PROGRAMMA POPISU UCZNIÓW INSTYTUTU TECHNICZNEGO KRAKOWSKIEGO.

Rok dziesiąty.

W KRAKOWIE
W DRUKARNI UNIWERSYTECKIEJ

1844.

PROGRAMMA
POPISÓW ROCZNYCH
UCZNIÓW
INSTYTUTU TECHNICZNEGO
W GMACHU TEGOŻ INSTYTUTU

W DNIACH 23, 24 I 25 LIPCA 1844 ROKU ODBYWAĆ SIĘ MAJĄCYCH,

NA KTÓRE

PRZEŚWIETNĄ PUBLICZNOŚĆ

DYREKTOR

WRAZ Z ZGROMADZENIEM PROFESSORÓW

ZAPRASZA.

W KRAKOWIE
W DRUKARNI UNIWERSYTECKIÉJ
1844.

Za pozwoleniem Cenzury Rządowéj.

ROZKŁAD PRZEDMIOTÓW

NA POPIS PUBLICZNY ROCZNY

UCZNIÓW INSTYTUTU TECHNICZNEGO.

Po odbytém Nabożeństwie, Spowiedzi i Kommunii Śtéj rozpoczną się popisy Uczniów w następującym porządku:

Wtorek dnia 23 Lipca 1844 r.

KURS I.

Rano.

Nauka Religii i Moralności	od 9 do $9\frac{1}{4}$
Matematyka	— $9\frac{1}{4}$ — 10
Język niemiecki	— 10 — $10\frac{1}{2}$
Język polski	— $10\frac{1}{2}$ — 11
Historya i Jeograf.	— 11 — $11\frac{1}{4}$
Język francuzki	— $11\frac{1}{4}$ — $11\frac{3}{4}$
Język rossyjski	— $11\frac{3}{4}$ — $12\frac{1}{4}$
Rysunki	— $12\frac{1}{4}$ — $12\frac{1}{2}$
Kaligrafia	— $12\frac{1}{2}$ — $12\frac{3}{4}$
Zoologia.	

KURS II.

Po południu.

Nauka Rel. i Moraln.	od 3 do $3\frac{1}{4}$
Trygonometrya i Solidometrya	— $3\frac{1}{4}$ — 4
Język rossyjski	— 4 — $4\frac{1}{4}$
Język polski	— $4\frac{1}{4}$ — $4\frac{3}{4}$
Historya i Jeografia	— $4\frac{3}{4}$ — 5
Algebra i miernictwo	— 5 — $5\frac{3}{4}$
Język niemiecki	— $5\frac{3}{4}$ — $6\frac{1}{4}$
Język francuzki	— $6\frac{1}{4}$ — $6\frac{3}{4}$
Rysunki	— $6\frac{2}{4}$ — 7.
Botanika.	

Środa dnia 24 Lipca r. b.

KURS III.

Rano.

Fizyka	od 9 do $9\frac{1}{2}$
Chemia	— $9\frac{1}{2}$ — 10
Jeometr. wykreśl.	— 10 — $10\frac{1}{2}$

KURS IV.

Po Południu.

Budownictwo	od 3 — $3\frac{1}{2}$
Mechanika i Jeometr. wykreślna	— $3\frac{1}{2}$ — $4\frac{1}{4}$

Algebra wyższa i Trygon. kulista	od $10\frac{1}{2}$	do 11
Budownictwo	— 11	— $11\frac{1}{2}$
Język francuzki	— $11\frac{1}{2}$	— 12
Język niemiecki	— 12	— $12\frac{1}{2}$
Rysunki	— $12\frac{1}{2}$	— $12\frac{3}{4}$
Mineralogia.		

Matemat. wyższa	od $4\frac{1}{4}$	do $4\frac{1}{2}$
Fizyka	— $4\frac{1}{2}$	— 5
Chemia z Kursem V.	— 5	— 6
Technologia	— 6	— $6\frac{1}{2}$
Teorya gospodarstwa.		

Czwartek dnia 25 Lipca r. b.

KURS V.

Rano.

Mechanika i Jeometrya wykreślna	od 9	do $9\frac{1}{2}$
Rachunek dyfferencyonalny i integralny	— $9\frac{1}{2}$	— 10
Budownictwo	— 10	— $10\frac{1}{2}$
Technologia	— $10\frac{1}{2}$	— 11
Buchalterya	— 11	— $11\frac{1}{2}$.

Po południu.

Wiadomości handl.	od 3	do 4
Malarstwo i Rysunki	— 4	— $4\frac{1}{2}$
Rzeźbiarstwo	— $4\frac{1}{2}$	— 5
Stolarstwo	— 5	— $5\frac{1}{2}$
Z Nauki jeżdżenia konno	— $5\frac{1}{4}$	— $6\frac{1}{4}$.
Muzyka vacat.		
Śpiew dramatyczny	— $6\frac{1}{4}$	— $7\frac{1}{2}$

W dniu 27 Lipca r. b. z rana o godzinie 10 nastąpi w Amfiteatrze Nowodworskim rozdanie Nagród i Pochwał celującym w pilności i dobrych obyczajach uczniom, po czém udadzą się do Kościoła Ś. Anny na podziękowanie Bogu za pomyślne ukończenie nauk.

CZŁONKOWIE ZGROMADZENIA

PROFESSORÓW I NAUCZYCIELI

INSTYTUTU TECHNICZNEGO KRAKOWSKIEGO

W ROKU SZKOLNYM $18^{43}/_{44}$.

Dyrektor *Ludwik Kosicki* NN. WW. i Filozofii Doktor, Członek Towarzystwa naukowego krakowskiego.

1. Professor *Felix Radwański* Czł. Tow. Nauk., uczył Architektury w kursach III, IV i V.
2. Professor *Michał Łuszczkiewicz* Czł. Tow. Nauk., uczył Solidometryi, Trygonometryi płaskiéj, w kursie II; Fizyki w kursie III i IV.
3. Professor *Jan Nowiński* NN. WW. i F. M. Czł. Tow. Nauk., uczył Języka Polskiego, Historyi i Jeografii w kursach I i II.
4. Professor *Paweł Florkiewicz* Filozofii Magister, uczył Jeometryi płaskiéj w kursie I, Miernictwa w kursie II, a Algebry w kursach I i II.
5. Professor *Jan Nep. Bizański* Czł. Tow. Nauk., uczył Rysunków i Perspektywy jako téż i Rysunku wyższego.
6. Professor *Wojciech Kornelli Stattler* uczył Malarstwa.
7. Professor *Karol Franciszek Mohr*, Magister Farmacyi, uczył Chemii w kursach III, IV i V.
8. Professor *Józef Podolski*, Filozofii Doktor, uczył Jeometryi wykréślnéj w kursach III, IV i V, i Mechaniki w kursie IV i V.

9. Professor *Antoni Polcer* uczył Buchhalteryi w kursie Vtym i wykładał wiadomości handlowe subjektom i praktykantom handlowym.
10. Professor *Karol Ceptowski* uczył Rzeźbiarstwa i Modelowania i Proporcyi z Antyków od 1go roku wieku do lat 24.
11. Professor *Jan Nep. Głowacki* uczył rysunku krajowidoków.
12. Professor *X. Henryk Macki* uczył Nauki Religii i Moralności w kursach I i IIgim i Języka Niemieckiego w kursie IIIcim.
13. Professor *Wincenty Gorączkiewicz* uczył muzyki uczniów funduszowych w Bursie muzycznéj.
14. Professor *Franciszek Mirecki* uczył Śpiéwu drammatycznego.
15. Nauczyciel *Gabryel Lauvernay* uczył Języka Francuzkiego w kursach I, II i III.
16. Nauczyciel *Hieronim Mecherzyński* uczył Języka Rossyjskiego w kursach I i II.
17. Adjunkt *Kazimiérz Ramza* oprócz obowiązków do téj posady przywiązanych, uczył Języka Niemieckiego w kursach I i II.
18. Nauczyciel *Wincenty Bożnański* uczył sztuki jeżdzenia konno.
19. *Felix Lipnicki* uczył zastępczo Litografii i Kaligrafii w kursie I.
20. *Ignacy Janicki* wykładał zastępczo Algebrę i Trygonometryą kulistą w kursie III, Jeometryą analit. w kursie IV, Rachunek Dyfferencyon. i Integralny w kursie Vtym.
21. *Jan Kluszczyk* wykładał zastępczo Technologią i Naukę rysunku Machin w kursach IV i Vtym.
22. *Ignacy Krupiński* Majster Stolarski, w warsztacie stolarskim wprawiał uczniów w robienie modeli.

W roku bieżącym Szkoła Techniczna ogółem miała uczniów **120**, z tych na nauki handlowe chodziło **19**, na lekcye śpiewu drammatycznego uczniów **12**, uczennic **9**; na jeometryą dla rękodzielników wykładaną przez Professora Łuszczkiewicza uczęszczało w kursie zimowym trzech podmajstrzych ciesielskich, jeden uczeń od mechanika Nożownika, i trzech uczniów szkoły malarskiéj. Na funduszu Humbertowskim zostających uczęszczało do Szkoły Technicznéj **3**. W ciągu roku opuściło szkołę **10**, umarło **2**, świadectw szkolnych wydano **33**. Z powodu niedoszłego konkursu na katedrę Historyi naturalnéj i teoryi gospodarstwa wiejskiego lekcye tych przedmiotów wakowały, tylko przez godziny na nie przeznaczone niektórzy Professorowie właściwe sobie przedmiota zastępczo wykładali. Zgromadzenie Nauczycielskie w tym roku poniosło stratę przez śmierć dwóch swoich członków: Alexandra Cybulskiego Med. Dr. Prof. Technologii (*) i Józefa Dębskiego

(*) Alexander Kazimiérz Cybulski, urodził się w Mokrzku w Gubernii Krak. roku 1807 Oddany do Szkół Krakowskich po ukończeniu nauk w klassach niższych, nie mając dostatecznego od familii zasiłku, z korrepetycyi utrzymywać się, i daléj nauki o własnéj pracy kontynuować musiał. W roku 1825 uzyskawszy Testimonium maturitatis ukończył wydział filozoficzny w Uniwersytecie, i zupełnie się zawodowi matematycznemu oddać postanowił; — późniéj jednakże nie upatrując w obranym przez siebie przedmiocie żadnéj promocyi ani widoków, zmienił zawód matematyczny i na Wydział medyczny uczęszczać sobie zamierzył; jakoż po ukończeniu przedmiotów na ten Wydział przepisanych, wieńcem Doktora Medycyny roku 1837 zaszczycony został. Wkrótce potém otworzyła się potrzeba obsadzenia Katedry Technologii przy Szkole Technicznéj zaprowadzić się mającéj. Do tego nowego jeszcze w kraju naszym przedmiotu trudno było znaleźdź zdatne indywiduum, któreby potrzebie szkoły i przeznaczeniu swemu godnie odpowiedziało: Władza przeto szkolna osądziła za rzecz najstósowniejszą wysłać za granicę takiego męża, któryby w krótkim przeciągu czasu ten rozległy przedmiot zgłębić i stósownie do potrzeby w szkole naszéj rozwi-

Litografa, zaś złożonego chorobą Prof. Rysunków Jana Nep. Bizańskiego zastępował przez kilka miesięcy P. Jan Wojnarowski. Biblioteka i gabineta powiększają się rok rocznie w miarę funduszów na ten cel przeznaczonych, powiększyły się w tym roku nadto darami kilku osób Instytutowi naszemu sprzyjających, i pracami uczniów w zakładach technicznych wykończonemi i tak darowali:

JJWW. WW. 1. *Cypcer Józef*, Dwutygodnik literacki.

2. *Ceptowski Karol* Prof. Rzeźb. dwie płaskorzeźby: 1) wyobrażającą Pentezyleę król. Amazonek zwyciężoną przez Achilesa, 2) Nemesis.

3. *Chojnacki Konrad* płaskorzeźbę wystawiającą smutek matki nad synem umiérającym, konsol z wyobrażeniem Higiei oznaczającéj medycynę i trzy małe konsoliki 1) wyobrażający Katalanią, 2) Amerykę, 3) Afrykę.

4. *Darowski Wincenty* były Sekr. Jen. Senatu Rządzącego, Obraz olejno malowany wyobrażający Spartanina i Spartankę w naturalnéj wielkości, i dwa obrazy olejne wyobrażające dwóch starców.

nąć go zdołał. Wybór ten padł na Cybulskiego. Wysłany w roku 1838 kosztem Rządu do Wiédnia na rok jeden, nie zawiódł powziętych o nim nadziei. Znajomość głęboka matematyki posłużyła mu do szybkiego obeznania się z przedmiotem całkiem na matematyce opartym. Zwiedził on w téj zamożnéj pod każdym względem w fabryki obfitéj stolicy najsławniejsze zakłady, przypatrzył się metodzie wykładania tego przedmiotu dla którego był za granicę wysłany, uczył się tego co mu poznać wyłącznie wypadało, zbiérał te wiadomości, jakie mu do przyszłego jego zawodu niezbędnie były potrzebne i z bogatym tychże plonem do kraju powrócił. W roku 1839 rozpoczął piérwszy zawód publicznego nauczycielstwa jako zastępca Prof. Technologii przy Szkole Technicznéj, po ukończeniu którego złożył zaszczytnie konkurs, i na aktualnego Professora Technologii patent otrzymał. Niezmordowana pracowitość, chęć doskonalenia się coraz większego w obranym przez siebie przedmiocie, jednały mu wziętość u Rządu, przywiązanie u swych uczniów, miłość u współkolegów i szacu-

JJWW. WW. 5. *Kołodziejski Wincenty* cieśla, zrobiony przez siebie model schodów angielskich, i model mostu wystawionego na Krzeszówce.

6. *Kuhn Adolf* uczeń Szkoły Technicz., Model mostu drewnianego wiszącego, i Modele różnego sposobu wyrabiania szpontpali.

7. *Loewenstein Bernard* uczeń Szkoły Technicznéj model pralni z dwoma walcami gniecącemi.

8. X. *Łubiński* Kan. Katedr. Krak., Model foluszu z kołami ostrokręgowemi.

9. *Łuszczkiewicz Michał* Professor Fizyki muszli kopalnych korytnickich we wsi nad Nidą w guber. krakowskiéj położonéj znajdujących się sztuk 93 w 23 gatunkach.

10. *Przesmycki Wacław* uczeń Szkoły Technicznéj kołowrot złożony do dźwigania ciężarów.

11. *Smitowski Wincenty* Adjunkt przy Inspektorze Dochodów Niestałych dwa obrazy olejno malowane.

nek w całéj publiczności. Trzechletnie prace w stanie nauczycielskim tyle talentom jego zalet przynoszące, tyle zdolność jego wyświécające, okrutna choroba zatamowawszy, nakoniec nam go z grona naszego wyrwała. Umarł dnia 18 Maja 1844 roku, a z nim spełzły te nadzieje, jakiemi się znający jego poświęcenie się dla dobra szkoły i nauk wszyscy cieszyli. Ostatnia posługa oddana zmarłemu Nauczycielowi przez swych uczniów jest najjawniejszym dowodem, ile sobie na ich przywiązanie zasłużyć, ile ich serca dla siebie zobowięzywać umiał. Pisma jego drukiem ogłoszone są: Rozprawa z okoliczności promocyi jego na Doktora Medycyny. „De vis electricae usu medicinali.“ 2. Rozprawa o zasuszaniu drzewa w Programmacie Szkoły Techn. na rok 1842 umieszczona. Pozostała się nadto jeszcze Trygonometrya w rękopiśmie do druku prawie przygotowana, o znakomitéj jego biegłości w matematyce świadcząca. Towarzystwo Naukowe z Uniwersytetem Jagiellońskim złączone, oceniając jego talenta, przywiązanie do nauk jakiém się odznaczał i pracowitość, za Członka go swego roku 1842 przybrało.

WW. 12. *Stehlik Edward* modele z gipsu paraboloydy hyperbolicznéj, schodów kręconych i przejścia ukośnego.

13. *Strzelbicki Marcin* Notaryusz publiczny W. M. Krakowa pudełko obejmujące ciężarki gramma francuzkiego z jego podziałami.

14. *Złowodzki Seweryn* uczeń Szkoły Techn., Chroniques du Levant où memoires de la Grece et des contrees voisines. Par. 1825.

Instytut Techniczny składa za te dary Dawcom publiczne podziękowanie.

Uczniowie Kursów wyższych pod przewodnictwem swych Professorów zwiedzali pobliższe zakłady fabryk, obznajmiali się z machinami znaczniejszemi w kraju naszym zaprowadzonemi, a zaś uczniowie Kursu 2go uczący się Jeometryi praktycznéj wymierzyli pod przewodnictwem Professora Florkiewicza, część przedmieścia Wesoła, jakoto: Wielopole, Realność kliniki, Kościoła Ś. Mikołaja i t. d., i takową na papiér przenieśli.

Kraków dnia 18 Lipca 1844 r.

Ludwik Kosicki
Dyr. Inst. Tech.

O MŁOTACH FRYSZERSKICH.

Przerabianie metalów, mianowicie rozcinanie surowca żelaza na sztuki do walcowania, wydzielenie przez kucie obcych części mechanicznie z tym metalem połączonych, i zamienienie go na sztaby i inne kształty, do wielu potrzeb zastósowane, odbywa się zapomocą wielkich młotów, siłą wody lub pary poruszanych, zwyczajnie młotami fryszerskiemi zwanych, których skład i ocenienie siły do ich poruszenia potrzebnéj, tak ścisłym jak i z doświadczenia wyprowadzonym sposobem, w niniejszém piśmie dla tego podaje, że machiny te nader częstego są użycia, a obrachowanie ich polega na zasadach najobszérniéjsze zastósowanie w mechanice techniczněj mających.

Młoty fryszerskie są to massy ciężkie z żelaza lanego lub kutego, na toporzyskach czyli styliskach drewnianych osadzone, lub niekiedy całkowicie wraz z styliskiem z żelaza lanego sformowane, poruszające się wachadłowo, około osi poziomćj na stylisku utkwionéj i stale podpartéj. Podnoszenie ich sprawia się paluchami osadzonemi, albo wprost na wale koła wodnego, albo na innym wale odbierającym ruch od koła wodnego lub machiny parowéj. Opadają na kowadła niekiedy własnym tylko ciężarem, częściéj wyrzucone paluchem do góry, uderzają o sztukę drzewa sprężyście ułożoną zwaną odbijakiem, przezco silniéjsze i prędsze uderzenia sprawują. Massa żelazna na stylisku osadzona, którą młot o kowadło uderza, zwykle głową młota się zowie, okucie zaś żelazne, równie na stylisku będące, z dwoma czopami ostrokręgowemi, które podparte stanowią oś obrotu młota, hełży ma nazwisko.

Podług wielkości mass do kucia przeznaczonych, stósuje się ciężar młota. W małych kuźniach, ważą młoty od 2ch do 4ch centnarów; w większych, od 5 do 8; w pudlingarniach są młoty całe z lanego żelaza i ważą od **60** do **100** centnarów.

Stósownie do miéjsca działania paluchów na podniesienie młota, dzielą się młoty na trzy rodzaje.

Młot skokowy (Schwanzhammer; marteau à bascule) nazywa się wtedy, gdy paluchy cisnąc koniec styliska za hełżę przedłużony, młot do góry podnoszą.

Podrzutowy (Aufwerfhammer; marteau à soulèvement), gdy paluchy dźwigają młot pomiędzy hełżą a jego głową.

Czołowy (Stirnhammer; marteau frontal), gdy paluchy za koniec styliska przed głowę występujący chwytając, młot do góry podnoszą; hełża zaś jak i w młocie podrzutowym jest na drugim końcu styliska.

Młot zatém skokowy jest 1go, czołowy 2go, podrzutowy 3go rodzaju drążkiem.

I.

Fig. 1 wyobraża widok z boku, fig. 2 widok z przodu, młota podrzutowego. C głowa młota, AC stylisko (Hammerhelm; manche du marteau), A, oś obrotu młota, E paluchy albo żaby (Daumen, Frösche; cames, poucets), z krańcem od końca wału na odległości 1′ 6″ (*) zapomocą klinów utwierdzone; *n′* odbijak (Reitel; rabat); G, G′ fig. 1, 3, 4 rusztowanie (Hammergerüst; ordon) do oparcia hełży i umocowania odbijaka służące; R podstawa czyli fundament rusztowania. Wał *l* odbiera tu ruch zapomocą koła zębatego B, fig. 2, obracanego drugiém kołem zębatém z wału koła wodnego. Dla zregulowania ruchu wału, jest przydany szaleniec (Schwungrad, volant), czego zwykle się używa, ile razy paluchy młot poruszają-

(*) Jedna kreska od góry liczby położona wyraża stopy, dwie zaś, cale.

ce nie są na wale koła wodnego; albowiem sama massa wału niemoże zregulować peryodycznie przerywanego ruchu, a tém samem zapobiedz uderzeniom zębów o siebie, i ich łamaniu się. Paluchy podnoszą tu stylisko, w odległości $\frac{2}{3}$ długości styliska od osi obrotu. Rozpoznajmy w szczegółach części tego młota.

Koło paluchowe fig. 5, jest to kraniec z żelaza lanego z pięciu paluchami na jego obwodzie; i to jest najmniéjsza liczba jaka się daje, gdyż przy większéj ich liczbie, działanie po kole jest lepiéj rozpostarte. Każdy paluch jest 1′ 1″ długi 4″ széroki i z tyłu ma garb *e* dla wzmocnienia. Po osadzeniu na wale, koła paluchowego, strony paluchów chwytające stylisko młota, wykładają się kawałkami drzewa grabowego, tak długiemi jak same paluchy, a 3″ grubemi, i przytwierdzają się, klinując obrączki żelazne *f* z tyłu paluchów, przez co paluchy wzmacniają się i łagodniéjsze uderzenia sprawują.

Fig. 6 wyobraża oddzielnie stylisko z głową młota i hełżą. Stylisko, pospolicie jest równoległościan prostokątny z grabiny młodéj. Ponieważ otwór w głowie młota jest węższy jak grubość styliska, dla tego stylisko w tym końcu zwęża się; od dołu zacięcie z tego powodu tylko się robi, aby klin wbić można, któren głowę młota ze styliskiem spaja. Stylisko w miejscu *q* gdzie od paluchów jest chwytane, pierścieniem z blachy na 8 cali szérokim opatruje się. Drugi koniec A, styliska, wchodzi w hełżę (Hülse, hurasse) czyli walce 6″ długi $2\frac{1}{2}$ cala gruby, mający na jednéj średnicy dwa ostrokręgowe czopy nierówne, fig. 7, z których czop od strony wału jest krótszy, dla lepszego zbliżenia styliska, do wału z paluchami.

Rusztowanie młota składa się z dwóch z lanego żelaza słupów, przodkowego G i tylnego G′, które osobno na fig. 3, 4 mamy odrysowane. Słupy te od góry są połączone sztuką drzewa *h* fig. 1; przy podstawach zaś, w stronę ich wewnętrzną, mają z lanego żelaza płyty, $5\frac{1}{2}$ cala grube, które schodząc się pomiędzy obydwoma słupami tworzą podstawę dla całego rusztowania. Słup przodkowy G, od dołu ma 1′ 6″ széroki otwór; w odległości 1′ 8″ od dolnéj płyty, widzimy dwa wycięcia *s*, *s*, na panewki dla hełży młota. Ku górze jest tylko otwór 9″ széroki i dla odbijaka przeznaczony. Strona tego słupa ku wałowi paluchowemu odwrócona, posiada wycięcie kołowe, którém na wał zachodzi, dla największego ile być może zbliżenia styliska młota do wału. Tylny słup G′ od przodkowego jest węższy; w odległości 2′ 7″ od płyty, ma 2′ 8″ széroki otwór dla odbijaka, który ze swoim klinem O′, na fig. 4 jest odrysowany. Obydwa słupy przy końcu najwyższym mają 15″ wysokie, 6″ szérokie czopy, na które sztuka drzewa *h*, się zakłada, z przodu szérsza, dla przedstawienia młotowi większéj massy. Przy końcach czopów wychodzących nad drzewo *h*, są 3″ w kwadrat otwory, przez które kliny 16″ długie, dla zapobieżenia podnoszeniu się drzewa *h*, wbijają się.

Odbijak *n*′ składa się z dwóch sztuk drzewa dębowego, cieńszemi końcami w tylnym słupie zaklinowanych, z przodu spoczywających na drzewie poprzeczném *p*′, będącém w otworze słupa przodkowego. Dla powiększenia sprężystości drzewa, staraniem jest, aby wymienione drzewa końcami tylko dotykały się, w środku zaś próżne miejsce tworzyły: dostępuje się tego, zapomocą $1\frac{1}{4}$ cali wysokiego klina O′, który od wewnątrz słupa tylnego pomiędzy obydwa wbija się drzewa. Stósowne położenie odbijaka sprawia się przez nałożenie lub podłożenie grubych klinów, i do tego celu otwory w słupach większe odlewają się. Panwie (Zapfenlager, Büchsen der Hammerhülse; crapaudines) dla czopów hełży są równoległościany prostokątne z żelaza lanego, 2′ długie, 4″ szérokie 3″ grube, na fig. 8, z przodu i z boku odrysowane, posiadające w środku półkuliste zagłębienia, dla czopów hełży; przy końcach zaś, na stronach węższych, mają 3″ długie, 1″ szérokie otwory, dla klinów *y*, *y* fig. 1. Te panwie razem z hełżą do wycięć *s*, *s*, słupa przodkowego fig. 3 wsuwają się, drzewem mocują i prócz tego klinami y, y fig. 1, przez otwory wyżéj wymienione przechodzącemi, z obydwóch stron słupa przodkowego, dostatecznie ustalają. Przez większe lub mniéjsze klina przodkowego lub tylnego bicie, można panew tam lub nazad posuwać, czego używa się często, chcąc hełży, a tém samém stylisku, nadać dobre położenie, to jest, aby młot dokładnie na kowadło padał.

Dobre umocowanie rusztowania przy młocie podrzutowym jest rzeczą najważniéjszą; inaczéj nie tylko uderzenia są słabe, ale i częste naprawy następstwem. Dostępuje się zupełnego utwierdzenia rusztowania do fundamentu R, zapomocą cztérech zwór albo ankrów (Anker) *k*, z żelaza lanego, które po rogach rusztowania się zakładają. Zwory te, fig. 9, mają po końcach ucha czyli kapy (Kapen) i są wpuszczone i zamurowane na 8 stóp w głąb fundamentu R. Od dołu fundamentu i od wewnątrz zwór, są dwie belki dębowe na 8′ 8″ długie, w takiem położeniu, aby przez dwie kapy pod nie wynurzające się, dwóch przeciwnych zwór, przewłokę zworową (Ankerdurchschub) *m′*, fig. 10, przez szerokość fundamentu, przeprowadzić można. Od góry fundamentu R, są ułożone 10″ grube belki dębowe, a na nich 9″ grube wydylowanie dębowe. Na wydylowaniu są dwa 7″ długie 2″ grube 4″ szérokie żłóbki (Falzen) do których dwa zupełnie równe grzbiety (Rippen), od płyt rusztowania są wpuszczone i takowe na fig. 1, 3, 4, przez punktowane linije mamy wskazane. Dólna płyta rusztowania w tych miejscach gdzie górne kapy wychodzą ma wycięcia, a przez otwory górnych kap, 5′ długie 1½ cala grube, w jednym końcu 3″, w drugim 4″, wysokie przewłoki żelazne, są zatknięte, i to w ten sposób, aby łączyły dwie zwory wzdłuż rusztowania, gdy przeciwnie dwie dólne przewłoki, jakeśmy widzieli, łączą zwory przez szerokość fundamentu. Dla kształtu klinowego przewłok górnych, przez silne ich uderzanie, zwory dostatecznie się naciągają, przezco rusztowanie z fundamentem dobrze się spaja.

Kowadło na którém żelazo przez uderzenie młota bywa kute, prócz pnia kowadłowego (Ambosstock; billot) *b*, składa się z 3ch części: 1° Szaboty (Schabottenstock; chabotte); 2° z łożyska kowadłowego (Ambosslager); 3° właściwego kowadła (Amboss; enclume).

Szabota jest to massa z żelaza lanego 2' wysoka, od góry 2' 11", od dołu 3' 4" średnicy mająca; od wiérzchu 5½ cala od dołu 10" w głąb wydrążona, którą na fig. 11, w rzucie pionowym, przecięciu i rzucie poziomym widzimy. Wydrążenie dólne Szaboty na pień *b*, 8' wysoki, 19" średnicy mający, w ziemi dobrze osadzony, zakłada się. Pień kowadłowy musi być téj wysokości, aby szabota o 3" w ziemi była pogrążoną. W górne ośmiokątne wydrążenie szaboty, wkłada się łożysko kowadła (Ambosslager) fig. 13. Rozległość zagłębienia szaboty jest nierównie większa jak wielkość łożyska kowadłowego, dla tego, aby kowadłu względem młota odpowiednie położenie nadać można. Łożysko kowadła jest 10" wysokie, przez co w szabocie stale zaklinowane, jeszcze 4½ cala występuje. Na górnéj stronie łożyska kowadłowego jest wydrążenie, fig. 12, dla właściwego kowadła. Kowadło właściwe, które fig. 13 okazuje, w wydrążeniu łożyska, klinami żelaznemi utwierdza się; wynurza się zaś z niego na 4½ cala, i jest ku górze cokolwiek węższe. Kowadło właściwe powinno być tak osadzone, aby młot wiérzchu kowadła wszędzie dotykał i stylisko miało położenie poziome; albowiem w tym tylko razie, jak nietrudno wyrozumieć, uderzenie jest silne.

Fig. 14. okazuje widok młota skokowego (Schwanzhammer) z przodu. AB stylisko, B głowa, X słupy dla hełży. Młot ten jest poruszany paluchami D, cisnącemi koniec A ramienia, krótszego za hełżę przedłużonego; dla trwałości koniec A, odbierający od

paluchów uderzenia, pierścieniem żelaznym opatruje się. E odbijak: jest to belka na wysokość wydylowania fundamentu będąca, i od innych belek o jeden cal odosobniona; na niéj przybija się sztuka żelaza mocnemi gwoździami, o którą guz od dołu pierścienia, za każdem zniżeniem końca A uderza, i przez sprężystość belki odbijając się, silniéjsze i szybsze uderzenia młota sprawia. Młot ten, jak pospolicie bywa, od podrzutowego jest lżejszy, lecz szybsze uderzenia sprawiający. Stylisko do poziomu jest cokolwiek nachylone, aby paluchy pierścień w całéj szerokości dotykały. Urządzenie hełży i panew jest podobne jak w młocie poprzedzającym, słupy tylko, gdzie hełża się wspiera, są nierównie prostsze, i te na fig. 15 z przodu mamy wyobrażone. W większych młotach tego rodzaju, paluchy ograniczają się epicykloidami, gdy tu jako podnoszące młot do małéj wysokości, są w linii prostéj.

Fig. 15 okazuje rzut poziomy i pionowy młota czołowego, służącego do kucia i rozdzielania kłębów żelaznych (Klumpen; boules) w piecu pudlingowym utworzonych. Młot ten jest cały z żelaza lanego, obraca się około osi, na rusztowaniu L spoczywającéj. *b* jest spód głowy młota (Hammerbahn; panne du marteau) czyli sztuka żelazna w otworze ostrokręgowym głowy młota, zapomocą klinów żelaznych i drewnianych, utwierdzana; C właściwe kowadło; N koło paluchowe czyli kraniec z żelaza lanego, w którym paluchy *d, d*... są utkwione, i osadzone jest na wale M, odbierającym ruch od koła wodnego lub machiny parowéj.

II.

Nim się zajmiemy ocenieniem siły do poruszenia młota potrzebnéj, wypada wprzód, poznać zasady do tego celu.

1. Wiadomo z Fizyki, że siły działające chwilowo, mierzą się iloczynem massy ciała poruszonego przez chyżość, jaką na nim sprawują, to jest, przez MC, jeżeli M jest massą, C chyżością, ciała

poruszonego od siły rzutu lub uderzenia; iloczyn ten zwykle ilością ruchu się zowie. Siły zaś ciągłe, jednostajnie przyspieszające lub spaźniające, mają za miarę iloczyn massy poruszonéj przez chyżość nabytą w jednéj sekundzie. Oznaczywszy siłę poruszającą przez F, massę ciała poruszonego przez M, chyżość nabytą w sekundzie przez G, będzie $F = MG$. Działanie siły ciągłéj zamienia się na ciśnienie, gdy massa ciała, na którą siła działa, będzie wspartą na płaszczyznie prostopadłéj do kierunku siły. Gdyby siłą ciągłą była siła ciężkości, wtedy $G = g = 9,81$ metrów, a siła F staje się ciężarem ciała; oznaczywszy ten ciężar przez P, będzie: $P = Mg\ (\alpha)$ zkąd $M = \frac{P}{g}\ (\beta)$. W zrównaniu (α) kładąc raz $M = 1$ drugi raz $P = 1$, otrzymamy w piérwszym razie, ciężar jedności massy, w drugim, massę będącą jednością ciężaru.

2. Iloczyny jednak MC, MG, jako ściągające się do momentalnych działań sił, czyli wyrażające wielkości sił, pod względem równowagi z innémi siłami w uderzeniu lub ciśnieniu, w zastósowaniu nie są wystarczające. W mechanice bowiem technicznéj idzie, nie o zrównoważenie, ale powszechnie o pokonanie oporów przez pewną drogę. Jakoż, jeżeli za pomocą piły przerznąć chcemy drzewo, wtedy nie tylko potrzeba siły mogącéj zrównoważyć opór, jaki spójność drzewa pile przedstawia, ale nadto punkta działania piły posuwać potrzeba w kierunku właściwym tego oporu. Podobnie szlifując, polerując ciała, podnosząc ciężary, rozcierając ziarna między kamieniami, skręcając nitki i t. p. wszędzie siła pokonywa opór przez pewną drogę, i dla tego pod tym względem w zastósowaniu ocenioną być winna. Działanie siły przez drogę w oznaczonym czasie, zowie się jéj pracą mechaniczną (travail mécanique) albo skutkiem mechanicznym, w tym czasie; jakoż, w saméj istocie, praca albo skutek siły w danym czasie np. w jednéj sekundzie, minucie i t. d. będzie większy, im nie tylko opór bez przer-

wy pokonywany, ale i droga w tym czasie od siły odbyta, będzie większą.

3. Dla wyrażenia skutku mechanicznego w sposób ogólny, oznaczmy przez p siłę ciągłą, udzielającą ciału ciężaru P, w czasie nieskończenie małym dt, chyżość dv. Ciało to wolno spadając, w sekundzie nabiera chyżości g, więc w czasie dt, mieć będzie chyżość gdt. Ponieważ siły na jednakową massę działające, są w stosunku chyżości, zatém $p : \mathrm{P} = dv : gdt$; z kąd $p = \frac{\mathrm{P}}{g} \frac{dv}{dt}$; albo, gdy $\frac{\mathrm{P}}{g} = \mathrm{M}$ (L 1, β) przeto $p = \mathrm{M} \frac{dv}{dt}$. Wielkość téj siły, pomnożywszy przez ds czyli przez drogę w czasie dt, mieć będziemy jéj skutek mechaniczny w tym czasie, czyli tak nazwaną pracę elementarną siły $p.ds = \mathrm{M}. \frac{dv}{dt}. ds$. Dajmy że siła p, która w czasie dt przebiega drogę ds, w jednéj sekundzie przechodzi drogę v; więc skoro dt, ds są nieskończenie małe, będzie $ds : v = dt : 1$, zkąd $ds = v. dt$; a zatém praca elementarna $\mathrm{M}. \frac{dv}{dt}. ds = \mathrm{M}v. dv$. Całkowita zaś praca czyli skutek mechaniczny siły w sekundzie, jest zbiorem prac elementarnych w tym czasie; więc oznaczywszy go przez E, będzie: $\mathrm{E} = \int \mathrm{M}v. dv$ czyli $\mathrm{E} = \frac{1}{2} \mathrm{M}v^2$. Skutek zatém mechaniczny w sekundzie, przez siłę ciągłą sprawiony, ocenia się połową iloczynu massy ciała poruszonego, przez kwadrat jego chyżości, czyli połową siły żywéj (force vive) ciała; gdyż wiadomo, że massa ciała przez kwadrat chyżości pomnożona, jest wyrażeniem siły jego żywéj.

4. Jeżeli dwie massy M, M', od jednéj i téjże saméj siły po okręgach kół promieni r, r', ruchem jednostajnym są poruszane, i obiedwie w minucie robią obrotów n; będzie drogą piérwszéj $2\pi r n$; drugiéj $2 \pi r' n$. Podzieliwszy drogi przez czas, czyli przez 60 sekund, otrzymamy chyżości tych mass: $c = \frac{2\pi r.n}{60}$; $c' = \frac{2 \pi r' n}{60}$ czyli $c = \frac{\pi r n}{30}$, $c' = \frac{\pi r' n}{30}$. Ponieważ skutki mechaniczne siły, w obydwóch razach będą równe, zatém: $\frac{1}{2} \mathrm{M} \left(\frac{\pi r n}{30}\right)^2 = \frac{1}{2} \mathrm{M}' \left(\frac{\pi r' n}{30}\right)^2$ albo $\mathrm{M}r^2 = \mathrm{M}' r'^2$ (α) Iloczyn massy przez kwadrat odległości od osi obrotu, zowie się *momentem bezwładności* (Moment der Träg-

heit; moment d'intertie). Zatém, dwie różne massy, mają równe skutki mechaniczne, jeżeli ich momenta bezwładności są sobie równe. Ze zrównania (α) można którąkolwiek ilość wynaleść, gdy trzy inne są wiadome, a mianowicie: $M' = \frac{Mr^2}{r'^2}$, to jest, wielkość massy, która w odległości r' od osi obrotu, ten sam wpływ na ruch mieć będzie, co massa M w odległości r od téjże osi.

5. Gdyby było wiele mass, bardzo małych, $m_1\ m_2\ m_3\ldots$, równie między sobą, jak i z osią obrotu stale połączonych, mających odległość od osi obrotu $r_1\ r_2\ r_3\ldots$; oznaczmy przez M_1 massę, która w odległości R_1 od osi obrotu zgromadzona, swoją bezwładnością, ten sam wpływ na ruch obrotowy wywiéra, co massy $m_1\ m_2\ m_3\ldots$ w odległościach $r_1\ r_2\ r_3\ldots$ Dajmy, że massę q_1 w odległości R_1, za massę m_1 w odległości r_1 wziąść można; zatém podług (L. 4) będzie, $q_1 R_1^2 = m_1 r_1^2$. Podobnie niech q_2, $q_3\ldots$ toż samo mają znaczenie względem mass, $m_2\ m_3\ldots$ co massa q_1 względem massy m_1; przeto także, $q_2 R_1^2 = m_2 r_2^2$, $q_3 R_1^2 = m_3 r_3^2\ldots$ Dodając strony odpowiadające tych równań otrzymamy: $R_1^2 (q_1 + q_2 + q_3\ldots) = m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2 + m_3 r_3^2 + \ldots$ Że zaś wszystkie massy $q_1\ q_2\ q_3\ldots$ znajdują się w jednym punkcie, przeto $q_1 + q_2 + q_3 + \ldots = M_1$ a tém samém $R_1^2 M_1 = m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2 + m_3 r_3^2 + \ldots$ z kąd

$$M_1 = \frac{m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2 + m_3 r_3^2 + \ldots}{R_1^2}$$

To jest: chcąc znaleść massę, która w pewnym punkcie od osi obrotu zgromadzona, przez swoję bezwładność, ten sam wpływ na ruch obrotowy wywiera, co wiele mass, w różnych odległościach od téjże osi obrotu znajdujących się, potrzeba, summę momentów ich bezwładności, przez kwadrat odległości tego punktu od osi podzielić, gdzie massę zgromadzoną mieć chcemy. Takie działanie rachunkowe, zowie się redukcyą massy.

Ponieważ każde ciało jako zbiór cząstek nieskończenie małych i nieskończenie blisko siebie położonych uważać potrzeba; oznaczywszy zatém w ciele jednę z cząstek przez defferencyalną dm, jéj odległość od osi obrotu przez r, będzie jéj moment bezwładności $r^2 . dm$; summa zaś momentów bezwładności wszystkich cząstek, czyli moment bezwładności całego ciała względem osi obrotu, wyrazi się przez integralną, to jest, przez $\int r^2 . dm$; a do zredukowania jego massy na odległość R_1 posłuży wyrażenie: $M_1 = \int \frac{r.^2 dm}{R_1}$.

6. W ruchu obrotowym ciała, bierze się bardzo często do rachunku w mechanice technicznéj, chyżość punktów w odległości jeden od osi obrotu będących; chyżość ta, oczywiście dla wszystkich tych punktów jednakowa, zowie się *chyżością kątową* (Winkelgeschwindigkeit; vitesse angulaire).

Oznaczmy massy bardzo małe ciała, przez $m_1 m_2 m_3 ...$ ich odległość, od osi obrotu czyli promienie które opisują przez $r_1 r_2 r_3 ...$ chyżości mass wspomnionych, odpowiednio, przez $v_1 v_2 v_3 ...$; chyżość zaś kątową przez ω.

Ponieważ chyżość kątowa, czyli droga w sekundzie, punktem w odległości 1 od osi obrotu na promieniu r_1 leżącym, opisana, jest łukiem podobnym chyżości massy m_1 czyli łukowi opisanemu w sekundzie promieniem r_1; bo łuki te obejmują ten sam kąt przy środku koła promienia r_1, zatém, $1 : r_1 = \omega : v_1$ zkąd, $v_1 = r_1 \omega$. Dla drugiéj massy m_2 działając podobnie, otrzymamy jéj chyżość $v_2 = r_2 \omega$; dla trzeciéj m_3 będzie $v_3 = r_3 \omega ...$ Siły żywe mass $m_1 m_2 m_3 ...$ będą (L. 3) $m_1 r_1^2 \omega^2$, $m_2 r_2^2 \omega^2$, $m_3 r_3^2 \omega^2 ...$ wszystkich mass siła żywa $= \omega^2 (m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2 + m_3 r_3^2 ....)$, a tém samém siła żywa całego ciała (L. 5) będzie: $\omega^2 \int r^2 dm$; skutek zaś sekundowy $\frac{1}{2} \omega^2 \int r^2 dm$.

Z tąd wypada: iż moment bezwładności, pomnożywszy przez kwadrat chyżości kątowéj, otrzymamy siłę żywą, któréj połowa będzie skutkiem jaki massa ciała w ruchu obrotowym sprawić może; odwrotnie, z siły żywéj, otrzymać można moment bezwładności, gdy siłę żywą przez kwadrat chyżości kątowéj się podzieli.

7. Szukajmy momentu bezwładności równoległościanu prostokątnego **A B C D E F** fig. 16, względem osi przez środek jego ciężkości przechodzącéj i równoległéj do jego podstawy, mającego szerokość b, wysokość c, długość k. Wziąwszy środek ciężkości O za początek współrzędnych i przez niego poprowadziwszy trzy osie do siebie prostopadłe OX, OY, OZ, z których oś OX jest osią obrotu; następnie każdą z krawędzi b, c, k podzieliwszy na nieskończoną liczbę części, i przez każdy podział prowadziwszy płaszczyzny równoległe do jego ścian, utworzemy nieskończoną liczbę równoległościanów czyli elementów téj bryły. Niech dm będzie jednym z tych elementów; jego wymiary są dx, dy, dz, a zatém objętość będzie $dx. dy. dz$; massa zaś $dm = \delta. dx. dy. dz$, jeżeli δ jest gęstością tego równoległościanu. Odległością elementu dm od osi obrotu OX, jest: $\sqrt{y^2 + z^2} = r$; przeto moment jego bezwładności $r^2. dm = \delta (y^2 + z^2) dx. dy. dz$; moment zaś bezwładności całego ciała będzie: $\delta \int r^2 dm = \delta \int (y^2 + z^2) dx. dy. dz$. Integrując to wyrażenie, naprzód względem x, będzie:

$$\delta \int (y^2 + z^2) dx. dy. dz = \delta. x \int (y^2 + z^2) dy. dz + C.$$

Biorąc tę integralną od $x = \frac{1}{2} b$, do $x = -\frac{1}{2} b$; a zatém kładąc za x naprzód $\frac{1}{2} b$, potém $-\frac{1}{2} b$ i dwa ztąd otrzymane wypadki odciągając, czyli co na jedno wychodzi, czyniąc $x = \frac{1}{2} b$ i podwajając, otrzymamy żądaną integralną $\delta. b \int (y^2 + z^2) dy. dz$ czyli $\delta. b \int (y^2 dy. dz + z^2 dy. dz)$. Następnie integrując względem y będzie: $\delta. b \int (\frac{y^3}{3}. dz. + z^2 y dz) + C$ a pomiędzy granicami od $y = \frac{1}{2} c$ do $y = -\frac{1}{2} c$ jest: $\delta. b \int (\frac{c^3}{12}. dz + cz^2. dz)$. Nakoniec integralna względem z i pomiędzy granicami $z = \frac{1}{2} k$, $z = -\frac{1}{2} k$, daje: $\delta. b (\frac{c^3 k}{12} + \frac{ck^3}{12}) = \frac{\delta. bc. k}{12} (c^2 + k^2)$ czyli moment bezwładności równoległościanu względem osi przez środek ciężkości przechodzącéj. Ponieważ $\delta. b. c. k$ jest massą tego ciała, zatém moment bezwładności równoległościanu wyrazi się jeszcze $\frac{M}{12} (c^2 + k^2)$.

8. Niech będzie walec prosty, mający za podstawę koło promienia $ad = R$ fig. 17, wysokość k, którego moment bezwładności względem jego osi, czyli względem linii prostopadłéj do podstawy

i przez środek jego ciężkości przechodzącéj, znaleść mamy. Podzielmy walec ten na nieskończone walce współśrodkowe, czyli elementa; każdy z nich mieć będzie grubość dx, wysokość k. Element w odległości $ab = x$ ma promień wewnętrzny x, zewnętrzny $ab + bc = x + dx$; zatém jego objętość jest $2\pi x . dx . k$; massa zaś $dm = \delta . 2\pi x . dx . k$. Ponieważ odległość téj massy od osi obrotu jest x, zatém moment tego elementu jest $\delta . 2\pi x^3 . dx . k$; a integralna tego wyrażenia od $x = o$ do $x = ad = \mathrm{R}$ czyli $2\pi\delta k \int x^3\, dx = \frac{2\pi\delta x^4 k}{4} = \frac{1}{2}\pi\delta . k . \mathrm{R}^4$, będzie momentem bezwładności całego walca.

9. Dla walca prostego wydrążonego mającego promień zewnętrzny $ad = \mathrm{R}$ wewnętrzny $ac = \mathrm{R}_1$ grubość $cd = e$ wysokość k, fig. 18; będzie moment bezwładności względem jego osi; $\mathrm{B} = \frac{1}{2}\pi\delta . k\, (\mathrm{R}^4 - \mathrm{R}_1^4)$ czyli $\mathrm{B} = \frac{1}{2}\pi k\, (\mathrm{R}^2 + \mathrm{R}_1^2)\, (\mathrm{R}^2 - \mathrm{R}_1^2)\, \delta$. Ponieważ $k\pi\delta\, (\mathrm{R}^2 - \mathrm{R}_1^2)$ jest massą walca danego, więc nazwawszy ją M, będzie, $\mathrm{B} = \frac{1}{2}\, (\mathrm{R}^2 + \mathrm{R}_1^2)\, \mathrm{M}$. Oznaczywszy promień średni czyli promień, koła przez środek grubości walca, to jest przez punkt f przechodzącego, przez r, będzie $r = \frac{R + R}{2}$, zaś $e = \mathrm{R} - \mathrm{R}_1$ zatém $2r^2 + \frac{1}{2}e^2 = \mathrm{R}^2 + \mathrm{R}_1^2$, a tém samém, $\mathrm{B} = (r^2 + \frac{1}{4}e^2)\, \mathrm{M}$. Gdyby $e = \frac{1}{5}r$, jak najczęściéj się wydarza, w krańcach kół lub szaleńcach (Schwungrad), wtedy $\frac{1}{4}e^2 = \frac{1}{100}r^2$; opuściwszy ten ułamek jako bardzo mały, będzie moment bezwładności walca wydrążonego, $\mathrm{B} = r^2 . \mathrm{M}$.

10. Chcąc znaleść moment bezwładności walca prostego wydrążonego, przez rzuty na fig. 19 danego, względem osi (AB, A′B′) przez środek ciężkości tego walca przechodzącéj, lecz równoległéj do jego podstawy; uczyńmy grubość tego walca $bc = e$, promień średni czyli promień koła, środkiem grubości walca przechodzącego, $ag = r$; wysokość jego, czyli długość $a'b' = k'$. Podzielmy ten walec na warsty nieskończenie cienkie, równoległe do jego postawy, czyli elementa, i wysokość każdego oznaczmy przez dz; objętość jednego elementu będzie $2\pi re . dz$, massa zaś jego

$dm = 2\pi r e \delta . dz$; massa czwartéj części téj warsty, jest $\frac{1}{2}\pi r e \delta . dz$. Wyobraźmy sobie, że massa ostatniéj jest skoncentrowaną w połowie ćwiartki łuku średniego, czyli w punkcie g. Odległość tego punktu od osi obrotu (AB, A'B') jest, $\sqrt{gh^2 + z^2}$; lecz gh jest wstawą kąta 45^0, więc na mocy równania $wst^2\alpha + dos^2\alpha = r^2$, jest $2gh^2 = r^2$ czyli $gh^2 = \frac{r^2}{2}$; zatém odległość punktu (g, g') od osi obrotu (AB, A'B') jest $\sqrt{\frac{r^2}{2} + z^2}$; a tém samém moment bezwładności $\frac{1}{4}$ części elementu, będzie: $\frac{1}{2}\pi r e \delta . dz \left(\frac{r^2}{2} + z^2\right)$. Integralna tego wyrażenia jest: $\frac{1}{2}\pi r e \delta . \left(\frac{r^2 z}{2} + \frac{z^3}{3}\right) + C$; pomiędzy zaś granicami $z = \frac{1}{2}k'$ do $z = -\frac{1}{2}k'$ będzie (L. 7) $\pi r e \delta \left(\frac{r^2 k'}{4} + \frac{k'^3}{24}\right) = \pi r e k' \delta \left(\frac{6r^2 + k'^2}{12}\right)$ czyli moment bezwładności $\frac{1}{4}$ części walca, a zatém 4 razy wzięty będzie: $\pi r e k \delta \left(\frac{6r^2 + k'^2}{6}\right) = 2\pi r e k' \delta \left(\frac{6r^2 + k'^2}{12}\right)$ momentem bezwładności całego walca danego.

11. Dotąd dochodziliśmy momentów bezwładności niektórych ciał, względem osi przechodzącéj przez ich środek ciężkości. Często jednak oś obrotu ciała nie jest na tym punkcie; znając jednak moment bezwładności ciała, względem osi przechodzącéj przez środek ciężkości, nietrudno wynaleść moment bezwładności względem innéj jakiéj osi, równoległéj od piérwszéj.

Jakoż, niech będzie punkt A środkiem ciężkości ciała fig. 20: poprowadźmy przez niego trzy osie AX, AY, AZ wzajemnie do siebie prostopadłe i dajmy, że moment bezwładności względem osi AZ jest wiadomy; idzie o wynalezienie momentu bezwładności względem osi AZ' równoległéj od osi AZ, w odległości $AA' = a$, będącéj. Oznaczmy współrzędne AB, BA' punktu A', gdzie oś A'Z' spotyka płaszczyznę XY, przez b, c; będzie z trójkąta prostokątnego ABA' przy B, $a^2 = b^2 + c^2$. Niech będzie m elememtem ciała, w odległości $mE = r$ od osi AZ będącym; od osi zaś nowéj AZ' w odległości $mF = r'$. Spuśćmy z tego elementu m prostopadłą mp, do płaszczyzny XY, i przez spadek jéj p, poprowadźmy pC równoległą do osi AY, a otrzymamy dwie współrzędne AC, Cp

punktu p, które przez x, y oznaczmy. Połączywszy punkta A, p linią Ap, będzie z trójkąta prostokątnego ACp, $\overline{Ap}^2 = \overline{Ac}^2 + \overline{Cp}^2$ czyli gdy $pA = ME = r$ więc $r^2 = x^2 + y^2$. Poprowadziwszy pq równoległą do AX, otrzymamy trójkąt prostokątny przy q, z którego mamy $\overline{A'p}^2 = \overline{A'q}^2 + \overline{pq}^2$; że zaś $A'p = m F = r'$ zatém, $r'^2 = (x - b)^2 + (c - y)^2 = x^2 - 2bx + b^2 + c^2 - 2cy + y^2$. W tém zrównaniu kładąc zamiast $x^2 + y^2$ i za $a^2 + b^2$ wyżéj wynalezione wartości, otrzymamy $r'^2 = r^2 + a^2 - 2bx - 2cy$. Mnożąc wszystkie wyrazy ostatniego zrównania przez dm i integrując będzie: $\int r'^2\, dm = \int r^2\, dm + a^2 \int dm - 2b \int x dm - 2c \int y dm$. Ponieważ środek ciężkości jest w początku współrzędnych, zatém $\int x dm = o$, $\int y . dm = o$, zaś $\int dm$, jest massą ciała danego, którą przez M oznaczywszy, będzie: $\int r'^2\, dm = \int r^2\, dm + Ma^2$. To jest: moment bezwładności względem nowéj osi, równy jest momentowi bezwładności względem osi przechodzącéj przez środek ciężkości ciała, więcéj iloczynem massy ciała, przez kwadrat odległości obydwóch osi.

12. Wyobraziwszy sobie massę M całego ciała zgromadzoną w punkcie, mającym taką odległość l od osi przechodzącéj przez środek ciężkości, iż moment bezwładności téj massy względem osi przez środek ciężkości, równa się momentowi bezwładności ciała, czyli, że $\int r^2 dm = Ml^2$; przeto moment bezwładności tego ciała względem osi w odległości a będącéj, zamiast być $\int r'^2 dm = \int r^2 dm + Ma^2$ (L, 11) będzie $\int r'^2 dm = Ml^2 + Ma^2$ czyli $\int r'^2 dm = M(l^2 + a^2)$. Jeżeli wymiary ciała są małe względem odległości środka ciężkości od osi obrotu, wtedy l^2 względem a^2 jest bardzo małe i opuszone być może, zatém $\int r'^2 dm = Ma^2$. To jest: dla ciała małego wymiaru, obracającego się około osi w znacznéj odległości będącéj, moment bezwładności, równa się iloczynowi massy tego ciała, przez kwadrat odległości jego środka ciężkości od osi obrotu.

13. W obrachowaniu naszéj machiny, wypadnie nam oceniać tarcie czyli opór, jaki pomiędzy ciałami zachodzi, gdy te, albo ślizgają się po sobie, albo, gdy jedno w wydrążeniu drugiego wirowo się obraca, czyli tarcie czopów. Tarcie bowiem w toczeniu się jednego ciała po drugiém, jako bardzo małe, przy obrachowaniu machin opuszcza się, tém bardziéj, gdy jego prawa nie są dostatecznie zbadane.

Tarcia dwa piérwsze mają jednakowe prawa i tylko tarcie czopów od piérwszego jest cokolwiek mniéjsze, co Teorya okazuje a sprawdza doświadczenie.

Doświadczenia Coulomba, a mianowicie Kapitana Morin, z największém staraniem i dokładnością wykonane, na ciałach w skład machin i do innych konstrukcyj wchodzących, przy ciśnieniach praktyce odpowiadających, ze smarowidłami w użyciu będącemi, okazały następujące prawa:

1) Tarcie jest proporcyonalne ciśnieniu, dla tych samych ciał i w tym samym stanie.
2) Tarcie nie zależy od chyżości ruchu, i od wielkości powiérzchni ciał trących się.
3) Tarcie w spoczynku jest większe od tarcia w ruchu ciał, zwłaszcza, gdy ciała przez pewny czas na sobie spoczywały.

Oznaczywszy ciśnienia prostopadłe na ciała trące się przez q, Q, siły zaś pokonywające tarcie, przy tych dwóch ciśnieniach przez p, P; będzie podług 1go prawa proporcya $p:P = q:Q$, zkąd $P = \frac{p}{q}.Q$. Iloraz $\frac{p}{q}$ czyli stosunek tarcia do ciśnienia, albo tarcie dla ciśnienia ciężaru jedności, zowie się spółczynnikiem tarcia, i dla różnych ciał przez doświadczenie się ocenia; oznaczywszy go przez f, będzie: $P = f.Q$. To jest, chcąc znaleść siłę pokonywającą tarcie, potrzeba ciśnienie prostopadłe na ciała trące się, przez spółczynnik tarcia pomnożyć. Ocenienie więc tarcia niepodlega trudności, skoro mamy tablice spółczynników tarcia; potrzeba tylko umieć ocenić ciśnienie na dwa ciała trące się, zwłaszcza, gdy wiele sił wydarza się cisnących.

Ponieważ w jednéj machinie części wszystkie są stale między sobą połączone, można więc siły i opory, w różnych jéj punktach działające, przenieść do jednego punktu np. na czop, jeżeli o tarcie czopów chodzi, a tam w tych samych kierunkach działając, dadzą wypadkową ciśnienia tęż samą, co we właściwych miejscach swego działania. Zawsze więc wyrachowanie ciśnienia z sił i oporów powstającego, wychodzi na wynalezienie wypadkowéj wielu sił, przyczepionych do jednego punktu.

Niech będą P_1 P_2 P_3 P_4.... siły do punktu A przyczepione, których kierunkami i wielkościami są linie AB, AC, AD, AE fig. 21. Przez punkt A poprowadźmy dwie linie prostopadłe do siebie XX', YY', czyli osie, i oznaczmy kąty XAB, XAC, XAD, XAE, jakie kierunki sił z osią XX' tworzą przez α_1, α_2, α_3, rachując kąty w jednę stronę od osi XX' zacząwszy od dołu na prawo. Rozłożywszy każdą siłę na oś XX' i oś YY' i wielkości sił ztąd wynikłe, podług każdéj osi, dodawszy, otrzymamy dwa zbiory sił, pod kątem prostym działających, których wypadkowa będzie tém samém wypadkową wszystkich sił P_1 P_2 P_3 P_4. Ponieważ siłę AB jako wypadkową względem dwóch sił podług osi XX' i YY' działających uważa się; zatém z punktu B poprowadziwszy BB' równoległą do YY' i BB'' równoległą do XX' otrzymamy dwie siły AB', AB'' składające siłę AB. Lecz w trójkącie ABB' jest, $R : dos\alpha = AB : AB'$ czyli biorąc promień za jedność będzie $1 : dos\alpha = AB : AB'$, zatém $AB' = BA dos\alpha = P_1 dos\alpha$. Podobnie w trójkącie ABB'' jest $1 : wst\alpha = AB : AB''$, zatém $AB'' = P_1 wst\alpha_1$. Toż samo z każdą siłą zrobiwszy pokaże się, iż każda siła pomnożona przez dostawę kąta pochyłości jéj kierunku do osi XX' daje wielkość siły, podług osi XX', a przez wstawę wielkość siły podług osi YY' działającéj. Przeto $P_1 dos\alpha_1 + P_2 dos\alpha_2 + P_3 dos\alpha_3 + \ldots$ jest summą sił podług osi XX', którą na figurze przez AM oznaczmy; summą zaś sił podług osi YY', jest $P_1 wst\alpha + P_2 wst\alpha_2 + P_3 wst\alpha_3 + \ldots$ którą znowu niech linia AN wyraża. Te dwie siły AM, AN jako działające pod kątem prostym mają za wypadkową AG, przekątnią prostokąta na nich wystawionego i równającą się $\sqrt{AM^2 + AN^2}$, zatém wypadkowa wszystkich sił P_1 P_2 $P_3 \ldots$ którą R nazwawszy, będzie:

$$R = \sqrt{(P_1 dos\alpha + P_2 dos\alpha_2 + \ldots)^2 + (P_1 wst\alpha_1 + P_2 wst\alpha_2 + \ldots)^2}.$$

Podług twierdzenia Ponceleta, zamiast pierwiastku kwadratowego z summy kwadratów dwóch ilości nierównych, można wziąść summę tych ilości, mnożąc ilość większą przez 0,96, mniejszą przez 0,4, a wypadek do $\frac{1}{25}$ będzie dokładny; zatém powyższy wzór do tarcia wyrazi się:

$$R = 0{,}96\,(P_1 dos\alpha_2 + P_2 dos\alpha_2 + \ldots) + 0{,}4\,(P_1 wst\alpha_1 + P_2 wst\alpha_2 + \ldots)$$

14. Ponieważ wypadnie nam także oceniać tarcie między zębami, nie możemy więc i téj rzeczy bez objaśnienia zostawić. Niech będą dwa koła zębate K, *k* fig. 22, których koła działowe (Theilrisse) są MN, M'N', czyli okręgi kół pospolicie środkiem wysokości zębów przechodzące, i w dobrém ułożeniu kół, na linii łączącéj ich środki, dotykające się: działowe z tego powodu są nazwane, że na nich podział na grubość zębów i na pola między zębami uskutecznia się. Odległość na kole działowém, obejmująca, grubość zęba wraz z polem pomiędzy dwoma zębami przyległemi, albo odległość od środka jednego zęba, do środka drugiego, zowie się działem. Ząb nad kołem działowém, ograniczony jest z obydwóch stron, krzywiznami pospolicie kołowemi, w dokładnych zaś konstrukcyach zębów, epicykloidalnemi lub rozwijalnemi; pod kołem działowém, najczęściéj liniami prostemi w kierunku promieni, aż do krańca kołowego. Oznaczmy promień koła MN przez R, promień koła drugiego M'N' przez *r*, siłę stycznie do koła MN działającą i pobudzającą koło mniejsze M'N' do ruchu przez P, któréj wielkość i kierunek niech linia *ad* wyraża. Niech znowu *bh*, będzie kierun-

kiem zęba koła M'N', linija zaś dbq krzywizną zęba koła MN, b, punktem wzajemnego ich dotknięcia się; więc ab będzie normalną dla tego punktu. Rozłóżmy siłę P, na kierunki baf i ah; siły ją składające podług tych kierunków wyrażać będą linie af, ar; lecz siła ar, oporem osi koła zniszczy się, zatém af jest ciśnieniem, jakie dwa koła wywierają na siebie w punkcie b. Ponieważ dwa trójkąty abh i adf są podobne, więc $ad : af = bh : ah$ czyli $P : af = bh : r$, zkąd $af = \frac{P.r}{bh}$. Siła af w kierunku bh, sprawia tarcie podług (L. 13) $f.\frac{Pr}{bh}$ wynoszące; spuściwszy więc z punktu c prostopadłą cg do gh, będzie, $f.\frac{Pr}{bh}.cg$ wyrażać moment statyczny tego tarcia. Wyobraźmy sobie siłę X' stycznie do koła MN działającą i równoważącą powyższe tarcie; zatém $X'R = f.\frac{P.r}{bh}.cg$, zkąd $X' = f.\frac{P.r}{R}.\frac{cg}{bh}$ (α). Z dwóch znowu trójkątów abh, ghc, podobnych, mamy proporcyą: $ab : cg = ah : ch$, czyli $ab : cg = r : R + r$, więc $cg = \frac{r+R}{r}.ab$, co podstawiwszy w równaniu (α) otrzymamy $X' = fP\left(\frac{r+R}{R}\right)\frac{ab}{bh}$. Zrównanie to pokazuje, że siła pokonywająca tarcie wzrasta, im ab staje się większe, czyli im daléj będzie punkt dotknięcia b, od linii ch, a przeciwnie staje się zerem, gdy dotknięcie zębów jest na linii ch. Oznaczywszy więc przez X średnie działanie siły, tarcie pokonywającéj, będzie: $X = \frac{X'+0}{2} = \frac{1}{2}f.P\left(\frac{r+R}{R}\right)\frac{ab}{bh}$ (δ). Niech m będzie liczbą zębów koła MN; m' liczbą zębów koła drugiego M'N'; dział zaś dla obydwóch kół jako jednakowy, nazwawszy d, będzie: $md = 2\pi R$, $m'd = 2\pi r$. Z tych dwóch zrównań wypada, $m : m' = R : r$, a tém samém $\frac{m+m'}{m} = \frac{R+r}{R}$; co podstawiwszy w równanie (δ) otrzymamy: $X = \frac{1}{2}f.P\left(\frac{m+m'}{m}\right).\frac{ab}{bh}$. Ponieważ ab za ak czyli za dział wziąść można, bh za promień, przeto; $ab = d = \frac{2\pi r'}{m'}$; $bh = r$; więc $X = f\pi P\left(\frac{m+m'}{mm'}\right)$ jest wielkością tarcia, pomiędzy zębami dwóch kół, chwytających o siebie. Gdyby dla promienia jeden, łuk kąta ahb był β, wtedy, $ab = ak = r\beta$, $bh = r$, a zatém równanie (δ) zamieni się na $X = f.P\left(\frac{r+R}{R}\right)\frac{\beta}{2}$ (γ).

III.

15. Po tém co poprzedziło nietrudno będzie zrozumieć sposób ocenienia wielkości sił, młoty fryszerskie poruszać mogących, jak równie obrachować skutki użyteczne, które sprawić są zdolne.

Weźmy młot skokowy AB, fig. 23, poruszany paluchami p, p, p... na wale koła wodnego podsiębiernego MN osadzonemi. Uderzenie każdego palucha o pierścień B, na ma kierunek pionowy, gdyż na płaszczyznie, przez oś C wału i oś D hełży przechodzącéj, prawie pozioméj, zachodzi. Woda napływa na koło, od głowy młota ku jego pierścieniowi.

16. Skutek mechaniczny w sekundzie, jaki woda poruszająca zapomocą koła wodnego MN ma sprawić, składać się będzie:

1º ze skutku téj siły, potrzebnego do podniesienia młota i pokonania tarcia,

2º ze skutku niszczącego się przy uderzeniu o stylisko, pewnéj liczby paluchów.

Niech Q będzie siłą wody, stycznie na koło wodne działającą i pokonywającą opory, pod 1º wyrażone, któréj kierunek z poziomem tworzy kąt α; odległość kierunku téj siły od osi C wału, oznaczmy przez R_2; ciężar zaś koła wodnego wraz z kołem paluchowém P'.

Można sobie wyobrazić, że pierścień B, na paluch w kierunku pionowym wywiera ciągłe oddziałanie, którego wartością średnią jest q. To oddziałanie sprawia tarcie podług (L. 14 (γ)) $fq\left(\frac{R'+R''}{R''}\right)\frac{\beta}{2}$ wynoszące, gdy R' oznacza odległość punktu dotknięcia B od osi C wału, R'' odległość tegoż punktu osi hełży, β łuk opisany promieniem 1 wziętym na linii DG podczas wzniesienia się całkowitego młota. W punkcie więc B, będzie działanie pionowe z dołu do góry: $q' = q\left\{1+f.\left(\frac{R'+R''}{R''}\right)\frac{\beta}{2}\right\}$ (I).

Wielkością siły Q, w kierunku pionowym jest $Q w s t \alpha$, w kierunku pioziomym, $Q w s t \alpha$; ciężar machiny P' działa pionowo, jak równie siła q', tylko ostatnia w stronę przeciwną, zatém ciśnienie pionowe na czopy jest $Q wst\alpha + P' - q'$, poziome, $Q dos\alpha$, całkowite zaś (L. 13) będzie:

$\sqrt{(Q wst\alpha + P' - q')^2 + (Q . dos\alpha)^2} = 0,96 (Q wst\alpha + P' - q') + 0,4\, Q dos\alpha$, które pomnożywszy przez spółczynnik tarcia wirowego f', mieć będziemy (L. 13) $f' \{0,96 (Q wst\alpha + p' - q') + 0,4\, Q dos\alpha\}$ tarcie, na powierzchni czopa. Oznaczywszy promień czopa wału przez ϱ, będzie moment statyczny tarcia względem punktu C czyli osi wału, $f'\varrho \{0,96 (Q wst\alpha + P' - q') + 0,4\, Q dos\alpha\}$.

Moment statyczny siły Q względem téjże osi jest $Q R_2$, siły q', jest $q' R'$; a że w czasie równowagi lub ruchu jednostajnego machiny, moment statyczny siły poruszającéj, powinien być równy momentom statycznym oporów, więc:

$Q R_2 = q' R' + f'\varrho \{0,96 (Q wst\alpha + P' - q') + 0,4\, Q dos\alpha\}$; zkąd

$$Q = \frac{q' R' + 0,96\, f'\varrho (P' - q')}{R_2 - f'\varrho (0,96 . wst\alpha + 0,4\, dos\alpha)} \quad \text{(II)}.$$

czyli wartość na siłę cisnącą wody, gdy siła q będzie wiadomą. Niech P będzie ciężarem całego młota, punkt G środkiem jego ciężkości; h odległością środka ciężkości od poziomu, podczas całkowitego wzniesienia się młota. Uważmy młot w czasie wzniesienia się jego do kąta β', będącego częścią kąta β, to jest kąta, przy całém podniesieniu się młota, i oznaczmy przez q_1 ciśnienie prostopadłe do styliska, przez paluch w tém położeniu sprawione. Droga punktem młota w odległości jeden od osi obrotu D, w chwili następnéj nieskończenie małéj opisana, jest $d\beta'$, więc punktu B droga będzie $R'' . d\beta''$ (L. 6); przeto skutek siły q_1 w tym czasie, będzie $q_1 R'' . d\beta'$. Punkt G, w wymienionym czasie wzniesie się o dh, więc skutek ciężaru młota będzie $P . dh$. Ponieważ kierunek siły q_1 czyni z pionową kąt β', zatém ciśnienie pionowe téj siły, będzie $q_1 dos\beta'$ poziome, $q_1 wst\beta'$: odnosząc te ciśnienia, jak równie ciśnienie P, do czopow młota, będzie ciśnienie całkowite na czopy młota (L. 13) $\sqrt{(P+q_1 dos\beta')^2+(q_1 wst\beta')^2} = 0,96\,(P+q_1 dos\beta')+0,4\,q_1\,wst\beta'$, które rozmnożywszy przez spółczynnik tarcia wzorowego f', otrzymamy $f'\{0,96\,(P+q_1 dos\beta')+0,4.\,q_1 wst\beta'\}$ tarcie na powierzchni czopa do młota należącego. Oznaczywszy promień czopa młota, przez ϱ', będzie $\varrho' d\beta'$ (L. 6) łukiem, w chwili przez nas uważanéj przez tarcie opisanym; a zatém skutek mechaniczny tarcia, będzie iloczyn tego oporu, przez drogę $\varrho'.d\beta'$, czyli

$$f'.\varrho'.d\beta'\,\{0,96\,(P+q_1 dos\beta')+0,4.\,q_1 wst\beta'\}$$

Dla ruchu jednostajnego machiny, skutek siły q_1, będzie równy skutkom oporów, przeto:

$$q_1 R''.d\beta' = P.dh + f'\varrho'.d\beta'\,\{0,96\,(P+q_1 dos\beta')+0,4.\,q_1 wst\beta'\}\ \text{czyli}$$

$$q\,R''d\beta' = P.dh + f'\varrho'\,\{0,96\,(P.d\beta+q_1 dos\beta' d\beta')+0,4\,q_1\,wst\beta' d\beta'\}$$

Integrując ostatnie równanie, otrzymamy:

$$q_1 R''\beta' = P\int dh + f'\varrho'\,\{0,96\,(P\beta+q_1 wst\beta')-0,4\,q_1 dos\beta'\}+C$$

Biorąc tę integralną od $\beta'=o$ do $\beta'=\beta$, to jest dla całego wzniesienia się młota; a zatém w wyrażeniu poprzedzającém, kładąc raz granicę dalszą, drugi raz bliższą i odciągając, otrzymamy:

$$q_1.R''\beta = Ph + f'\varrho'\,\{0,96\,(P\beta+q_1 wst\beta)-0,4.\,q_1\,(dos\beta-1)\}$$

$$\text{zkąd } q_1 = \frac{P\,(h+0,96\,f'\varrho'\beta)}{R''\beta - f'\varrho'\,\{0,96.\,wst\beta-0,4\,(1-dos\beta)\}}\quad\text{(III).}$$

Siła q z dołu do góry działająca, w czasie całego obrotu wału, robi drogę $2\pi R'$; siła zaś q_1 podczas ciśnienia na dół jednego palucha, robi drogę $R''\beta$, dla paluchów n czyli także dla całego obrotu wału, przebieży drogę $nR''\beta$; że zaś skutki obydwóch sił w tym obrocie, będą sobie równe, zatém: $2\pi R'q = nR''q_1\beta$, z kąd

$$q = \frac{nR''\beta}{2\pi R'}\,q_1 = \frac{nR''\beta}{2\pi R'}.\,\frac{P\,(h+0,96\,f'\varrho'\beta)}{R''\beta - f'\varrho'\,\{0,96\,wst\beta-0,4\,(1-dos\beta)\}}.\quad\text{(IV)}$$

Widoczną jest rzeczą, iż zapomocą ostatniego wyrażenia znaleść możemy wartość siły q, którą włożywszy w równanie (I) znajdziemy q', a tém samém, za pomocą zrównania (II), mieć możemy siłę cisnącą Q. Pomnożywszy siłę wody Q przez jéj drogę w sekundzie, czyli chyżość koła wodnego, otrzymamy skutek sekundowy siły wody, do wzniesienia młota i pokonania tarcia potrzebny. Niech n' będzie liczbą obrotów koła wodnego w minucie, więc w sekundzie, będzie obrotów tego koła $\frac{n'}{60}$; a że okrąg koła wodnego wynosi $2\pi R_2$, zatém droga w sekundzie, czyli chyżość koła wodnego, będzie $\frac{n'}{60} \cdot 2\pi R_2$. Skutek więc sekundowy siły wody, pokonywający wyżéj wymienione opery, który przez T oznaczając, będzie:

$$T = \frac{2\pi R_2 Q . n'}{60} \qquad (V).$$

17. Do obrachowania straty skutku mechanicznego, niszczącego się przy uderzeniu jednego palucha o pierścień młota, oznaczmy siłę uderzającą w kierunku pionowym przez N'; chyżość kątową wału przed uderzeniem A' (L. 6) jaka mu po uderzeniu zostaje w'; chyżość kątową, jakiéj młot nabiera w''; odległość środka ciężkości młota od osi hełży przez l; element massy koła wodnego i wału przez dm', odległość jego od osi C wału, przez r'; massę koła wodnego, wału i paluchów zredukowaną do punktu B przez M'; nakoniec dm'', r'', M'', niech wyrażają trzy ostatnie ilości dla młota.

Mimo sprężystości palucha i pierścienia młota, postrzeżenia nieokazały nigdy najmniejszego ich oddzielenia się po uderzeniu; co pochodzi od ciężaru P młota w punkcie G na dół działającego: zawsze więc uważać można, że punkt B palucha, ożywiony jest tąż samą chyżością, co punkt B pierścienia, czyli, że $R'w' = R''w''$ (L. 6) zkąd $w'' = \frac{R'}{R''}\, w'$ (α).

Siła N' uderzająca młot w punkcie B, ma za ramię R'', zatém moment statyczny téj siły jest N'R''; massa dm'' ma chyżość $r''w''$; więc ilość ruchu czyli siła téj massy (L. 1) wynosi $r''w''dm''$, całéj zaś massy młota jest $w''\int r''dm$; przeto moment statyczny tego oporu, będzie $w''\int r''^2 dm = w''M''R''^2$; a zatém dla równowagi około osi młota, niemając względu na małe tarcie z uderzenia pochodzące, będzie zrównanie $N'R'' = w''M''R''^2$; czyli kładąc za w'' wartość wprzód wynalezioną ze zrównania (α) będzie: $N'R' = w'R'R''M''$ czyli $N' = w'R'M''$ (β).

Uderzenie pochodzi od ilości ruchu jaką massa M' traci uderzając paluchem. Strata chyżości kątowéj téj massy jest $A' - w'$, dla massy dm', ilość ruchu stracona będzie $r'(A' - w')\,dm'$; dla całéj więc massy tworzącéj siłę uderzenia N', wynosi $(A' - w')\int r'dm'$, któréj moment statyczny jest $(A' - w')\int r'^2 dm' = (A' - w')\,M'R'^2$. Przeto dla równowagi około osi wału opuszczając małe tarcie będzie: $N'R' = (A' - w')\,M'R'^2$, czyli $N' = (A' - w')\,M'R'$ (γ) Eliminując N' pomiędzy równaniami (β) i (γ) wypada: $w'M'' = (A' - w')\,M'$. Z tego równania wynalazłszy raz wartość na w' drugi raz na A' otrzymamy:

$$w' = \frac{A'M'}{M' + M''} \quad (\delta) \quad A' = w'\left(\frac{M' + M''}{M'}\right) \quad (\varepsilon).$$

Do wynalezienia chyżości A' i w' przyjąć można, że chyżość koła wodnego, jest średnią względem chyżości A' i w', więc oznaczywszy ją przez A_1, będzie $A_1 = \frac{A' + w'}{2}$ (μ). Chyżość A_1 wynajduje się, obserwując liczbę obrotów koła wodnego w minucie, lub innym czasie danym. Jakoż, gdy koło wodne robi w minucie obrotów n' będzie $2\pi n'$ drogą opisaną w tym czasie punktem w odległości jeden od osi C będącym, a zatém $A_1 = \frac{2\pi n'}{60}$. Włożywszy w równanie (μ) wartość ilości w' ze zrównania (δ) i z niego wydając A'; drugi raz, w toż równanie (μ), kładąc wartość ilości A', ze zrównania (ε), i wynajdując w', otrzymamy w piérwszym razie,

$$A' = \frac{2A_1(M' + M'')}{2M' + M''}, \ (a) \ \text{w drugim,} \ w' = \frac{2A_1M'}{2M' + M''} \ (b).$$

Teraz nie trudno będzie ocenić skutek, jaki massa M', przez uderzenie jednym tylko paluchem utraca. Jakoż, przed uderzeniem massa dm' miała skutek $\frac{r'^2 A'^2 dm'}{2}$, po uderzeniu pozostało jéj $\frac{r'^2 w'^2 dm'}{2}$; a więc cała massa posiadała skutek $\frac{A'^2}{2}\int r'^2\, dm' = \frac{A'^2}{2}. M'R'^2$, po uderzeniu $\frac{w'^2}{2}\int r'^2\, dm' = \frac{w'^2}{2} R'^2 M'$, przeto strata przez uderzenie wynosi:

$$\frac{M'R'^2}{2}(A'^2 - w'^2) = \frac{M'R'^2}{2} \frac{\times 4 A_1^2 (M'^2 + 2M'M'' + M''^2) - 4 A_1^2 M'^2}{(2M' + M'')^2}$$

na mocy równań (a) (b); czyli jeszcze: $\frac{M'R'^2}{2}(A'^2 - w'^2) =$

$$= M'R'^2. \frac{2A_1^2 (2M'M'' + M''^2)}{(2M' + M'')^2} = M'R'^2. \frac{2A_1^2 M''}{2M' + M''} \text{ albo}$$

$$\frac{M'R'^2}{2}(A'^2 - w'^2) = \frac{2A_1^2 M''R'^2}{2 + \frac{M''}{M'}}.$$

Ponieważ massa M' koła paluchowego, wału i na nim osadzonego koła wodnego, wiele przewyższa massę M'' młota; przeto ułamek $\frac{M''}{M'}$ jako bardzo mały opuszczony być może, a tém samém strata skutku przez uderzenie jednego palucha ponoszona, będzie: $A_1^2 M''R'^2$, którą pomnożywszy przez liczbę paluchów n, otrzymamy $nA_1^2 M''R'^2$ stratę skutku mechanicznego, podczas całego obrotu koła wodnego. Gdy zaś koło wodne robi w sekundzie obrotów $\frac{n'}{60}$, więc $nA_1^2 M''R'^2. \frac{n'}{60}$ jest stratą skutku w sekundzie; takową nazwawszy T', będzie: $T' = \frac{n.n'}{60}. A_1^2 M''R'^2$. (VI)

Niech Q' będzie siłą wody na koło wodne działającą, na wynagdrodzenie straty skutku w uderzeniu; zatém skutek sekundowy téj siły, będzie: $\frac{n'}{60}. 2\pi R_2 Q'$; że zaś być powinien skutkowi sekundowemu straty równy, przeto:

$$\frac{n'}{60}. 2\pi R_2 Q' = \frac{nn'}{60} A_1^2 M''R'^2, \text{ a tém samém,}$$

$$Q' = \frac{n A_1^2 M''R'^2}{2\pi R_2}. \quad \text{(VII)}$$

Podług zrównań (II) i (VI) obrachowawszy Q i Q' będzie $Q + Q'$

siłą, z jaką woda cisnąć koło wodne powinna, podczas poruszania młota. Skutek zaś mechaniczny jakiego młot wymaga będzie:

$$T + T' = \frac{n'}{60}\left(2\pi R_2 Q + nA_1^2 M'' R'^2\right). \quad \text{(VIII)}.$$

18. Pozostaje nam jeszcze obrachować skutek mechaniczny, jaki młot spadając na kowadło sprawuje.

Paluch wznosi młot nad wiérzch kowadła do wysokości h; dalej odbywa ruch chyżością udzieloną w'', która w skutek działania ciężkości stopniami się zmniejsza, aż do wysokości, gdzie siła żywa młota, niszczy się; następnie spadając, prócz tarcia, siła żywa zostaje mu zwróconą. Młot zatém do wiérzchu wysokości h nabywa siły żywéj $w''^2 \int r''^2 dm'' = w''^2 M'' R''^2$ czyli skutku $\frac{1}{2}(w''^2 M'' R''^2)$; a że spada także z wysokości h, z któréj skutku Ph otrzymuje, tarcie zaś niszczy $f' \varrho' \beta P$; zatém skutek jednego uderzenia młota, który przez t'' oznaczywszy, wynosi:

$$t'' = \tfrac{1}{2} w''^2 M'' R''^2 + Ph - f' \varrho' \beta P$$

$$\text{Lecz } w''^2 M'' R''^2 = \frac{R'^2}{R''^2} \cdot w'^2 M'' R'^2 = \frac{4 A_1^2 R'^2 M'^2 M''}{(2M' + M'')^2} =$$

$$= \frac{4 A_1^2 R'^2 M''}{\left(2 + \frac{M''}{M'}\right)^2} = A_1^2 R'^2 M''$$

używając zrównań (α) (b) L. 17. zatém

$$t'' = \frac{A_1^2 R'^2 M''}{2} + Ph - f' \varrho' \beta . P.$$

Ponieważ w jednym obrocie koła wodnego jest uderzeń n, w sekundzie zaś koło wodne robi obrotów $\frac{n'}{60}$; zatém uderzeń w sekundzie będzie $\frac{nn'}{60}$, a tém samém skutek młota spadającego w tym czasie, jest $\frac{nn'}{60} t''$, oznaczywszy go więc przez T', będzie:

$$T'' = \frac{nn'}{60}\left(\frac{A_1^2 R'^2 M''}{2}\right) + P\left(h - f' \varrho' \beta\right). \quad \text{(IX)}$$

Lecz uderzenia byłyby powolne, gdyby zniszczenie chyżości młota od palucha udzielonéj, zostawiono działaniu ciężkości i tarciu na czopach. Do tego więc celu, jak widzieliśmy, urządza się odbijak, którego młot cokolwiek wcześniéj dosięga, nim głowa młota dochodzi wysokości h, tak, że młot właśnie ruch do góry utraca, skoro paluch młot opuszcza; poczém sprężystość odbijaka wraca siłę żywą młotowi, a zatem skutek $\frac{A_1^2 R''^2 M''}{2}$, jeżeli odbijak za zupełnie sprężysty uważamy.

19. Zastosujmy wynalezione wzory do młota skokowego, znajdującego się w Metz, w arsenale artyleryi, poruszanego kołem wodném podsiębierném, w którym:

$P = 447\,kg$, $h = 0^m,16$, $n = 6$, $R' = 0^m,57$, $R'' = 1^m$, $P' = 1900\,kg$. $R_2 = 1^m,8$ $n' = 16$, $f = 0,2$, $f' = 0,1$ $\varrho = 0^m,04$, $\varrho' = 0^m,03$ $\beta = 11^0,5$. Litera m oznacza metry, kg zaś kilogramy. Kąt α może być uważany za zero, gdyż pochyłość żłobu koła wodnego, które wspomniony młot porusza, jest bardzo mała.

Ponieważ $\beta = \frac{2\pi}{360^0} \cdot 11^0,5 = 0,2007$, $wst\beta = 0,1994$, $dos\beta = 0,9799$; więc podług wzoru IV (L. 16) będzie:

$$q = \frac{6 \times 1 \times 0,2}{2 \times 3,1416 \times 0^m,57} \cdot \frac{447\,(0,16 + 0,96 \times 0,2 \times 0,03 \times 0,2)}{1 \times 0,2 - 0,2 \times 0,03\,(0,96 \times 0,1994 - 0,4 \times 0,02)} = 121^{kg},29.$$

Tę wartość włożywszy do wzoru (I) (L. 16) otrzymamy:

$$q' = 121^{kg},29 \left\{1 + \frac{0,2\,(0^m,57 + 1^m)}{1^m} \times \frac{0,2}{2}\right\} = 125^{kg},1.$$

Następnie na mocy wzoru (II) (L. 16) będzie:

$$Q = \frac{125,1 \times 0^m,57 + 0,96 \times 0,1 \times 0,04\,(1900 - 125,1)}{1,8 - 0,1 \times 0,04 \times 0,4} = 43^{kg},44.$$

Dla otrzymania wartości liczebnéj ilości Q', potrzeba wprzód wynaleść M'', czyli massę młota zredukowaną do punktu B, to jest, na odległość R'', od osi jego obrotu. Massa ta wynosi podług (L. 5) $\int \frac{r''^2 dm''}{R''^2}$, albo $\int r''^2 dm''$, gdyż $R'' = 1$, a zatém jest momentem bezwładności całego młota względem osi hełży.

4*

Młot składa się jak nam wiadomo 1º z głowy, 2º ze styliska, 3º z hełży, 4º z pierścienia: summa więc momentów bezwładności tych części, względem osi hełży, będzie oczywiście momentem bezwładności żądanym.

Głowa naszego młota jest z żelaza lanego i waży 168 kg. jéj środek ciężkości od osi hełży wynosi $1^m, 9$; a zatém moment bezwładności téj massy, podług (L. 12) będzie:

$$\frac{168}{9{,}81}(1,9)^2 = 61,82.$$

2º Stylisko jest równoległościanem prostokątnym, mającym 3^m długości, $0^m, 26$ szérokości i tyleż wysokości, a waży 150 kg. Moment bezwładności téj massy względem osi przez środek ciężkości pochodzącéj podług (L. 7) jest $\frac{\delta . c^2 k}{12}(c^2 + k^2)$; względem zaś osi obrotu czyli osi hełży wynosi podług (L. 11) $\frac{\delta . c^2 k}{12}(c^2+k^2) + \delta . c^2 k . a^2 = \frac{\delta c^2 k}{12}\left(\frac{c^2+k^2}{12} + a^2\right)$, gdy a oznacza odległość osi hełży od osi w środku ciężkości. Że zaś środek ciężkości styliska jest w jego środku, więc $a = \frac{k}{2} - R'' = 1^m, 5 - 1^m = 0^m, 5$, przeto moment bezwładności szukany jest:

$$\frac{150}{9{,}81}\left\{\frac{(0{,}26)^2 + (3)^2}{12} + (0,5)^2\right\} = 15,37.$$

3º Hełża jest walcem wydrążonym mającym $0^m, 25$ długości promień do środka jéj grubości wynosi $0^m, 15$ i waży 104 kg. Ponieważ dla tego ciała oś hełży jest osią przechodzącą przez środek ciężkości i równoległą do jego podstawy, więc moment bezwładności téj massy podług (L. 10) będzie:

$$2\pi r e k' \delta \left(\frac{6r^2 + k'^2}{12}\right) = \frac{104}{9{,}81}\left\{\frac{6\,(0{,}15)^2 + (0{,}25)^2}{12}\right\} = 0,174.$$

W obrachowaniu momentu bezwładności hełży niemamy względu na czopy, gdyż te mając promienie ϱ' małe, mają bardzo małe momenta bezwładności.

4º Pierścień waży 25 kg. odległość środka jego ciężkości względem osi hełży wynosi jeden metr; zatém podług (L. 12) moment jego bezwładności względem téj osi będzie $\frac{25}{9{,}81}(1)^2 = 2,548$.

Massa więc młota zredukowana do punktu B, wynosi:
$61,82+15,37+0,174+2,548=79,912=\int r''^2 dm''=M''$.
Ponieważ koło wodne robi 16 obrotów w minucie, czyli gdy
$n'=16$, zatém $A_1=\frac{2\times 3,1416\times 16}{60}=1^m,676$.
Podług więc wzoru VII (L. 17)

$$Q'=\frac{6\,(1,676)^2\,(79,912)\,(0^m57)}{2\times 3,1416\times 1,8}=38,7\text{ kg.}$$

a zatém $Q+Q'=43\;44+38,7=82^{kg},14$, jest ciśnieniem ciągłém siły wody na koło.

Bez tarcia i uderzenia, siła ta byłaby tylko

$$Q=\frac{q.R'}{R_2}=\frac{121,29\times 0,57}{1,8}=38^{kg},41.$$

Na mocy wzoru VIII (L. 17) całkowity skutek mechaniczny do poruszenia danego młota potrzebny, będzie:
$T+T'=\frac{16}{60}\,\{2\times 3,1416\times 1,8\times 43,44+6\,(1,676)^2\,(79,912)\,(0,57)^2\}=$
$=247.41$ kg. czyli ponieważ jeden koń parowy ma 75 kilogramometrów, więc wynosi $\frac{247,41}{75}=3,3$ koni parowych.

Według wzoru VI (L. 17) będzie:
$T'=\frac{16.6}{60}\,\{(1,676)^2(79,912)\,(0^m,57)^2\}=116^{k.m.},73$,
czyli strata skutku w sekundzie, przez uderzenie.

Porównawszy T' z $T+T'$ okazuje się: że strata skutku mechanicznego przez uderzanie ponoszona, jest 0,47 względem całego skutku siły młot poruszającéj, czyli blisko połowę.

Podług wzoru IX (L. 18) skutek użyteczny danego młota jest:
$T''=\frac{6\times 16}{60}\,\{\frac{(1,676)^2\,(0,57)^2\,79,912}{2}+447\,(0,16-0,2\times 0,03\times 0,2)\}=$
$=171^{k.m.},936$.

Porównywając znowu ten wypadek ze skutkiem całym $T+T'$ czyli z $247^{k.m.},41$, widziemy, że młot wydać może skutek użyteczny ledwie 0, 69, całego skutku mechanicznego do poruszenia młota potrzebnego, a to nawet w przypuszczeniu, że odbijak jest zupełnie sprężysty, jeżeli jest z odbijakiem. Mając wzgląd na niezupełną sprężystość tego przyrządu, będziemy brali 0, 59 do 0, 57 całego skutku mechanicznego, dla skutku użytecznego.

IV.

20. W końcu podaje się wzór praktyczny, do łatwego znalezienia przez przybliżenie, skutku mechanicznego siły do poruszenia młota.

Wzór VIII (L. 17) na skutek mechaniczny siły, młot fryszerski poruszającéj, składa się z dwóch wyrazów: piérwszy jak to nietrudno rozpoznać, iloczynowi ciężaru całego młota wysokości podniesienia środka jego ciężkości, nad wiérzch kowadła i liczbie uderzeń jest proporcyonalny; drugi, wskazujący stratę z uderzenia, dla młotów podobnie zbudowanych, w zbliżeniu za proporcyonalny tymże ilościom uważany być może: przeto skutek siły możemy temu iloczynowi równy uczynić, gdy go przez spółczynnik z licznych doświadczeń oceniony, pomnożymy.

Morin czyniąc liczne doświadczenia na młotach fryszerskich, podaje następujące wypadki (*):

Ciężar całego młota w kilogramach	Wysokość podniesienia środka spodu głowy, nad sztukę kutą, w metrach	Liczba uderzeń w minucie	Całkowity skutek mech. w koniach parowych
501	0, 25	135	6,40
—	—	150	7,54
584	0, 43	112	13,00
685	0, 45	96	8,00
696	0, 45	90	10,00
—	—	100	12,00
2800	0, 32 — 0, 36	75	30,00
4900	0, 22 — 0, 25	75	37,25

W tych doświadczeniach wysokość podniesienia środka spodu głowy młota, nad sztukę kutą jest dana, takową wziąwszy za wysokość podniesienia środka ciężkości młota i oznaczywszy ją przez h; ciężar całego młota przez P; liczbę uderzeń w minucie przez N; spółczynnik przez s; skutek mechaniczny przez E, będzie:

(*) Aide-mémoire de mécanique pratique par Arthur Morin. Troisième édition. Paris 1843, p. 475.

$E = s. P. h. N. 75$; mnożymy tu przez 75 k. m. gdyż mamy skutek dla każdego młota w koniach parowych dany.

W powyższe równanie podkładając ilości dane dla każdego młota i otrzymując po kolei s, znajdziemy podług następstwa w tablicy wartości spółczynnika s, następujące: **0,00037, 0,00039, 0,00046, 0,00027, 0,00035, 0,00038, 0,00042, 0,00043.**

Młot za przykład do naszéj teoryi młotów użyty, waży **447** kg. $= P$, liczba uderzeń jego w minucie jest $96 = N$ wysokość podniesienia środka ciężkości $h = 0^m, 16$; siła z obrachunku w koniach parowych $3, 3 = E$. Te ilości kładąc w powyższe zrównanie znajdziemy, $s = 0{,}00048$. Wszystkie te wartości spółczynnika s, tak z doświadczeń powyższych jak i z naszego obrachowania za zgodne uważać można, prócz jednéj **0,00027**, którą jako wątpliwą opuściwszy, a z pozostałych **8** wynajdując średnią, otrzymamy, $s = 0{,}00041$; a zatém

$$E = 0{,}00041\ P. h. N. 75 = 0{,}03075\ Ph. N.$$

$$\text{albo } E = 0, 031\ P. h. N\ (1).$$

Oznaczywszy skutek użyteczny, czyli skutek mechaniczny młota w spadaniu przez E'; podług tego co się pod L. **19** powiedziało, będzie: $E' = 0, 031. P. h. N \times 0, 57 = 0, 01767\ Ph. N$

$$\text{albo } E' = 0, 018\ Ph. N\ (2).$$

To jest: iloczyn, z ciężaru całego młota, z wysokości podniesienia spodu głowy nad miejsce uderzenia, i z liczby uderzeń w minucie, pomnożywszy przez ułamek **0, 031**, mieć będziemy skutek mechaniczny siły w kilogramometrach, zdolnéj młot fryszerski poruszać; a tenże iloczyn przez ułamek **0, 018** pomnożony wyda skutek użyteczny młota.

Dla zastósowania wyrażeń ostatnich weźmy następujący przykład.

Przy spadku wody **3** metry mającym, potrzeba założyć młot do kucia miedzi, ważący **600** kilogramów, któryby za każdą razą wznosząc się $0^m,45$, uderzał 90 razy w minucie. Pytanie jest o ilość wody do tego potrzebnéj.

Koło wodne najsnadniéj młot dany poruszać mogące, będzie tu koło Ponceleta czyli koło podsiebierne z łopatkami krzywemi, dla tego, że zaraz na wale tego koła wodnego można osadzić kraniec z paluchami; gdyż przy największym swoim skutku, posiada chyżość bardzo znaczną, bo od 0,50 do 0,60 chyżości wody wypływającéj z otworu stawidła, i nadto znakomity moment bezwładności; gdy tym czasem założywszy koło półnasiebierne (Kropfrad), wypadłoby paluchy osadzić na innym wale, co jest mniéj korzystném pod każdym względem.

Oznaczmy spadek cały, czyli odległość pomiędzy powiérzchnią górną wody, a powiérzchnią dolną, przez H; ciężar wody w sekundzie napływającéj, przez C; objętość téjże wody przez W; skutek w sekundzie przez E. Podług d'Aubuissona skutek sekundowy koła Ponceleta, przy chyżości jego obwodu od 0,50 do 0,60 względem chyżości wody z otworu stawidła na koło napływającéj, jest: $E = 0,55.\ C.\ H$; albo też gdy metr sześcienny wody waży 1000 kilogramów, a zatém gdy $C = 1000.\ W$, przeto: $E = 550.\ W.\ H.$ (α).

Ponieważ dla danego młota podług wzoru (1)

$$E = 0,031 \times 600 \times 0^m,45 \times 90 = 753,3 \text{ kilogramometrów}$$

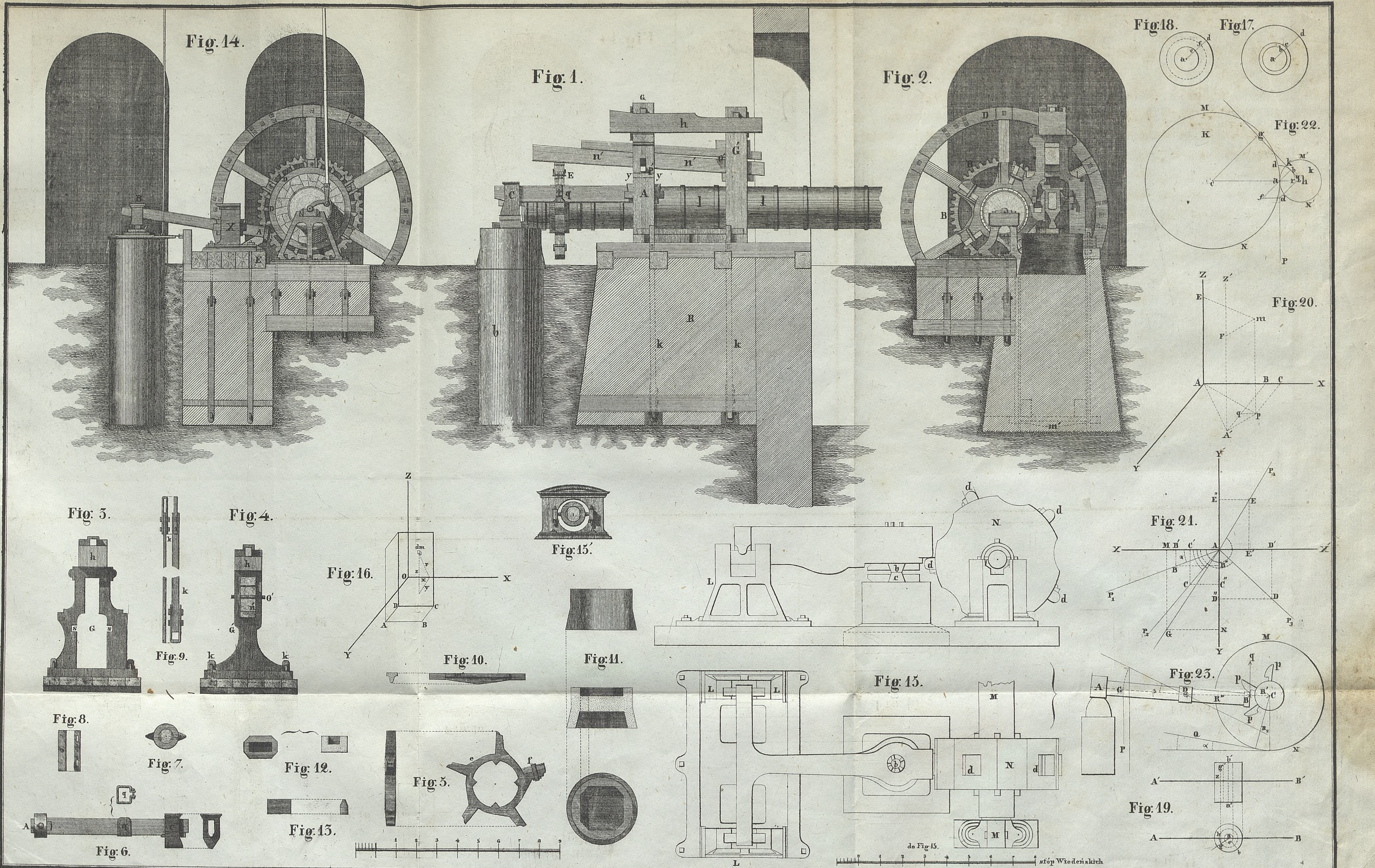
$$\text{albo } E = \frac{753,3}{75} = 10,04 \text{ koni parowych}$$

więc podług wzoru (α) jest: $753,3 = 550.\ W.\ 3$ czyli

$$W = \frac{753,3}{550 \times 3} = 0,457 \text{ metrów sześciennych.}$$

To jest, przy spadku 3 metrów, potrzeba najmniéj napływu wody, 0,457 metra sześciennego w sekundzie, aby żądany młot mógł być poruszany.

Dr. *J. Podolski*,
Mechan. i Jeom. wykr. Professor.



Lit. E. Lipnicki.

w Lito: Insty: Szko: Tech: