

PODRĘCZNIK DO KONSTRUKCYI MASZYN

dla
inżynierów, mechaników
i uczniów szkół technicznych.



NAPISAŁ

KAROL STADTMÜLLER

profesor c. k. wyższej szkoły przemysłowej w Krakowie.



T. 2
TOM II.

z 5 drzeworytami w tekście i atlasem z 22 tablicami in folio.



KRAKÓW.

NA KŁAD EM AUTORA.

Skład główny dla Królestwa w Warszawie u Gebethnera i Wolffa.

Drukiem A. Koziańskiego, ulica Szewska l. 21.

1890.

1.2.8807



B 3538



ND. 128

EGD5A/045-04

PRZEDMOWA.

Niniejsza praca stanowi dokończenie wydanego w roku 1888 dzieła »Konstrukcyja części śladowych maszyn».

Podobnie jak w tomie pierwszym, zaciowałem i tu te same skrócenia, nadto podałem również terminologię niemiecką, francuską, angielską i rsyjską o ile takową zebrać zdołałem.

Spodziewając się, że czytelnicy zawodowi znać zechcą dobrą z méj strony chęć dorzucenia ziarnka pracy na polu literatury technicznej, polecam niniejszą książkę ich życzliwości.

Kraków w lipcu 1890.

Autor.

Części, zamieniające ruch prostoliniowy na ruch obrotowy lub wahadłowy.

1. DŹWIGNIE.

n. Hebel, *f.* levier, *a.* lever, *r.* шесты.

§. 1. Obliczanie wymiarów dźwigni.

W każdej dźwigni rozróżniamy punkt przyłożenia siły, punkt podparcia dźwigni i punkt przyłożenia oporu. Odległość punktu podparcia od punktów przyłożenia siły i oporu zowiemy ramionami dźwigni. Gdy punkty powyższe znajdują się na jednej prostej, nazywamy dźwignię prostą, (*n.* gerader Hebel), gdy zaś te punkty nie leżą na jednej linii prostej, nazywamy ją kątową lub łamaną (*n.* Winkelhebel).

Dla obliczenia wymiarów dźwigni, przyjmijmy dźwignię kątową i oznaczmy przez P siłę, przez Q opór, które działają na końcach ramion odpowiednio p i q (fig. 1. Tab. I). Jeżeli ramiona są względem siebie nachylone pod kątem α wtedy wypadkowa R sił P i Q jest

$$R = \sqrt{P^2 + Q^2 - 2PQ \cos \alpha}$$

Ta wypadkowa w przypadku równowagi przechodzi przez punkt podparcia dźwigni, jest zatem miarą ciśnienia na tenże punkt.

Ponieważ $P:Q = q:p$ przeło także

$$R = P \sqrt{1 - 2 \frac{p}{q} \cos \alpha + \frac{p^2}{q^2}} \quad (1)$$

Dla poszczególnych przypadków jest:

$$\text{dla } \alpha = 0^\circ \quad . \quad . \quad . \quad R = P \left(1 - \frac{p}{q}\right)$$

$$, \quad \alpha = 90^\circ \quad . \quad . \quad R = P \sqrt{1 + \frac{p^2}{q^2}}$$

$$, \quad \alpha = 180^\circ \quad . \quad . \quad R = P \left(1 + \frac{p}{q}\right)$$

Sila P i opór Q są dane, a z ich wielkości można obliczyć średnice czopów w punktach przyłożenia sił. Oznaczmy przez d_p średnicę czopa dla siły P ; przez d_q średnicę czopa dla oporu Q ; przez d_r średnicę dla podpory; to z powodu, że ruch jest powolny możemy przyjąć stosunek długości czopa do jego grubości

$$(2) \quad \frac{l}{d} = 1.25$$

a wtedy otrzymamy według wzoru 46 w Tom. I.

$$(3) \quad \begin{cases} d_p = \sqrt{P \frac{16 \cdot 1.25}{\pi \cdot 5.5}} = 1.1 \sqrt{P} \\ d_q = 1.1 \sqrt{Q} = d_p \sqrt{\frac{p}{q}} \\ d_r = 1.1 \sqrt{R} = d_p \sqrt{1 - 2 \frac{p}{q} \cos \alpha + \frac{p^2}{q^2}} \end{cases}$$

Następująca tablica podaje wartości pierwiastka dla rozmaitych kątów α i stosunków $p:q$.

$\frac{p}{q}$	wartość $\sqrt{\dots\dots\dots}$ dla α					
	180°	120°	90°	60°	30°	0°
1	1.4	1.3	1.2	1.2	0.6	0.0
2	1.7	1.6	1.5	1.3	1.1	1.0
3	2.1	1.9	1.8	1.6	1.5	1.4
4	2.2	2.1	2.0	1.9	1.8	1.7
5	2.4	2.4	2.3	2.1	2.0	2.0
6	2.6	2.6	2.5	2.4	2.3	2.2
7	2.8	2.8	2.6	2.6	2.5	2.4
8	3.0	3.0	2.8	2.7	2.7	2.6
9	3.2	3.1	3.0	2.9	2.8	2.8
10	3.4	3.3	3.2	3.1	3.0	3.0

Przykład: Dźwignia o ramieniu $p = 800 \text{ mm}$, $q = 200 \text{ mm}$, $P = 200 \text{ kilogr.}$, $\alpha = 120^\circ$ otrzyma czop $d_p = 1.1 \sqrt[4]{200} \approx 16 \text{ mm}$
 $d_q = 16 \sqrt[4]{4} \approx 32 \text{ mm}$; $d_r = 16 \sqrt[4]{1.1} \approx 16 \cdot 2.1 \approx 34 \text{ mm}$.

Jeżeli czopy są podwójne lub osadzone w widłach, jak na fig. 4, 5 i 7, natenczas mogą te czopy wytrzymać dwa razy tak wielkie ciśnienie jak czop zwykły w fig. 6; średnica każdego z tych czopów będzie więc równa 0.7 średnicy czopa zwykłego; więc

$$\left. \begin{aligned} d'p &= 0.7 d_p \\ d'q &= 0.7 d_q \\ d'r &= 0.7 d_r \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Zwykle przyjmujemy w tym przypadku

$$\frac{l}{d} = 1.5 \text{ do } 2 \quad (5)$$

Powyższe wzory do obliczania czopów są także ważne dla wodzideł. Czopy bywają wykonywane z żelaza kutego lub ze stali.

Przy obliczaniu wymiarów ramion dźwigni, musimy uwzględnić materiał, z którego dźwignia ma być wykonana. Dźwignie wyrabiają się najkorzystniej z żelaza kutego, albowiem żelazo lane z powodu kruchości nie jest materiałem odpowiednim; natomiast blacha przedstawia materiał znakomity, chociaż kosztowny dla dźwigni, dopuszcza bowiem budowę lekką przy znacznej wytrzymałości. Ramiona dźwigni kutych otrzymują przekrój prostokątny lub eliptyczny, a dźwignie lane posiadają ramiona o rozmaitych przekrojach, mianowicie o przekroju prostokątnym, krzyżowym, o kształcie tówki, podwójnej tówki, a w ogóle żebrowy. Wymiary przekroju obliczymy ze wzoru ogólnego, wytrzymałości na zgięcie, mianowicie

$$Pp = \frac{a b^2}{6} k$$

gdzie a oznacza grubość, b wysokość przekroju prostokątnego, p ramię dźwigni. Dla czopów kutych mieliśmy podobny wzór

$$P \frac{l_p}{2} = \frac{\pi}{32} d_p^3 k$$

Przyjąwszy ten sam materiał dźwigni i czopa, więc i to samo natężenie dozwolone k , otrzymamy z obu ostatnich równań stosunek:

$$\frac{p}{l_p} = \frac{32}{2} \frac{a b^3}{6 \pi d_p^3} = \frac{32}{12} \frac{b}{\pi} \cdot a \frac{b^2}{d_p^3}$$

$$\text{z\k{t}\k{a}d} \quad \frac{b}{d_p} = \sqrt[3]{\frac{12}{32} \frac{\pi}{l_p} \frac{p}{a} \frac{b}{a}} \quad \text{wi\k{e}c}$$

$$(6) \quad \frac{b}{d_p} = 1.05 \sqrt[3]{\frac{p}{d_p} \frac{d_p}{l_p} \frac{b}{a}}$$

Ten wz\k{o}r zawiera same stosunki, kt\k{o}re przyj\k{a}c mo\k{z}emy, a wstawivszy dane warto\k{sci} obliczymy wysoko\k{sc} b przekroju. Dla stosunku $b:a$ obieramy

$$(7) \quad b:a = 2 \dots \text{do} \dots 7$$

z wyj\k{a}tkiem d\k{z}wigni wykonanych z blachy, dla kt\k{o}rych stosunek $b:a$ jest znacznie wi\k{e}kszy, bo dochodzi do 50 i wi\k{e}cej.

Dla u\k{lat}wienia rachunku wed\k{lug} wzoru (6) podajemy tablic\k{e} nast\k{e}puj\k{a}c\k{a}:

$\frac{p}{d_p}$	Warto\k{sc} $b:d_p$ dla $b:a =$				
	2	3	4	5	7
5	2.1	2.4	2.6	2.8	3.2
10	2.6	3.0	3.3	3.6	4.0
20	3.3	3.8	4.2	4.5	5.1
30	3.8	4.4	4.8	5.2	5.8
40	4.2	4.8	5.3	5.7	6.4
50	4.5	5.2	5.7	6.1	6.9
60	4.8	5.5	6.0	6.5	7.2
70	5.1	5.8	6.4	6.9	7.7
80	5.3	6.0	6.7	7.2	8.0
90	5.5	6.3	6.9	7.5	8.3
100	5.7	6.5	7.2	7.7	8.6

Przykład: Gdy dla poprzedniego przykładu przyjmiemy $p = 800 \text{ mm}$, $d_p = 16 \text{ mm}$, $p : d_p = 50$; dla dźwigni kutěj o przekroju prostokątnym $b : a = 5$, to z tablicy otrzymamy $b = 6.1 d_p \approx 98 \text{ mm}$, zatem będzie przekrój ramienia $a = 20 \text{ mm}$, $b = 100 \text{ mm}$.

§. 2. Konstrukcyja dźwigni.

Kształt dźwigni zależy od jěj materyału; należy więc poznać z osobna konstrukcyję dźwigni kutech, lanych i dźwigni wykonanych z blachy.

1. **Dźwignie kute.** Fig. 2 i 3 okazują jedno ramie dźwigni kutěj, drugie ramie możemy ułożyć pod kątem dowolnym. Grubość piasty dla osi podpierającej i wymiary głów dla czopów pozostają w pewnym stosunku do średnicy czopów. Zwykle przyjmujemy grubość piasty około 0,5 d_r z tym warunkiem, żeby średnica piasty była większa od wysokości b ramienia dźwigni. Utwierdzenie czopów może być rozmaicie wykonane, jak to okazują fig. 4 do 7. W fig. 4 i 5 przyjęto czop podwójny, w fig. 7 jest czop umieszczony w widłach, wreszcie fig. 6 okazuje czop pojedynczy. Widzimy z tych figur, że używa się dwu sposobów połączenia, mianowicie za pomocą klina lub za pomocą mutry. Mniej dobrą jest konstrukcyja z noskiem i zawłóczką, jak na fig. 5, bo stałe utrzymanie czopa nie jest tak pewnem. Przy użyciu klina daje się przedłużeniu czopa kształt walcowy lub stożkowy; w ostatnim razie nie powinien czop posiadać odsadzkę, bo naciąganie klinem byłoby już niemożliwe przez oparcie się odsadзки czopa do ramienia. Przy użyciu mutry należy otwór na trzon śruby wykonać większy od średnicy śruby, ażeby gwint nie psuł się, zarazem powinna śruba być przedłużoną o dwa do trzech gwintów pod mutrą dla pewności przykręcenia jěj i umocowania czopa. Dobrze jest uchronić mutrę od złuzowania się przez zawłóczkę, lub innym sposobem, który podaliśmy w §. 17 tomu I.

Dźwignie bywają naklinowane na oś podpierającą a tylko wyjątkowo osadza się je na osi czworokątnej lub wielokątnej. Na fig. 8 i 9 jest przedstawiona dźwignia do podnoszenia wrzecion kamieni młyńskich. Punkt przyłożenia siły jest zaopatrzony w mutrę, która zostaje pociągana za pomocą śruby. Punkt przyłożenia oporu także nie wymaga czopa; albowiem gniazdo wrzeciona opiera się bezpośrednio na dźwigni.

2. **Dźwignie lane.** Ramiona dźwigni lanych posiadają przekrój kształtu tówki lub w ogóle żebrowy p. fig. 10—11. Żebra obejmują piasty dla czopów i zwężają się na zewnątrz, celem łatwego formowania ich w piasku. Umoścowanie czopów kutych w piastach lanych jest takie same, jak przy dźwigniach kutych. Głowy w kształcie widel fig. 12—13 mogą być tu znacznie łatwiej wykonane niżeli w przypadku używania żelaza kutego. Dźwignię laną większych rozmiarów okazuje fig. 14. Dźwignie lane wzmacnia się w ten sposób, że na piasty naciąga się na gorąco obręcze kute, jak się to dzieje przy kołach, złożonych z kilku części.

3. **Dźwignie z blachy.** Przy bardzo długich ramionach, lub przy znacznych oporach, wypadają dźwignie kute, a tym bardziej lane, bardzo ciężkie; co pociąga za sobą użycie większej siły do poruszania i sprawia większe tarcie w czopach. Ażeby więc otrzymać mniejszy ciężar dźwigni, a nie zmniejszyć jej wytrzymałości, wykonywamy takie dźwignie z blachy. Ramiona bywają wykonywane z jednej, dwu lub więcej blach znitowanych i żelazem kątowym wzmocnionych. Oprócz tego mogą być dwie równoległe ściany wykonane i pasem z blachy połączone. Celem otrzymania dźwigni o najmniejszym ciężarze, nie używa się grubszej blachy nad 15 mm; zwykle wystarcza grubość 2 do 7 mm; a wytrzymałości uczynimy zadość przez nadanie odpowiedniej wysokości. Przekrój takiego ramienia z blachy posiada kształt I lub podwójnej tówki, albo według fig. 5 bywa skrzynkowo wykonany. Grubość pasów g i ścian tego przekroju tworzą

jedna lub więcej blach. Przykład takiej dźwigni poznamy przy wahaczu z blachy w fig. 91—96.

II. KORBY.

n. Kurbel, *f.* manivelle motrices, *a.* crank,

г. кривошипъ.

§. 3. Obliczanie korb maszynowych.

Korby są to dźwignie o jednym ramieniu. Przy maszynach parowych służą korby do zamiany ruchu prostoliniowego trzona tłokowego na ruch obrotowy wału. Przy każdej korbie możemy rozróżnić następujące części: 1. głowę t. j. część obejmującą czop korby, który ruch bezpośrednio otrzymuje, 2. piastę, zapomocą której korba jest osadzona na wale i 3. ramię, jako połączenie głowy z piastą.

Kształt i wymiary korby zależą od materiału, którym może być żelazo lane, żelazo kute, lub stal. Wyniary ramienia korby moglibyśmy obliczyć według podanych wzorów przy dźwigni, gdyby nie zachodziła ta okoliczność, że korby maszynowe muszą być wykonane znacznie silniej od zwykłych dźwigni. Przez zerwanie bowiem czopa korby lub samej korby nie ustalby ruch tłoka parowego, a w skutek tego nastąpiłoby wybite dna walca parowego, a w dalszym ciągu zniszczenie maszyny parowej. Dlatego korba musi być bardzo pewnie i silnie wykonaną i z tego powodu przyjęto z doświadczenia, dla korb maszynowych wymiary, które okazują się większymi niżeli wypadłyby z obliczenia. Oznaczmy przez d średnicę czopa korby, przez l długość jego, przez D średnicę wału, przez D_1 otwór w piście korby, przez δ grubość przy piście, przez δ_1 grubość przy głowie, przez h szerokość, g grubość ramienia; wreszcie przez R promień czyli ramię korby, to przyjmujemy następujące stosunki między powyższymi wymiarami.