

Fig. 128 okazuje klucz do muter okrągłych n. p. dla fig. 61 lub 62, a stosunki wymiarów są zupełnie podobne do wyżej podanych zwykłych kluczów.

Klucze rozsuwalne są patentowane \*).

Wyrobienie kluczów odbywa się zwykle przez odkucie klucza z żelaza płaskiego i przez następne opiłowanie szczęk do wymiaru D, często i opilowane rękojeści. Łane klucze powinny jak najmniej być opilowywane, a to nietylko dla oszczędności pracy, lecz dla tego, że górna warstwa leizny jest najtwardszą a zatem i najtrwalszą. Droższém lecz lepszém i trwalszém jest nakładanie (stałą) szczęki kutych kluczów lub wykonanie klucza ze stali.

#### IV. KLINY,

(n. Keil. f. coin. a. wedge. r. Клинь).

##### §. 21. Wymiary klinów i rodzaje klinowania.

Kliny służą do łączenia części tam, gdzie łatwe lub częste rozbieranie jest pożądaném. Kliny mają zwykle kształt podłużny o przekroju prostokątnym, w którym dwa wąskie

---

\*) p. Klucz Alma „Civilingenieur“ tom VIII str. 31.

„ Bernharda „Dingler“ tom 267 str. 449.

„ Comber „Dingler“ tom 214 str. 102.

„ Bedell „ „ 221 str. 402.

„ Sweet „ „ 223 st. 355

„ lub Pr. M. C. 1877 st. 298

„ Englund „Dingler“ tom 237 st. 346

„ Nix „ „ 237 st. 267

„ Bucker „ „ 238 st. 126

„ lub Pr. M. C. 1878 st. 197

„ Brigg Uhland PMC 1877 st. 402

„ Tellerling „Dingler“ tom 238 st. 198

„ Oldenburg „ tom 243 st. 460

„ Weber's selbsthülig verstellbar. PMC 1894 st. 76.

„ N. Vang's Schraubenschlüssel mit Gelenk parallelogram. Dingler tom 255 st. 213

boki są często zastąpione łukami, a odpowiadające im dwie ściany przeciwległe są do siebie pochyło ułożone, drugie ściany zaś są równoległe. W budowie maszyn zwiemy także nieklinowate pręty klinami; spotykamy je mianowicie przy utwierdzaniu sprzęgła, kół przesuwalnych i t. p., a poznamy je na właściwem miejscu.

Klinowanie jest zwykle najtańszym sposobem łączenia, a jeżeli jest dobrze wykonane, daje zupełną pewność spojenia, tak co do siły, jako i co do trwałości. Dla obliczenia wymiarów klina oznaczmy przez  $P$  siłę na klin działającą, przez  $a$  grubość, przez  $l$  długość klina.

Przyjmijmy najprostszy przypadek klinowania, przedstawiony fig. 129—'30, gdzie część łana ma być połączoną z prętem kutym o średnicy  $d$ , wtedy klin jest narażony na cięcie; więc zastosujemy wzór (X)  $P = z \cdot 2ab$ . Przy jednokowym bezpieczeństwie pręta  $d$  i klina, muszą wytrzymałości obu być równe, więc:

$$t \frac{d^2 \pi}{4} = z \cdot 2ab.$$

Ażeby zaś pręt jak najmniej osłabić, przyjmujemy grubość klina tylko 0,3  $d$  do 0,25  $d$ ; czyli bierzemy średnio

$$a = 0,28 \, d \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (41)$$

natenczas otrzymamy dla klinów żelaznych wzór:

$$40 \frac{d^2 \pi}{4} = 2 \times 32 \times 0,28 \, db, \text{ skąd} \quad b = 1,7 \, d,$$

dla klinów stalowych będzie:

$$40 \frac{d^2 \pi}{4} = 2 \times 62 \times 0,28 \, db, \text{ skąd} \quad b = 0,9 \, d.$$

W praktyce wykonywują się kliny żelazne znacznie niższe, a uzasadnia się to tćm, że klin może być zawsze z mniejszćm bezpieczeństwem obliczony, niżeli części po-

łączone, albowiem szkoda wynikająca z urwania klina będzie mniejszą od szkody zerwania jakiegokolwiek części połączonych. Dlatego opieramy

$$\left. \begin{array}{l} \text{dla klinów żelaznych} \quad b = 1,2 \, d \quad \text{do} \quad 1,5 \, d \\ \text{dla klinów stalowych} \quad b = 0,8 \, d \quad \text{—} \quad 0,9 \, d \end{array} \right\} \cdot \cdot \quad (42)$$

Ponieważ pręt przez otwór na klin zostaje osłabionym, przeto należy go w tém miejscu zgrubić, dając mu taką średnicę  $d_1$ , ażeby przekrój pozostał niezmienny. Więc musi być:

$$\frac{d_1^2 \pi}{4} = d^2 \pi = \frac{d^2 \pi}{4}$$

wstawiwszy za  $a$  wartość wyżej podaną, otrzymamy

$$d_1 = 1,25 \, d \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad (43)$$

Jeżeli klin ułożony jest w tym rodzaju, jak pokazuje fig. 131—132, trzeba go zrobić wyższym, niżeli w inném ułożeniu. Otwory na klin jakoteż przekrój klina wykonywują się zwykle zaokrąglone, co daje się łatwiej uskutecznić, zwłaszcza, gdy posiadamy odpowiednie do tego maszyny. Klin pojedynczy zdarza się rzadko, gdyż dopasowanie otworu klinowego jest utrudnione, natomiast łatwiej jest wykonać klin składany z 2-u lub 3-ch części, pomimo tego że to wymaga obrobienia więcej części. Tak okazują fig. 134—135 klin podwójny t. j. z dwóch części złożony, gdzie A jest klinem właściwym, B klinem podłożonym (n. Schliesskeil und Zugkeil). Połączenie zapomocą klina potrójnego czyli złożonego z 3-ch części podaje fig. 133. Tak tu, jako i poprzednio, płaszczyzny klina złożonego są równoległe, co dla wykonania otworu, a nawet dla dokładnego zachowania wymiarów jest rzeczą wygodną. Sposoby do zabezpieczenia klinów przeciw wypadnięciu, poznamy przy budowie trzonów korbowych.

Kliny wyrabia się z żelaza płaskiego a właściwiej ze

stali przez wykucie. Zwykle wykuwa się klin cokolwiek większym od żądanego, a następnie przez dokładne opiłowanie lub oheblowanie płaszczyzn jego nadaje się mu żądane wymiary. Do wszystkich ważnych części używamy klinów stalowych ze ściętymi końcami, aby przez zabijanie (wbijanie i wybijanie) nie powstały zgrubienia, przeszkadzające wydobyciu klina.

## §. 22. Sposoby łączenia.

Łączenie części może być stałe lub rozbieralne. Do połączeń stałych zaliczamy: zeszywanie (n. zusammennähen), sklejanie (n. leimen), kitowanie (n. kitten), lutowanie (n. löthen) i nitowanie (n. nieten). Do połączeń rozbieralnych zaliczamy: łączenie przez zacinalanie (n. verzapfen), zbijanie gwoździami (n. vernageln), klinowanie (n. verkeilen), łączenie śrubą, sworznem lub zawłóczką (n. Schrauben und Bolzenverbindung) i ściągania (n. Zwängungen) czyli opasanie obręczami, skówkami lub wkładkami, włożonymi na gorąco lub na zimno. (n. Warm und Kaltaufziehen, Reifen, Ringe aufziehen)

W szczególności zaś:

Zeszywanie czyli szycie używane jest prawie wyłącznie przy łączeniu ze sobą pasów (gurtów i rzemieni) o czém niżej mówić będziemy. Sklejanie, zacinalanie i zbijanie gwoździami zdarza się rzadko w budowie maszyn, należy bowiem do sposobów wykonania a stąd stanowi właściwie przedmiot technologii mechanicznej. Kitowanie zaś ma częste zastosowanie, zwłaszcza przy łączeniu rur, denek itp. i łączy się zwykle z uszczelnieniem. Uwzględniając tylko kitowanie metali, zważać musimy przedewszystkiém na to, czy części, mające być połączonemi, są wystawione na gorąco (ogień) lub nie są narażone na wyższą temperaturę. W pierwszym razie używamy kitu z dodatkiem materiałów ogniotrwałych jak n. p. kit składający się z 4-ch części

otoczek żelaza lanego, 2 części gliny ogniotrwałej, 1 część mialu szamoty t. j. czerepów z tygli (heskich) lub mialu porcelanowego.

Przytém uważać musimy na to, aby glina nie posiadała żadnych związków siarkowych, które, łącząc się z żelazem, tworzą połączenia łatwo topliwe. Części tego kitu przesiewają się w stanie sproszkowanym i zarabiają się wodą słoną na ciasto.

Kit drugiego rodzaju (n. p. dla rur wodociagowych) nie posiada zwykle glinki a skład jego może być n. p. taki: 100 części otoczek żelaza lanego, o ile możności nie zardzewiałych, 2 części salmiaku i 1 część siarki potłuczonej.

Ta masa miesza się z dodaniem wody lub moczu, przez co mocno się rozgrzewa, i musi być zaraz użyta; taki kit bowiem szybko twardnieje, wiążąc się chemicznie z żelazem tak silnie, że często można raczej rozbić żelazo, niżeli odłączyć części spojone. Kitu takiego wyrabia się tylko tyle, ile w przeciągu jednej godziny spotrzebować można, gdyż kit odstąły, zwany przepalonym, nie posiada własności spajania.

Inne rodzaje kitów używane są przy różnych materiałach, lecz w budowie maszyn są podrzędnego znaczenia.

Lutowanie polega na tém, że dwie części metalowe dadzą się spoić za pomocą innego metalu roztopionego, mającego własność stapiania się razem z metalami, do złączenia przeznaczonymi. Taki metal pośredniczący zowiemy lutem, a koniecznym warunkiem lutowania jest, aby punkt topliwości lutu był niższy od punktu topliwości metalów, lutować się mających. Najłatwiej topliwe metale są równocześnie bardzo miękkie, zatém nie spajają silnie, i dlatego nieużywamy ich do przedmiotów wystawionych na ogień lub uderzenie. Najlepszymi okazały się te luty, których punkt topliwości znajduje się nie o wiele niżej od punktu topliwości metalów, połączyć się mających. Najczęściej używane luty są: miedź dla żelaza lanego i kutego; mosiądz

dla żelaza i stali: wreszcie stop cyny z ołowiem, (hartlot i wajchlot), jako łatwo topliwy, bywa używany do lutowania mosiądzu i t. p. Do lutowania miedzi lub mosiądzu używa się stopu trwalszego z miedzi i cynku (zwanego szlaglot). Czynność lutowania odbywa się przy zachowaniu pewnych ostrożności, a mianowicie: powierzchnie przeznaczone do spojenia, muszą być bardzo starannie oczyszczone od rdzy lub brudu, i o ile możności do siebie dopasowane. Następnie po włożeniu odpowiedniego lutu między płaszczyzny muszą te płaszczyzny być ze sobą zczepione lub drutem związane, aby nie straciły względnego położenia. Od czystości płaszczyzn najwięcej zawisłym jest wynik lutowania, dlatego też ochraniajmy je przed rozgrzaniem lub podczas rozgrzewania solami, które po stopieniu mają tę własność, że roztwarzają powstające tlenki metalów. Takimi solami są: glina i boraks dla lutu twardszego czyli trudniej topliwego; salmiak z wodą lub oliwą; kalofonia albo terpentyna lub chlorek cynku dla lutów łatwo topliwych. Części tak przygotowane wsuwa się w ognisko, otacza się je węglami, a w chwili, gdy lut się stapia, wyjmuje się je z ognia, gdyż lutowanie zostało dokonane.

Sposoby nitowania, klinowania i śrubowania były przedmiotami poprzednich artykułów, pozostaje zatem jeszcze podać sposób ściągania przez opaski, obręcze lub skówki. Te sposoby łączenia wykonywują się na gorąco lub na zimno.

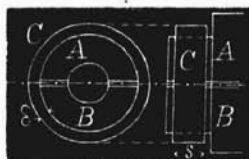


Fig. 3.

a) Ściąganie na gorąco (n. Warmaufziehen) polega na własności kurczenia czyli ściągania się ciał ostygających. Zwykle nadajemy obu dwom częściom kształt walcowy lub w ogólności obrotowy. Mając n. p. dwie otoczone części żelazne *A* i *B* z sobą połączyć, nakładamy na nie obręcz *C* wytoczoną i rozgrzaną (fig. 3). Przy ostyganiu ściga się obręcz i ścisła części *A* i *B*.

Przy wykonaniu tego połączenia musimy uwzględnić materiał części, a nadto materiał pierścienia, albowiem różnica średnic (części łączonych i pierścienia) zależną jest od tego, czy materiał pierścienia jest więcej lub mniej ciągliwym, i tak n. p. żelazo kute dozwala trwałego, lecz niezna-  
 znacznego wydłużenia po za granicę sprężystości. Z dobrych  
 wykonani okazało się, że różnica średnic może być przyjęta:

$$\left. \begin{array}{l} \text{dla pierścieni kutych lub stalowych} \quad \approx 0,01 D \\ \text{przyczem grubość pierścienia} \quad = \frac{1}{10} \text{ do } \frac{1}{8} D \\ \text{a szerokość} \quad \quad \quad s = 2 \text{ do } 2 \frac{1}{2} \end{array} \right\} . \quad (44)$$

Żelazo lane dla swój kruchości nie jest zdawnem na pierścienie ściskające.

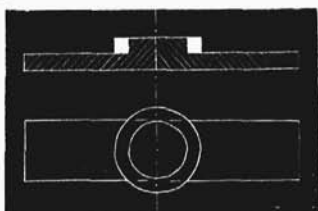


Fig. 4.

Takich połączeń używamy przy piastach kół zębatych, pasowych i zamachowych, gdy one z dwu lub więcej części odlane zostały. Poznamy później obręcze naciągane przy czopach żelaznych, połączonych z wałami drewnianymi. Fabryka w Seraing łączy

nawet trzony ciągadła tym sposobem, wykonywując połączenie według fig. 4-tój



Fig. 5.

Podobnie łączy się części nieokrągłe przez wycięcie rowka kształtu tówki lub podwójnego T, jak fig. 5 okazuje, przyczem wkłada się w ten rowek żelazo gorące odpowiednich wymiarów. Przy ostygnięcia ściąga się wkładka i ścisła części silnie.

b) Ściąganie na zimno (n. Kaltaufziehen). W nowszych czasach używają coraz częściej pras do wciskania obręczy zamiast ogrzewania. Osobliwie nakładają się w ten sposób korby lokomotyw, pierścienie piast kół zamacho-

wych, osi kół wagonowych i. t. p. W tym celu wytacza się dokładnie części, do łączenia przeznaczone, wytacza się pierścieni, zaokrąglając nieco jego brzegi i wtłacza się go za pomocą tłoczni czyli prasy. Różnica średnic może być bardzo mała i okazała się dla żelaza kutego i stali około 1:1500.

Te sposoby łączenia są bardzo trwałe i pewne, bo nie podlegają zluzowaniu, jak to się zdarza przy częściach ześrubowanych, gdy one są narażone na wstrząśnienia. Inny sposób naciągania obręczy za pomocą ogrzania ich w parze lub w wodzie gorącej (o 100° C) miał być z bardzo dobrym skutkiem zastosowany na kolejach rosyjskich; bliższą wiadomość podaje Eng. und Mining Journal Newyork 1878 st. 424.

## B. CZĘŚCI PRZENOSZĄCE RUCH OBROTOWY.

### I. CZOPY

n. Zapfen f. tourillons a. necks r. муфта.

#### §. 23. Rodzaje czopów.

Czopy są to bezpośrednio podparte części maszyn, posiadające ruch obrotowy. W tym celu muszą czopy otrzymać kształt ciał obrotowych, więc n. p. kształt walcowy, stożkowy, lub kulisty. Ze względu na działanie sił na czopy rozróżniamy 2 główne rodzaje czopów mianowicie:

1. Czopy osiowe (n. Tragzapfen).
2. Czopy stopowe (n. Stützzapfen).

Czopami osiowymi nazywamy te czopy, na które działają ciśnienia prostopadle do osi czopa. Na czopy stopowe działa ciśnienie w kierunku osi czopa. W obu razach może być czop umieszczony na końcu osi, a wtedy nazywamy go czopem końcowym czyli przyczółkowym (n. Endzapfen, Stirnzapfen) lub czop znajduje się w środku osi, naten- czas zowie się czopem środkowym (n. Halszapfen).

Czopy osiowe końcowe są narażone na złamanie, a tylko przy czopach środkowych możebne jest skrećenie. Czopy



osiowe są zwykle leżące, wyjątkowo tylko trafiają się także w położeniu pionowym, jak n. p. czop górny w żurawiu. Czop w położeniu leżącym nie jest koniecznie czopem osiowym, gdyż n. p. czopy wału parowca śrubowego należą do czopów stopowych, pomimo że mają położenie poziome. Przy czopach osiowych rozdziela się ciśnienie na panewki niejednostajnie, tak, że w każdym punkcie pewnego obwodu przekroju czopa jest ciśnienie inne. Przy czopach zaś stopowych, rozdziela się ciśnienie jednostajnie na całą podstawę czopa, tak, że każda jednostka teżże wytrzymuje, jednakie ciśnienie. Na tem polega główna różnica między czopami osiowymi i stopowymi.

Od każdego czopa wymagamy następujących przymiotów:

- 1) czop powinien być tak silny, żeby się nie złamał.
- 2) czop nie powinien się rozgrzewać podczas ruchu.
- 3) zużycie się czopa powinno być jak najmniejsze.

Pierwszy warunek osiągniemy przez nadanie czopowi dostatecznych wymiarów. Drugi warunek jest często trudny do wypełnienia, gdyż przyczyny grzania się czopa są rozmaite. Głównie na to zważać musimy, aby ciśnienie na jednostkę płaszczyzny czopa nie przekraczało pewnej, doświadczeniem uzasadnionej wartości. Najważniejszym zaś środkiem przeciw grzaniu się jest oprócz smarowania jak najdokładniejsze wygładzenie czopa i dopasowanie go do panewki, które jednak nie wyklucza jeszcze grzania się, gdyby czop był przeciążony. Wreszcie zużycie się czopa jest zależne od samego materiału, od ciśnienia i od ilości obrotów. Im twardszy jest materiał, tym zużycie się jego jest mniejsze, a zatem przy ciśnieniu znacznym lub szybkich obrotach, lub nareszcie, gdy obie te okoliczności razem zachodzą, musimy czopy wyrabiać z twardego materiału, najlepiej ze stali; w razie zaś, gdyby te okoliczności nie zachodziły, czopy wyrabiane być mogą z żelaza kutego a nawet z leizny, jednakże kute żelazo jest zwykłym materiałem do wyrabiania czopów.

Czopy mogą być z osią z jednej sztuki wykonane, lub osobno do niej przyprawione. Ostatniego sposobu używamy, gdy oś i czop są wyrobione z różnych materiałów n. p. gdy oś kutą zaopatrujemy czopem stalowym lub oś laną czopem kutym, albo wreszcie gdy używamy czopów lanych lub kutych przy wałach drewnianych.

#### §. 24. Obliczanie czopów osiowych.

1. Czopy końcowe (fig. 137).

Niech oznacza:  $P$  ciśnienie na czop (w kilogr.).

$d$  średnicę czopa;  $l$  długość jego;  $e$  odsadę (zgrubienie n. Aulaufl)  $n$  ilość obrotów czopa, na minutę,  $p$  ciśnienie na jednostkę płaszczyzny rzutu czopa,  $k$  napięcie dozwolone materiału o jednostce przekroju na  $1 \text{ mm}^2$  to przyjmujemy:

$$e = 3 + 0,07d \dots \dots \dots (45)$$

Ponieważ możebnym jest przypadek, że skutkiem nieprawidłowego połączenia panewki czop opiera się na niej swym końcem, a ten wypadek jest najniekorzystniejszym, przeto według niego musimy obliczyć wytrzymałość czopa, przypuszczając zresztą jednostajne rozłożenie ciśnienia na całą jego długość. Otrzymamy zatem z ogólnego wzoru (XII)

$$\frac{Pl}{2} = k \frac{d^3 \pi}{32} \quad \text{czyli} \quad P = k \frac{\pi}{16} \frac{d d^2}{l} \quad \text{skąd}$$

$$d = \sqrt[3]{P \frac{1}{k} \frac{16}{\pi} \frac{l}{d}} \dots \dots \dots (46)$$

co przedstawia wzór ogólny do obliczania grubości czopów osiowych.

W czopach dobrze wykonanych, znajdujemy następujące obciążenia dozwolone:

$$\left. \begin{array}{l} k = 2,5 \text{ kgr. dla żelaza lanego} \\ = 5 \quad \quad \quad \text{,, \quad \quad \quad kutego} \\ = 10 \quad \quad \quad \text{,, \quad \quad \quad stali} \end{array} \right\} \dots \dots \dots (47)$$

Wzór (46) okazuje, że wymiar czopa zależy nie tylko od ciśnienia, lecz także od stosunku długości czopa do jego grubości. Doświadczenia okazały wreszcie, że ciśnienie nie powinno przekraczać pewnej granicy, jeżeli zużycie się

czopa nie ma być zanadto znaczném. Te ciśnienia, doświadczeniem wskazane, odniesione do jednostki powierzchni, nazywać będziemy ciśnieniami właściwymi i wyrażać je w kilogramach na 1 mm<sup>2</sup> lub w atmosferach, a natenczas będzie to ciśnienie na kwadratowy centymetr. Przytém jednakże uwzględnić należy także ilość obrotów czopa na minutę. Dzielimy tedy czopy na takie, które robią mniej niż 100 obrotów na minutę i na takie, które robią więcej niż 100 obrotów na minutę.

a: Czopy o mniej niż 100 obrotach na minutę.

Tu daje się zastosować wzór (46), a stosunek długości czopa  $l$  do jego średnicy  $d$  jest zależny od ciśnienia właściwego, które nie powinno przekraczać wartości następujących:

$$\left. \begin{array}{ll} \text{dla żelaza lanego} & p = 0,37 \\ \text{" " kutego} & p = 0,5 \\ \text{" stali} & p = 1,0 \end{array} \right\} \dots (48)$$

t. z. 37 atmosfer dla żelaza lanego, 50 atmosfer dla kutego a 100 atm. dla stali (na 1 cm<sup>2</sup> rzutu powierzchni walcowej czopa)\*

Ponieważ ciśnienie  $p$  na jednostkę pola rzutu czopa nie jest stałym, przeto możemy tylko największe ciśnienie w rachunek wprowadzić.

Z pierwszego równania  $P \frac{l}{2} = k \frac{\pi}{32} d^3$  otrzymamy:

$$\text{wstawiając } P = p d l \dots p d l^2 = 2 k d^3 \frac{\pi}{32}$$

$$\text{skąd } p = 2 k \frac{d^2 \pi}{l^2 32}$$

\*) p, Civilingenieur 1879: Ueber die Reibung an geschmierten Zapfen, str. 481.

— Deutsche Allgemeine polytech. Zeitung v. Dr. Grothe 1878. et 140.

— Mittheilungen des Geverbe Vereines Hannover 1876.

— Dingler P. T. tom 255-st. 129. Ueber neuere Versuche zur Bestimmung der Zapfenreibung.

Obliczmy stałe, otrzymamy:  $p = 0,196 k \left(\frac{d}{l}\right)^2$

$$p = 0,2 k \left(\frac{d}{l}\right)^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (49)$$

To równanie daje wymagany stosunek  $l$ :  $d$  dla przepisanej wartości ciśnienia  $p$ ,

$$\frac{l}{d} = \sqrt[0,2]{k \frac{p}{}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (50)$$

Wstawiawszy za  $p$  wartość z (49) a za  $k$  wartość z (47), otrzymamy:

$$\left. \begin{array}{l} \text{dla czopów lanych } \frac{l}{d} = 1,2 \\ \text{„ „ kutyh „ } = 1,4 \\ \text{„ „ stalowych „ } = 1,4 \end{array} \right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (51)$$

Jeżeli teraz wstawimy wartości (51) w równaniu (46) to otrzymamy wzory następujące do obliczenia czopów, o mniej niż 100 obrotach na minutę:

$$\left. \begin{array}{l} \text{dla czopów lanych } d = 1,6 \sqrt{P} \quad . \quad \frac{l}{d} = 1,2 \quad d \\ \text{„ kutyh } d = 1,2 \sqrt{P} \quad . \quad . \quad . \quad = 1,4 \quad d \\ \text{„ stalowych } d = 0,85 \sqrt{P} \quad . \quad . \quad . \quad = 1,4 \quad d \end{array} \right\} \quad . \quad . \quad (52)$$

b. Czopy o 100 lub więcej obrotach na minutę.

Wiadomo, że prędkość wywiera znaczny wpływ na tarcie i powoduje zużycie się czopa, a wskutek tego stratę pracy. Ażeby tę stratę pracy utrzymać w granicach przypuszczalnych, nie powinien iloczyn  $pn$  przekraczać pewnej wartości, która zależy tylko od materiału czopa. Dla czopów pod  $b$ . okazało się żelazo lane zupełnie nieodpowiedniem i używamy w tym wypadku żelaza kutego lub stali.

Iloczyn  $pn$  powinien mieć następujące wartości:





padki, że, gdy ciśnienie  $p$  jest bardzo wielkie a ilość obrotów znaczna, czop spaja się zupełnie z podkładką, a rozgrzana panewka topi się. Wielka ilość obrotów wywiera wpływ najszkodliwszy, gdy smarowanie jest niedostatecznym; im zaś lepszego smarowidła użyjemy, tém mniejszém będzie zużycie i tém dłużej czop się konserwuje. Praktyka okazała, że przy wielkiem ciśnieniu najodpowiedniejsze są smarowidła gęste (niepłynne czyli tłuszcze), które stawiają wygnieceniu większy opór, aniżeli smary płynne. Do tłuszców zaliczamy różne łoje i ich mieszaniny z innymi smarami płynnymi. Przy małych ciśnieniach, a znacznej ilości obrotów należy zastosować jak najtłuszciej-sze smary płynne n. p. oliwę (Baumöl).

Przy obliczaniu czopów stopowych wychodzimy z zasady podobnej, jak przy czopach osiowych, t. j. że w miarę przyrostu ciśnienia i ilości obrotów zwiększa się zużycie czopa, z czego wnosimy, że iloczyn ciśnienia i ilości obrotów nie powinien przekraczać pewnej granicy. Nie obliczamy zaś czopów ze względu na wytrzymałość na zgniecenie, albowiem wymiary otrzymane byłyby zanadto małe. Przy tych samych oznaczeniach, co poprzednio, przedstawia się całe ciśnienie na czop wzorem:

$$P = p \frac{d^3 \pi}{4} \dots \dots \dots (57)$$

przyczém doświadczenie podaje:

dla czopów kutych	$pn = 64$	} w panewkach bronzowych lub z aliażu,	(58)
„ stalowych	$pn = 100$		
„ stalowych	$pn = 200$		
„ kutych	$pn = 150$		
		na pokładce stalowej,	
		na drzewie gwajakowym.	

Wstawwszy te wartości we wzór (57) otrzymamy:

a) dla czopów, dla których  $n \leq 100$  biorąc  $p$  dla  $n = 100$ , przy panewkach bronzowych:





Następująca tablica podaje wartości, obliczone według wzorów powyższych:

$\tilde{d}$	$a=b$	$a_1$	Wartości $\frac{P}{i}$ przy obrotach:					
			n=100	do 200	do 300	do 500	do 800	do 1000
50	18	20	160	81	54	32	20	16
60	20	22	200	100	67	40	25	20
70	21	23	220	110	74	44	27	22
80	22	24	242	121	80	48	30	24
90	24	25	288	144	96	58	36	29
100	25	26	312	156	104	62	39	31
110	26	26	338	169	113	68	42	34
120	27	27	364	182	121	73	45	36
130	28	28	392	196	130	78	49	39
140	29	29	420	210	140	84	52	42
150	30	30	450	225	150	90	56	45
160	31	31	480	240	160	96	60	48
170	32	32	512	256	171	102	64	51
180	33	33	545	272	182	110	68	54
190	34	34	578	289	191	116	72	58
200	35	35	612	305	204	122	75	61

### §. 26. Czopy osadzone (przyprawione).

Czopy, nie wykonane z jednej sztuki z wałem, lecz osobno przyprawione równają się co do wymiarów poprzednio opisanym czopom, jeżeli ich obciążenie jest takie same. Osobno wprawionych czopów używa się wtedy, gdy materiał czopa jest różny od materiału wała lub osi; tak, n. p. używamy czopów kutech do wałów lanych; czopów stalowych do wałów kutech; wreszcie do wałów drewnianych używamy czopów lanych lub kutech.

Fig. 143 okazuje połączenie osi laney z czopem kutym. Czop jest włożony stożkowo, i połączony z osią klinem, który służy zarazem do wybicia czopa wraz naprawy lub zmiany jego. Podobnie urządza się połączenie czopa z wałem kutym.

W fig. 144 do 146 okazane jest połączenie czopa lanego z wałem drewnianym. Czop posiada część płaską,

którą w wał wkładamy, a taki czop zowiemy skrzydlatym. Czop może mieć 2,3 lub 4 skrzydła; w ostatnim razie nazywamy go czopem krzyżowym. Jeżeli czop ma więcej niż dwa skrzydła, wtedy skrzydła mogą być cieńsze, a grubość ich bierzemy od 0,25 do 0,33  $d$ . Tak tu, jako i w następnych połączeniach opasuje się miejsce łączenia obręczami czyli opaskami z żelaza kutego, o szerokości  $d$  a o grubości 0,15  $d$  i te obręcze naciąga się na gorąco. Gdy obręcze nie mają być na gorąco nałożone, wtedy przytwierdza się je klinami grabowymi. Ta robota zowie się głozeniem, a kliny w tym celu użyte załogami. Nieco stożkowy kształt obręczy może kowal otrzymać według doświadczeń Clarka przez zanurzenie w wodzie rozgrzanej obręczy walcowej do połowy jej wysokości.

Czopy lane bywają często używane w stanie surowym, t. j. nieotoczone, a to z tego powodu, że skorupa wierzchnia jest najtwardsza, a zatem taki czop dłużej wytrzyma, niż czop toczony; lecz w każdym razie, gdzie taniać nie jest konieczniie wymagana, powinniśmy używać kutych czopów toczonych.

Fig. 149 do 150 przedstawiają najprostszy kształt czopa kutego, który wbija się silnie w wywiercony przedtém mały otwór w drzewie wału, na którego koniec naciągnięto przedtém obręcz na gorąco. Najwłaściwsza konstrukcyja podana jest w fig. 147 do 148, gdzie czop jest przytwierdzony klinem. Przed włożeniem czopa wycina cieśla otwór tak wielki, aby klin można wygodnie wsunąć. Otwór na czop wyrabia się dłutem, lub wypala się, a następnie wbija się czop. W tym razie nie wszystkie obręcze mogą być pierwój naciągnięte, gdyż musi być wpierw włożony klin, aby otwór i klin mógł być obręczą nakryty.

Trwale lecz kosztowne połączenie okazują fig. 151—152. Klin stanowi z czopem jedną całość, co daje wprawdzie konstrukcyą dobrą lecz wyrób mozolniejszy, bo spajanie żelaza na poprzek jest niepewne, a wyrobienie kształtu

T' przez rozłupanie wymaga od kowala wiele pracy. Ażeby taki czop można włożyć w wał drewniany, należy poprzecznie wyciąć pasek drzewa (przez całą średnicę lub przynajmniej przez pół średnicy) o długości  $= 6d$ , a o grubości równej szerokości czopa (t. j.  $= d + 2e$ ); a oprócz tego należy wyrobić otwór na kotwę czopa. Po włożeniu czopa naciąga się obręcz, a dodatkowo klinuje się boki włożonej części czopa klinami z twardego drzewa lub z żelaza.

Wykuwanie i wyrabianie czopów kutych i stalowych jest tak proste, że opisanie tej czynności jest zbytecznym.

## II. O S I.

(n. Achse f. axe a. axis r. ośl.).

### §. 27. Obliczanie osi.

Osi służą do dzwigania, obracających się części maszyn. Różnica między osią a wałem polega na tém, że osi dźwigają tylko części obracające się, wały zaś przenoszą ruch obrotowy w kierunku swój osi. Osi powinny być zatem obliczone na złamanie; wały zaś na skręcenie. Prawie wszystkie osi są przynajmniej częściowo wystawione na skręcenie, które jednak może być tak małym, że wystarcza obliczanie osi ze względu na złamanie.

Najodpowiedniejszym materiałem do wyrabiania osi jest żelazo kute i stal. Żelaza lanego używamy tylko wyjątkowo, a gdy okaże się potrzeba wyrobienia osi z powyższego materiału, powinniśmy ją zawsze pusto odlewać, aby zapobiedz złemu odlaniu i aby łatwiej można poznać, czy odlew nie posiada miejsc próżnych, spowodowanych przez bańki powietrza lub miejsca wadliwe.

Osi z drzewa używamy tylko do kół wodnych z powodu ich taniości i lekkości. Przekrój tychże jest zwykle czworokątny lub ośmiokątny, a takie osi wyrabia się naj-