
1 " "	"	0.134	
Średnio .	"	0.1195	
PRZĘDZALNIA WEŁNY.			
Warsztat z cewkami, 16 cewek bez przenoszenia ruchu.	"	0.259	u pp. Koechlin i Dolfus.
3 warsztaty podobne, mające 64 cewek.	"	1.427	u pp. Risler Schwartz.
1 warsztat do przedzenia osnowy, mający 220 wrzecion, robiący 3650 obrotów w 1'.	"	0.259	u pp. Koechlin i Dolfus.
1 warsztat do przedzenia osnowy, zwany Boxorgan, mający 300			

Opisanie maszyn.	Ilość i jakość wyrobu na godzinę.	Sila na bloku, dającym ruch maszynie.	Uwagi.
wrzecion, robiący 3200 obrotów w 1'.	kil »	kp 1.273	u pp. Risler i Schwartz.
PRZĘDZALNIA LNU.			
Grempla do łamania z regulato- rem 0 ^m .320 średnicy, a 1 ^m .20 szerokości, robiącym 915 obro- tów w 1' z wielkim bębniem 1 ^m .07 średnicy, a 1 ^m .20 szerokim, ro- biącym 76 obrotów w 1'; 4 ma- szyny do wyrzucania przędzy, mają 0 ^m .10 średnicy a 1 ^m .20 sze- roki, robią 380 obrotów w 1'; 3 układacze 0 ^m .127 średnicy a 1 ^m .20 szer., robiących 10.03 obrotów w 1'. 1 cylinder do czesania 0 ^m .38 średnicy a 1 ^m .20 szeroki, robiący 6.1 obrotów w 1'.	7.7	1.939	u pp. Book i Comp.
Grempla, wykończająca na bębnie 1 ^m .07 średnicy a 1 ^m .20 szerokim, robiącym 176 obrotów na minu- tę, z pięcioma wydawaczami (<i>dé- bourseur</i>) 0 ^m .1 średnicy, a 1 ^m .20 szer., robiącymi 230 obrotów w 1' z 4 układaczami 0 ^m .127 średnicy 1 ^m .20 szer., robiącymi 7.3 obro- tów w 1' i z cylindrem do czesa- nia 0 ^m .38 średnicy, a 1 ^m .20 sze- roki, robiącym 3.4 obrotów na minutę.	3.85	0.811	
1 warsztat ciągły, mający 132 wrzecion, robiących 2260 obro- tów w 1'.	1.7	1.240	
1 warsztat ciągły, mający 168			

Opisanie maszyn.	Ilość i jakość wyrobu na godzinę.	Sila na bloku, dającym ruch maszynie.	Uwagi.
wrzecion, robiących 2700 obro- tów w 1'.	kil 1.04	kp 1.960	
PRZĘDZALNIA LNU W AMIENS.			
Maszyna do kręcenia przędzy, mająca 15 par kołowrotek z o- tworami trójkątnymi.	»	3.373	
Czesacze do lnu.	»	0.392	
PRZĘDZALNIA NA MOKRO PRZYZRZĄDZAJĄCA.			
Rozwijacz, albo 1 wyciągacz, wy- ciągający jeden kłębek nici N° 20.	»	0.578	
Wyciągający 1 kłębek nici N° 50.	»	0.487	
Wyciągający 1 kłębek nici N° 70.	»	0.495	
Wyciągający 2 kłębki nici N° 20 do 30.	»	0.680	
Wyciągający 2 kłębki nici N° 30 do 40.	»	0.544	
Wyciągający 1 kłębek N° 60 i 1 N° 70.	»	0.617	
Wyciągający 2 kłębki N° 30 do 60.	»	0.690	
Rama o ośmiu wrzecionach, przy- gotowująca len dla nici N° 20.	»	0.608	
Rama o ośmiu wrzecionach, przy- gotowująca len dla nici N° 30.	»	0.486	
Rama o 16 wrzecionach, przygo- towująca len dla nici N° 40.	»	0.987	

Opisanie maszyn.	Ilość i jakość wyróbu na godzinę.	Siła na bloku, dającym ruch maszynie.	Uwagi.
	kil	kp	
PRZERABIANIE LNU GRUBEGO (POCZESNEGO).			
Grempla grubsza szkocka, grem- plująca na N° 20.	»	2.878	
Grempla cieńsza szkocka, grem- plująca na N° 20.	»	1.389	
Grempla grubsza szkocka, grem- plująca na N° 30—40.	»	0.790	Systemat Fairbaim'a.
Grempla cieńsza szkocka, grem- plująca na N° 30—40.	»	0.602	»
Wyciągacz, dający 1 kłębek N° 20.	»	0.311	
» » 2 kłębki N° 35 i 2 N° 40.	»	0.392	
Dwa wyciągacze, dające 1 kłębek N° 20.	»	0.273	
Dwa wyciągacze, dające 1 kłębek N° 30 i 2 N° 40.	»	0.348	
Rama o 4 wrzecionach dla nici N° 20	»	0.196	
» 16 » » N° 30	»	0.671	
» 30 » z zazębieniem dla nici N° 40.	»	0.872	
PRZĘDZENIE.			
Warsztat do przedzenia, o linie bez końca o 132 wrzecionach, wyrabiająca nici N° 20.	»	0.927	Cewki próżne
Ten sam warsztat.	»	1.199	Cewki pełne
Warsztat zwyczajny o 132 wrze- cionach, dający nici N° 20.	»	1.364	

Opisanie maszyn.	Ilość i jakość wyróbu na godzinę.	Siła na bloku, dającym ruch maszynie.	Uwagi.
	kil	kp	
Ten sam warsztat z liną bez końca.	»	1.174	
Warsztat o 132 wrzecionach z a- paratem regulującym, dający ni- ci N° 20.	»	1.133	
Warsztat o 144 wrzecionach, z a- paratem regulującym, dający ni- ci N° 30.	»	1.467	
Warsztat o 144 wrzecionach, z a- paratem regulującym, dający ni- ci N° 35.	»	1.294	
Warsztat o 132 wrzecionach, z a- paratem regulującym, dający ni- ci N° 35.	»	1.030	
Warsztat o 144 wrzecionach, z a- paratem regulującym, dający ni- ci N° 40.	»	1.392	
Warsztat o 160 wrzecionach, z a- paratem regulującym, dający ni- ci N° 40.	»	1.537	
Warsztat o 144 wrzecionach, z a- paratem regulującym, dający ni- ci N° 45.	»	1.092	
Warsztat o 160 wrzecionach, z a- paratem regulującym, dający ni- ci N° 50.	»	1.248	
Warsztat o 160 wrzecionach, z a- paratem regulującym, dający ni- ci N° 70.	»	0.947	

Opisanie maszyn.	Ilość i jakość wytobu na godzinę.		Uwagi.
	kil	kp	
PRZĘDZALNIA PRZYZRZĄDZAJĄCA NA SUCHO.			
Rozwijacz, albo 1 wyciągacz, wy- ciągający 1 kłębek.	»	0.441	
Dwa wyciągacze, dające 2 kłębki nici N° 2—8.	»	0.603	
Dwa wyciągacze, dające 2 kłębki nici N° 16.	»	0.568	
Dwa wyciągacze, dające 3 kłębki nici N° 22.	»	0.624	
3 wyciągacze, dające 2 kłębki ni- ci N° 1—8.	»	0.518	
3 wyciągacze, dające 2 kłębki ni- ci N° 16.	»	0.515	
3 wyciągacze, dające 3 kłębki ni- ci N° 22.	»	0.638	
Rama z czterema wrzecionami, da- jąca len dla nici N° 1—8.	»	0.285	
Rama z czterema wrzecionami, da- jąca len dla nici N° 16.	»	0.324	
Rama z czterema wrzecionami, da- jąca len dla nici N° 20—22.	»	0.351	Cewki pełne
Rama z ośmioma wrzecionami, da- jąca len dla nici N° 25.	»	0.309	Cewki próżne
	»	0.500	Cewki pełne
	»	0.466	Cewki próżne
Grempla grubsza szkocka, grem- plująca 2 kłębki nici N° 3.	»	2.421	
Grempla cieńsza szkocka, grem- plująca 2 kłębki nici N° 3.	»	1.642	

Opisanie maszyn.	Ilość i jakość wytobu na godzinę.		Uwagi.
	kil	kp	
Grempla grubsza szkocka, grem- plująca 2 kłębki nici N° 10.	»	1.760	
Grempla cieńsza szkocka, grem- plująca 2 kłębki nici N° 10.	»	1.545	
Wyciągacz, dający 1 kłębek nici N° 1—8.	»	0.095	
Wyciągacz, dający 1 kłębek nici N° 12.	»	0.201	
Rama o 2 wrzecionach, dająca ni- ci N° 5.	»	0.217	
Rama o 2 wrzecionach, dająca ni- ci N° 6.	»	0.142	
Rama o 2 wrzecionach, dająca ni- ci N° 8.	»	0.205	
Rama o 4 wrzecionach, dająca ni- ci N° 12.	»	0.219	
PRZĘDZENIE.			
Warsztat zwyczajny o 56 wrze- cionach, dający nici N° 7.	»	2.868	
Ten sam warsztat opatrzone apa- ratem regulującym i linią bez końca, obracającą wrzeciona.	»	2.097	Lina przechodzi przez wrzeciono i bęben.
	»	1.804	Lina przechodzi przez 2 wrzecio- na i bęben.
Warsztat zwyczajny o 56 wrze- cionach, dający nici N° 10.	»	2.406	
Warsztat zwyczajny o 50 wrzecio- nach, dający nici N° 14.	»	2.559	
Warsztat zwyczajny o 58 wrzecio- nach, dający nici N° 16.	»	2.364	

Opisanie maszyn.	Ilość i jakość wyrobu na godzinę.	Sila na bloku, dającym ruch maszynie.	Uwagi.
	kil	kp	
Warsztat zwyczajny o 58 wrzecionach, dający nici N° 22.	»	1.495	
Warsztat z aparatem regulującym o 116 wrzecionach, dający nici N° 20.	»	2.517	
Warsztat z aparatem regulującym o 58 wrzecionach, dający nici N° 22.	»	1.256	
Warsztat z aparatem regulującym o 58 wrzecionach, dający nici N° 22.	»	1.145	
Warsztat z aparatem regulującym o 60 wrzecionach, dający nici N° 24.	»	1.594	
PRZERABIANIE LNU GRUBEGO.			
Warsztat zwyczajny o 42 wrzecionach, dający nici N° 4.	»	1.730	
Ten sam warsztat z aparatem regulującym.	»	1.475	
Warsztat zwyczajny o 56 wrzecionach, dający nici N° 8.	»	1.550	
Warsztat zwyczajny o 56 wrzecionach, dający nici N° 20.	»	1.730	
Ten sam warsztat z aparatem regulującym.	»	1.421	
Warsztat zwyczajny o 60 wrzecionach, dający nici N° 12.	»	1.712	
Ten sam warsztat z aparatem regulującym.	»	1.076	

502. CIĘŻAR GATUNKOWY GAZÓW, PAR

I PŁYNÓW.

GAZY.		
Powietrze	1.0000	Chlorek arszeniku . 6.3000
Gaz wodородowy	4.4430	» silicium . . 5.9390
Gaz dwuchloranu	3.4200	Eter wodородowy . 5.4749
Wodoródarszenikowy	2.6950	Kamfora zwyczajna. 5.4680
Chlor	2.4700	Eter benzoesowy . 5.4090
Kwas siarczasty	2.2340	Terpentyna 4.7630
Wodoród fosforyczny	1.6710	Chlorek żółty siarki. 4.7300
1 niedokwas azotu	1.5200	» czerwony
Kwas węglisty	1.5245	siarki. 3.0000
Kwas wodochlorowy	1.2474	Nafta (olejek z dy-
Kwas wodosiarkowy	1.1912	styllacyi węgla ka-
Kwasoród	1.1026	miennego) 4.5380
2 st niedokwas azotu.	1.0388	Para z fosforu. . . . 4.3550
Azot	0.9760	Eter chloru (liquor
Niedokwas węgla	0.9570	des Hollandais) . 3.4430
Ammoniak	0.5967	Eter octowy 3.0670
Wodoród węglisty		Siarczyk węgla . . 2.6440
blót	0.5550	Eter saletrorodny . 2.6260
Wodoród	0.0688	» siarkowy . . . 2.5860
		» wodosolny . . . 2.2120
		Wyskok octowy . . 2.0190
		Alkohol 1.6133
		Para wody 0.6235
PARY.		
Powietrze	1.0000	
Dwuchloran cyny	9.1990	
Para jodu	8.7160	
» merkuryuszu	6.9760	
» siarki	6.6170	
		PŁYNY.
		Woda dystylowana
		lub deszczowa. . 1000
		Woda rzeczna około 1000

DOKOŃCZENIE.

Woda źródłana 1000 do 1014	Wino Bordeaux . . . 0.9939
» morską 1028 do 1042	Wino Burgundzkie . . 0.9915
Kwas siarkowy . . . 1.8409	Oliwa 0.9133
» saletrowy . . . 1.5500	Eter solny 0.8740
Woda morza Mar-	Olejek terpentynowy 0.8697
twego. 1.2403	Nafta. 0.8475
Kwas saletrzany. . . 1.2175	Alkohol oczyszczony. 0.7920
Woda morską. . . . 1.0263	Eter siarkowy . . . 0.7155
Mleko 1.0300	

WAGA METRA SZEŚCIENNEGO RÓŻNYCH CIAŁ,
UŻYWANYCH W PRAKTYCE.

Gatunek ciał.	Metr kubiczny.	
	kilogramów.	
Woda. { dystylowana i deszczowa.	»	1000
{ rzeczna około	»	1000
{ źródłana	1000	1014
{ morską	1028	1042
Ziemia piaszczysta	614	643
Ziemia inspektowa.	828	857
Torf. { suchy	514	»
{ wilgotny	785	»
Ziemia uprawna	1214	1285
Ziemia bardzo zwirowa.	1375	1428
Szlam	1642	»
Gлина zwyyczajna i garncarska.	1656	1756
Margiel	1571	1642
Piasek. { czysty suchy.	1399	1428
{ czysty wilgotny	1900	»
{ kopalny glinowy	1713	1799
{ rzeczny wilgotny	1771	1856
Zwir kamienisty	1371	1485
Ziemia tłusta mieszana z piaskiem i zwirem.	1860	»
Gлина mieszana z ilkiem (tuf)	1990	»
Ziemia zmieszana z małemi kamieniami	1910	»
Ziemia tłusta z kamieniami	2290	»
Odlupania skał.	1571	1713
Cement z dachówki mielonej	1171	1228
Szumowiny i żuzel żelazne.	771	985
Szumowiny szklane	1428	1485
Puzzolana { włoska	1157	1228
{ z Vivarais	1085	1128
Trass hollenderski.	1071	1085
Pumex	557	928
Wapno. { niegaszone z pieca	800	857
{ gaszone jak ciasto	1328	1428
Zaprawa wapna i piasku.	1856	2142

Gatunek ciał.	Metr kubiczny.	
	kilogramów.	
Zaprawa cementu	1656	1713
„ „ z dachówką	1128	1214
Cegła palona	1000	1471
Kreda	1214	1285
Kamienie ciosowe {	kruchy	1142 1713
	pół-skalny	1713 1999
	spójny skalny	2142 3284
	skała twarda, spojna	2284 2427
	bardzo spojny (cliquart)	2499 2713
Alabaster, marmury różne	2199	2870
Wapno palone tłuczone	1199	1228
„ przesiane	1242	1357
Woda wapna gaszonego	328	343
Gips palony wilgotny	1571	1599
„ suchy	1399	1414
Woda gipsowa parowana	171	186
„ przy krystalizacyi gipsu	157	„
Mur świeży z kamienia	2240	„
„ z cegły	1870	„
Baryta	4284	4626
Kamienie młyńskie rzadkie	1242	1285
„ „ spojne	2485	2613
Kwarc hyalin	2642	2656
„ do budowania	1928	2970
„ do brukowania	2427	2613
Jaspis	2356	2813
Feldspat krzemionkowy	2570	2742
Kamień probierczy	2699	2742
Porfyr	2756	2927
Talk	2613	2784
Łupek garncarski	2742	2856
Granit, gnéiss	2356	2956
Marmur granitowy	2799	3056
Mika	2570	2927
Kamień łupkowy gruby	1813	2784
„ „ dachówkowy	2742	2856
Lawa bazaltowa	2756	3056
„ Wezuwiuszu	1713	2813
Węgiel ziemny	942	1328

Gatunek ciał.	Metr kubiczny.	
	kilogramów.	
METALE.		
Złoto 24 ^{ro} karatowe topione, kute	»	19065
Srebro dwunastej próby topione, kute	»	11494
Platyna walcowana	»	21039
Miedź różowa topiona	»	7783
» » w drutach	»	8540
Mosiądz lany	»	12674
» w drutach	»	8540
Żelazo lane	»	7202
» kute	»	7783
Stal nie hartowana.	»	7829
» hartowana.	»	7813
Cyna czysta, lana, z Cornwall	»	7287
» nowa, lana, hartowana	»	7307
» zwyczajna lana.	»	7915
» wyborowa	»	8439
Ołów lany	»	11346
Cynk lany	»	6861
Merkuryusz zwyczajny	»	13560
DRZEWA.		
Morela	771	»
Akacya	785	800
Machoń	785	914
Jarzębina.	871	885
Olszyna	543	800
Brzezina	700	714
Bukszpan francuzki	900	914
» hollenderski	1314	1328
Cedr	557	600
Wiśnia zwyczajna	714	743
Grabina	757	»
Kasztan	685	»
Dąb zwyczajny świeży	1000	1157
» suchy	785	914
Heban	1042	1199

Gatunek ciała.	Metr kubiczny.	
	kilogramów.	
Klon	557	628
Buk.	714	857
Cis	771	814
Modrzew	657	»
Orzechowe drzewo	600	683
Wiąz	642	743
Topola.	528	614
Sosna północna.	814	828
Jawor	700	714
Grusza.	657	704
Jabłoń.	757	800
Sliwka.	771	»
Jodła	528	557
Swierk.	671	»
Wierzba	571	585
Lipa	557	600(*)

Aby zachować jaki związek w poprzednich tablicach, nadmieniam się, że podług poszukiwań panów Biot i Arago, waga powietrza atmosferycznego suchego, w temperaturze

(*) Ciężar stopy sześcienną polskiej ciała, używanych w praktyce, podany jest w dziele p. t. „Porównanie miar i wag, przez Juliusza Kolberg. Warszawa, 1838 r.”

Gdyby zaś chciano otrzymać z powyższych ważności, wartość stopy sześcienną, potrzeba wartość podaną mnożyć przez stosunek 0.0691276, a otrzyma się wagę stopy sześcienną rosyjskiej, a przez stosunek 0.0489375, otrzyma się wagę stopy sześcienną polskiej.

śniegu topniejącego i pod ciśnieniem 0.76 k., jest równa $\frac{1}{110}$ części takiej samej objętości wody dystylowanej.

Po wielu przeważaniach znaleziono, że w temperaturze zero i pod ciśnieniem atmosfery 0^m.76, stosunek wagi powietrza do merkuryusza jest jak 1 do 10366.

TABLICA ROZSZERZALNOŚCI CIAŁ OD TEMPERATURY ZERO,
DO TEMPERATURY WODY WRZĄCEJ,
PODEŁUG PANÓW LAPLACE I LAVOISIER.

Nazwisko ciała.	Stosunek rozszerzalności w ułamkach.	
	Dziesiętnych.	Zwyczaj- nych.
Stal nie hartowana	0.00107915	$\frac{1}{927}$
Stal hartowana	0.00123956	$\frac{1}{807}$
Żelazo giętkie kute	0.00122045	$\frac{1}{819}$
Żelazo okrągłe wyciągnięte na druty	0.00123504	$\frac{1}{812}$
Złoto oczyszczone	0.00146606	$\frac{1}{682}$
Złoto przetapiane	0.00151361	$\frac{1}{661}$
Złoto nie przetapiane	0.00155155	$\frac{1}{645}$
Miedź	0.00171220	$\frac{1}{584}$
Mosiądz	0.00186670	$\frac{1}{535}$
Srebro zwyczajne	0.00190868	$\frac{1}{524}$
Srebro topione	0.00190974	$\frac{1}{524}$
Cyna indyjska	0.00193765	$\frac{1}{516}$
Cyna z Falmouth	0.00217298	$\frac{1}{462}$
Ołów	0.00284836	$\frac{1}{351}$

Nazwisko ciała.	Stosunek rozszerzalności w ułamkach	
	Dziesiętnych.	Zwyczaj- nych.
Merkuryusz	0.018018	$\frac{1}{5.550}$
Woda	0.0433	$\frac{1}{23}$
Alkohol	0.1100	$\frac{1}{9}$
Powietrze (*)	0.3665	$\frac{1}{273}$
Azot	0.36682	"
Wodoród	0.36678	"
Kwas węglowy	0.36896	"
Niedokwas węgla	0.36667	"
Niedokwas 1 azotu	0.36763	"
Kwas siarczasty	0.36696	"
Gaz kwas wodo-chlorowy	0.36812	"

Dla innych gazów według nowych doświadczeń, przyjmuje się rozszerzalność taką, jaką ma powietrze.

(*) Ten wypadek i następne, otrzymane zostały według doświadczeń, czynionych przez p. Regnault, członka akademii umiejętności.

Porównanie miar i wag francuzkich, używanych w niniejszym dziele, z miarami i wagami nowemi rossyjskimi i polskimi.

MIARY DŁUGOŚCI.

FRANCUZKIE.

Czwarta część południka = 10,000,000 metrom.

Kilometr = 1,000 metrów.

Metr = 10 decimetrom.

Decimetr = 10 centimetrom.

Centimetr = 10 millimetrom.

1 Metr = 3.280899 stóp rossyjskich.

1 Metr = 3.472222 stóp n. polskich.

ROSSYJSKIE.

Sażen	arszyny	stopy	cale	linie
1	3	7	84	840
	1	2 $\frac{1}{3}$	28	280
		1	12	120
			1	10

Sażen rossyjski = 2.133561451 metrom franc.

= 1.2346998 sążniom polskim.

Stopa rossyjska = 0.304794493 metrom francuzkim.

= 1.0583142 stopom polskim.

POLSKIE.

Sażen	łokieć	stóp	cali	linij	millimet.
1	3	6	72	864	1728
	1	2	24	288	576
		1	12	144	288
			1	12	24
				1	2

Sażen polski = 1.728 metr. franc.

= 0.8099134 sażenów rossyjskich.

Stopa polska = 0.288 metra.

= 0.944899 stóp rossyjskich.

Z A M I A N A M I

ZAMIANA MIAR DŁUGOŚCI FRANCUZKICH ZAMIANA STÓP
NA ROSSYJSKIE I POLSKIE. POLSKIE

Metry francuzkie.	Rossyjskie		Polskie		Stóp rossyj.	Pols stóp.
	stopy.	cale.	stopy.	cale.		
1	3	3.37	3	5.66	1	1
2	6	6.74	6	11.33	2	2
3	9	10.11	10	4.99	3	3
4	13	1.48	13	10.66	4	4
5	16	4.85	17	4.33	5	5
6	19	8.22	20	9.99	6	6
7	22	11.59	21	3.66	7	7
8	26	2.96	27	9.33	8	8
9	29	6.33	31	2.99	9	9
10	32	9.70	34	8.66	10	10
20	65	7.41	69	5.33	20	21
30	98	5.12	104	1.99	30	31
40	131	2.83	138	10.66	40	42
50	164	0.54	173	7.33	50	52
100	328	1.08	347	2.66	100	105
500	1640	5.39	1736	1.33	500	529
1000	3280	10.79	3472	2.66	1000	1058

ZNACZENIE WIELKOŚCI

Ułamek znaczy linij	{	rossyjskich polskich	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07
			0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
			0.12	0.24	0.36	0.48	0.6	0.72	0.84

A R D Ł U G O Ś C I.

ROSSYJS. NA MIARY ZAMIANA STÓP POLS. NA MIARY
I FRANCUZ. ROSSYJS. I FRANUZKIE.

kich cali.	Metrów.	Stóp polsk.	Rossyjskich		Metrów.
			stóp.	cali.	
0.70	0.305	1	»	11.34	0.288
1.40	0.609	2	1	10.67	0.576
2.10	0.914	3	2	10.01	0.864
2.80	1.219	4	3	9.35	1.152
3.50	1.524	5	4	8.69	1.440
4.20	1.829	6	5	8.03	1.728
4.90	2.133	7	6	7.37	2.016
5.60	2.438	8	7	6.71	2.304
6.30	2.743	9	8	6.05	2.592
7.00	3.048	10	9	5.38	2.880
2.00	6.096	20	18	10.77	5.760
9.00	9.144	30	28	4.16	8.640
4.00	12.192	40	37	9.55	11.52
10.99	15.240	50	47	2.94	14.40
9.98	30.479	100	94	5.89	28.80
1.88	152.397	500	472	5.39	144.0
3.67	304.794	1000	944	10.78	288.0

UŁAMKÓW CAŁA W LINIACH.

0.08	0.09	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
0.8	0.9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0.96	1.08	1.2	2.4	3.6	4.8	6	7.2	8.4	9.6	10.8	12.

MIARY POWIERZCHNI.

FRANCUZKIE.

1 metr kwadratowy = 100 decymetrom kwadratowym.
 1 decimetr kwadratowy = 100 centymetrom kwadr. i t. d.
 1 metr kwadratowy = 10.764298 st. kwadr. rossyjs.
 = 12.0563256 st. kwadr. polskim.

ROSSYJSKIE.

Sażen	stóp	cali	linij
k w a d r a t o w e			
1	49	7056	705600
	1	144	14400
		1	100

Sażen kwadratowy = 4.55208446 metrom kwadr.
 = 1.5244836 saż. polsk. kwadr.
 Stopa kwadratowa = 0.092899682 metr. kwadr.
 = 1.120028969 stóp polsk. kwadrat.

POLSKIE.

Sażen	stóp	cali	linij	millime- trów
k w a d r a t o w e.				
1	36	5184	746496	2985984
	1	144	20736	82944
		1	144	576
			1	4

1 sażen kwadratowy = 2.985984 metr. franc. kwadr.
 = 0.6559597051 saż. kwadr. ross.
 1 stopa kwadratowa = 0.082944 metr. kwadr. franc.
 = 0.89283404305 st. kwadr. ross.

Z A M I A N A M I A R
FRANCUZKICH NA ROSSYJSKIE **ROSSYJSKICH**
I POLSKIE. **FRAN**

Metry	Rossyjskie		Polskie		Stopy rossyjs.	Pols
	stopy	cale	stopy	cale		stopy
k w a d r a t o w e.					k w a	
1	10	110.04	12	8.11	1	1
2	21	76.10	24	16.21	2	2
3	32	42.17	36	24.32	3	3
4	43	8.22	48	32.44	4	4
5	53	118.29	60	40.55	5	5
6	64	84.34	72	48.66	6	6
7	75	50.40	84	56.77	7	7
8	86	16.45	96	64.88	8	8
9	96	126.51	108	72.99	9	10
10	107	92.57	120	81.10	10	11
20	215	41.15	241	18.22	20	22
30	322	133.76	361	99.32	30	33
40	430	82.35	482	36.43	40	44
50	538	30.94	602	117.53	50	56
100	1076	61.89	1205	91.08	100	112
500	5382	21.45	6028	23.44	500	560
1000	10764	42.91	12056	46.89	1000	1120

ZNACZENIE WIELKOŚCI UŁAMKÓW CAŁA KWA

Ułamek	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07
znaczy linii { rossyjskich	1	2	3	4	5	6	7
kwadratow. { polskich	1.44	2.88	4.32	5.76	7.20	8.64	10.08

K W A D R A T O W Y C H.
NA POLSKIE I **POLSKICH NA ROSSYJSKIE**
CUZKIE. **I FRANCUZKIE.**

kie		Metry	Stopy polskie	Rossyjskie		Metry
cale				stopy	cale	
d r a t o w e.			k w a d r a t o w e.			
17.28	0.09289	1	0	128.16	0.08294	
34.56	0.18574	2	1	112.32	0.16588	
51.84	0.27869	3	2	96.48	0.34863	
69.13	0.37159	4	3	82.08	0.33177	
86.41	0.46449	5	4	66.24	0.41472	
103.69	0.55739	6	5	50.40	0.49766	
120.90	0.65029	7	6	34.56	0.58061	
138.27	0.74319	8	7	20.16	0.66352	
11.52	0.83609	9	8	4.32	0.74649	
28.82	0.92899	10	8	132.48	0.82944	
57.67	1.85799	20	17	122.40	1.65888	
86.51	2.78699	30	26	112.32	2.48832	
115.35	3.71598	40	35	102.24	3.31776	
0.20	4.64498	50	44	92.16	4.14720	
0.40	9.28996	100	89	40.32	8.29449	
2.08	46.4498	500	446	59.04	41.4720	
4.16	92.8996	1000	892	119.52	82.9440	

DRATOWEGO W LINIACH KWADRATOWYCH.

0.08	0.09	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
8	9	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
11.52	12.96	14.4	28.8	43.2	57.6	72	86.4	100.8	115.2	129.6	144

MIARY SZEŚCIENNE.

FRANCUZKIE.

- 1 metr sześcienny = 1000 decimetrom sześciennym.
 1 decimetr sześcienny = 1000 centimetrom sześciennym.
 1 metr sześć. = 1000 litrom sześć.
 1 litr = 1 decimetrowi sześciennemu.
 1 metr sześć. = 35.316574543 stóp sześć. rossyjs.
 = 41.862241398 stóp sześć. pols.

ROSSYJSKIE.

Sażen	stóp	cali	linij
s z e ś c i e n n y c h.			
1	343	592704	592704000
	1	1728	1728000
		1	1000

- Sażen sześć. = 9.712151922 metr. sześć.
 = 1.8822799954116 sąż. sześć. pols.
 Stopa sześć. = 0.028315311475051 metr. sześć.
 = 1.18534257615539 stop. sześć. pols.

POLSKIE.

Sażen	stóp	cali	linij	millimetrów
s z e ś c i e n n y c h.				
1	216	373248	644972544	5159780352
	1	1728	2985984	23887872
		1	1728	13824
			1	8

- Sażen sześć. pols. = 5.159780352 metr. sześć.
 = 0.53127055222655 sąż. rossyjs.
 Stopa sześć. pols. = 0.023887572 metr. sześć.
 = 0.8436379662 stop. sześć. rossyjs.

Z A M I A N A M I A R
FRANCUZKICH NA ROSSYJSKIE ROSSYJSKIE
I POLSKIE. FRAN

Metry	Rossyjskie		Polskie		Stopy rossyj.	Pols
	stopy	cale	stopy	cale		stopy
s z e ś c i e n n e.					s z e ś	
1	35	547.0104	41	1489.9524	1	1
2	70	1094.0918	83	1251.9048	2	2
3	105	1641.1368	125	1013.8590	3	3
4	141	460.1836	167	775.8115	4	4
5	176	1007.2287	209	537.7655	5	5
6	211	1554.2755	251	299.7164	6	7
7	247	373.3405	293	61.6705	7	8
8	282	920.3673	334	1551.6247	8	9
9	317	1467.4137	376	1313.5772	9	10
10	353	286.4592	418	1075.5312	10	11
20	706	572.9184	837	423.0627	20	23
30	1059	859.3793	1255	1498.5941	30	35
40	1412	1145.8385	1674	846.1255	40	47
50	1765	1432.2994	2093	193.6568	50	59
100	3531	1136.5989	4186	387.3139	100	118
500	17658	498.9962	20931	208.5678	500	592
1000	35316	997.9943	41862	417.1357	1000	1185

ZAMIANA UŁAMKÓW CAŁA SZEŚCIENNE

Ułamek.	0.0001	0.0002	0.0003	0.0004	0.0005	0.0006	0.0007
znaczy linii { rossyjsk.	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
szesciennych { polskich	0.17	0.34	0.52	0.69	0.86	1.04	1.21
Ułamek.	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07
znaczy linii { rossyjsk.	10	20	30	40	50	60	70
szesciennych { polskich	17.28	34.56	51.84	69.12	86.40	103.68	120.96

S Z E Ś C I E N N Y C H
NA POLSKIE I POLSKIE NA ROSSYJSKIE
CUZKIE. I FRANCUZKIE.

kie		Metry	Stopy polskie	Rossyjskie		Metry
cale				stopy	cale	
c i e n n e.			s z e ś c i e n n e.			
320.2709	0.02831	1	0	1457.8064	0.02388	
640.5436	0.05663	2	1	1187.6129	0.04777	
960.8145	0.08494	3	2	917.4193	0.07166	
1281.0873	0.11326	4	3	647.2258	0.09555	
1601.3600	0.14157	5	4	377.0305	0.11943	
193.6310	0.16989	6	5	106.8370	0.14332	
513.9018	0.19820	7	5	1564.6417	0.16721	
734.1746	0.22652	8	6	1294.4499	0.19110	
1154.4474	0.25483	9	7	1024.2581	0.21498	
1474.7184	0.28315	10	8	754.0629	0.23887	
1221.4437	0.56630	20	16	1508.1258	0.47775	
968.1621	0.84945	30	25	534.1922	0.71662	
714.8874	1.13261	40	33	1288.2551	0.95550	
361.5989	1.41576	50	42	314.3197	1.19437	
923.1960	2.83153	100	84	628.6394	2.38875	
1159.9856	14.15765	500	421	1415.2026	11.94378	
588.9713	28.31530	1000	843	1102.4052	23.88757	

NEGO NA LINJE SZEŚCIENNE.

0.0008	0.0009	0.001	0.002	0.003	0.004	0.005	0.006	0.007	0.008	0.009
0.8	0.9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.38	1.55	1.73	3.46	5.18	6.91	8.64	10.37	12.10	13.82	15.55
0.08	0.09	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
80	90	100	200	300	400	500	600	700	800	900
138.24	155.52	172.8	345.6	518.4	691.2	864.0	1036.8	1209.6	1382.4	1555.2

MIARY CIĘŻKOŚCI CZYLI WAGI.

WAGI FRANCUZKIE.

- 1 kilogramm = 10 hektogrammom.
 1 hektogramm = 10 dekagrammom.
 1 dekagramm = 10 grammom.
 1 decimetr sześcienny wody dystylowanej w temperaturze
 + 4° C = 1 kilogr.
 1 metr sześcienny wody dystylowanej, równa się wadze
 1000 kilog.
 1 funt francuzki (livre) = 0.489505847 kilogr.
 Kilogram = 2.042876519 livrom.
 1 kilogram = 2.442670 funtów rosyjskich.
 = 2.466066 funtów polskich.

WAGI ROSSYJSKIE.

Pud	funtów	łutów	zołotnik.	dolij
1	40	1280	3840	368640
	1	32	96	9216
		1	3	288
			1	96

Pud = 16.37552 kilogr. fr.

= 40.38312 funt. pols.

Funt rosyjski = 0.409388 kilogr. fran.

= 1.009578 funt. pols.

WAGI POLSKIE.

Centnar	kamieni	funtów	uncyj	łutów
1	4	100	1600	3200
	1	25	400	800
		1	16	32
			1	2

Centnar = 40.5504 kilogr. fran.

= 99.0513 funt. rosyjsj.

Funt = 0.405504 kilogr. francuz.

= 0.990513 funt. rosyjsj.

1	2	3	4	5
1000	1000	100	1	1
1000	1000	100	1	1
1000	1000	100	1	1
1000	1000	100	1	1

Z A M I A N A W A G.

FRANCUZKICH NA ROSSYJSKIE
I POLSKIE.

Kilogramy francuzkie.	R o s s y j s k i e		P o l s k i e	
	funty.	łuty.	funty	łuty.
1	2	14.16	2	14.91
2	4	28.33	4	29.82
3	7	10.49	7	12.74
4	9	24.66	9	27.65
5	12	6.82	12	10.56
6	14	21.99	14	25.47
7	17	3.15	17	8.40
8	19	17.32	19	23.31
9	21	31.48	22	6.23
10	24	13.65	24	21.14
20	48	27.30	49	10.28
30	73	8.96	73	31.42
40	97	22.61	98	20.56
50	122	4.27	123	9.70
100	244	8.54	246	19.41
500	1221	10.72	1233	1.06
1000	2442	21.44	2466	2.11

ZAMIANA WAG ROSSYJSKICH, NA POLSKIE
I FRANCUZKIE.

Funt rossyjskie.	P o l s k i e		Kilogrammy.
	funty.	łuty.	
1	1	0.30	0.40939
2	2	0.61	0.81878
3	3	0.92	1.22816
4	4	1.22	1.63755
5	5	1.53	2.04694
6	6	1.84	2.45633
7	7	2.14	2.86572
8	8	2.44	3.27510
9	9	2.76	3.68449
10	10	3.06	4.09388
20	20	6.12	8.18776
30	30	9.18	12.2816
40	40	12.24	16.3755
50	50	15.32	20.4694
100	100	30.64	40.9388
500	504	25.25	204.694
1000	1009	18.50	409.388

ZAMIANA WAG POLSKICH, NA ROSSYJSKIE

I FRANCUZKIE.

Funt polskie.	R o s s y j s k i e		Kilogrammy.
	funt.	łuty.	
1	0	31.68	0.40550
2	1	31.39	0.81100
3	2	31.04	1.21651
4	3	30.79	1.62201
5	4	30.43	2.02752
6	5	30.08	2.43302
7	6	29.85	2.83853
8	7	29.57	3.24403
9	8	29.26	3.64953
10	9	28.96	4.05504
20	19	25.92	8.11008
30	29	22.89	12.1651
40	39	19.84	16.2201
50	49	16.82	20.2752
100	99	1.64	40.5504
500	495	8.21	202.752
1000	990	16.42	405.504

K O N I E C.



OBJAŚNIENIE SKRÓCEN.

- 1^m —1 metr podłużny.
 1^{mk} —1 metr kwadratowy.
 1^{ms} —1 metr sześcienny.
 1^{dm} —1 decimetr.
 1^{cent} —1 centimetr.
 1^{mill} —1 millimetr.
 1^{kgr} lub 1^{kil} —1 kilogram.
 0^{km} —ilość działania oznaczona w kilogramach podniesionych do wysokości jednego metra.
 1^g —1 godzina.
 $1'$ —1 minuta.
 $1''$ —1 sekunda.
 1^{litr} —1 litr.
 1^{kp} —1 koń parowy.
 1^{atm} —1 atmosfera.
 1° —1 stopień kąta.
 $+1^\circ C$ 1 stopień ciepła na termometrze Celcyusza.
log.—logarytm.
wst.—wstawa.
dost.—dostawa.
stycz.—styczna.
siecz.—sieczna.

SPIS PRZEDMIOTÓW.

Numera
paragrafów.

stronnic.

PRZEDMOWA TŁOMACZA	I do III
PRZEDMOWA AUTORA	1 — 5
OKREŚLENIA PRZYJĘTE	7 — 9

O PRZEPŁYWIE WÓD.

1 do 10	O wypływie przez pewien otwór w ciągu je- dnej sekundy	11 — 19
11 — 27	O wypływie rzeczywistym przez otwory, w których ciśnienie wody, jest na ścianę górną otworu	19 — 39
28 — 34	O przepływie wody przez otwory, sposo- bem przewału	39 — 45
35 — 44	Mierzenie masy przepływu wód	45 — 54
45 — 47	Prędkość wody w pogródkach	54 — 58
48	Komory wodne	58 — 60
49 — 50	Prędkość wody przechodzącej na koła	60 — 62
51 — 62	Urządzenie kanałów według zasad stałych.	63 — 68
63 — 84	O rurach rozprowadzających wody	68 — 115

Numera paragrafów.		stronnica.
85—105	Przepływ wody przez otwór w rezerwoarze, której poziom zmienia się	116—135
106—117	RUCH I PRZEPŁYW GAZÓW	136—147
118	O SIŁE WODY.	148

KOŁA WODNE.

120—121	Prawidła używane do oszacowania działa- nia użytkowego danego koła wodnego	149—150
122—126	Dawne koła o łopatkach płaskich	150—155
127—130	Koła o łopatkach płaskich dokładnie osa- dzone w pogródce zaokrąglonej	155—161
131	Koła o łopatkach krzywych Poncelet'a	161—164
132—138	Koła korytkowe	164—174
139—141	Koła wiszące na statkach (plywaki)	174—176
141—149	Turbiny	176—183
150—203	Urządzenie kół wodnych	183—212
204—210	Porównanie różnych gatunków kół wodnych	212—216
211—213	O WIATRAKACH	217—218

MACHINY PAROWE.

214—224	Dane z doświadczenia nad parą	219—229
225—238	Działanie użytkowe w maszynach parowych.	229—243
239	Tablica logarytmów hyperbolicznych	243—251
240—245	Porównanie rozmaitych systemów maszyn parowych	251—254

WYMIARY MACHIN PAROWYCH.

246—265	Machiny o niskim ciśnieniu	254—263
266—275	Machiny Woolfa o dwóch cylindrach z prze- pustem i zgęszczaniem	263—267
276—282	Machiny o wysokim ciśnieniu z przepustem bez zgęszczania	267—272
283—289	Machiny o wysokim ciśnieniu z przepustem i zgęszczaniem	273—276
290—296	Wymiary kotłów maszyn parowych o wyso- kim ciśnieniu	276—281

Numera paragrafów.		stronnica.
297—303	Zasady, co do wymiarów głównych części, przenoszących ruch w maszynach paro- wych	281—284
304—314	REGULATORY.	285—298
315—341	GŁÓWNE SPOSOBY PRZENOSZENIA RUCHU	299—324
342—362	TARCIE I SZTYWNOŚĆ LIN	325—357
363	CIĄNIENIE WÓZÓW.	357—367
364—450	OPÓR MATERIAŁÓW I FORMUŁY Z DOŚWIAD- CZENIA.	368—450

RÓWNOWAGA W BUDOWLACH.

451—468	Prawidła do obliczania parcia sklepień i gru- bości, jaką dawać należy filarom	451—472
469—477	Wymiary grubości murów osłaniających, wystawionych na parcie ziemi.	472—480
478—482	Wymiary murów w domach mieszkalnych i innych	480—485
482—496	O pokryciu i wiązaniu dachów	485—507
497—501	WYPADKI Z SPOSTRZEŻEŃ NAD DZIAŁANIEM UŻYTKOWEM W MASZYNACH	509—564
502	TABLICE ciężaru gatunkowego i rozszerzal- ności ciał, zamiana miar i wag francuz- kich, rossyjskich i polskich.	565—590

SPROSTOWANIE ZNACZNIJSZYCH POMYLEK.

str:	wiersz:	zamiast:	czytać:
8	12	cyfrach t	cyfrach
22	6	$0^m.02$	$0^m.20$ w kolumnie 2
35	35	43	48 w kolumnie 1
—	36	600	0.60 w kolumnie 2
38	5	$n^0 24$	$n^0 26$
43	12	progiem	nad progiem
47	19	$3^m + 2 \times 1^m.10 = 5^m.20$	$3^m + (2 \times 1^m.10) = 5^m.20$
54	1	0.076	$0^m.076$
56	30	$n^0 41 = 4^m.50$	$n^0 45 = 4^m.50$
58	11	$\sqrt{19.62 \times 0^m.10}$	$\sqrt{19.62 \times 1^m.10}$
68	30	$n^0 40$	$n^0 44$
67	10	$S = 1^m.984 \times 2^m.83 \times 0^m.496 =$ $2^m.388$	$S = 1^m.984 + 2^m.83 \times 0^m.496 =$ $2^m.388$
74	26	na u $\frac{1}{4}$ DJ	na $\frac{1}{4}$ DJ
76	19	na S	na J
77	14	$n^0 66$	$n^0 67$
—	22	$Q = 6^m.02660$	$Q = 0^m.02666$
110	8	$\left(0.0039 + 0.0186r \frac{c'}{r^3}\right)$	$\left(0.0039 + 0.0186r \frac{c'}{r^3}\right)$
—	12	$n^0 67$	$n^0 71$
—	26	$n^0 74$	$n^0 78$
117	31	$m = 405$	$m = 0.405$
118	14	20 godzin	20 minut
—	20	$H\sqrt{H}$	$H'\sqrt{H'}$
—	22	$= 6994^m$	$= 16994^m$
119	26	$= 4.95^m$	$= 495^m$
120	13	$\sqrt{19.62 \times 1^m.50 \times 180''}$	$\sqrt{19.62 \times 1^m.50 \times 180''}$
127	7	$n^0 88$	$n^0 86$

str:	wiersz:	zamiast:	czytać:
128	8	2.085	2.885
131	32	H i h'	H' i h'
133	22	n ⁰ 103	n ⁰ 102
140	11	$+(1^{\text{kil}}.3598 \times 0^{\text{m}}16^{\text{kil}}1^{\text{kil}}) = \frac{=913}{1^{\text{kil}}.913}$	$+(1^{\text{kil}}.3598 \times 0^{\text{m}}.16) = \frac{=913}{1^{\text{kil}}.913}$
141	23	$d = \frac{1.2572 P}{1 + 0.003665},$	$d = \frac{1.2572 P}{1 + 0.003665 t},$
—	30	0.7827	0.7840
144	3	n ⁰ 109	n ⁰ 113
145	18	n ⁰ 110	n ⁰ 114
—	25	$\left(\frac{1}{m} - 1\right)$	$\left(\frac{1}{m'} - 1\right)$
158	14	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$
159	28	0 ^m .679	$\frac{769}{1014} = 0^{\text{m}}.758$
160	4	$\left\{1^{\text{m}}.48 - \frac{1^{\text{m}}.621 - 0^{\text{m}}.985}{9.81} \times \left\{1^{\text{m}}.48 \times \frac{0^{\text{m}}.985 - 1^{\text{m}}.621}{9.81} \times \right.\right.$	$\left.\left\{1^{\text{m}}.48 \times \frac{0^{\text{m}}.985 - 1^{\text{m}}.621}{9.81} \times \right.\right.$
		$\left.\left.\begin{array}{l} \times 1^{\text{m}}.621 \end{array}\right\} \right\}$	$\left.\left.\begin{array}{l} \times 1^{\text{m}}.621 \end{array}\right\} \right\}$
165	23	n ⁰ 131	n ⁰ 132
173	1	n ⁰ 130	n ⁰ 135
—	11	(0.06768 + 0.0168)	(0.06768 + 0.0168)
174	16	n ⁰ 137	n ⁰ 136
177	10	n ⁰ 22	n ⁰ 23
182	24	w 1"	w 1" w turbinie Fourney-ron'a
183	12	1000QH6567 ^{km} 87 ^{kp} 6	1000QH=6567 ^{km} =87 ^{kp} 6
186	26	n ⁰ 45	n ⁰ 49
187	6	n ⁰ 124	n ⁰ 129
188	2	n ⁰ 127	n ⁰ 128
—	13	n ⁰ 155	n ⁰ 161
190	17	n ⁰ 129	n ⁰ 134
192	6	n ⁰ 173	n ⁰ 175
193	4	n ⁰ 171	n ⁰ 172
194	3	142 razy	półtora razy
—	18	n ⁰ 173	n ⁰ 172
202	21	n ⁰ 19	n ⁰ 21

str:	wiersz:	zamiast:	czytać:
206	1	n ⁰ 178	n ⁰ 188
207	5	n ⁰ 125	n ⁰ 130
208	24	0.70	0.65
209	13	n ⁰ 141	n ⁰ 200
210	9	n ⁰ 145	n ⁰ 200
212	2	4.26	4.20
217	22	n ⁰ 149	n ⁰ 42
—	23	213 wiatru	wiatru
219	9	n ⁰ 102	n ⁰ 106
224	26	n ⁰ 108	n ⁰ 112
227	24	(207)	n ⁰ 221
—	30	5.50	550
235	2	n ⁰ 214	n ⁰ 227
—	26	$\left\{1 \log. \text{hyp. } 4 - \frac{0.055}{0.843}\right\}$	$\left\{1 + \log. \text{hyp. } 4 - \frac{0.055}{0.843}\right\}$
304	25	n ⁰ 243	n ⁰ 316
315	5	n ⁰ 232	n ⁰ 324
322	21	n ⁰ 320 i 323	n ⁰ 324 i 331
332	9	0.054	0.04 do 0.05
—	20	0.054	0.04 do 0.05
333	8	0.054	0.04 do 0.05
—	11	0.054	0.04 do 0.05
335	14	0.314 × 810 = 254 ^{kil}	0.16 × 810 = 129 ^{kil} .60
336	32	n ⁰ 345	n ⁰ 343
338	26	n ⁰ 345	n ⁰ 343
345	34	$P = \frac{0^{\text{m}}.029}{0^{\text{m}}.500} \times$	$P = \frac{0^{\text{m}}.029}{1^{\text{m}}.500} \times$
350	13	0 ^m .28	0 ^m .028
383	25	0.016	0.160
—	26	0.012	0.125
—	27	0.094	0.694
387	19	0 ^m .27	0 ^m .027
405	14	n ⁰ 157	n ⁰ 129
410	18	n ⁰ 379	n ⁰ 434
420	7	$\frac{=0.30}{=0.0035}$	$\frac{-0.30}{=0.0035}$

str:	wiersz:	zamiast:	czytać:
420	11	$\frac{=0.30}{-0.00594}$	$\frac{-0.30}{-0.00594}$
428	3	$\frac{\times 0.52}{\times 2} = 0.00462$	$\frac{\times 2.50}{\times 2} = 0.00462$
424	21	$b = 3b$	$b' = 3b$
430	25	$\frac{50}{60} \times 6 \times 280.70 = 3^m.663$	$\frac{50}{60} \times 6.28 \times 0.70 = 3^m.663$
432	2	$n^0 411$	$n^0 372$
—	13	1400000	140000
—	14	960000	96000
434	9	$e = \frac{pr}{4500000}$	$e = \frac{pr}{45000000}$
435	4	$\frac{2}{5}d$	$\frac{6}{5}d$
436	31	Wysokie	Wysokość
440	17	$n^0 381$	$n^0 377$
460	24	$n^0 654$	$n^0 456$
466	6	$\sqrt[4]{\frac{1}{4}a^3(K-1)}$	$\sqrt[4]{\frac{1}{4}a^3(K^3-1)}$
470	9	$E = \frac{5 \times 17 \times 46 : 777}{144}$	$E = \frac{5 \times 17 \times 46^m.777}{144}$
471	19	$n^0 468$	$n^0 464$
473	1	$h = 2K$	$h = 2H$
474	7	$\frac{p'}{p} = 1 \quad \frac{p'}{p} = 1 \quad \frac{p'}{p} = 1$	$\frac{p'}{p} = 1 \quad \frac{p'}{p} = 1 \quad \frac{p'}{p} = 1.5$
479	23	$n^0 472$	$n^0 475$
492	11	$ 0.14 0.14 $	$ 0.30 0.14 $
499	30	$\frac{3}{4}$	$\frac{5}{4}$
501	22	$ab^3 = \left(0.680b... \right)$	$ab^3 = \frac{P}{R'} \left(0.680b... \right)$
—	25	$ab^3 = \left(0.597b... \right)$	$ab^3 = \frac{P}{R'} \left(0.597b... \right)$
502	3	$ab^3 = \left(0.597b... \right)$	$ab^3 = \frac{P}{R'} \left(0.597b... \right)$
503	21	$ab =$	$ab^3 =$
504	12	113724	113274
506	18	$n^0 459$	$n^0 495$



5564-D

621
Morin
Zbiór

Sz

Zbiór.