

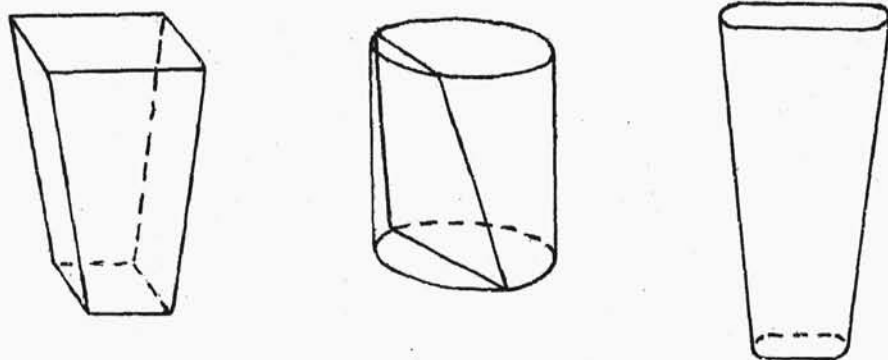
R O Z D Z I A Ł I V

KLINY I POŁĄCZENIA KLINOWE.

§1. Wiadomości ogólne.

Połączeniami klinowymi nazywamy połączenia rozłączne, uzyskane przy pomocy klina.

Klin jest częścią maszynową, której cechą charakterystyczną jest istnienie w niej dwóch powierzchni, zwykle płaskich lub walcowych, nachylonych względem siebie pod pewnym kątem. Rys.147 przedstawia różne postacie klinów, najczęściej używanych w częściach ma-



rys.147.

szyn.

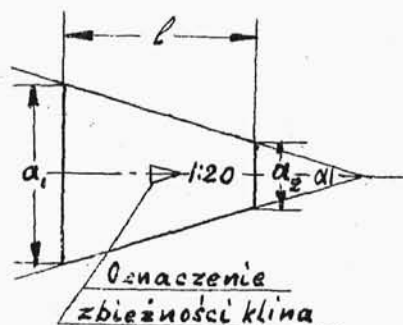
Zbieżność -
c i ę Δ klina /rys.148/
nazywamy stosunek róż-
nicy $a_1 - a_2$ odległości pun-
któw leżących na powie-
rzeni klina w dwóch je-
go przekrojach prosto-
padłych do osi symetrii,
do odległości tych prze-
krojów.

$$\Delta = \frac{a_1 - a_2}{l} = 2 \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \quad /174/$$

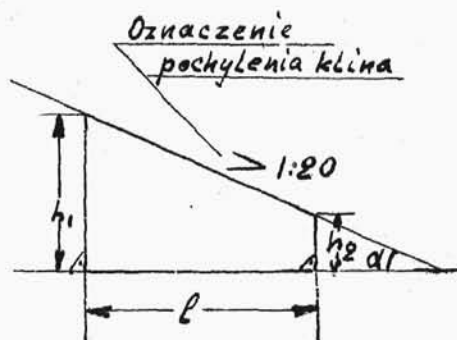
Zbieżność oznaczamy na rysunku, pisząc wzdłuż
osi symetrii klina $\triangleright 1:20$.

P o c h y l e n i e λ
klina /rys.149/ jest to ilo-
raz różnicy $h_1 - h_2$ odległo-
ści dwóch punktów jednej do
drugiej powierzchni klina
przez odległość rzutów tych
punktów na drugą powierzch-
nię:

$$\lambda = \frac{h_1 - h_2}{l} = \operatorname{tg} \alpha$$



rys.148.



rys.149.

Pochylenie oznaczamy na rysunku, pisząc wzdłuż krawędzi pochyłej $\equiv 1:20$

Zbieżność i pochylenie tego samego klina są związane wzorem:

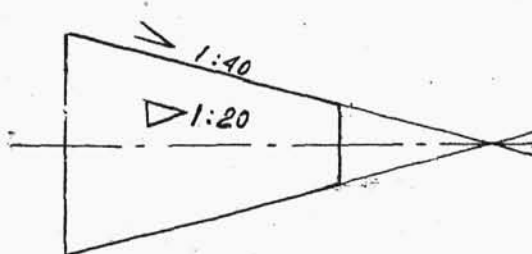
$$\lambda = \frac{\Delta}{1 - 0,25 \cdot \Delta^2} \quad /176/$$

Dla małych zbieżności:

$$\lambda \approx \Delta \quad /177/$$

Pochylenie klina możemy oznaczać także w odniesieniu do płaszczyzny symetrii; jest ono wtedy oczy-

wiście równe połowie zbieżności /rys-150/.



rys.150.

W budowie maszyn stosowany jest podział klinów na poprzeczne i podłużne; klinem poprzecznym nazy-

wamy klin, którego kierunek jest prostopadły do kierunku osi części łączonych; podłużnym, którego kierunek jest równoległy do kierunku ich osi. Podział ten nie jest racjonalny, bo nie wyodrębnia warunków pracy klinów. Lepszym byłby podział na:

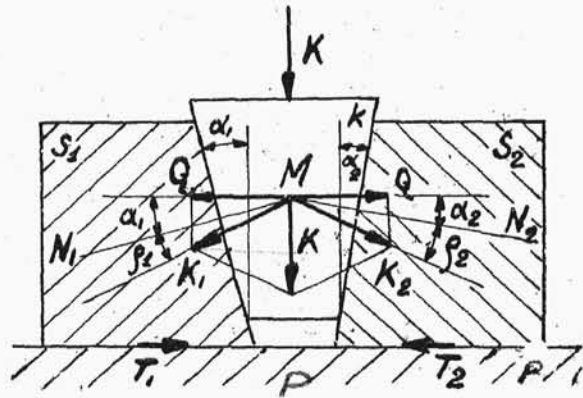
a/ kliny ściskane

b/ " zginane.

§2. Klina ściskane.

Rozpatrzmy teraz warunki pracy klina ściskanego
/rys.151-a/.Klin

k wciskany jest
siłą K pomiędzy
ruchome szczęki
 S_1 i S_2 oparte na
podstawie P . Na
klin k działają



/rys.151/ siła

rys.151.

K oraz reakcje szczęk K_1 i K_2 , nachylone do poziomemu
pod kątem $\alpha_1 + \beta_1$ i $\alpha_2 + \beta_2$. Suma składowych piono-
wych tych reakcji równa jest sile K :

$$K_1 \cdot \sin(\alpha_1 + \beta_1) + K_2 \cdot \sin(\alpha_2 + \beta_2) = K \quad /178/$$

Składowe poziome reakcji K_1 K_2 są sobie równe i
każda z nich stanowi siłę Q , rozpierającą szczęki.

$$Q = K_1 \cdot \cos(\alpha_1 + \beta_1) = K_2 \cdot \cos(\alpha_2 + \beta_2) \quad /179/$$

Z powyższych dwóch równań otrzymamy:

$$Q = \frac{K}{\operatorname{tg}(\alpha_1 + \beta_1) + \operatorname{tg}(\alpha_2 + \beta_2)} \quad /180/$$

Gdyby nie było tarcia pomiędzy szczękami i podstawą, należałoby, dla zrównoważenia siły K , działać na szczęki dwiema siłami poziomymi Q , ściskającymi klin. Ponieważ jednak tarcie to istnieje, wystarczą siły Q_1 i Q_2 , mniejsze od Q o siły tarcia T_1 i T_2 :

$$Q_1 = Q - T_1 \quad Q_2 = Q - T_2 \quad /181/$$

Nacisk szczęki S_1 na podstawę P równy jest pionowej składowej siły K_1 i równa się:

$$K_1 \cdot \sin(\alpha_1 + \beta_1) = Q \cdot \operatorname{tg}(\alpha_1 + \beta_1) \quad /182/$$

Stąd:

$$T_1 = Q \cdot \operatorname{tg}(\alpha_1 + \beta_1) \cdot \mu_1 \quad /183/$$

Zaś

$$Q_1 = Q - Q \cdot \operatorname{tg}(\alpha_1 + \beta_1) \cdot \mu_1 = Q \cdot [1 - \mu_1 \cdot \operatorname{tg}(\alpha_1 + \beta_1)] \quad /184/$$

Podobnie:

$$Q_2 = Q \cdot [1 - \mu_2 \cdot \operatorname{tg}(\alpha_2 + \beta_2)] \quad /185/$$

Rozpatrzmy teraz wypadek odwrotny: szczęki S_1 , S_2 ściskamy siłami Q_1 , Q_2 ; należy znaleźć siłę K' , z jaką należałoby dociskać klin ku dołowi, aby ten nie wysunął się ku górze. W tym wypadku zmienia się kierunki sił tarcia pomiędzy klinem i szczękami, i reakcje szczęk będą pochylone do poziomu pod kątem $(\alpha_1 - \beta_1)$ i $(\alpha_2 - \beta_2)$. Siła K' będzie równa sumie składowych piono-

wych tych reakcji:

$$K' = Q \cdot [\operatorname{tg}(\alpha_1 - \beta_1) + \operatorname{tg}(\alpha_2 - \beta_2)] \quad /186/$$

Łącząc powyższe wzory w jeden, otrzymamy:

$$K = Q \cdot [\operatorname{tg}(\alpha_1 \pm \beta_1) + \operatorname{tg}(\alpha_2 \pm \beta_2)] \quad /187/$$

Znak + ważny jest dla ruchu klina w dół /wciskanie/,
znak - dla ruchu w górę /wyciskanie/.

Jeżeli uwzględniając tarcie szczęk o podstawy
w powyższe równanie wstawimy poprzednio uzyskane war-
tości Q_1 i Q_2 i przyjmiemy dla uproszczenia

$$\mu_1 = \mu_2 = \mu = \operatorname{tg} \beta \quad /188/$$

otrzymamy:

$$K = Q_1 \cdot \frac{\operatorname{tg}(\alpha_1 \pm \beta_1) + \operatorname{tg}(\alpha_2 \pm \beta_2)}{1 \mp \operatorname{tg} \beta \cdot \operatorname{tg}(\alpha_1 \pm \beta_1)} \quad /189/$$

$$K = Q_2 \cdot \frac{\operatorname{tg}(\alpha_1 \pm \beta_1) + \operatorname{tg}(\alpha_2 \pm \beta_2)}{1 \mp \operatorname{tg} \beta \cdot \operatorname{tg}(\alpha_2 \pm \beta_2)} \quad /190/$$

Warunkiem samohamowności klina jest $K' \leq 0$, a
zatem :

$$\operatorname{tg}(\alpha_1 - \beta_1) + \operatorname{tg}(\alpha_2 - \beta_2) \leq 0 \quad /191/$$

Kliny w częściach maszyn ustawiamy zazwyczaj tak,
że 1/ $\alpha_1 = 0$ $\alpha_2 = \alpha$ /rys.152-a/2/ $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha$ /rys.152-b/.

Przyjawszy: $\beta_1 = \beta_2 = \beta$, znajdziemy:

$$\text{W wypadku 1/} \quad \operatorname{tg}(\alpha - \beta) - \operatorname{tg} \beta \leq 0 \quad /192/$$

stąd

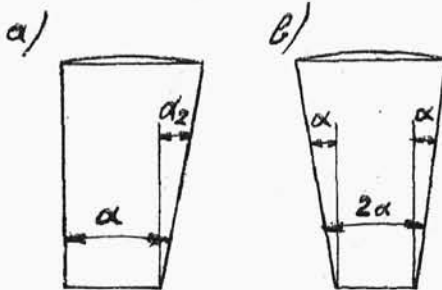
$$\alpha - \beta \leq \beta \quad /193-a/$$

$$\alpha \leq 2\beta \quad /193-b/$$

W wypadku /2/ otrzymamy:

$$2 \cdot \operatorname{tg}(\alpha - \beta) \leq 0 \quad /194/$$

$$\alpha \leq \beta \quad /195/$$



Przykładem klina

ściskanego jest klin n a -

s t a w c z y /rys.153/,

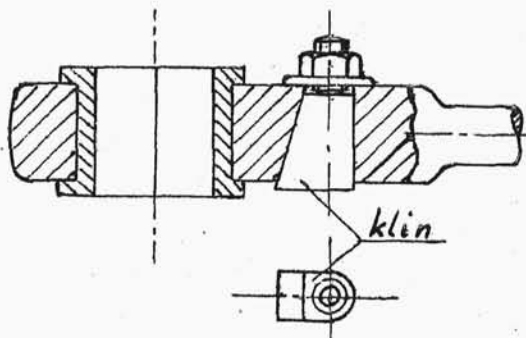
który służy do nastawia-

nia odległości półpanewek

i do usunięcia luzu powsta-

rys.152.

łego skutkiem ich wyrobienia.

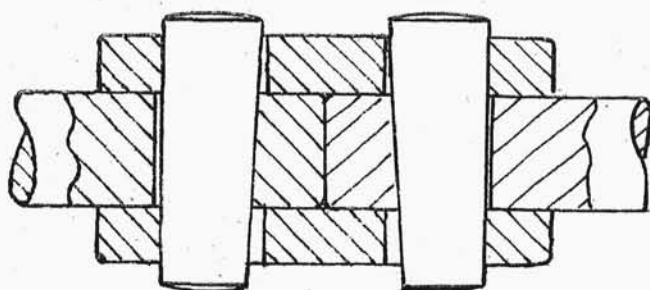


rys.153.

§3. Kl i n y z g i n a n e.

Kliny poprzeczne pracują najczęściej nie tylko

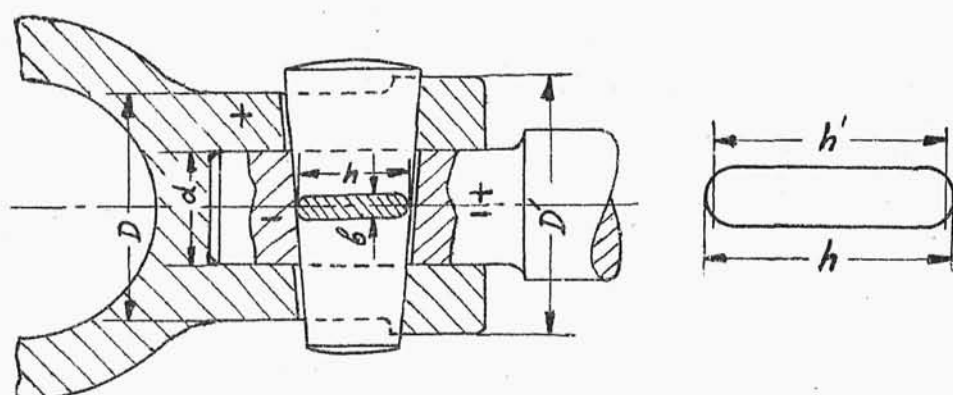
na ściskanie, ale także na ścinanie i na zginanie. Przykładem takiego klina są kliny /rys.154/ służące do łączenia części. Kliny takie wstawiamy częstokroć nie w jednej, lecz w prostopadłych do siebie płaszczyznach-



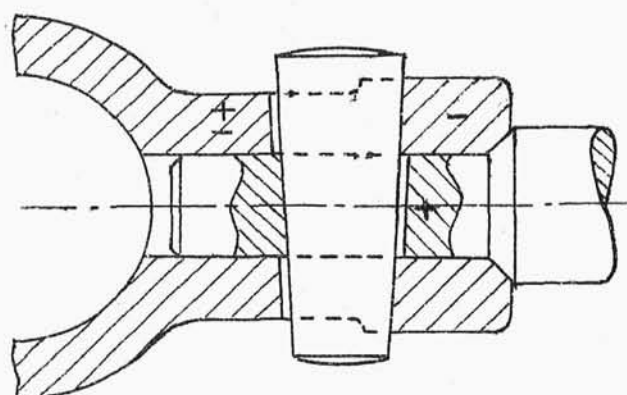
rys.154.

Warunki pracy klina zginanego rozpatrzymy, badając sposoby połączenia wózka maszyny tłokowej z drążkiem tłokowym /tłoczyskiem/ /rys.155, 156, 157/. W konstrukcji I /rys.155/ klin dociska czoło drąga do dna gniazda wózka; w konstrukcji II /rys.156/ dociskane jest odsadzenie tłoczyska do wieńca tulei wózka; w konstrukcji III /rys.157/ drąg zakończono stożkiem, który wciskany jest klinem w stożkowe gniazdo wózka.

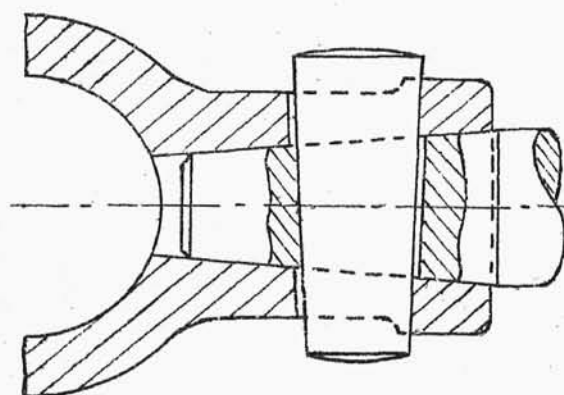
Przekrój klina wykonujemy zbliżony do prostokątnego o brzegach całkowicie zaokrąglonych; zaokrąglenie



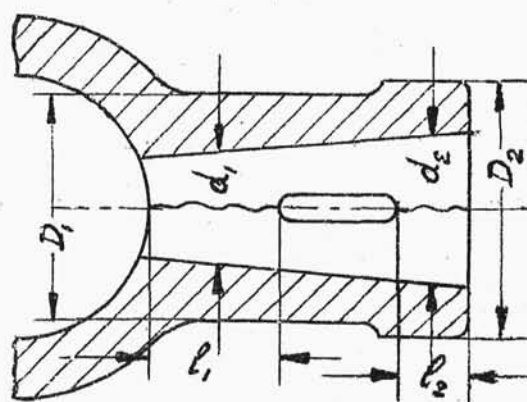
rys.155.



rys.156.



rys.157-a.



rys.157-b.

dajemy dlatego, że w wypadku otworu prostokątnego w tłoczysku i pochwie byłyby one bardziej narażone na pęknięcia na skutek działania karbu.

Drąg przenosi siłę Q ; wskutek zaklinowania połączenia wystąpiła siła wstępna Q_c ; aby to uwzględnić, stosuje się w obliczeniach siłę Q , powiększoną o $\frac{1}{5}$ albo zwiększa się odpowiednio współczynniki bezpieczeństwa, tj. zmniejsza się dopuszczalne naprężenia.

W konstrukcji I /rys.155/ przekrój niebezpieczny drąga /w miejscu otworu klinowego/ przenosi siłę Q , która zmienia kierunek. Drąg jest naprzemian rozciągany i ściskany; naprężenia wahają się od największej wartości dodatniej /+ rozciąganie/ do największej wartości ujemnej /- ściskanie/. Naprężeniem dopuszczalnym jest więc k_{rc} /obciążenie dwukierunkowe/. Niebezpieczny przekrój drąga:

$$F = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 - d \cdot b \geq \frac{Q}{k_{rc}} \quad /196/$$

W konstrukcji II /rys.156/, część tłoczyska, mieszcząca się wewnątrz tulei, podlega tylko rozciąganiu. Naprężenia wahają się od największej wartości dodatniej /wywołane siłą Q / do najmniejszej wartości dodatniej /wywołane siłą wstępną Q_c /. Naprężeniem dopusz-

czalnym jest k_{vj} /obciążenie jednokierunkowe zmienne/.
Niebezpieczny przekrój drąga:

$$F = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot d \cdot b \geq \frac{Q}{k_{vj}} \quad /197/$$

W konstrukcji I /rys.155/ tuleja wozzika jest tylko rozciągana. Naprężeniem dopuszczalnym jest /obciąż. jednokierunkowe zmienne/. Niebezpieczny przekrój tulei:

$$F' = \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d^2) - (D - d) \cdot b \geq \frac{Q}{k_{vj}} \quad /198/$$

W konstrukcji II /rys.156/ tuleja jest rozciągana i ściskana. Naprężeniem dopuszczalnym jest k_{rc} /obciążenie dwukierunkowe/. Niebezpieczny przekrój:

$$F' = \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d^2) - (D - d) \cdot b \geq \frac{Q}{k_{rc}} \quad /199/$$

Klin w konstrukcji I i II liczymy jednakowo, podobnie jak to miało miejsce w wypadku zginanej śruby /rys.123/, jako belkę, obciążoną siłą Q , rozłożoną równomiernie na odcinku o długości d , którą równoważą dwie siły $\frac{Q}{2}$, każda rozłożona równomiernie na odcinkach doń przyległych o długości $\frac{1}{2} \cdot (D' - d)$

D' jest to największa średnica tulei /rys.155/. Naprężeniem dopuszczalnym jest k_{vj} /obciążenie jednokierunkowe zmienne/. Największy moment zginający występuje w przekroju leżącym na osi drąga;

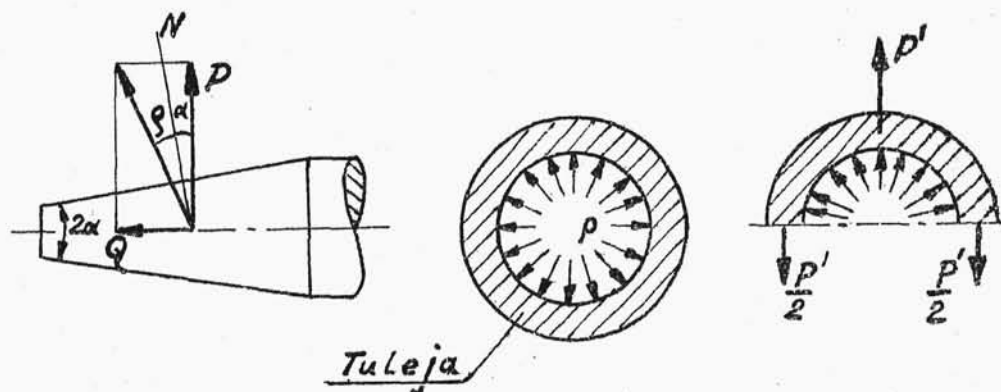
$$M_g = \frac{Q \cdot D'}{8} \leq W \cdot k_{gj} = \frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2 \cdot k_{gj} \quad /200/$$

W obliczeniu przyjmujemy wysokość przekroju klina $h' < h$ dla uwzględnienia zaokrągleń; różnica tych wartości jest niewielka.

Konstrukcja III /rys.157/. Stożek tłoczyska działa rozsadzająco na tuleję. Przekrój niebezpieczny tulei oznaczony jest na rys.157-a linią falistą; d_1 i d_2 średnie średnice stożka na odcinkach l_1 i l_2 . Siłą rozsadzającą jest siła P /rys.158/:

$$P = \frac{Q}{t_g(\alpha + \varphi)}$$

rozkładająca się równomiernie na obwodzie gniazda.



rys.158.

Otrzymujemy stąd ciśnienie na jednostkę długości obwodu równe $\frac{P}{\pi \cdot d}$; d - średnia średnica stożka. Tuleję li-

czymy jako pierścień o średnicy d , obciążone wewnętrznym naciskiem $\frac{P}{\pi \cdot d}$. Na połowę obwodu działać będą siły równomiernie rozłożone o łącznej wartości $\frac{P}{2}$; wypadkową ich będzie siła

$$P' = \frac{P}{\pi \cdot d} \cdot d = \frac{P}{\pi} \quad /202/$$

Przekrój niebezpieczny tulei /rys.157/:

$$F' = (D_1 - d_1) \cdot l_1 + (D_2 - d_2) \cdot l_2 \geq \frac{P'}{K_T} \quad /203/$$

§4. P o ł ą c z e n i a k l i n o w e p i a s t z w a ł a m i.

Kliny ściskane są szeroko stosowane w budownictwie maszynowym dla łączenia piast kół zębatach, pasowych itp. z wałami jako kliny piastowe. Mogą to być połączenia uniemożliwiające wszelki ruch piasty w stosunku do wału t.j. połączenie przy pomocy klina, lub też połączenie uniemożliwiające obrót piasty na wale, a pozwalające na przesunięcie poosiowe t.j. połączenie przy pomocy w p u s t k i .

Kliny piastowe podlegają ściskaniu, wpustki ściskaniu. Klíny wyrabiane są w dwóch rodzajach, jako t.zw. klíny z noskami /rys.159-b/ i bez nosków /rys.159-a/. Klíny z noskami stosuje się przede wszystkim tam, gdzie nie możnaby wybić klina od cieńszego końca. Stosując