

Jeżeli koła mają bardzo spokojnie się obracać i ruch jak najdokładniej przenosić, wtedy powinny być przed obro-bieniem zębów i po tém obrabieniu zrównoważone czyli wybalansowane.

Ostatnią pracą przy wyrobie kół zębatach, jest wyro-bienie rowka na klin, który ma koło utrzymywać na osi. Wykonanie tego rowka odbywa się ręcznie lub na maszy-nach. Ręcznie możemy rowek wyciąć za pomocą dłuta wą-skiego i dłuta szerokiego, bijąc młotkiem w dłuto trzymane lewą ręką. Wąskim dłutem weina się żłobki, ograniczające rozmiar szerokości na całą długość; dłutem zaś szerokim wy-cina się głębokość całego rowka. Do tej pracy mamy wiele narzędzi, z których jedno przytaczam, jako bardzo pra-ktyczne ob. fig. 321—322. Otwór piasty *A* zabija się drze-wem, między które włożone są kliny *a*, *b*, *c* prowadzące nóż *n*, który wycina rowek; klin *a* ma z jednej strony nos dla stałego utrzymania go w miejscu ułożonem i ma wszę-dzie jednostajną grubość. Następny klin *b* jest zbieżny i prowadzi klin *c*, który posiada otwory, służące do wkła-dania drutu, aby przy wbijaniu noża *n* dolne kliny nie po-suwały się w kierunku uderzenia. Wybijanie rowka po-wtarza się dopóty, dopóki nie osiągniemy pożądanej głębo-kości.

Wyrobienie maszynowe rowka odbywa się na stru-garkach pionowych. (Nuthenstossmaschinen) lub na przy-rządach umyślnie do tego zbudowanych.

VIII. KOŁA TARCIOWE czyli FRYKCYJNE

- n. Reibungsräder, Frictionsräder; f. roues de friction;
a. friction - wheels.

§. 63. Obliczanie kół tarcowych.

Ruch kół tarcowych polega na tarcu między dwiema powierzchniami z których jedna jest przyciskana do dru-

giej, chwytając ją przy obrocie i ruch obrotowy tym sposobem przenosi. Użycie kół tarciovych jest możliwe tylko przy małej odległości obudwy osi, tudzież przy małych siłach, które mają być przenoszone.

Ze względu na budowę możemy koła tarciove podzielić na koła zwykłe i koła klinowe. Pierwsze mają powierzchnię walcową lub stożkową; drugie zaś są wykonane klinowo i wchodzą zeberkami w odpowiednie wykroje wieńca drugiego koła. Koła zwykłe okazują fig. 323—324 dla osi równoległych, gdzie kształt wieńców jest walcowy. Następna fig. 325 okazuje takie koła dla osi przecinających się, z wieńcem stożkowym. Oba rodzaje mogą być także klinowo wykonane, jak pokazują wieńce w fig. 326—328.

Koła tarciove wywierają na oś znaczne ciśnienia, które mogą spowodować rychłe zniszczenie panewek i czopów osi. Aby się o tym przekonać, oznaczmy przez P siłę przenoszoną, działającą na obwodzie wieńca, przez N ciśnienie prostopadłe do powierzchni trących się o siebie, przez Q ciśnienie w kierunku prostopadłym do osi, przez R promień kół, przez n ilości obrotów kół w minucie, przez f współczynnik tarcia; to otrzymamy warunek dla

przenoszenia ruchu: $P \leq Nf$; czyli $N \geq \frac{P}{f}$

Te równania dają w szczególnych przypadkach następujący wynik: Dla kół walcowych (fig. 323) będzie:

$$Q = N = \frac{P}{f} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad P = Qf = Nf \quad . \quad (126)$$

Ciśnienie na oś jest równe ciśnieniu między powierzchniami trącymi się o siebie, więc czopy osi doznają całego ciśnienia N . Dla kół stożkowych (fig. 325) otrzymamy:

$$Q = N \sin \frac{1}{2} \alpha \quad . \quad . \quad Q_1 = N \cos \frac{1}{2} \alpha \quad . \quad . \quad (127)$$

Ciśnienie na oś i więc na czopy jest mniejsze, niż w poprzednim przypadku.

Dla kół klinowych (fig. 326) będzie bez uwzględnienia tarcia: $Q = \frac{P}{f} \sin \frac{1}{2} \alpha = N \sin \frac{1}{2} \alpha$

a z uwzględnieniem tarcia jest:

$$Q = \frac{P}{f} \left(\sin \frac{\alpha}{2} + f \cos \frac{\alpha}{2} \right) = N \left(\sin \frac{\alpha}{2} + f \cos \frac{\alpha}{2} \right). \quad (128)$$

W każdym z powyżej podanych przypadków staje się $Q = 0$, gdy kąt $\alpha = 0$. Ten przypadek zachodzi przy kołach frykcyjnych Brauera.*)

Przy wszystkich kołach tarciovych ważny wpływ wywiera współczynnik tarcia, który zależy od materiału i następnie od stanu powierzchni. Średnia wartość tego współczynnika jest następująca:

przy żelazie lanym na skórze	jest $f = 0,3$
" żelazie na żelazie	" $f = 0,3$
" " " tekturze	" $f = 0,4$
" drzewie czołowym na drzewie	" $f = 0,5$
" " " żelazie	" $f = 0,6$

Te wartości ważne są dla świeżych powierzchni; gdy one po pewnym czasie zostaną wygładzone, wtedy zmniejsza się współczynnik tarcia. Dlatego przyjmujemy dla pewności tylko połowę powyższych wartości w rachubę. W każdym razie widzimy, że wybór materiału jest bardzo ważny i wskazuje na drzewo jako materiał najodpowiedniejszy, który jednak, jako najmniej trwały, najczęściej odnawianym być musi.

Przy użyciu kół frykcyjnych należy także to uwzględnić, że stosunek kół frykcyjnych nie może być tak wielki, jak stosunek kół zębatach. I tak, dla zmiany ruchu powolnego na prędkiego możemy co najwyżej przyjąć stosunek obrotów 1:5; gdyż doświadczenie okazało, że przy przędsem przenoszeniu ruchu koła się ślizgają, a wtedy ruch nie by-

*) Dingler com 228 sr. 15 lub PCM 1876 st. 314.

wa dokładnie przenoszony. Zmiana ruchu prędkiego na powolny nie wymaga takiej granicy, bo wtedy może stosunek przyjąć wszelkie wartości od 1 do 0.

Do przenoszenia ruchu zmiennego nadają się także te koła najkorzystniej. Układ kół dla zmiennego ruchu okazują fig. 329—330, gdzie mniejsze koło o promieniu r może być posuwane na wale, przez co promień ρ drugiego koła zwiększonym być może do wielkości R . Tym sposobem ilość obrotów może być według potrzeby zmieniona. Na fig. 329 możemy zwiększać promień ρ od 0 do R ; podobnie zmieniamy promień na fig. 330, przyczem atoli z praktycznych względów nie dochodzi się do granicy 0 a ruch zostaje przenoszonym w stosunku ilości obrotów $n_1 : n = \rho \sin \alpha : r$.

Dla $\alpha = 90^\circ$ otrzymamy konstrukcyą pierwszą (fig. 329), gdzie $n_1 : n = \rho : r$.

Koła klinowe są o tyle praktyczniejsze od zwykłych kół tarciovych, że wymagają mniejszego przyciskania i wywierają mniejsze ciśnienie na oś. Atoli te koła dotykają się tylko w kole podziałowem, przez co prędzej się zużywają, pomimo tego, że zwykle otrzymują wielokrotne żłobkowanie. Wieniec takich kół klinowych używał Webers do odśrodkowców (centryfug) przy 700 obrotach, okazują fig. 327—328. Inżynierowie Minotti i Robertson używali pierwsi koła klinowe z dobrym powodzeniem*).

§. 64. Konstrukcyja i wyrób kół tarciovych.

Koła tarciove zwykle mają taką piastę i takie ramiona, jakie się znajdują przy kołach zębatych, lub mają kształt krążków bez ramion i są wzmocnione żebrami. Osobliwie dla konstrukcyi w fig. 329—331 jest pełny krążek najodpowiedniejszy.

*) p. Engenering 1868 st. 502, 593 1869 st 353.

Wieniec żelazny kół tarciovych musi być grubszy od wienca kół zębatach, bo jest nietylko wystawiony na znaczne zużycie się, lecz przy wyrabianiu należy uwzględnić ponowne jego obtoczenie.

Na fig. 324 i 331 jest wieniec obłożony skórą. Na fig. 333 są wycinki drewniane dwiema płytami lanymi przytrzymywane, a śrubami połączone. Minotti wykonywał koła klinowo i tak, aby w miarę ścierania się powierzchni można koła łatwo zbliżać do siebie. p. fig. 334. Zbliżenie tych dwu połówek uskutecznia się za pomocą mutry, która dla zabezpieczenia posiada zazębienie z haczykiem ułożonym na jednej połowie koła klinowego. Zagłębienia promieniowe w mutrze służą do obracania jej.

Fig. 331 okazuje poruszanie odśrodkowca (bąka czyli centryfugi) za pomocą kół frykeyjnych, gdzie a jest osią ruch przenoszącą, b osią odśrodkowca, K K_1 są kołami tarciovymi, z których pierwsze jest z żelaza lanego, drugie zaś z papieru. Papier spoczywa na dnie g i jest przytrzymany dnem C i przyciśnięty mutrą. Dno krawędzi g może zarazem służyć za koło hamulcowe. Płyta K jest przyciskana śrubą s do stożka K_1 a dla otrzymania przycisku sprężystego, między blaszanymi pierścieniami, ułożone są podkładki z kauczuku m . Taka konstrukcyja bywa używana do poruszania baków w cukrowniach.

Wyrabianie kół tarciovych. Krąg kół tarciovych jest prawie wyłącznie z żelaza lanego i wyrabia się tak samo jak koła zębate, przez odlew z modelu drewnianego i następnie przez obtoczenie na wymiar żądany.

Koła tarciove, których wieniec ma być obłożony skórą lub papierem, wyrabia się jak walce kalandrowe w następujący sposób: Papier na wieniec przyznaczony, musi być suchy i dobrego gatunku. Z papieru (tak samo ze skóry) układa się słup, mający około $\frac{3}{4}$ żądanej szerokości koła, (od h fig. 331) i wycina się szablonem kilka arkuszy

razem tak, aby średnica wyciętego papieru była nieco większą od średnicy koła. Otwór na wał wycina lub wybija się dłutem jak najdokładniej, i najlepiej w sztkalcie czworokąta. Tak przygotowany papier wkłada się za pomocą prasy na piastę krążka *g* i ściska się cały słup w prasie śrubowej do grubości *h*. Teraz nakrywa się papier denkiem *c* i przykręca mutrą, przez co cały materiał wieńca stale przytrzymany zostaje. Otoczenie tego walca lub stożka papierowego odbywa się na tokarce, przyczem używa się noża z ostrzem do krajania, według kształtu fig. 332. Drugie otoczenie odbywa się zwykłym nożem tokarskim, jakiego tokarz do żelaza używa. Ponieważ nóż przy toczeniu papieru bardzo rychło się tępi, dlatego konieczne jest ciągle sprawdzanie średnicy przez mierzenie jej cyrklem. Po otoczeniu wygładza się otrzymany walec (względnie stożek) papierem szklanym lub szmirglowym dla lepszej gładkości. Ze względu na oszczędność używają fabrykanci czasem tektury zamiast dobrego papieru. Tektura jednak jest zawsze zanieczyszczona piaskiem i innymi ciałami twardymi, które utrudniają obtoczenie, tępiąc nóż po kilku obrotach. Wyrabianie kół nałożonych skórą jest takie, jak wyrabianie ich z nałożeniem papieru.

Inne konstrukcje p. Reibräder. Dingler tom 235 st. 411. Kühne Reibrädergetriebe Dglr tom 241 st. 18. Reibräder mit veränderlichem Umsetzungsverhältniss. Dplr. t. 246 st. 120.

IX. KOŁA PASOWE.

n. Reimscheiben; f. roues de courroie; a. sheave;

г. Шкиль.

§. 65. Przenoszenie ruchu obrotowego za pomocą kół pasowych.

Gdy odległość osi jest tak znaczną, że kół zębatach użyć nie możemy, wtedy koła pasowe służą do przenoszenia ruchu. Przenoszenie jest w tym razie zależne od

położenia osi, które mogą być równoległe, przecinać się lub mieć położenie skośne. Pierwszy przypadek nie przedstawia żadnej trudności, wymaga jedynie, aby koła leżały na jednej płaszczyźnie, prostopadłej do obudwu osi. Drugi i trzeci przypadek jest możebny tylko przy zachowaniu pewnych warunków, a najczęściej bywa wykonywany za pomocą krążków wodzących (Leitrollen), które w pewnem położeniu muszą być umieszczone.

Fig. 335—336 okazują przeniesienie ruchu w tym samym kierunku przy osiach równoległych. Tak nałożony pas nazywamy pasem **rozwartym** (offener Riemen). Fig. 337 okazuje przeniesienie ruchu w kierunku przeciwnym; tu pas zowie się **krzyżowanym**. (geschränkter oder gekreuzter Riemen). Odpowiednio do kierunku obrotu używamy pierwszego lub drugiego sposobu nałożenia pasa. Gdy kierunek obrotu jest obojętnym, a odległość osi mała, wtedy lepiej jest użyć pasa skrzyżowanego, albowiem ruch daje się pewniej przeprowadzać.

Przypadek dwu osi skośnych jest rozwiązany na fig. 338—341; pierwsze dla dowolnie nachylonych względem siebie osi, pod kątem α , drugie dla $\alpha = 90^\circ$. W tych przypadkach przenoszenie ruchu jest tylko wtedy możebne, i nie wymaga krążków wodzących, gdy punkty, w których pas schodzi z kół, leżą na linii przecięcia się średnich płaszczyzn kół pasowych. Gdy więc A i B przedstawiają poziome osi wałów, to koła muszą tak być ułożone, żeby punkt a w kierunku prostopadłym leżał nad punktem b . Dla przepisanego kierunku obrotu osi A rozwiązanie jest dwojakie: bądź za pomocą osi B , bądź za pomocą osi B_1 . Zastosowanie zaś kół i osi jak B_2 i B_3 jest tylko wtedy możliwe, gdy obrót koła A jest przeciwny.

Co do ilości obrotów, należy stosować prawo ogólne, że średnice dwu kół stoją do siebie w stosunku odwrotnym do ilości obrotów czyli

$$D : D_1 = n_1 : n \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (129)$$

N. p. Jedno koło ma 600 mm. średnicy a wał jego robi 80 obrotów, to drugie koło będzie robiło 120 obrotów, gdy mieć będzie średnicę $80 \times 600 : 120 = 400$ mm.

§. 66. **Pasy.**

n. Riemen; f. courroie; a. band, scrap; r. ремень.

Pasy do przenoszenia ruchu obrotowego wyrabia się ze skóry zwierząt (najlepiej z wołu) przez garbowanie. Dobry pas ma zwykle ciemno czerwoną barwę, przekrój jednostajnie ziarnisty, jest mocny i giętki, a przy zginaniu nie okazuje zmarszczek ani pęknięć. Niedostatecznie garbowana skóra ma barwę jasno żółtą, a w przekroju (najlepsze znamię) jest niejednostajną i przy zginaniu zostawia zmarszczki. Garbarnie dostarczają pasów w różnych grubościach, numerując je zwykle, jak następuje:

N 0 pas o grubości 3 do $3\frac{1}{2}$ mm.

N 00 " " " $3\frac{1}{2} - 4\frac{1}{2}$ mm.

N 000 " " " $4\frac{1}{2} - 5$ mm.

Pasy grubsze od 6 mm. rzadko się spotyka. Najwięcej używamy N 00 przy szerokościach pasa do 70 mm. Ostatniego N 000 używa się przy szerszych pasach. Szerokość pasa jest bardzo zmienną. Spotykamy pasy od 30 mm do 200 mm szerokości mające. W Ameryce pokazywano na wystawie pasy do 1go m szerokości mające. Najlepsze pasy wycinają się z grzbietu wołu, i bywają w rozmaity sposób ze sobą połączone, aby jak największą długość wydały. Łączenie pasów odbywa się bądź przez zeszywanie rzemykami i kitowanie, bądź tylko przez samo sklejanie kitem; w każdym razie zeszywanie jest najlepszem bo najpewniejszym połączeniem, lecz wymaga więcej czasu, czyni więc wyrób kosztowniejszym. Sposób zeszywania podają fig. 343—344.

Używa się także pasów gumowych i kauczukowych, które nie okazały się dobrymi, gdyż się rozciągają i nie są tak trwałe, jak pasy skórzane. Także pasy drutowe nie są

lepsze, bo ich krawędzi się strzępią, a wilgoć prędzej je niszczy, niż inny rodzaj pasów. W nowszych czasach wchodzi w użycie pasy bawełniane, które według doświadczeń Kirkaldy'go w Londynie mają posiadać $1\frac{1}{2}$ razy większą wytrzymałość, aniżeli pasy skórzane i nie psują się w wilgoci. Przy użyciu pociąga się stronę wewnętrzną pasa mieszaniną pokostu i minii, a stronę zewnętrzną olejem lnianym. Zdaje się, że pasy bawełniane mogą w wielu przypadkach zastąpić pasy skórzane, zwłaszcza że cena ich jest niska.*)

Wymiary przekroju pasa obliczamy według wzoru dla wytrzymałości bezwzględnej. Oznaczmy przez ab przekrój pasa, przez S siłę rozciągającą pas, to $S = abk$.

Spółczynnik wytrzymałości jest bardzo zmiennym, bo zależy od rodzaju skóry, od miejsca z kąd została wycięta skóra, od rodzaju i dobroci jej garbowania i t. p. Natężenie dozwolone przyjmujemy z doświadczenia około 0,25 kgr., przyczem średnia wartość współczynnika wytrzymałości jest 2,75 kgr. na 1 mm^2 .

Grubość pasa a możemy przyjąć tylko między granicami możebnymi t. j. $a = 3$ do 5 mm . Przyjmijmy dla rachunku $a = 4\text{ mm}$ to będzie $S = 4 b \cdot 0,25$ czyli

$$S = b \dots \dots \dots (130)$$

t. z. natężenie pasa w kilogramach daje szerokość pasa w mm , gdy grubość jego jest równa 4 mm .

Dla przenoszenia bardzo znacznych sił używamy pasów podwójnych, wyjątkowo także potrójnych, natenczas $a = 8$ do 15 mm . Takie jednak zgrubienie pasa zmniejsza znacznie skuteczność transmisji ruchu, gdyż opór sztywności pasa jest bardzo znaczny. Uwzględnijmy natężenie pasa

*) Inne rodzaje p. Metalltriebgeräten Dingler tom 231 st. 225; Amerik. Triebriemen PMC 1877 st. 476; Zusammengesetzte Triebriemen PMC 1880 st. 32; Baumwolltriebriemen Dglr. tom 242 st. 388; Hanftriebriemen (Zerreißversuche) Dglr. tom 246 st. 269; Geleimte Triebriemen Dglr tom 248 st 135.

i siłę przenoszoną, a oznaczmy (na fig. 342) przez R R , promieni kół, przez P siłę przenoszoną na obwodzie koła, przez T natężenie pasa w spoczynku, przez S natężenie pasa ciągnącego; wreszcie przez s natężenie pasa ciągniętego, wtedy

$$S = T + t \quad . \quad . \quad . \quad . \quad s = T - t \quad . \quad \text{skąd}$$

$$S - s = 2t = P \quad . \quad , \quad . \quad . \quad S + s = 2T$$

Różnica natężeń może łatwo wywołać ślizganie się pasa, gdyż pas natężony, przechodząc przez koło, musi zmieniać swą długość. Gdy więc opór w wale poruszającym jest zmiennym, to zmienną jest prędkość tego koła; więc z powolniejszego obrotu drugiego koła może ślizganie się pasa nastąpić. Powyższe równania dają

$$t = 0,5 P \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (131)$$

a wiadomo z mechaniki, że $S = s e^{f\alpha}$ gdzie α oznacza kąt odpowiedni łukowi, przez pas objętemu, przyczem współczynnik tarcia f według doświadczeń jest 0,28. Ostatnie równanie $S = P + s = s e^{f\alpha}$ daje nam:

$$s = \frac{P}{e^{f\alpha} - 1} \quad . \quad . \quad . \quad S = \frac{P e^{f\alpha}}{e^{f\alpha} - 1} \quad . \quad (132)$$

Wstawmy te wartości w równanie $S + s = 2T$, to otrzymamy:

$$T = 0,5 P \frac{e^{f\alpha} + 1}{e^{f\alpha} - 1} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (133)$$

Wzory (132) i (133) pozwalają obliczyć natężenie pasa, gdy daną jest siła P przenoszona na obwodzie koła. Przyjawszy za α takie wartości, jakie w praktyce zwykle się spotyka, otrzymamy dla $f = 0,28$ następujące stosunki natężeń:

$\frac{\alpha}{2\pi} = 0,2$	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
$\frac{T}{P} = 2,88$	1,95	1,48	1,21	1,03	0,92
$\frac{S}{P} = 3,40$	2,45	2,00	1,71	1,51	1,41
$\frac{s}{P} = 2,40$	1,45	1,0	0,71	0,51	0,41

Z powyższego zestawienia widzimy, że ze wzrostem łuku objętego, stosunek $S : P$ staje się coraz mniejszy, t. z. że tym większe siły możemy przenosić, im więcej obejmujemy koło pasem. Najczęściej jest $\alpha : 2\pi = 0,4$, wtedy $S : P = 2$ t. z. osi podwójną siłą do siebie przyciskane. Ta okoliczność nie ma miejsca przy kołach zębatych, a ona była główną przyczyną, że dawniej unikano użycia kół pasowych do przenoszenia większych sił.

Doświadczenia okazały, że im cięższym jest pas, tym mniejszego ciśnienia doznaje oś. Ztąd podał Redtenbacher regułę, dotyczącą użycia kół pasowych, że ruch obrotowy należy tylko wtedy przenosić pasami, gdy odległość osi jest większą od podwójnej średnicy koła większego. Doświadczono nadto, że najlepiej ciągnie pas w położeniu poziomem, a najgorzej w położeniu pionowym. W ostatnim razie lepsze są pasy skrzyżowane, bo łuk opisany jest większy.

Amerykanin St. Roper podał wzór empiryczny, który dla miar metrycznych jest $b = 0,236 \frac{N}{\sqrt{l}}$ gdzie oznacza N ilość koni; b szerokość pasa w m; v prędkość pasa; l obwód koła opasanego pasem w m. Dla $l = 1,4 D$ daje powyższy wzór $b = 2,5 \frac{P}{D}$

Prof. Radinger stwierdził ten wzór w Ameryce na kołach pasowych.

Pas powinien nachodzić wolno, równo i z jednakim natężeniem na wieniec koła pasowego, a w celu uniknięcia wpływu siły odśrodkowej powinno koło być zrównoważone.

Aby umożliwić jak najszczelniejsze przyleganie pasa do koła pasowego, nakładają Amerykanie pasy przeciwnie od nas t. j. kładą na wieniec koła stronę sierściową, która jest gęstszą od chropowatej czyli mięsnej strony pasa.

Po nałożeniu pasa na koła pasowe zeszywa się końce pasa rzemykami, bądź sposobem zwykłym fig. 343—344, bądź amerykańskim sposobem, podanym na fig. 345. Należy unikać krzyżowania się rzemyków. Zeszywanie pasów jest wprawdzie bardzo pewne i trwałe, lecz wymaga więcej czasu, niżeli inne sposoby połączenia n. p. śrubami pasowymi fig. 346—347. Śruby w tym celu użyte, a przedstawione na fig. 348 są złożone z dwu części i wchodzi w okrągło wycięte otwory pasów. Kosztowniejsze a nie wiele lepiej zbudowane są śruby Motza i Kernaulla.

Inne sposoby połączenia pasów p. Harrisa z płytkami z leżny kowalnej PMC 1868 st. 316; Lincolna mosiężne blaszki Dingler tom 199 st. 451; Reichel PMC 1872 st. 61. Ochsa PMC 1873 s. 125. Jorissona Dglr tom 231 st. 225; Niemana zawiasy Dglr. tom 227 st 21; Śruby Motza i Kernaulla Dglr. tom 230 st. 214; Dglr. tom 234 st. 89 Patentowane połączenia Dglr tom 234 st. 89: PMC 1880 st. 32. Neuerungen an Riemenverbindungen Dglr tom 240 st. 339; Dglr tom 245 st. 434; Dglr tom 247 st. 237; Dglr tom 259 st. 110.

W celu połączenia obu końców pasa używamy przy szerokich i ciężkich pasach przyrządu, zwanego naciągaczem pasów (Riemenspanner), który podany jest na fig. 349. Ten przyrząd składa się z dwu podwójnych desek drewnianych *A* i *B* między które wkłada się końce pasa i ściska się je śrubami. Następnie za pomocą korby *K* i osi z kółkiem *t* kręcąc śruby *s s*, zbliża się deski *A* i *B* do siebie, i tym sposobem napręża się pas, aby końce nałożone ze sobą połączyć t. j. zeszyć lub śrubami ściągnąć.

Inne sposoby tych przyrządów p. Riemenspanner. Benecke Dglr tom 239 st. 260; Menzel Dglr tom 243 st. 192; Samper Dglr tom 250 st. 14; Cobbett Dglr tom 261 st. 283.

Nakładanie pasa na koła podczas ruchu jest bardzo niebezpieczne dla robotnika, ono może nadto spowodować

niekorzystne skutki dla całego zakładu. Ręczne nakładanie pasa wymaga zatrzymania ruchu, przywiązania pasa do jednego ramiona koła i kręcenia wału tak długo, aż pas się sam nałoży, następnie odwiązania pasa od ramiona koła, i puszczenia w ruch całej transmisji. Ta praca wymaga wiele czasu, dlatego starano się zbudować takie przyrządy, któreby wykonywały nałożenie pasa podczas ruchu całej transmisji. Nie znamy dotąd przyrządu, któryby tę pracę dobrze wykonywał. Najlepszym dotychczas jest przyrząd konstrukcji i patentu Hoffmana.

p. Dingler tom 233 st. 358 lub PMC 1879 st. 182.

§. 67. Konstrukcja kół pasowych.

Koła pasowe bywają wykonywane prawie wyłącznie z żelaza lanego, a tylko wyjątkowo z drzewa. Tego ostatniego materiału używa się ze względu na taniość lub lekkość.

Rozmiary kół pasowych żelaznych są następujące:

1. Piasta stosuje się do średnicy wału d i do szerokości wieńca (fig. 350—351). Oznaczmy przez g grubość piasty; przez R promień koła; przez h wysokość ramiona, to obieramy

$$g = 10 + \frac{d}{3} + \frac{R}{50} \quad \text{albo} \quad g = 10 + 0,4 h \quad . \quad . \quad . \quad (134)$$

Reuleaux i Reiche przyjmują $g = 0,5 \sqrt{a R}$

Gdzie a jest grubością pasa. Długość piasty l powinna być przynajmniej $2,5 g$; zwykle jest większą od szerokości wieńca o kilka *mm*. Inni konstruktorowie przyjmują $l = 2 d$. Piasta koła luźnego powinna być zawsze długa, natomiast może być lżej wykonaną i bywa przy bardzo szybkich obrotach wyłożona (wybuksowana) bronzem albo mosiądzem, dla złagodzenia tarcia i łatwiejszego odnowienia. (fig. 352). Bardzo wielkie piasty posiadają otwór wyżłobiony, jak to górna część fig. 350 okazuje. Robi się to celem oszczędzenia pracy przy wytaczaniu otworu; wtedy długość

piasty, przylegającej do wału powinna być około 2 d . Pia-
sta luźnego koła musi być smarowaną i otrzymuje w tym
celu otwór, który się zamyka śrubką.*)

Do złączenia piasty rozdwojonej używamy kutych
pierścieni (fig. 350) naciąganych zwykle na gorąco, których
wymiar przekroju przyjmuje Reiche

$$n^2 = 10 + \frac{b}{14} \left(1 + \frac{D}{d} \right) \dots \dots \dots (135)$$

gdzie oznacza D średnicę koła; d średnicę wału, b szerokość wieńca.

2. Ramiona. Ilość ramion przyjmuje się:

$$A = 2 + 0,6 \frac{R}{b} \dots \text{lub} \dots A = 0,7 \frac{R}{d} \dots (136)$$

Przy mniej niż 3 ramionach wyrabia się koło bez ramion o grubości m poniżej podanej. Przekrój ramion przyjmujemy zwykle owalny, a wykreślenie przekroju (p. fig. 353) odbywa się za pomocą łuków. Grubość ramion m , jest zwykle równa połowie szerokości ramiona h więc
 $m = \frac{1}{2} h$.

Szerokość ramiona h obliczymy podobnie, jak przy kołach zębatych z ogólnego wzoru, gdy P jest siłą na obwodzie koła, więc $\frac{P}{A}$ oznacza siłę działającą na jedno ramie:

$$\frac{P}{A} \cdot R = \frac{\pi}{32} h^2 \cdot \frac{h}{2} \cdot k \dots \text{Przyjawszy } k = 2 \text{ kgr. otrzymamy}$$

$$h = 2,2 \sqrt[3]{\frac{P}{A} R} \dots \dots \dots (137)$$

*) Często używa się tylko drewnianego kółka. Sposoby smarowania takich kół luźnych p. Kitson's Lager. Maschinenbaucr tom 14 st. 301; Dglr tom 234 st. 94; Deutsche Allg. Polytech. Zeitung tom 7 st. 462; Shaw Schmieraparat f. lose Riemscheiben PMC 1872 st. 239; Schmierapparate: PMC 1880 st. 151; PMC 1881 st. 145; Hesse Schmierbüchse Dglr tom 249 st. 481.

dla 6 ramion będzie $h = 1,2 \sqrt[3]{PR}$ (138)

Niektórzy praktycy przyjmują dla danej ilości ramion i danej średnicy wału następującą szerokość ramienia:

$$\frac{A}{h} = \frac{3}{1,5d} \mid \frac{4}{1,36d} \mid \frac{5}{1,26d} \mid \frac{6}{1,19d} \mid \frac{8}{1,08d} \mid \frac{10}{d} . . . (139)$$

Ramiona zwęża się tak w szerokości, jako w grubości do $\frac{3}{4}$ wymiaru, i one są bądź proste bądź wygięte. p. fig. 351. Promień wygięcia jest równy promieniowi koła pasowego, lub wynosi około $\frac{2}{3}$ odstepu ramion, mierzonego na wieńcu koła. Ten łuk przedstawia średnią krzywiznę ramiona, kontur zaś kreśli się w odległościach od średniego łuku po $\frac{1}{2}h$ przy piąście, a przy wieńcu po $\frac{1}{2} 0,7 h$. Do łuku średniego opisuje się mimośrodowe łuki (jak fig. 351 podaje) przez co otrzymamy ramię wygięte. Środkami łuków są punkty I, II, III. Dla ułatwienia odlewu, a zwłaszcza dla uniknięcia oderwania się ramion od piasty przy ostygnięciu odlewu, powinny być ramiona wygięte.

3. **Wieniec.** Wieniec jest zwykle na zewnątrz wypukły, a to bądź stożkowo, bądź kulisto. Ostatni kształt jest więcej używany. Celem tej wypukłości jest otrzymanie największej średnicy w środku koła, gdyż to sprawia, że pas nie spadnie tak szybko, jak przy kołach z wieńcem walcowym. Wypukłość wieńca wynosi zwykle $2+0,02 B$. Wewnętrzna strona wieńca jest także ścięta dla ułatwienia formowania przy najmniejszej jej grubości δ , a grubości w samym środku δ_1 ; to przyjmujemy:

$$\delta = 2+0,01 B \delta_1 = 4+0,03 B . . . (140)$$

Szerokość wieńca B zależy tylko od szerokości pasa b . Zawsze bierzemy $B > b$ albo $B = 10+1,1 b$.

Podwójne koło pasowe (górne koło fig. 352) nie może być wypukłe, gdyż tutaj przechodzi pas według potrzeby z prawej strony na lewą i odwrotnie. Podobnie ma się rzecz przy bębnach pasowych, które kilka kół pasowych obracać mają.

Jeżeli prędkość koła pasowego jest znaczna, lub odległość osi jest wielka, w którym to przypadku pas porusza się niespokojnie, co zwykle „biciem pasa“ bywa nazywane; wtedy otrzymuje wieniec brzegi, jak na fig. 354. Wysokość brzegów, mierzona zewnątrz, wynosi około 8 ż. Środek wewnętrzny wieńca posiada zwykle zgrubienie, które służy jako przejście jednego ramiona w drugie.

§. 68. **Osobliwe rodzaje kół pasowych.**

1. **Koło stopniowe** (n. Stufenscheibe; f. poupée; a. shifting-head; r. срынульчатый шкив) Fig. 355. Koła stopniowe są połączeniem kilku kół pasowych w jedną całość i bywają zawsze parzysto osadzone. Na nich porusza się tylko jeden pas, którego długość nie powinna się zmieniać. Zwiększenie więc jednego koła pociąga za sobą koniecznie zmniejszenie drugiego koła, dlatego też koła stopniowe są tak osadzone na swych osiach, że suma średnic dwu kół należących do siebie, jest stałą. Średnice kół stopniowych nie mogą więc być dowolnie obrane, lecz musimy dopełnić powyżej wspomnianego warunku, mianowicie, że długość pasa musi być stałą. Rozwiązanie tego zadania przy pasach krzyżujących się jest łatwe, wtedy bowiem wystarczy, żeby suma promieni (lub średnic) była stałą w każdej parze kół, do siebie należących. Zawikłane natomiast rozwiązanie wydaje ten przypadek, gdy pasy są zwykłym sposobem nałożone, a więc gdy się nie krzyżują. W tym razie rozwiązanie Culmana prowadzi najprędzej do celu. *)

2. **Koła pasowe składane.** Gdy wielkość koła przekracza rozmiary wygodne dla odlewu, lub gdy chcemy koło nałożyć na wał, nie zdejmując nasadzonych już innych kół i łożysk, wtedy składamy koło z kilku części. Przykład takiego koła złożonego z dwu części podaje fig. 356. Ażeby nie obrabiać powierzchni rozdzielonych, przykłada się w modelu łapy, które nie są do siebie zupełnie

*) Obacz: Moll i Reuleaux st 609 lub Civilingenieur 1880 st. 3.

zbliżone, a tylko wieniec, czasem i piasta zostają w styczności. Po odlaniu takiego koła rozsadza się je na 2 połówki przez wbicie klinów, a połówki koła zostają ze sobą ześrubowane bez dalszego obrobienia. W nowszych czasach wyrabiają koła pasowe z wieńcem blaszanym i z kutymi ramionami, przyczém piasta lana jest rozdzieloną na dwie części. Przy téj konstrukcyi końce ramion przed wsadzeniem do formy bywają pobielane cyną, aby się spoily z żelazem lanem piasty; połączenie zaś ramion z wieńcem uskutecznia się nitami. Takie koła są bardzo dobre, bo lekkie, nie obciążają wału, a dadzą się z łatwością na każdym miejscu osadzić.

3. Bęben pasowy. n. Rientrommel; f. tambour de courroie; a. drum. Gdy z jednego koła pasowego mamy przeprowadzić ruch na więcej osi, natenczas szerokość takiego koła musi być równa sumie szerokości kół pojedynczych, a tak szerokie koło nazywamy bębniem. Zależnie od położenia osi, poziomego lub pionowego, kształt bębnow jest nieco odmienny. U bębnow leżących wieniec jest dokładnie walcowy; u bębnow zaś pionowych posiada dla utrzymania pasów tyle brzegów, ile pasów na nim się znajduje. Bęben pionowy, cały żelazny, posiada zazwyczaj wieniec i ramiona z piastą osobno wykonane, a połączenie uskuteczniają śruby. Fig. 358—359 okazują bęben poziomy z wieńcem drewnianym spoczywającym na żelaznych ramionach.

4. Koła pasowe drewniane. Używane bądź ze względu na oszczędność, bądź ze względu na lekkość; robią się zwykle pełne w rodzaju krążków, jak fig. 360—362. Należy szczególnie zważać na to, aby wieniec był z czołowego drzewa wykonany; dlatego układamy kilka desek w jednej płaszczyźnie fugami na przemian. Piasta jest lana, a dla łatwego osadzenia drzewa bywa cztero - sześć lub ośmiokątną.

Co do innych rodzajów kół pasowych obacz: Riementrieb PMC. 1877 st. 96 etc. — Spannrollenlagerung Dgler tom 237 str. 433. — Uhland Skizzenbuch Heft 23. — Riemenscheibe mit Hirnlederkrantz PMC. 1882 st. 245. — Schmiedeiserne Riemscheiben PMC. 1882 st. 177 i 229. — Dgler. tom 244 st. 353. — Neuerungen an Leitrollen Dgler tom 246 st. 166. — Limon's schmiedeiserne Riemscheibe Dgler. tom 249 st. 407. — Möller Leitrollenträger PMC. 1884 st. 273; Dgler. tom 253 st. 144 — Simon's elastische Riemscheibe Dgler tom 253 st. 190. — Amerikan. ausrückbarer Riementrieb Dgler. tom 257 st. 5. — Leitrollenlagerung mit Öelumlauß Dgler tom 257 st. 346. — Spatzier's verstellbar. Laufrollenlager Dgler. tom 259 s. 297. — Smith & Grace's Riemscheiben Befestigung Dgler. tom 261 st. 62. — Adt's Riemscheibe aus Pappe Dgler tom 263 st. 15.

§. 69. Ciężar kół pasowych.

Ciężar koła pasowego otrzymamy łatwo w przybliżeniu, gdy posiadamy model odpowiedni, wykonany z drewna. Model ważymy i ten ciężar mnożymy przez 13 do 14, zależnie od rodzaju drzewa. Gdy zaś ciężar koła ma być podany na podstawie rysunku, wtedy obliczamy bądź bezpośrednio ciężar, obliczając objętość koła i mnożąc ją przez ciężar gatunkowy materiału (7,2) lub obliczamy ciężar według wzorów empirycznych n. p. według wzoru podanego przez pr. Reuleaux:

$$G = B^2 \left[4,73 \frac{R}{B} + 0,41 \left(\frac{R}{B} \right)^2 + 0,09 \left(\frac{R}{B} \right)^3 \right] \quad (141)$$

gdzie G oznacza ciężar koła pojedynczego w kgr; R promień; B szerokość wieńca; oba wymiary w decymetrach.

§. 70. Wyrabianie kół pasowych.

Odlewanie kół pasowych odbywa się tak, jak odlewanie kół zębatych, według modelu drewnianego, lub szablonem. Model robi się z wieńcem jak najszerszym, aby mógł służyć zarazem dla koła podwójnego, a ramiona bywają wykonane jak u kół zębatych, wychodząc z jednej pełnej

tarczy, na którą nasadza się piastę, odpowiednią wałowi. Formowanie szablonami jest odpowiednie i lepsze, szczególnie dla kół wielkich; gdyż nie wymaga całego modelu, lecz tylko modelu na piastę, na jedno ramie i na kilka szablonów podług fig. 363—367. Do takiego formowania są potrzebne osobne przyrządy, aby można było obracać szablony na okręgu koła. Formowanie odbywa się w sposób następujący: Naprzód w dolnej części formy obracamy szablon, fig. 363, umocowany na suporcie *S*, przez co otrzymamy koło w piasku wykrojone stroną *a*. Odlewnicz poprawia czyli gładzi ten wieniec (ob. fig. 364—365) po czém wkłada dolną część piasty i oznacza kierunek ramion osobnym przyrządem. Oznaczywszy więc, gdzie ramiona mają się znajdować, wyciska w dolnej formie połowę ich grubości. Teraz nakłada górną skrzynkę w celu odbicia koła *a* i oznaczenia kierunku ramion, potem zdejmuje skrzynkę górną, a wykończa dolną formę szablonem, zwłaszcza zewnętrzną jej powierzchnią *b* jak okazuje fig. 366. Nałożywszy piasku do segmentu (fig. 367) otrzymuje cały wieniec. Pozostaje jeszcze formowanie ramion w górnej skrzynce t. j. formowanie drugiej połowy koła; przez dodanie piasku na wieniec od strony *b*, wreszcie wygładzenie formy i wyciśnięcie piasty w górnej skrzynce, a cała praca formowania po złożeniu skrzynek jest skończoną.

Dalsze obrobienie koła pasowego uskutecznia się na tokarce przez wytoczenie piasty, następnie otoczenie boków i wieńca na kulisto lub walcowo. Wprawdzie nieobrotowane zewnątrz wieńce nie łatwo pozwalają ślizgania się pasa, natomiast psują pas, albowiem nie będąc zupełnie okrągłe, wywołują różne natężenia w pasie, a koszt odnawiania pasa są zawsze większe, niż koszt zewnętrzne obrotowanie wieńca. Wewnętrzne obrotowanie wieńca, o ile ramiona na to pozwalają, jest przy wielkich kołach do polecenia, bo ułatwia zrównoważenie całego koła.

Koła pasowe składane muszą, podobnie jak koła zębate, najprzód być złożone, i śrubami złączone, a następnie dopiero jako całość obtoczone. Gdy części kół tylko w wąskich paskach się dotykają, podkładamy między łapy płytki z drzewa, aby przyleganie było zupełne.

Po obtoczeniu, klinuje się koła na wał, lub nasadza się je luźnie. Do klinowania wyrabia się rowek w piaście i na osi, w podobny sposób, jak w kołach zębatych. Ustalenie na osi może być także uskutecznione za pomocą klina Kerna (p. §. 35). Inny sposób umocowania wykonał Cox przez mimośrodkowe ułożenie zatrzymu w piastę koła*). Koła luźne t. j. nienaklinowane, osadza się na osi i ogranicza się ich położenie z jednej strony piastą stałego koła, z drugiej strony nałożonym pierścieniem osiowym. Gdy koło luźne jest nasadzone na samym końcu wału, co ze względu na odnowienie i naprawę jest najodpowiedniejszym, wtedy wystarcza płyta z blachy, która śrubą do wału umocowana, nie dozwala zejść z osi kołu luźnemu. (Fig. 352). Jeżeli otwór piasty koła luźnego jest narażony na znaczne wytarcie się, w takim razie wyklada się go walcem miedzianym lub mosiężnym. Rozmaicie układano takie koła. W bardzo prosty sposób wywiązała się z tego zadania fabryka A. Fay & Co w Cincinnati, zrobiwszy koło luźne nieco mniejsze od koła stałego, przez co natężenie pasa zostało zmniejszone, więc i zużycie koła stało się znacznie mniejsze.

Ażeby zwiększyć tarcie na obwodzie wienca, używają w nowszych konstrukcjach skóry, nałożonej na wieniec; lecz pomimo reklamy w czasopismach takie koła nie zdołały rozpowszechnić się.

*) Dingler tom 213 st. 103.