


# MECHANIK

MIESIĘCZNIK TECHNICZNY 

WARSZAWA, UL. CZACKIEGO № 3

WYDAWANY PRZEZ SEKCJĘ WARSZTATOWĄ  
STOWARZYSZENIA INŻYNIERÓW  
MECHANIKÓW POLSKICH

## Wybór stali na narzędzia tnące.

(Referat na Zjazd Inżynierów Mechaników w Warszawie w 1929 r.)

Napisał inż. E Łączkowski P. F. K. Warszawa.

Treść: Własności stali, wynikające z ich składu. Stale: węgliste, niskostopowe chromowe, wolframowe i chromo-wolframowe; wysokostopowe chromowe i szybko tnące. Stopy specjalne — stellyty. Porównanie zdolności tnących poszczególnych stali. Porównanie obrabialności poszczególnych stali.

Na pierwszy rzut oka zdawałoby się, że wybór stali na narzędzia nie powinien przedstawiać trudności. Jeżeli jednak weźmiemy pod uwagę różnorodność rodzajów obróbki i w zależności od tego, wielką ilość produkowanych przez huty gatunków stali narzędziowej, to sprawa wyboru ogromnie się komplikuje.

Oprócz tego należy podkreślić, że nawet bardzo miękkie materiały obróbkowe np. drzewo, mosiądz i t. d., nie mówiąc już o stalach, wymagają pierwszorzędných i dobrze zahartowanych narzędzi. Podczas skrawania bowiem, jak wykazały ostatnie badania, zachodzi znaczne utwardzanie obrabianego materiału w miejscu styku z narzędziem, przez co wzrasta opór skrawania, a z nim i ściepienie narzędzia.

Pierwszym krokiem, przy wyborze stali narzędziowej, jest przestudjowanie ich własności na zasadzie opisów, ułożonych przez wytwórców t. j. huty. Stale uszeregowane są w katalogach p/g składu chemicznego i musimy, dla całokształtu omawianego zagadnienia, podać w pierw podstawowe ich własności.

### Własności stali, wynikające z ich składu.

Stale narzędziowe podzielić można na następujące grupy:

- 1) stale węgliste,
- 2) stale niskostopowe (chromowe, wolframowe),
- 3) stale wysokostopowe (chromowe, szybko tnące),
- 4) stopy specjalne (stellyty).

1. *Stale węgliste.* Na narzędzia używają się stale o zawartości węgla  $C = 0,65 - 1,5\%$ . Wytrzymałość w stanie wyżarzonym  $K_z = 60 - 70 \text{ kg/mm}^2$  twardość Brinella  $H_B = 170^\circ - 200^\circ$ . Temperatura hartowania stali o zawartości  $C = 0,65 - 0,8\%$  wynosi  $800^\circ$ , zaś stali o  $C \geq 1\%$  wynosi  $760^\circ$ . Odpuszczanie, zależnie od wymagań, w zależności od ilości węgla,  $H_B = 550 - 700^\circ$ ; budowa — martenzyt o drobnych igielkach, ewentualnie z ziarnami cementytu (gdy  $C \geq 1\%$ ); złom po zahartowaniu drobnoziarnisty.

Charakterystyczną własnością stali węglistych jest, że hartują się one powierzchownie; martenzyt dosięga rdzenia tylko przy przedmiotach o średnicy  $\leq 10 \text{ mm.}$ ; przy przedmiotach większych

wnętrze przedstawia troostyt ( $H_B \approx 400^\circ$ ). Głębokość warstwy martenzytycznej zależy zresztą i od zawartości węgla; im stal bogatsza w węgiel, tem głębiej się hartuje.

Stale węgliste odznaczają się dużą wrażliwością na przegrzanie; temperatura hartowania podniesiona nawet o  $\pm 50^\circ$  już wywołuje, widoczne na szlifach, zgrubienie ziarna i zdolność tnąca stali ulega obniżeniu. Stosuje się:

a) stal o  $C = 0,65 - 0,85\%$  — na narzędzia, wymagające sprężystości, jak przecinaki i wycinaki ślusarskie, narzędzia do obróbki drzewa i t. d.

b) stal o  $C = 0,95 - 1,5\%$  — na narzędzia spokojnie pracujące, jak frezy, wiertła i t. d.

2. *Stale niskostopowe.* Konieczność szybkiej obróbki powołała do życia stale specjalne, zawierające oprócz węgla — chrom ( $Cr$ ) i wolfram ( $W$ ). Już niewielkie dodatki tych szlachetnych metali, a szczególnie wolframu, podnoszą znacznie zdolność tnącą narzędzia ( $20 - 50\%$ ), tak że dzisiaj prawie wszędzie stale węgliste wychodzą z użycia, a tam gdzie nie możemy znaleźć wyżyskać stali szybko tnących — stosujemy stale niskostopowe.

Te ostatnie dzielą się na: stale chromowe, stale wolframowe i stale chromowo — wolframowe.

a) *Stale chromowe.* Na narzędzia używa się stali, zawierających  $C \geq 1,3\%$ ;  $Cr \geq 1,5\%$ ; w stanie wyżarzonym  $H_B = 200 - 230^\circ$ ; hartują się w oleju w temperaturze powyżej  $800^\circ$  i bardzo głęboko do wnętrza. Ponieważ  $Cr$  wpływa dodatnio na regularność odkształceń, więc stosuje się te stale na gwintowniki, które nie są po zahartowaniu szlifowane, ale z pełnego wałka (umożliwia to głęboki hart tej stali). Chrom pozatem zmniejsza wrażliwość stali na przegrzanie; czyni ją natomiast dość kruchą i w niewielkim stopniu podnosi zdolności tnące. Dlatego też stosowanie tych stali jest ograniczone na korzyść stali wolframowych.

b) *Stale wolframowe.* Te stale odznaczają się w stosunku do chromowych zarówno zwiększoną zdolnością tnącą, jak sprężystością, pozatem są również odporne na przegrzanie. Gruboziarnista budowa okazuje się dopiero po przekroczeniu temperatury hartowania  $0 \pm 100^\circ$ . Hartują się w wodzie, ale nie tak głęboko jak stale chromowe; twardość w stanie wyżarzonym  $H_B = 190 - 220^\circ$ . Zawartość węgla rośnie wraz z zawartością wolframu.

Do wyrobu wiertel, frezów i gwintowników używa się stali o składzie

- |   |   |                                       |
|---|---|---------------------------------------|
| a) $C \geq 1\%$ ; $W \geq 1\%$<br>b) $C \geq 1,2\%$ ; $W \geq 1,5\%$ ;<br>$Va \geq 0,3\%$ | } | temperatura<br>hartowania $800^\circ$ |
|---|---|---------------------------------------|

przyczem drugi skład daje stal bardziej wartościową. Jeżeli chodzi o stal jeszcze bardziej odporną na stępienie, bez powiększenia prędkości skrawania, to stosują skład:

c)  $C \geq 1,4\%$ ;  $W = 4 - 7\%$ ; temperatura hartowania  $800 - 860^\circ$ . Ta ostatnia stal znana jest pod nazwą ryflowej i stosuje się do narzędzi, obrabiających twarde materiały (np. żeliwo utwardzone), noże do zataczarek, noże do gwintowania długich śrub i t. d.

*Stale chromo-wolframowe.* Połączenie jednak wysokiej twardości z wysoką sprężystością i odpornością na stępienie dają dopiero stale chromo-wolframowe. Zachowują one wszystkie, wyżej wymienione zalety, związane z zawartością chromu i wolframu i stanowią ostatni etap rozwoju wytwórczości stali niskostopowych.

Używa się stali o następującym składzie:

- a)  $C = 1\%$ ;  $Cr = 1\%$ ;  $W = 1\%$ ; temp. hartowania  $800^\circ$  (w wodzie)  
 b)  $C = 1,4\%$ ;  $Cr = 1\%$ ;  $W = 4 - 7\%$ ; temperatura hart.  $800 - 860^\circ$  (w wodzie)

przyczem skład b) stanowi odmianę wyżej wymienionych stali ryflowych.

3. *Stale wysokostopowe.* Dążenie do otrzymania stali na narzędzia, minimalnie się odkształcającej — wyraziło się w stworzeniu stali wysokostopowych chromowych.

Dążenie zaś do otrzymania stali mogących pracować z dużymi prędkościami — wyraziło się w stworzeniu stali wysokostopowych chromo-wolframowych (szybkotnących).

*Stale chromowe.* Stale te mają skład i zastosowanie różne:

a) stale o  $C = 1\%$ ;  $Cr = 10 - 12\%$  — są trudno rdzewiejące, używają się przeważnie na narzędzia chirurgiczne,

b) stale o  $C = 1,5\%$ ;  $Cr = 10 - 12\%$  — są twardsze od poprzednich, nie tak łatwo się tępią, używają się na przetłaczaki kształtowe.

Wyrabiają również stale o jeszcze większej zawartości węgla (przy tej samej ilości chromu, co poprzednie), ale są to stale bardzo trudne do obróbki.

Wszystkie wyżej wymienione stale hartują się w temperaturze  $900 - 1000^\circ$  w powietrzu lub oleju. Odpuszczanie, zależnie od wymagań może być posunięte aż do temp.  $600^\circ$ . Stale te nie są zbyt odporne na stępienie, natomiast odkształcają się b. mało i równomiernie, a wielkość odkształceń jest w odwrotnym stosunku do zawartości węgla.

*Stale szybko tnące.* Wszędzie, gdzie tylko możemy stosować duże prędkości skrawania, należy używać stali szybko tnących, dopuszczają one bowiem przeszło dwa razy większe prędkości niż stale węgliste, przy tem samym zużyciu narzędzi.

Stale szybko tnące, posiadające zwykle oprócz wolframu, chromu i węgla, jeszcze dodatki wanadu ( $Va$ ) i kobaltu ( $Co$ ), powinny się hartować w tem-

peraturze  $1200^\circ - 1350^\circ$  w powietrzu sprężonym, łożowiu, oleju lub nafcie. Otrzymuje się wtedy budowę częściową austenityczną, którą przez odpuszczenie stali do temp.  $576^\circ - 600^\circ$ , zamienia się na martenzytyczną; złom po hartowaniu powinien być drobnoziarnisty.

Dużo narzędzi, ze względu na swój kształt, nie dopuszcza możliwości hartowania w b. wysokiej temperaturze — ostrza bowiem tych narzędzi się stapiają. Tak więc hartujemy:

Wiertła, gwintowniki o  $\Phi$  malej, w temp.  $1000^\circ$ .

Wiertła, gwintowniki o  $\Phi$  większej, w temp.  $1000^\circ - 1100^\circ$ .

Frezy, rozwiertarki w temp.  $1100^\circ - 1200^\circ$ .

W takich wypadkach odpuszczanie staje się zbyt trudnym, albo odbywa się w niższej temperaturze np.  $250^\circ$  i ma na celu jedynie złagodzenie naprężeń, powstałych po hartowaniu.

Stali szybko tnących jest dużo gatunków, jako typowe odmiany możemy podać przy zawartościach:  $C = 0,65\% - 0,65\%$  i  $Cr = 5\%$ ;

- a)  $W = 16 - 18\%$ ;  
 b)  $W = 15\%$ ;  $Va = 2\%$   
 c)  $W = 20\%$ ;  $Va = 1,5\%$   
 d)  $W = 20\%$ ;  $Va = 2\%$ ;  $Co = 2,3\%$   
 e)  $W = 20\%$ ;  $Va = 1,5\%$ ;  $Co = 10\%$ .

Widzimy tutaj próby wprowadzenia do składu stali szybko tnącej  $Va$  i  $Co$ .

Wanad jest znany, jako środek odtleniający; zmniejsza wrażliwość stali na przegrzanie i powiększa znacznie zdolności tnące. Jak ustosunkować jego zawartość do wolframu — jest jeszcze kwestją podlegającą dyskusji; w każdym razie przy mniejszym procencie  $W$  ( $15\%$ ), trzeba podnieść zawartość  $Va$ . Wpływ kobaltu nie jest również całkowicie wyjaśniony; powiększa on temperaturę hartowania oraz przewodnictwo ciepła stali, co korzystnie wpływa na ostrze narzędzia. Podług ostatnich badań, kilka procent kobaltu, wpływa dodatnio na każdy rodzaj narzędzia; natomiast zawartość do  $10\%$  stosuje się tylko do noży tokarskich do żdzierania. Ze względu na swą wysoką cenę stali szybko tnących z zawartością kobaltu używa się najczęściej w postaci płytek spawanych z trzonkami noży tokarskich.

Temperatury hartowania wymienionych w punktach a), b), c), d) i e) stali będą wzrastały w kierunku od a) do c), a mianowicie:  $1200^\circ$ ;  $1250^\circ$ ;  $1300^\circ$ ;  $1325^\circ$ ;  $1350^\circ$ .

Wybór między temi stalami jest dość trudny, szczególnie gdy się zważy, że dla wielu narzędzi (frezy, wiertła i t. d.) nie możemy w pełni wyzyskać własności niektórych stali szybko tnących przez odpowiednio wysokie hartowanie. Z tego powodu tylko próby, wykonane w warunkach możliwie identycznych do warsztatowych — mogą nam udzielić wskazówek, jaką stal należy zastosować.

4) *Stopy specjalne* (stellity). Ponieważ nóż tokarski okazał się narzędziem, wyzyskującym z pożytkiem dla warsztatu wszystkie dotychczas stworzone stale szybko tnące, więc starano się jeszcze wyżej pójść z prędkościami toczenia przez wynalezienie stopów specjalnych pod nazwą „stellitów”. Stopy te, stworzone w Ameryce, są znane od 1910 r. Składają się one z samych metali szlachetnych (nie posiadają więc żelaza) t. j. z kobaltu, chromu

i wolframu. Przeciętnie stop ten zawiera:  $Co = 50\%$ ;  $Cr = 30\%$ ;  $W = 18\%$ ;  $C = 1\%$ .

Stellit nie potrzebuje być wogóle hartowany, gdyż w stanie rodzimym posiada twardość  $H_B = 550^{\circ} - 600^{\circ}$ ; odlewany jest w prętach o żądanych wymiarach i kształtach, gdyż obrabiany mechanicznie być nie może, a tylko szlifowany.

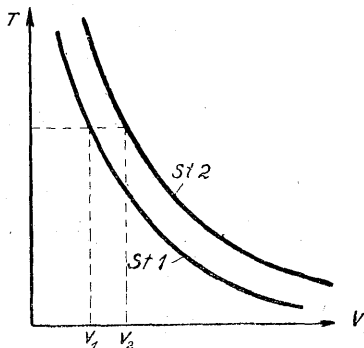
Zaletą jego jest utrzymanie twardości własnej nawet w bardzo wysokich temperaturach, jakie wywiązują się podczas skrawania z wielkimi prędkościami. Tak np. w temp.  $750^{\circ}$  gdy stal szybko tnąca posiada tylko  $H_B = 150^{\circ}$ , stellit ma jeszcze twardość  $H_B = 400^{\circ} - 500^{\circ}$ ; z tego względu stellit wytrzymuje prędkości skrawania przeciętnie 2 razy większe niż stal szybko tnąca. Wadą dawniejszych stellitów była ich kruchość i porowatość, obecnie wady te w większej części usunięto. Stellit bywa używany w formie płytek, spawanych z trzonkami noży; można jednak pokrywać roztopionym stellitem (topi się w temp.  $1300^{\circ}$ ) same krawędzie narzędzi.

### Porównanie zdolności tnących poszczególnych stali.

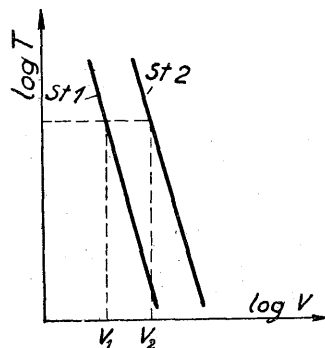
Na zasadzie własności wyżej opisanych, można tylko z pewnym przybliżeniem określić gatunek stali, która najlepiej odpowiadałaby danemu celowi. Decyzję można powziąć tylko przez porównanie zdolności tnących kilku wybranych stali.

Dotychczas ani badania chemiczne, ani metalograficzne nie są w możności ustalić całkowicie tych subtelnych różnic, jakie mogą istnieć w stalach narzędziowych, przez mniej lub więcej umiejętne obchodzenie się z nimi przez poszczególne huty.

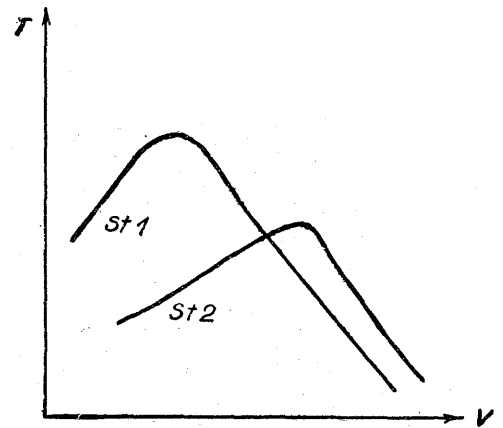
Wytwórczość stali szlachetnych napotyka na duże trudności, ze względu na ich wrażliwość na sposób kucia, walcowania, wyżarzania i t. d.



Rys. 1. Zależność między czasem pracy  $T$  i prędkością  $V$  dla stali badanych  $St 1$  i  $St 2$ .



Rys. 2. Wykres rysunku 1 sporządzony w podziale logarytmicznej.



Rys. 3. Inaczej przedstawiona zależność  $T$  od  $V$ .

Zaletą stopu jest, że używając go, unikamy kłopotliwej obróbki termicznej, ale z drugiej strony nie możemy stellitu stosować do dokładnych kształtowych narzędzi — wykonywa się więc z niego dotychczas płatki do noży tokarskich i do głowic nożowych.

Najnowszą koncepcją w dziedzinie stopów specjalnych — jest stop tylko wolframowy (karbony wolframu). Stop ten jest twardszy od stellitu; tak twardy, że można nim obrabiać przedmioty hartowane, żeliwo utwardzone i stale wysoko-manganowe. Stop wolframowy nie poddaje się również, podczas obróbki, działaniu piasku, znajdującego się na powierzchni odlewów — czego nie można powiedzieć o stellicie. Zarówno stellit, jak i stop wolframowy, pracują na sucho; nadaje się narzędziom, z nich wykonanym, specjalne kąty skrawania, w myśl wskazówek wytwórców. Przed zastosowaniem stopów specjalnych, zamiast stali szybko tnącej, należy się zastanowić, czy możemy na posiadanych obrabiarkach uzyskać żądanie prędkości skrawania.

Dzisiejszy przemysł obrabiarkowy opiera się na prędkościach, stosowanych przy narzędziach ze stali szybko tnącej; do tego dostosowana jest i moc obrabiarek. Ten fakt jest jedną z największych przeszkód w zastosowaniu stellitu; dopiero obecnie, niektóre zagraniczne wytwórnie wypuszczają modele szybko tnących, silnych tokarek, mogących służyć do skrawania nożami ze stopów specjalnych.

Dlatego, niezależnie od innych, powinno być przy kupnie wprowadzone badanie zdolności tnących stali. Badania należy przeprowadzać w warunkach możliwie zbliżonych do pracy narzędzia na warsztacie. Do tego celu stworzono już cały szereg pomocniczych przyrządów na poszczególne obrabiarki, jak tokarki, frezarki, wiertarki, rejestrujących moment stępienia się narzędzia (np. firmy Mohr & Federhaff, Stock i inne). Istnieją również specjalne maszyny, np. maszyna Herbert'a, przystosowana do skrawania cienkimi wiórkami.

Jako podstawa do oceny stali narzędziowych służyć mogą: a) prędkość skrawania, b) czas pracy narzędzia. Rozpatrzmy te wypadki:

a) Jeżeli konstrukcja obrabiarek, ich moc i warunki skrawania, dopuszczają możliwość dużych prędkości, aż do wyzyskania wysokich gatunków stali szybko tnących, to należy za kryterjum obrać te właśnie prędkości. Możemy przytem z góry określić niezbędny dla narzędzia czas pracy wychodząc z założenia, że przestój z powodu zmiany stępienego narzędzia nie powinien przekroczyć np. 5% czasu rzeczywistej pracy. Dojdziemy zatem do wzoru

$$\frac{\text{czas pracy narzędzia}}{\text{czas zamocowania narzędzia}} = 20 \dots (1)$$

skąd znajdujemy czas pracy narzędzia.

Przypuśćmy, żeśmy znaleźli dla dwóch badanych stali  $St 1$  i  $St 2$  zależność między czasem pracy  $T$

i prędkością  $V$ , jak to wskazuje wykres 1. Dla znalezionej ze wzoru (1)  $T$  otrzymamy zatem prędkości  $V_1$  i  $V_2$  i stal  $St 2$  mającą  $V_2 > V_1$  uznamy za lepszą. Do konkurencji w tych warunkach stać mogą tylko wysokie gatunki stali szybko tnących. Wykres (1) dogodniej jest przedstawić w podziałce logarytmicznej, gdyż krzywe zastępujemy liniami prostymi (wykres 2).

b) Jeżeli, z jakichkolwiek powodów, mamy ustaloną prędkość, to ograniczymy się do szukania stali, której zużycie przy tej prędkości będzie minimalne.

Obierzemy stal  $St 2$ , o ile przy określonej  $O$ , będzie  $T_2 > T_1$ . Zależnie od prędkości, konkurując ze stalami szybko tnącymi mogą tutaj *stałe niskostopowe*.

W poprzednich dwóch przykładach przyjmowaliśmy, że narzędzia skrawają przeciętnie przekroje wiórów ( $f \geq 1$  mm). Zdarzają się jednak prace, przy których skrawanie odbywa się małymi wiórkami (gładzenie na tokarce, rozwiercanie, gwintowanie).

Zależność  $T$  od  $V$ , w tym wypadku przedstawia się zupełnie inaczej, niż na wykresie (1) (wykres 3)

i zależnie od warunków stal  $St 1$  lub  $St 2$  może się okazać dogodniejszą.

Przy małych prędkościach często korzystniejsze w użyciu od stali szybko tnących, mogą się okazać stałe niskostopowe np. stałe ryflowe bardzo odporne na stępienie przy niskich temperaturach ostrza.

### Porównanie obrabialności poszczególnych stali.

Koszt wykonania tego samego narzędzia z dwóch różnych stali jest w stosunku odwrotnym do obrabialności tych stali.

Odsyłając w tej sprawie do specjalnych artykułów o obrabialności drukowanych w „Mechaniku” z 1928 r. (str. 193) zaznaczymy, że najczęstszym błędem hut jest wadliwe wyżarzenie stali.

W praktyce spotykaliśmy stałe narzędziowe o podobnym do siebie składzie, przy obróbce których prędkości miały się jak 1:3! Takie stałe ogromnie podnoszą koszt wyrobu narzędzi i dlatego badanie twardości dostarczanych stali jest niezbędne.

Do najtrudniej obrabialnych należą wysokostopowe stałe chromowe (gdy zawartość  $C \geq 1\%$ ).

## Zestawy kołowe taboru kolejowego.

### Nasadzanie obręczy na koła oraz kół na osie.

Napisał inż. Ignacy Strausfogel.

Treść: Nasadzanie obręczy. Ogniska obręczowe i ich rodzaje. Spółczynnik sprawności poszczególnych ognisk. Nasadzanie i mocowanie pierścieni zaciskowych. Walce do mocowania pierścieni zaciskowych. Właczanie kół na osie. Prasa hydrauliczna. Tabela ciśnień stosowanych przy właczaniu.

**P**odług przepisów P. K. P. obręcze są nakładane na koła bosc *na gorąco*; przyczem średnica wewnętrzna wytoczenia obręczy w stanie zimnym winna być mniejsza od zewnętrznej średnicy koła bosc o 1,0 do 1,5 mm na każdy metr tejże średnicy.

Nasadzanie obręczy odbywa się najczęściej w specjalnie urządzonym pomieszczeniu, zwanem obręczarnią. Na urządzenia mechaniczne obręczarni składają się: górna suwnica mostowa o nośności do 5 ton 2 lub 3 żórawie przysięcienne lub kolumnowe o nośności do 600 kg (dla obręczy), 2, 3 lub więcej ognisk do nagrzewania obręczy i walce lub młot pneumatyczny do zaciskania pierścieni, służących do mocowania obręczy oraz wytaczarka pionowa lub pozioma do staczania pierścieni zaciskowych w celu umożliwienia zdjęcia obręczy.

Poniżej rozpatrujemy niektóre specjalne urządzenia obręczarni, a mianowicie ogniska i walce. Pozatem urządzenia warsztatu kołowego uzupełnia prasa hydrauliczna, służąca do właczania osi w koła.

#### A. Nasadzanie obręczy.

**Ogniska obręczarni.** Ogniska, służące do nagrzewania obręczy przy nasadzaniu lub zdejmowaniu bywają stosowane na różne paliwa, jak to: na węgiel, koks, ropę, gaz generatorowy, gaz świetlny, a także i prąd elektryczny. Zastosowanie prądu elektrycznego, pomimo wszystkich jego zalet, u nas

na razie nie kalkuluje się ze względu na znaczny jeszcze koszt prądu. Najniekorzystniej przedstawiają się ogniska węglowe lub koksowe, gdyż poza małym współczynnikiem sprawności, wymagają one zbyt wiele robót pomocniczych, jak to: dostawy opału, rozpalania i utrzymania ognia; ujemną stroną ogniska węglowego jest silne zanieczyszczenie pomieszczenia, oraz powodowanie zendry na obręczy.

Za najodpowiedniejsze paliwo do ognisk dla warsztatów kolejowych należy uważać gaz świetlny, gaz generatorowy i ostatecznie ropę.

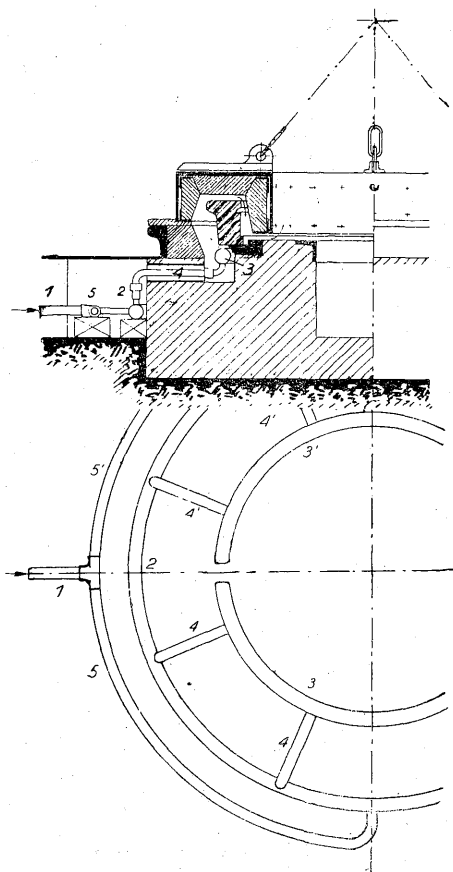
Spółczynnik sprawności ogniska wyraża się w stosunku teoretycznej ilości ciepła, niezbędnej na doprowadzenie obręczy do temperatury, umożliwiającej powiększenie się średnicy obręczy od 1 do 1,5 mm do faktycznie zużytej ilości ciepła; współczynnik sprawności ogniska węglowego i koksowego wynosi zaledwie około 10%, na ropę około 15%, na gaz świetlny od 20 — 25%. Na obniżenie współczynnika sprawności wpływa nieprodukcyjne promieniowanie ciepła (nagrzewanie powietrza). Ekonomicznie pracują te ogniska, w których nagrzewanie odbywa się w zamkniętej szczelnie komorze. Pozatem decyduje jeszcze należyta konstrukcja palników.

Przeciętne zużycie gazu w ogniskach otwartych na nagrzanie jednej obręczy o  $\Phi$  1000 mm wynosi od 5 do 6 m<sup>3</sup>; przeciętne zużycie węgla na nagrzanie takiej obręczy wynosi około 30 kg, a ropy od 2 do 3 kg.

### Obliczenie sprawności ognisk obręczowych.

a) na gaz świetlny.

Dla przykładu bierzemy obręcz wagonową, u której średnica koła, przechodzącego przez punkt ciężkości poprzecznego przekroju tej obręczy wynosi 925 mm; obwód takiego koła wynosi 2906 mm. Jak powyżej zaznaczono, na 1000 mm średnicy obręczy przyjmujemy na naciąg od 1 do 1,5 mm, przyczem odpowiednie wartości stosowane są w zależności od sztywności koła bosego, na które daną obręcz nasadzamy. Przyjmujemy w danym razie na powiększenie średnicy obręczy wartość przeciętną — 1,25 mm; obwód koła przechodzącego przez punkt ciężkości przekroju nagrzanej obręczy powiększy się o 4 mm.<sup>1)</sup> Oznaczmy przez:



Rys. 1. Ekonomiczne ognisko na gaz świetlny — komorowe.

$cpł$  — ciepłostkę (kalorję), t. j. tą ilość ciepła, jaka jest niezbędna dla podniesienia temperatury jednego kg wody od  $0^{\circ}$  do  $1^{\circ}$ ;

$c$  — ciepłik właściwy materiału obręczy, t. j. tą ilość ciepłostek niezbędnych do podniesienia temperatury jednego kg obręczy o  $1^{\circ}$ , a dla stali zlewnej wynosi to 0,116;

$\alpha$  — współczynnik wydłużalności, t. j. przyrost jedności długości materiału obręczy przy podniesieniu się jego temperatury o  $1^{\circ}$  stopień; wydłużalność 100  $\alpha$  stali zlewnej, odpowiadająca podniesieniu się temperatury z  $0^{\circ}$  do  $100^{\circ}$  wynosi — 0,0011;

$t^{\circ}$  — wymaganą temperaturę do jakiej należy nagrząć obręcz przy nasadzaniu na koło;

$D$  — średnicę koła, przechodzącego przez punkt ciężkości poprzecznego przekroju obręczy — wynosi 925 mm;

$L$  — obwód koła o średnicy  $D$  — 2906 mm;

$l$  — wydłużenie obwodu —  $\sim 4$  mm;

$G$  — ciężar obręczy — 300 kg;

$W$  — ilość ciepła niezbędna na nagrzanie obręczy do temperatury, powodującej żądaną rozszerzalność;

$\eta$  — współczynnik sprawności ogniska.

$$l = \alpha \cdot L \cdot t^{\circ} \dots (1); \quad l = 4 \text{ mm};$$

$$t^{\circ} = \frac{l}{\alpha \cdot L} \dots (2); \quad t = \frac{4 \cdot 100}{0,0011 \cdot 2906} = 125^{\circ}.$$

$$W = c \cdot G \cdot t^{\circ} \text{ cpł } (3); \quad W = 0,116 \cdot 300 \cdot 125 = 4350 \text{ cpł}.$$

Praktyczne przeciętne zużycie ciepła przy nagrzewaniu normalnej obręczy wagonowej na ogniskach zasilanych gazem świetlnym o wartości opałowej 5000 cpł wynosi:

$$4 \text{ m}^3 \text{ gazu} \times 5000 = 20000 \text{ cpł};$$

w tym wypadku

$$\eta = \frac{4350}{20000} = 0,217;$$

$$\eta = \sim 22\%.$$

Podniesienie sprawności ognisk osiągnąć można przez należyte ustosunkowanie dopływu powietrza i gazu, racjonalną konstrukcją właściwego palnika, przez wykorzystanie ciepła już otrzymanego i w tym celu palniki umieszczane bywają w odpowiedniej zamkniętej komorze, bez względu na rodzaj paliwa.

Rys. 1 przedstawia wzorowe ognisko gazowe, czynne w Dreźnieńskich warsztatach kolejowych<sup>2)</sup>. Współczynnik sprawności tego ogniska wynosi 82%. Czas nagrzewania obręczy wagonowej wynosi około 20 minut przy zużyciu 1 m<sup>3</sup> gazu świetlnego. Ognisko to jest urządzone na gaz świetlny zmieszany z powietrzem sprężonym do 0,7 atm. Dopływ gazu z gazomierza odbywa się zapomocą przewodu o średnicy 1/2".

Ognisko właściwe składa się z podstawy betonowej, na powierzchni której leży pierścień żeliwny; u dołu pierścienia tego, na odstępnie około 15 mm, znajdują się dwa półkola przewodów mieszanki, posiadających na obwodzie 270 otworków o średnicy 1,5 mm; oba te półkola (3 i 3') połączone są z dolnym przewodem pierścieniowym (2) o średnicy 1 1/2" zapomocą 8 promieniowych przewodów (4) o średnicy 3/8".

Mieszanka dopływu od zaworu przewodem o średnicy 3/4", poprzez rozgałęzienia (5 i 5') o średnicy 5/8".

Oddzielne płomyki, posiadające nieznaczną długość (około 15 mm), przylegają tylko końcami swymi do obręczy, osiągając w ten sposób całkowite spalanie; płomyki te u podstawy swej nie powinny się świecić, a końcówki ich winny posiadać barwę niebieskawo-zielonkawą.

Ognisko jest opasane pierścieniem, wytoczonym ze starej obręczy parowozowej. Do ujemnych stron ogniska zaliczyć należy jego ograniczony zakres zastosowania pod względem średnic nagrzewanych obręczy.

<sup>1)</sup> Patrz: „Technik”, tom I z roku 1905, str. 314—317.

<sup>2)</sup> Das Eisenbahnwerk. 29.1927, Fridrych.

b) obliczenie sprawności ogniska na ropę.

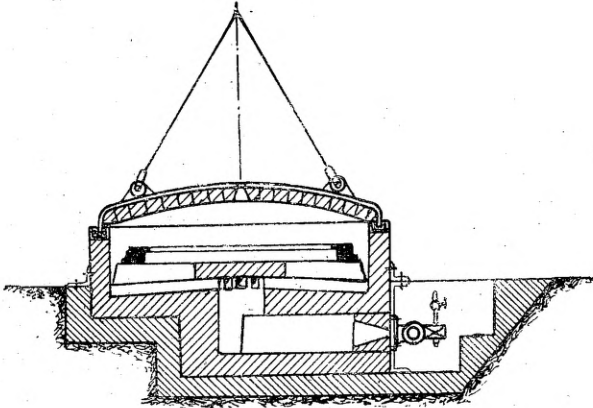
Praktyczne przeciętne zużycie ciepła przy nagrzewaniu normalnej obręczy wagonowej na ogniskach, zasilanych ropą o wartości opałowej 10 000 cpl wynosi:

$$2,5 \text{ kg} \times 10\,000 = 25\,000 \text{ cpl};$$

$$W = 0,116 \cdot 300 \cdot 125 = 4350 \text{ cpl};$$

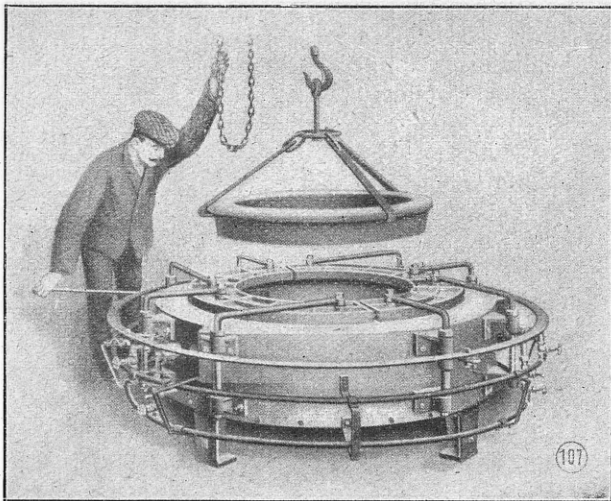
$$\eta = \frac{4350}{25\,000} = 0,17; \quad \eta = \sim 17\%.$$

Rys. 2 przedstawia ognisko na paliwo płynne jak naprz. naftę, ropę.



Rys. 2. Ognisko komorowe na ropę.

Umieszczony u dołu palnik, posiadający dopływ powietrza niskoprężnego, wytwarza u dołu komory ciepło, które za pomocą kanałów rozmieszczonych promieniowo, doprowadzane bywa do komory górnej, użytecznej. Zużycie paliwa (ropy) na 1 obręcz



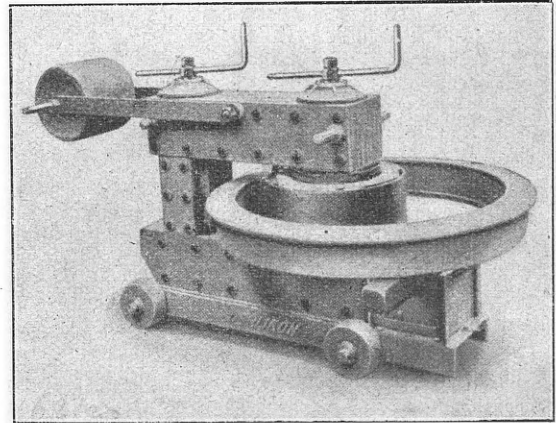
Rys. 3. Ognisko komorowe na ropę z rozsuwaną pokrywą.

o średnicy około 850 mm wynosi około 2½ kg. Początkowe nagrzanie pieca trwa około godziny.

Rys. 3 przedstawia ognisko na ropę systemu „Boye”. Płomień wychodzący z palników obejmuje cały krąg obręczy w sposób jak wyżej opisano; powietrze dopływa z dmuchawy wysokoprężnej o ciśnieniu 1500 mm słupa wodnego. Czas nagrzania obręczy o  $\Phi$  850 mm trwa około 15 minut.

Segmentowe pokrywy ogniska rozsuwane bywają za pomocą dźwigni specjalnej. Przy nasadzeniu obręczy na bosaki, nagrzaną obręcz umieszcza się na płycie specjalnej, znajdującej się tuż obok ogniska; na płycie tej ustawia się oś z bosakiem, przeznaczonym do nasadzenia obręczy. Konstrukcja tego ogniska pomimo jego systemu komorowego umożliwia zdejmowanie obręczy z bosaków, a to dzięki rozsuwanym płytom segmentowym.

Ognisko wymaga zbiornika na ropę o objętości 70 litrów, umieszczonego na wysokości przynajmniej 2 metrów ponad nim. Do ogniska niezbędna



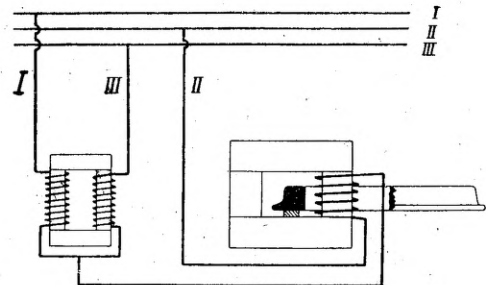
Rys. 4. Ognisko elektryczne systemu „Oerlikon”.

jest dmuchawa o wydajności zassanego powietrza około 3 m<sup>3</sup>/min, zużywająca około 2,5 KM.

We wzorowo urządzonych nowych warsztatach kolejowych w Brandenburgji do nagrzewania obręczy stosują „ogniska” elektryczne, nagrzewające obręcz bezpośrednio prądem elektrycznym. Sprawność tych ognisk jest bardzo znaczna. Ujemną stroną ognisk elektrycznych jest niemożność zastosowania ich do zdejmowania obręczy.

Podobne urządzenia elektryczne budowane są przez firmy „Oerlikon”, „Siemens”, „A. E. G.” i inne.

Dane charakterystyczne „ogniska” Siemens'a poniżej podaję.



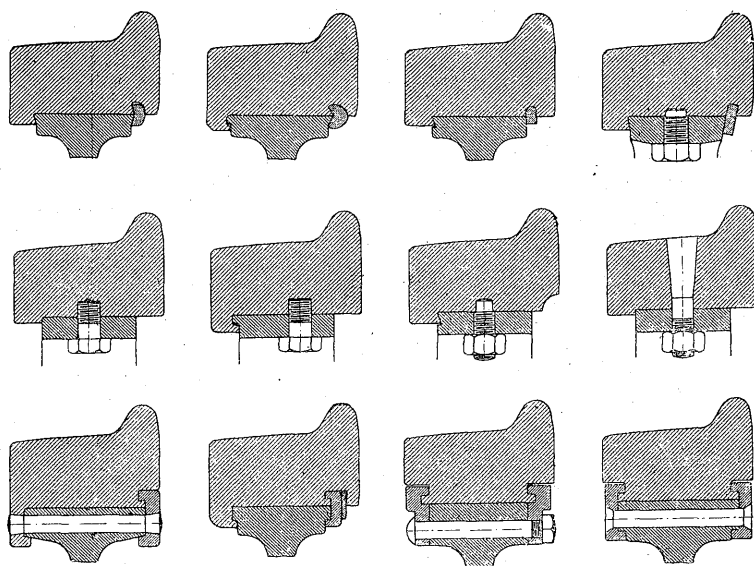
Rys. 5. Schemat połączeń w ognisku „Oerlikon”.

Na nagrzanie 1 kg wagi obręczy do 125° zużywa się 0,0275 kw/g<sup>1)</sup> przy półgodzinnym nagrzewaniu; przy dłuższym nagrzewaniu, zużycie energii elektrycznej jest nieco wyższe — 0,036 kw/g. Przyrząd ten składa się z żelaznego rdzenia z zamykanem jarzmem i pierwotnego uzwojenia; uzwojenie wtórne

<sup>1)</sup> 1 kw/g wytwarza 865 kalorii. 1 m<sup>3</sup> gazu świetlnego — 5000 kalorii.

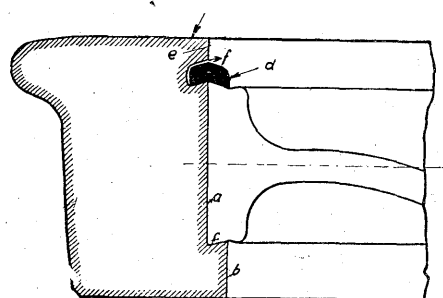


stanowi sama obręcz nasadzona na uzwojenie pierwotne; przez obręcz stawiającą nieznaczny stosunkowo opór, przepływa prąd o znacznym natężeniu, rozgrzewając ją do żądanej temperatury. Uzwojenie przyrządu posiada rozgałęzienia, umożliwiające stosowanie prądu na napięcie od 4 do 8 woltów; regulacja napięcia umożliwia regulację natężenia prądu, a więc i regulację czasu nagrzewania. Niższe napięcia stosowane są do obręczy wagonowych, wyższe zaś — do parowozowych. Chcąc przyspieszyć nagrzewanie obręczy, można stosować jednocześnie 2 przyrządy, których pierwotne uzwojenie łączy się równolegle.



Rys. 6. Różne sposoby mocowania obręczy, stosowane na różnych kolejach.

za najlepszy ze względu na to, iż wyklucza on zesunięcie się obręczy z koła nawet w wypadku zupełnego jej pęknięcia oraz, że ten sposób umocowania obręczy nie powoduje zmniejszenia przekroju obręczy i bosaka. Pierścień zaciskowy, wykonany ze stali zlewnej o wytrzymałości 37 — 44 kg/mm<sup>2</sup> w kształcie jaskółczego ogona, (rys. 7 — d) bywa odpowiednio do średnicy obręczy wyginany, a następnie zasadzany w rowek (rys. 7—f) wytoczony w obręczy. Pierścień przy nasadzeniu, niezbyt szczelnie do ścianek rowka przylega, lecz ostatecznie bywa dociskany dolną krawędzią obręczy na całym jej obwodzie; dociskanie to odbywa się przy temperaturze poniżej 200°. Zaciskanie pierścienia nie powinno powodować rys lub pęknięć, ani śladów użytych do dociskania pierścienia narzędzi ze względów powyższych zamiast stosowania młotków ręcznych czy mechanicznych, we wzorowych warsztatach używane są walce specjalne.



Rys. 7. Przekrój normalnej obręczy, zabezpieczonej d zesunięcia się z koła zapomocą pierścienia d.

**Zestawienie danych, dotyczących aparatów Siemens'a.**

Średnica obręczy mm	Przybliżona waga obręczy kg	Nagrzewanie temperatury C	Czas nagrzewania obręczy zapomocą:	
			1 ogniska	2 ognisk
w minutach				
850	250	263	27	—
900	266	248	27	—
1000	296	225	29	—
1200	356	190	39	10
1400	413	165	50	14
1600	475	145	60	15

Rys. 4 przedstawia „ognisko” elektryczne zbudowane przez firmę „Oerlikon”; rys. 5 schemat połączeń tegoż ogniska.

**B. Mocowanie pierścieni zaciskowych.**

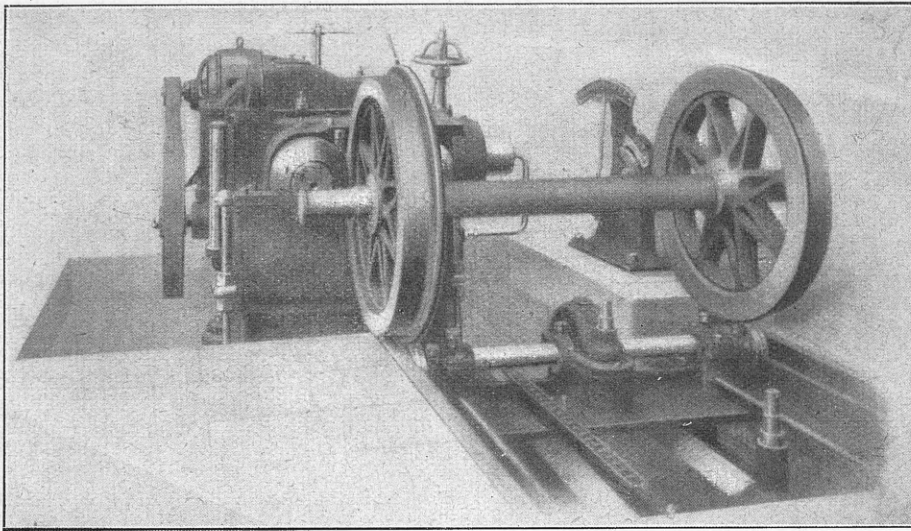
*Walce do dociskania pierścieni zaciskowych.* Obręcz zabezpieczana bywa od zesunięcia się z bosaka w sposób wskazany na rys. 7, który przedstawia przekrój obręczy stosowanej na P.K.P.; litera d — oznacza przekrój pierścienia zaciskowego. Rys. 6 przedstawia różne sposoby umocowania obręczy, z których wyłącznie pierwszy stosowany jest na P.K.P. Ten system umocowania uznany jest

Na rys. 8 przedstawione są walce poziome, służące do zaciskania pierścieni u obręczy różnych średnic; na rys. 9 widoczne są walce nieco odmiennej konstrukcji — pionowe, w których rolkowe suporty ustawione pod 60° umożliwiają stosowanie ich do różnych średnic obręczy. Walce te mają za zadanie docisk występu, oznaczonego na rys. 7 literą e, do pierścienia oznaczonego literą d. Najwyższy nacisk walcy wynosi około 50.000 kg; zużycie energii około 12 KM. Podobne walce zainstalowane są w Głównych Warsztatach Wagonowych w Pruszkowie.

**C. Wtłaczanie i wytłaczanie osi i czopów.**

*Prasa hydrauliczna.* Do wtłaczania lub wytłaczania osi i czopów stosowana bywa hydrauliczna prasa pozioma, pojedyncza lub podwójna, z pompą, napędzoną od silnika elektrycznego; podobną prasę widzimy na rys. 10. Przeciętne zużycie energii silnika pompy — od 4 do 5 KM; wydajność dzienna prasy wynosi do 30 zestawów.

Prasa do kół winna być zaopatrzona w takie przyrządy do mierzenia ciśnienia, któreby dawały dokładny wykres wzrostu ciśnienia dla każdego koła. Skala wykresu powinna być conajmniej 40 mm na 100 atm. ciśnienia, przy najmniejszej szybkości taśmy 20 mm na minutę.



Rys. 8. Walce poziome do zaciskania pierścieni.

Osie i czopy należy nasadzać nadzwyczaj starannie. Ciśnienie winno się rozpoczynać najpóźniej po wsunięciu się osi w piastę na głębokości 10 mm do 20 mm i stopniowo wzrastać aż do końca. Ciśnienie końcowe powinno wynosić dla zestawów parowozowych od 500 do 700 kg, dla tendrowych, wagonowych i czopów korbowych od 500 do 600 kg na każdy mm średnicy podpiasty osi wzgl. czopa.

Stan powierzchni osi w podpiastcu i wewnątrz piasty kół nasadzanych posiada znaczny wpływ na siłę ciśnienia przy tłoczeniu; również nie bez znaczenia jest, czy nasadzane na osie koła posiadają już naciągnięte obręcze. Stare obręcze należy zdejmować przed wytłaczaniem starej osi.

Przy wytłaczaniu otworów w piastach kół zestawowych, należy wziąć pod uwagę to, iż zewnętrzna średnica osi w tak zw. podpiastcu winna być w przybliżeniu o 0,2 mm większa od wewnętrznej średnicy otworu w samej piastce koła; przeciętnie można stosować pogrubienie podpiastcia — 0,0015 mm w stosunku do 1 mm średnicy piasty.

Zasadniczo, średnica podpiastcia względnie nasady czopa korbowego winna być o tyle większa od średnicy wewnętrznej piasty, względnie od średnicy otworu na czop, ażeby można było przy końcowem ciśnieniu uzyskać wartości wskazane powyżej.

Przy nasadzaniu kół ramiennych należy zwrócić uwagę na to, ażeby ramiona obu kół zawsze leżały w jednej płaszczyźnie. Podpiastcia osi winny mieć formę ściśle cylindryczną, tylko sam koniec osi na odległości od 10—20 mm od krańca osi winien

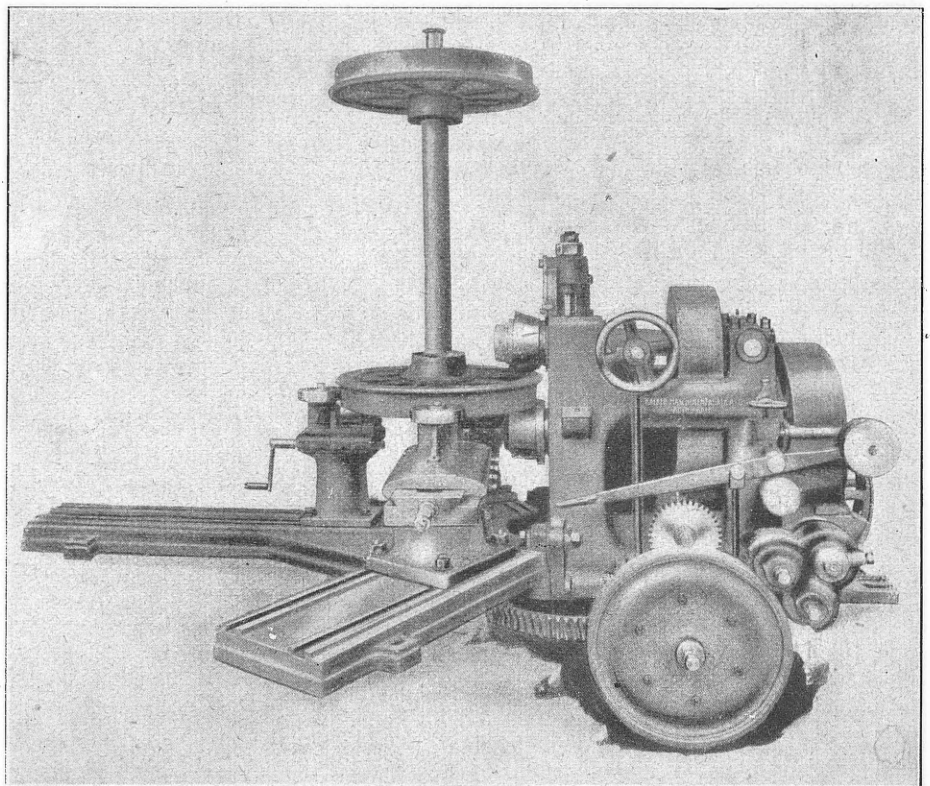
być nieco zaostrzony, a to w celu umożliwienia osi wejścia w otwór piasty.

Wykonanie podpiastcia osi w formie stożkowej nie daje możność przy nasadzeniu dokładnego rozstawienia kół na odległości 1360 mm, ani też uzyskania wymaganego ciśnienia. Czopy korbowe oraz wiązarowe, w celu umożliwienia ich przytłoczenia, bywają z piast wytłaczane a następnie po przetoczeniu ponownie wtlaczane. Obecnie ilość w ten sposób naprawionych czopów maleje na skutek zastosowania specjalnych szlifierek do przetaczania czopów korbowych niewytłoczonych z koła zestawu.

#### Ciśnienia stosowane przy wtlaczaniu kół na osie.

RODZAJ OSI	Przy $\phi$ osi w podpiastcu (w mm)	wymagane ciśnienie (w tonach)
Osie wagonowe i tendrowe z normalnemi kołami . . .	130	52 — 80
Osie wagonowe z żeliwnemi kołami przy nasadzaniu kół żeliwnych tak zw. gryfinowskich; na osie wagonowe stosuje się ciśnienie zredukowane	130	30 — 45
	145	35 — 50 <sup>1)</sup>
	160	40 — 60
Parowozowe osie toczne . .	140	70 — 100
„ osie napędne i wiązar.	190	95 — 150

1) Na podstawie rozporządzenia M. K. z d. 25. II. 1925 r.

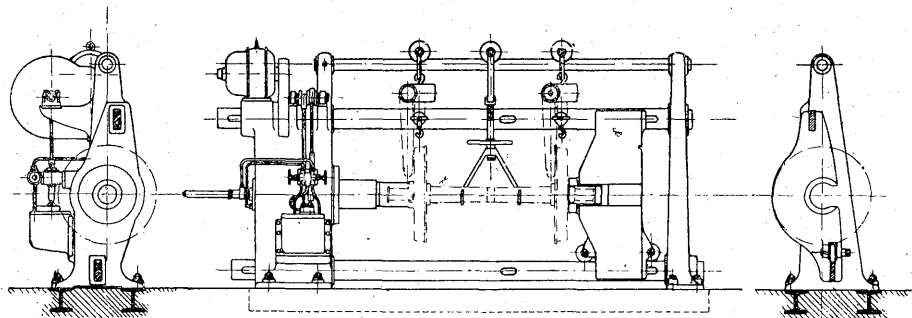


Rys. 9. Walce pionowe do zaciskania pierścieni.

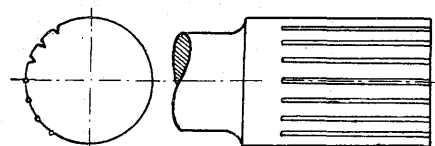


Przy ponownym wytłaczaniu czopów, często zdarza się, iż niemożliwe już jest osiągnięcie wymaganego nacisku na prasie, gdyż średnica odpowiedniej piasty jest już stosunkowo za duża. Czop taki, o ile nie może być zastosowany do innego koła,

możliwość wrywania drutów). Niektóre warsztaty zagraniczne stosują tę metodę „odrutowywania” również i do podpiasty osi parowozowych i wagonowych zestawów kołowych, osiągając w ten sposób znaczną oszczędność. Odnośny ustęp przepisów o rewizji i naprawie zestawów kołowych, wydanych przez Ministerstwo Komunikacji z dnia 10.VII.1929 r. głosi:



Rys. 10. Prasa hydrauliczna do wtlaczania i wytlaczenia osi i czopow.



Rys. 11. Czop odrutowany.

bywa zdawany na złom, powodując znaczne straty, tembardziej, iż na czopy te stosowany jest materiał o wysokiej wartości.

W wypadkach podobnych, niektóre warsztaty kolejowe zaradzają złu temu w sposób następujący: sposób ten polega na zgrubieniu podpiastia nasazanego czopa za pomocą drutów żelaznych o grubości od 0,5 do 2 mm, równolegle układanych w równych odstępach, w kierunku podłużnym do osi czopa, jak to wskazuje rys. 11. Druty te wpuszczane bywają w odpowiednio wycięte rowki, układane w odstępach od 5 do 10 mm, następnie zawijane są kantami tych rowków za pomocą okrągło zaszlifowanego przebijaka. Czop, w ten sposób zgrubiony, poddaje się ostatecznej obróbce za pomocą oszlifowania, (a nie toczenia, ze względu na

„W wyjątkowych wypadkach dopuszczalne jest stosowanie podkładek ze stalowej blachy lub drutu przy kołach luźnych z wyjątkiem zestawów silnikowych i dociążanych parowozów osobowych. Podkładki blaszane należy stosować w sposób następujący: podpiastę owija się paskiem blachy stalowej polerowanej o grubości 0,1 do 0,5 mm tak, by po naprasowaniu krawędzie paska blachy schodziły się zupełnie ze sobą na całej długości piasty. Podkładki z drutu stosuje się w ten sposób, że na podpiastę nacina się w kierunku podłużnym kilkadziesiąt rowków, w które wtlacza się drut stalowy o średnicy 0,5 do 1 mm. Grubość blachy oraz ilość i średnicę drutów dobiera się tak, aby przy wprasowywaniu koła uzyskać największe przepisane ciśnienie”.

## Gwinciarka systemu „Landis”.

Napisał inż. E. Pietraszkiewicz.

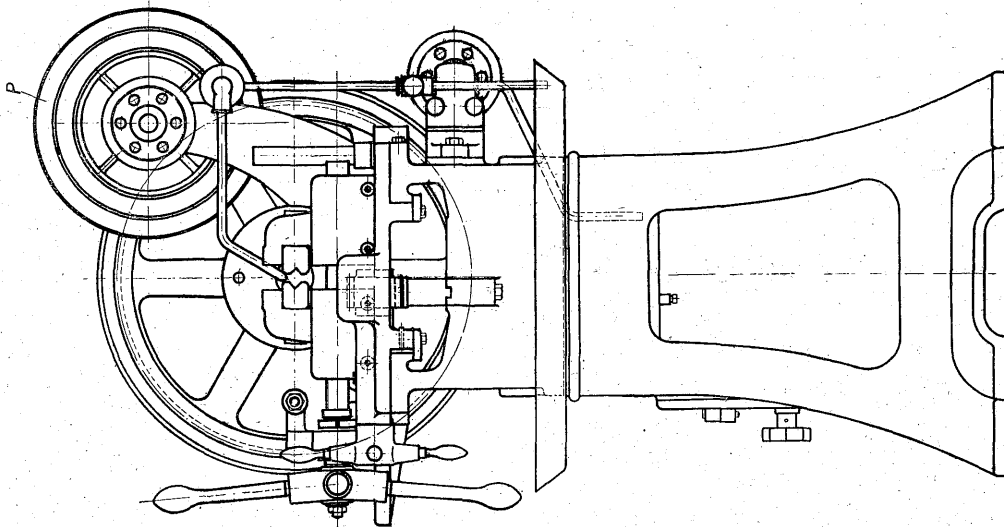
Gwinciarki służą do masowego nacinania gwintów zewnętrznych i wewnętrznych. Jako narzędzia używane są główki narzynkowe lub gwintowniki. Na rys. 1, 2, 3, 4, 5 pokazana jest gwinciarka systemu Landisa, do gwintów zewnętrznych, budowana przez fabrykę W. Fitzner i K. Gamper w Sosnowcu.

Główka narzynkowa, której konstrukcja była opisana w rozdziale poprzednim mocuje się śrubami do wałka wrzeciona, który otrzymuje obrót od trzystopniowego koła pasowego  $P$  i przekładni zębatej (1) — (2). Wałek przystawki stropowej może być obracany w dwóch kierunkach, co umożliwia nacinanie prawych i lewych gwintów. Wobec tego, że koło pasowe nie mieści się na wałku wrzeciona, ten ostatni nie doznaje uderzeń pasa, przeto pracuje spokojnie. Gwintowany trzpień osadza się w imaku  $I$ , który składa się z dwóch szczęk  $S$  przesuujących się w poprzek łoża w prowadnicach trójkątnych, za pomocą śruby pociągowej  $N$  o prawym i lewym gwincie, wprawionej w ruch ręcznie od dźwigni krzyżowej  $D_1$ . Zapomocą listwy zębatej (3) przymocowanej do łoża i koła zębatego (4) osadzonego na korpusie imaka, można przesuwać imak wzdłuż łoża pokręcając koło (3) dźwignią krzyżową  $D_2$ .

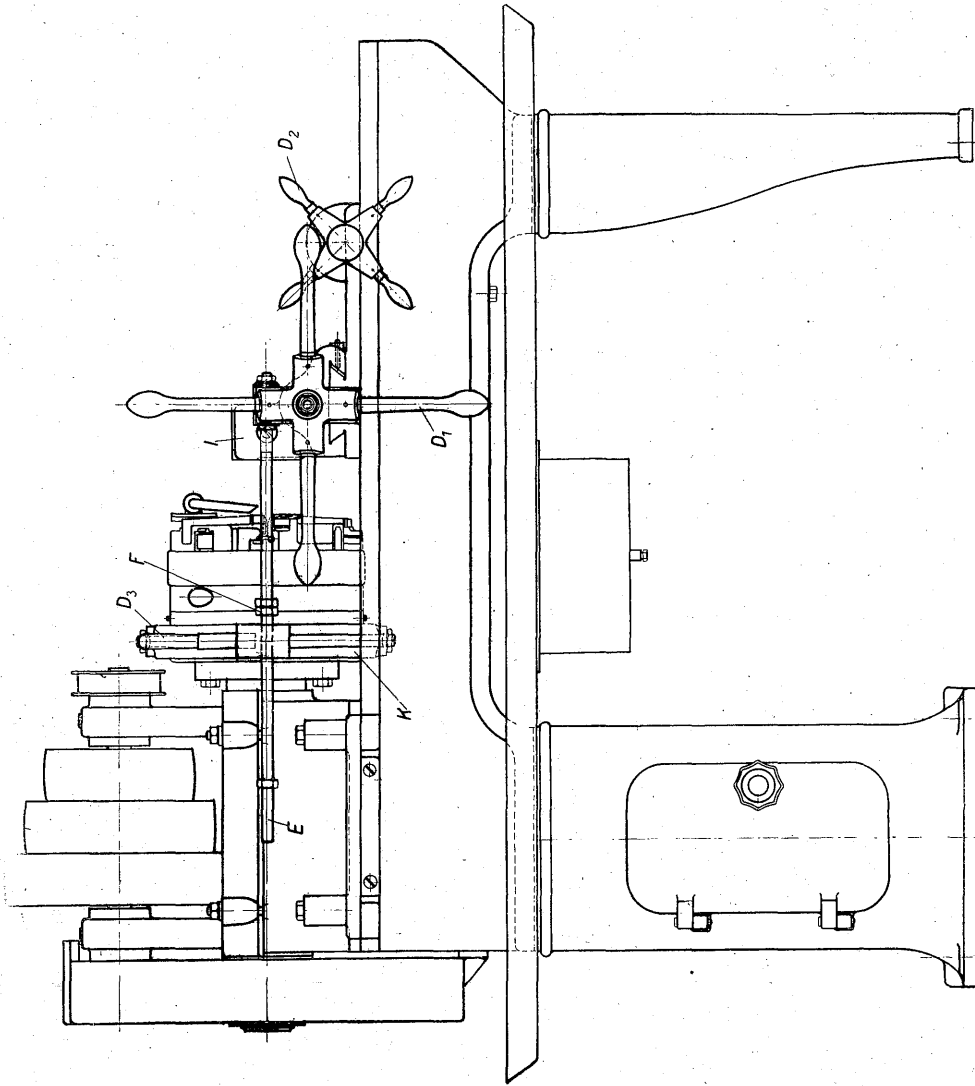
Gwinciarka posiada urządzenie do samoczynnego roztwierania główki, które odbywa się po przejściu gwintowanego trzpienia na żadaną długość. Urządzenie to składa się z długiego trzpienia nagwintowanego  $E$ , umocowanego jednym końcem do korpusu imaka.

Podczas przesuwania roboczego imaka osadzona w odpowiednim miejscu nakrętka  $F$ , grająca rolę zderzaka, dotyka kabłąka  $K$  główki narzynkowej i roztwiera szczękę. Przebieg pracy jest następujący. Po ustawieniu szczęk główki na żadaną średnicę gwintu i ustawieniu zderzaków na żadaną długość wprawia się w ruch obrotowy wrzeciono i przesuwa się ręcznie imak z umocowanym trzpieniem. Z chwilą zagłębienia ostrzy w materiał przesuwanie odbywać się może samoczynnie, gdyż narzynki, działając na podobieństwo nakrętki, ciągną za sobą gwintowany przedmiot wraz z imakiem. Pożądane jest jednak popychanie imaka przy pomocy dźwigni krzyżowych w trakcie całego zabiegu, gdyż samoczynny posuw powoduje wydłużanie gwintu. Gdy gwint zostanie nacięty na żadanej długości następuje samoczynne roztwieranie szczęk, poczem imak odsuwa się ręcznie wstecz a szczęki zamyka się przy pomocy dźwigni  $D_3$ .

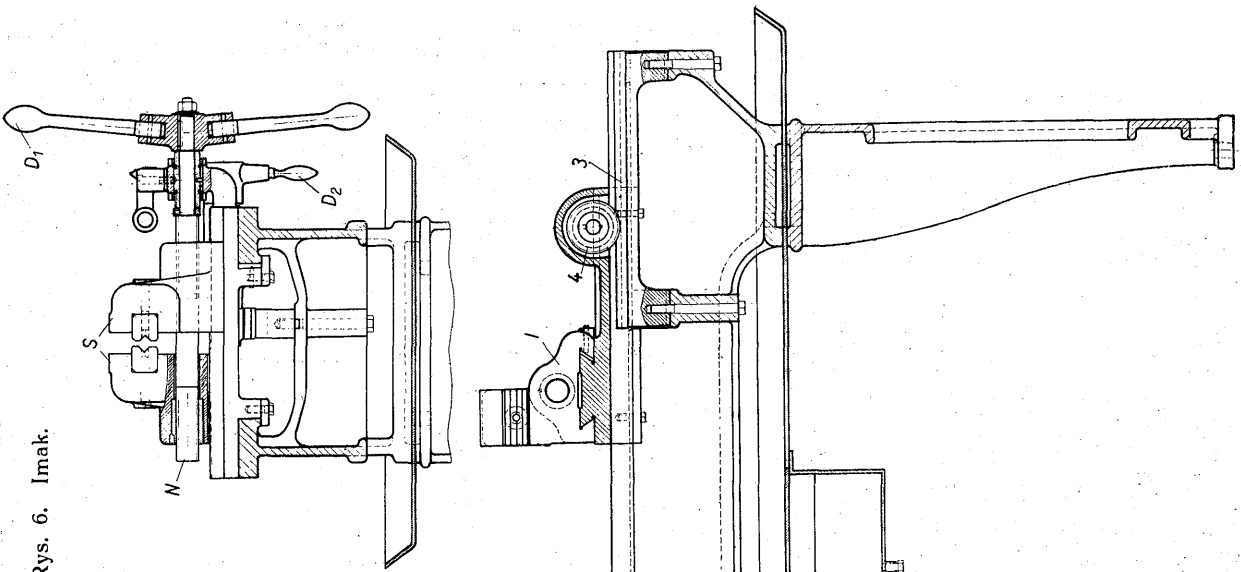
GWINCIARKA SYSTEMU "LANDIS".



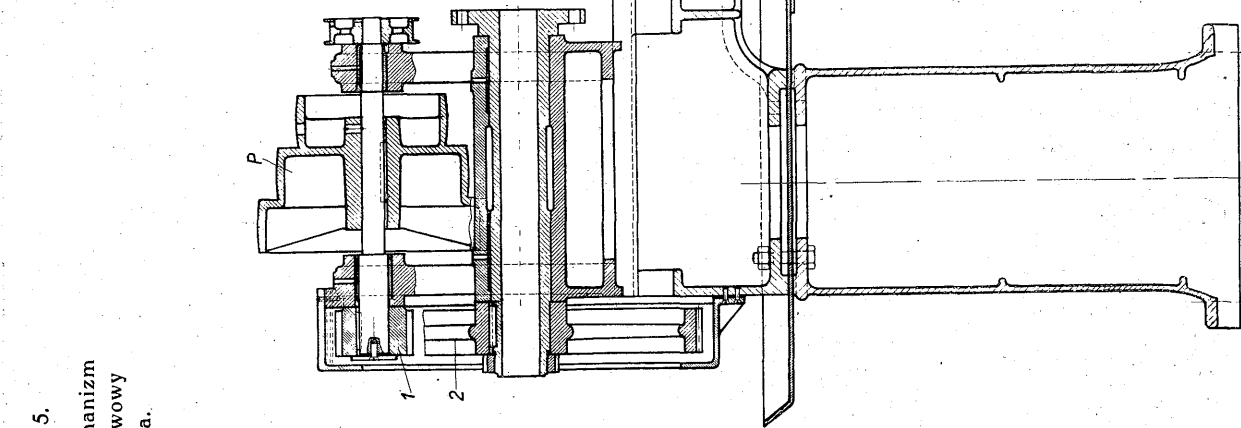
Rys. 1.



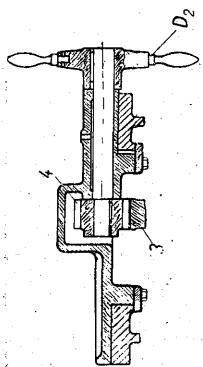
Rys. 2.



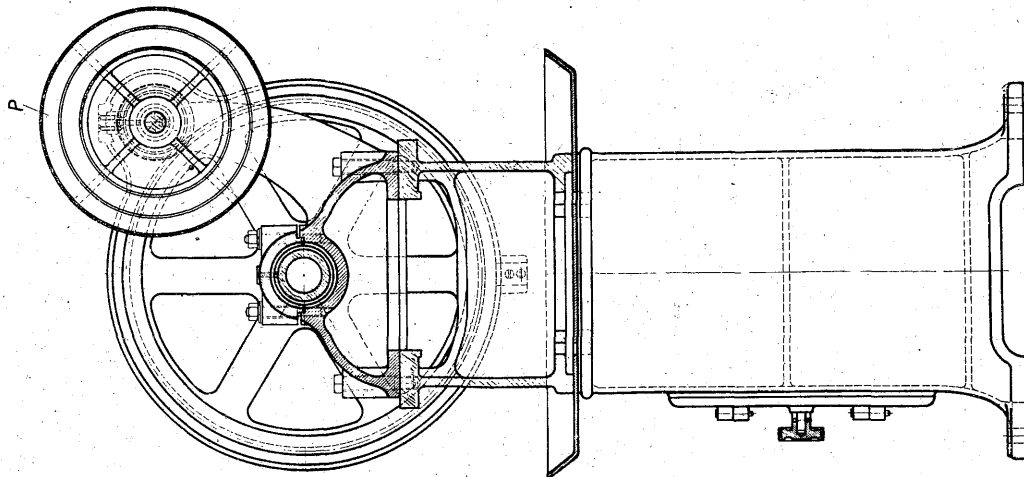
Rys. 6. Imak.



Rys. 5.  
Mechanizm  
posuwowy  
imaka.



Rys. 4.



Rys. 3.

# Wzory do obliczania sposobem angielsko-amerykańskim kół stożkowych.

Napisał M. Tomkowicz.

## PRZYKŁAD I.

Liczba zębów małego koła  $z = 20$       Dane:      Liczba zębów dużego koła  $Z = 40$   
 Podziałka średnicowa . . .  $t_s = 1$       Szerokość zęba . . . . .  $b = 10''$   
 Zęby normalne.

	DUŻE KOŁO		MAŁE KOŁO	
Podziałka obwodowa . . . (zewnątrzna)	$t_o = \frac{3,1416''}{t_s} = \frac{3,1416''}{1} = 3,1416''$			
Średnica podziałowa . . .	$D_t = \frac{Z}{t_s} = \frac{40}{1} = 40''$			$D'_t = \frac{z}{t_s} = \frac{20}{1} = 20''$
Wysokość wierzchołka zęba	$h_w = \frac{1}{t_s} = \frac{1}{1} = 1''$			
Pracująca wysokość zęba .	$h_{pr} = h_w \cdot 2 = 1 \cdot 2 = 2''$			
Całkowita wysokość zęba .	$h = 2 h_w + 0,05 t_o = 2 \cdot 1 + 0,05 \cdot 3,1416 = 2,157''$			
Wysokość podstawy zęba .	$h_p = h - h_w = 2,157'' - 1'' = 1,157''$			
Kąt stożka podziałowego .	$\operatorname{tg} \alpha = \frac{Z}{z} = \frac{40}{20} = 2$ $\alpha = 63^\circ 26'$			$\operatorname{tg} \alpha' = \frac{z}{Z} = \frac{20}{40} = 0,5$ $\alpha' = 26^\circ 34'$
Podwójny rzut wysokości wierzchołka zęba . . .	$2s = 2 h_w \cdot \operatorname{Cos} \alpha = 2'' \cdot 0,446 = 0,892''$			$2s' = 2 h_w \cdot \operatorname{Cos} \alpha' = 2'' \cdot 0,894 = 1,788$
Średnica dużego koła wierzchołków . . . . .	$D_w = D_t + 2s = 40'' + 0,892'' = 40,892''$			$D'_w = D'_t + 2s' = 20'' + 1,788'' = 21,788''$
Tworząca stożka podziałowego . . . . .	$A = \frac{D_t}{2 \operatorname{Sin} \alpha} = \frac{40''}{2 \cdot 0,8944} = 22,361''$			
Kąt wierzchołka zęba . . .	$\operatorname{tg} \delta = \frac{h_w}{A} = \frac{1''}{22,361''} = 0,04472$			$\delta = 2^\circ 33'$
Kąt podstawy zęba . . . . .	$\operatorname{tg} \delta_1 = \frac{h_p}{A} = \frac{1,157''}{22,361''} = 0,0517$			$\delta_1 = 2^\circ 58'$
Kąt stożka zewnętrznego .	$\beta$	$\alpha + \delta = 63^\circ 26' + 2^\circ 33' = 65^\circ 59'$	$\beta'$	$\alpha' + \delta = 26^\circ 34' + 2^\circ 33' = 29^\circ 7'$
Kąt stożka wewnętrznego .	$\gamma$	$\alpha - \delta_1 = 63^\circ 26' + 2^\circ 58' = 60^\circ 28'$	$\gamma'$	$\alpha' - \delta_1 = 26^\circ 34' - 2^\circ 58' = 23^\circ 36'$

		DUŻE KOŁO		MAŁE KOŁO	
Tworząca stożka wewnętrz- nego . . . . .		B	$\frac{A}{\text{Cos } \delta_1} = \frac{22,361''}{0,9986} = 22,392''$		
Promień rozwinięcia duże- go stożka dopełniającego		R	$A \cdot \text{tg } \alpha = 22,361'' \cdot 2 = 44,722$	R'	$A \cdot \text{tg } \alpha' = 22,361'' \cdot 0,5 = 11,180''$
Promień rozwinięcia małe- go stożka dopełniającego		r	$(A - b) \text{tg } \alpha = (22,361'' - 10'') \cdot 2 = 24,722''$	r'	$(A - b) \text{tg } \alpha' = (22,361'' - 10'') \cdot 0,5 = 6,1805''$
Promienie kół zasad- niczych za- rysów zęba przy kącie natarcia:	a) $\rho = 14\frac{1}{2}^\circ$	R <sub>1</sub>	$R \cdot \text{Cos } 14\frac{1}{2}^\circ = 44,722'' \cdot 0,96815 = 42,808''$	R' <sub>1</sub>	$R' \cdot \text{Cos } 14\frac{1}{2}^\circ = 11,180'' \cdot 0,96815 = 10,824''$
		r <sub>1</sub>	$24,722'' \cdot 0,96815 = 23,934''$	r' <sub>1</sub>	$6,1805'' \cdot 0,96815 = 5,984''$
	b) $\rho = 20^\circ$	R <sub>2</sub>	$44,722'' \cdot 0,93969 = 42,025''$	R' <sub>2</sub>	$11,180'' \cdot 0,93969 = 10,506''$
		r <sub>2</sub>	$24,722'' \cdot 0,93969 = 23,231''$	r' <sub>2</sub>	$6,1805'' \cdot 0,93969 = 5,808''$
Obwodowa grubość zęba .		g	$\frac{t_o}{2} = \frac{3,1416''}{2} = 1,5708''$		
Kąt grubości zęba	a) $\rho = 14\frac{1}{2}^\circ$	tg ε <sub>1</sub>	$\frac{\frac{g}{2} + h_p \text{tg } \rho}{A} = \frac{1,5708'' + 1,1571'' \cdot 0,2586}{22,361''} = 0,0485$ ε <sub>1</sub> = 2° 47'		
	b) $\rho = 20^\circ$	tg ε <sub>2</sub>	$\frac{0,7854'' + 1,1571'' \cdot 0,36397}{22,361''} = 0,05395$ ε <sub>2</sub> = 3° 5'		
Grubość zęba, mierzona suwmiarką (cięciwa grubości)		s	$2R \cdot \text{Sin } \frac{\alpha}{2} = 2 \cdot 44,722'' \cdot 0,0175 = 1,5691''$ $\alpha = \frac{360^\circ}{\frac{2\pi R}{g}} = \frac{360^\circ}{\frac{2 \cdot 3,1416 \cdot 44,722''}{1,5708''}} = \frac{360^\circ}{178,789} = 2,014^\circ$ $\frac{\alpha}{2} = \frac{2,014^\circ}{2} = 1,007^\circ = 1,25''$	s'	$2 \cdot 11,180'' \cdot 0,0702 = 1,5696''$ $\alpha' = \frac{360^\circ}{\frac{2 \cdot 3,1416 \cdot 11,180}{1,5708''}} = \frac{360^\circ}{44,72} = 8,05^\circ$ $\frac{\alpha'}{2} = \frac{8,05^\circ}{2} = 4,025^\circ = 4^\circ 1' 30''$
Wysokość wierzchołka zęba, liczona od cięciwy grubo- ści, mierzona suwmiarką		h <sub>ms</sub>	$h_w + R \cdot \left(1 - \text{Cos } \frac{\alpha}{2}\right) = 1'' + 44,722'' \cdot (1 - 0,99985) = 1'' + 0,0067'' = 1,0067''$	h' <sub>ms</sub>	$h_w + R' \cdot \left(1 - \text{Cos } \frac{\alpha'}{2}\right) = 1'' + 11,180'' \cdot (1 - 0,9975) = 1'' + 0,028'' = 1,028''$



## PRZYKŁAD II.

Liczba zębów małego koła  $z = 17$  Dane: Liczba zębów dużego koła  $Z = 60$   
 Szerokość zęba  $b = 1\frac{5}{8}''$ . Podziałka obwodowa  $t = 0,6803''$ . Kąt natarcia  $\rho = 14\frac{1}{2}^\circ$ .  
 Zęby korygowane na wysokość.

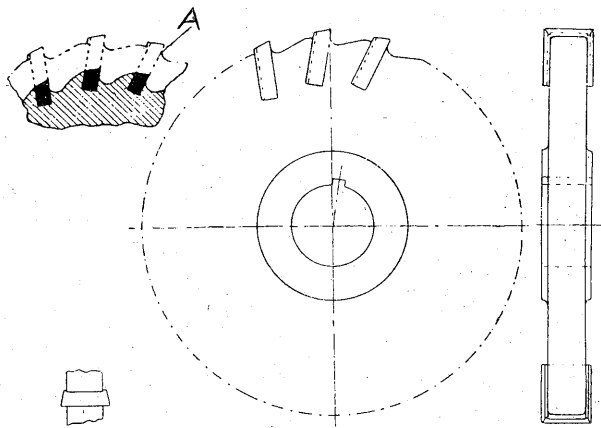
	DUŻE KOŁO		MAŁE KOŁO	
	Podziałka średnicowa . . .	$t_s$	$\frac{3,1416}{t_o} = \frac{3,1416}{0,6803} = 4,617''$	
Średnica podziałowa . . .	$D_t$	$Z \cdot t_o \cdot 0,3183 =$ $= 60 \cdot 0,6803'' \cdot 0,3183 =$ $= 12,992''$	$D'_t$	$z \cdot t_o \cdot 0,3183 =$ $= 17 \cdot 0,6803'' \cdot 0,3183 =$ $= 3,6811''$
Kąt stożka podziałowego . .	$\alpha$	$\operatorname{tg} \alpha = \frac{Z}{z} = \frac{60}{17} = 3,529$ $\alpha = 74^\circ 11'$	$\alpha'$	$90^\circ - \alpha = 90^\circ - 74^\circ 11' =$ $= 15^\circ 49'$
Tworząca stożka podziało- wego . . . . .	$A$	$\frac{D_t}{2 \operatorname{Sin} \alpha} = \frac{12,992''}{2 \cdot 0,9621} = 6,752''$		
Kąt korygowania . . . . .	$\vartheta$	$0^\circ 44'$ znajdujemy z wykresu poprawek		
Kąt wierzchołka zęba . . .	$\delta$	$\operatorname{tg}(\delta + \vartheta) = \frac{0,3183 \cdot t_o}{A} =$ $= \frac{0,3183 \cdot 0,6803''}{6,752''} = 0,03206$ $\delta + \vartheta = 1^\circ 50'$ $\delta = 1^\circ 50' - 0^\circ 44' = 1^\circ 06'$	$\delta'$	$\operatorname{tg}(\delta' - \vartheta) = \frac{0,3183 \cdot t_o}{A} =$ $= \frac{0,3183 \cdot 0,6803''}{6,752''} = 0,03206$ $\delta' - \vartheta = 1^\circ 50'$ $\delta' = 1^\circ 50' + 0^\circ 44' = 2^\circ 34'$
Wysokość wierzchołka zęba	$h_w$	$A \cdot \operatorname{tg} \delta = 6,752'' \cdot 0,01925 =$ $= 0,130''$	$h'_w$	$A \cdot \operatorname{tg} \delta' = 6,752'' \cdot 0,044875 =$ $= 0,303''$
Pracująca wysokość zęba .	$h_{pr}$	$h_w + h'_w = 0,130'' + 0,303'' = 0,433''$		
Całkowita wysokość zęba .	$h$	$h_{pr} + 0,05 \cdot t_o = 0,433'' + 0,05 \cdot 0,6803'' = 0,467''$		
Podwójny rzut wysokości wierzchołka zęba . . .	$2s$	$2h_w \cdot \operatorname{Cos} \alpha =$ $= 2 \cdot 0,130 \cdot 0,2725 = 0,07085''$	$2s'$	$2h'_w \cdot \operatorname{Cos} \alpha' =$ $= 2 \cdot 0,303'' \cdot 0,9621 = 0,583''$
Średnica dużego koła wierz- chołków . . . . .	$D_w$	$D_t + 2s = 12,992'' +$ $+ 0,07085'' = 13,0628''$	$D'_w$	$D'_t + 2s' = 3,6811'' +$ $+ 0,583'' = 4,2641''$
Wysokość podstawy zęba .	$h_p$	$h - h_w = 0,467'' - 0,130'' =$ $= 0,337''$	$h'_p$	$h - h'_w = 0,467'' - 0,303'' =$ $= 0,164''$
Kąt podstawy zęba . . .	$\delta_1$	$\operatorname{tg} \delta_1 = \frac{h_p}{A} = \frac{0,337''}{6,752''} = 0,0499$ $\delta_1 = 2^\circ 52'$	$\delta'_1$	$\operatorname{tg} \delta'_1 = \frac{h'_p}{A} = \frac{0,164''}{6,752''} = 0,0242$ $\delta'_1 = 1^\circ 23'$
Kąt stożka zewnętrznego .	$\beta$	$\alpha + \delta = 74^\circ 11' + 1^\circ 06' =$ $= 75^\circ 17'$	$\beta'$	$\alpha' + \delta' = 15^\circ 49' + 2^\circ 34' =$ $= 18^\circ 23'$

	DUŻE KOŁO		MAŁE KOŁO	
	$\gamma$	$\alpha - \delta_1 = 74^\circ 11' + 2^\circ 52' = 77^\circ 03'$	$\gamma'$	$\alpha' - \delta'_1 = 15^\circ 49' + 1^\circ 23' = 17^\circ 12'$
Kąt stożka wewnętrznego . . . . .	$\gamma$	$\alpha - \delta_1 = 74^\circ 11' + 2^\circ 52' = 77^\circ 03'$	$\gamma'$	$\alpha' - \delta'_1 = 15^\circ 49' + 1^\circ 23' = 17^\circ 12'$
Tworząca stożka wewnętrznego . . . . .	$B$	$\frac{A}{\cos \delta_1} = \frac{6,752''}{0,9988} = 6,760''$	$B'$	$\frac{A}{\cos \delta'_1} = \frac{6,752''}{0,9997} = 6,754''$
Podziałka obwodowa wewnętrzna . . . . .	$t'_o$	$\frac{(A - b) \cdot t_o}{A} = \frac{(6,752'' - 1,625'') \cdot 0,6803''}{6,752''} = 0,5166''$		
Obwodowa grubość zęba . . . . .	$g$	$\frac{t_o}{2} - 2f = \frac{0,6803''}{2} - 0,0447'' = 0,2955''$ $2f = 2 \cdot (h_w^n - h_w) \cdot \operatorname{tg} \rho = 2 \cdot (0,2165'' - 0,130'') \cdot 0,2586 = 0,0447''$ $h_w^n = t_o \cdot 0,3183 = 0,6803''$ $0,3183 = 0,2165''$	$g'$	$t_o - g = 0,6803'' - 0,2955'' = 0,3848''$
Promień rozwinięcia dużego stożka dopełniającego	$R$	$A \cdot \operatorname{tg} \alpha = 6,752'' \cdot 3,529 = 23,8278''$	$R'$	$A \cdot \operatorname{tg} \alpha' = 6,752'' \cdot 0,2832 = 1,912''$
Promień rozwinięcia małego stożka dopełniającego	$r$	$(A - b) \cdot \operatorname{tg} \alpha = (6,752'' - 1,625'') \cdot 3,529 = 18,0932''$	$r'$	$(A - b) \cdot \operatorname{tg} \alpha' = (6,752'' - 1,625'') \cdot 0,2832 = 1,45196''$
Zewnętrzna grubość zęba mierzona suwmiarką . . . (ciężka grubości)	$s$	$2R \cdot \sin \frac{\alpha}{2} = 2 \cdot 23,8278'' \cdot 0,0062 = 0,2954672''$ $\sphericalangle \alpha = \frac{360^\circ}{\frac{2\pi R}{g}} = \frac{360^\circ}{\frac{2 \cdot 3,1416 \cdot 23,8278''}{0,2955''}} = 0,71^\circ$ $\sphericalangle \frac{\alpha}{2} = \frac{0,71^\circ}{2} = 0,355^\circ = 21,18''$	$s'$	$2R \cdot \sin \frac{\alpha'}{2} = 2 \cdot 1,912'' \cdot 0,1005 = 0,384312''$ $\sphericalangle \alpha = \frac{360^\circ}{\frac{2\pi R'}{g}} = \frac{360^\circ}{\frac{2 \cdot 3,1416 \cdot 1,912''}{0,3848''}} = 11,53^\circ$ $\sphericalangle \frac{\alpha'}{2} = \frac{11,53^\circ}{2} = 5,765^\circ = 5^\circ 46'$
Wysokość wierzchołka zęba od ciężki grubości mierzona suwmiarką . . .	$h_{ms}$	$h_w + R \cdot \left(1 - \cos \frac{\alpha}{2}\right) = 0,130'' + 23,828'' \cdot (1 - 0,9999) = 0,132''$	$h'_{ms}$	$h'_w + R' \cdot \left(1 - \cos \frac{\alpha'}{2}\right) = 0,303'' + 1,912'' \cdot (1 - 0,9952) = 0,312''$
Kąt grubości zęba . . . . .	$\varepsilon$	$\operatorname{tg} \varepsilon = \frac{g}{A} + h_p \cdot \operatorname{tg} 14\frac{1}{2}$ $= \frac{0,1477'' + 0,337'' \cdot 0,2586}{6,752''} = 0,03478$ $\varepsilon = 2^\circ$	$\varepsilon$	$\operatorname{tg} \varepsilon = \frac{g'}{A} + h'_p \cdot \operatorname{tg} 14\frac{1}{2}$ $= \frac{0,1924'' + 0,164'' \cdot 0,2586}{6,752''} = 0,03477$ $\varepsilon = 2^\circ$

## NARZĘDZIA.

### Głowice frezowe z wtapianymi zębami.

Jedna z firm amerykańskich zaczyna wytwarzać głowice frezowe ze wstawianymi zębami, których to zębów nie zabezpiecza się od wypadnięcia za pomocą stożkowych kołków czy też innych urządzeń mechanicznych, lecz poprostu zapomocą wtapienia. W ten sposób taka głowica razem z zębami przedstawia się jako jeden niezłożony przedmiot. Połączenie to pod żadnym względem nie ustępuje dotychczasowym. Ten nowy typ głowic frezowych znany jest pod nazwą „Cardinal”. Jedna z nich przedstawiona jest na załączonym rysunku.



Rys. 1. Głowica frezowa z wtapianymi zębami.

Noże wykonane są z 18% stali wolframowej lub ze stopu wolfram-kobalt-chrom, zależnie od użytku, do jakiego są przeznaczone. Korpus samej głowicy frezowej wykonywa się ze średnio miękkiej stali, która musi posiadać dostateczną wytrzymałość na uderzenia podczas obróbki.

Otwory w głowicy służące do wkładania noży nie są wykonane promieniowo, lecz mają pewne pochylenie w stosunku do odpowiedniego promienia. Krawędź tnąca noża jest szersza od głowicy. Powierzchnia boczna głowicy nie ma kształtu ściśle cylindrycznego; jest ona tak uformowana, aby ząb był od tyłu podparty jaknajwyżej, zaś krawędź tnąca noża znalazła się na dostatecznej odległości od głowicy. Kształt powierzchni bocznej głowicy uwarunkowany jest pozatem tem, żeby można było szlifować nóż celem naostrzenia go.

Umieszczenie noży w głowicy nie promieniowo, a pod pewnym kątem do promienia ma na celu możliwość użytkowania noża pomimo wielokrotnego szlifowania.

Na załączonym rysunku (lit. A) mamy zaznaczoną linią kreskową wielkość noża na początku pracy, zaś linią ciągłą wielkość tego noża po wielokrotnym szlifowaniu. Jak widać z tego rysunku nóż taki może być używany bardzo długo, pomimo zmniejszenia się jego wymiarów skutkiem szlifowania. W ten sposób zużywa się również materiał głowicy i zmniejsza się jej średnica, lecz to się opłaca ze względu na stosunkową taniość tego

materiału w porównaniu z materiałem, używanym na noże.

Firma wyrabiająca tego rodzaju frezy stwierdziła, że taka głowica frezowa z zatapianymi nożami pracowała o wiele dłużej, niż takiego samego kształtu frez krążkowy cały zrobiony z tego materiału, z którego robione są tylko noże dla głowic. We frezie takim często wyłamywały się zęby, podczas gdy zęby wtapiane w głowicę z miękkiej stali pracowały bez pęknięć aż do zupełnego zużycia. Tłumaczy się to tem, że głowica wykonana z miękkiego materiału lepiej przenosi wszelkie uderzenia, jako bardziej elastyczna od freza wykonanego z jednego kawałka stali twardej.

Głowice frezowe z wtapianymi zębami wykonywane są w różnych wymiarach, począwszy od średnicy 75 mm przy krawędzi tnącej długości 16 mm, do średnicy 300 mm i krawędzi tnącej 50 mm.

Wtapienie zębów można stosować nie tylko do frezów krążkowych, ale również i do czołowych, a nawet i do rozwiertaków. Oczywiście, że do głowic frezowych można wtapiać również noże z innego gatunku stali niż ten, o którym była wyżej mowa.

Streszczając więc zalety tego typu głowic można powiedzieć, że głowice te zapewniają: 1) minimum drgań; 2) pewne umocowanie noży, które dzięki wtopieniu zabezpieczone są od wypadania; 3) duży czas trwania pracy między dwoma ostrzeżeniami i 4) użytkowanie zębów na całej ich długości.

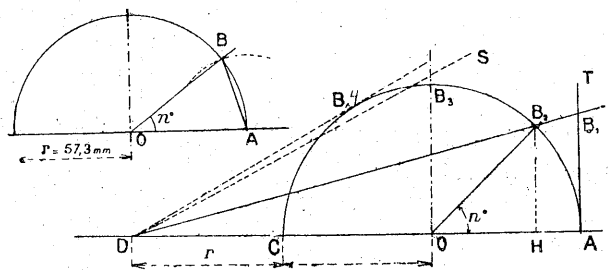
W. C. - L.

## POMIARY WARSZTATOWE.

### Konstrukcja kąta metodą graficzną.

W niniejszym artykule podamy parę sposobów skonstruowania jakiegokolwiek kąta bez użycia do tego celu kątomierza.

Wszystkie te sposoby polegają na jednym i tem samym założeniu, mianowicie, że długość obwodu koła wynosi 360 mm, a zatem promień będzie miał 57,3 mm. Przy takim założeniu łuk o długości  $n$  mm odpowiada kątowi o  $n^\circ$  (Rys. 1).



Rys. 1. Konstrukcja kątów mniejszych od  $20^\circ$ .

Rys. 2. Konstrukcja kątów większych od  $20^\circ$ .

Wykreślenie kąta  $n \leq 20^\circ$ . Dla kątów mniejszych od  $20^\circ$  można przyjąć, że długość łuku  $AB$  (rys. 1) równa jest długości odpowiadającej mu cięciwy  $AB$ . Błąd powstały w ten sposób jest tak mały, iż nie ma praktycznego znaczenia.

W tabelicy I podane są te błędy dla poszczególnych kątów. Widzimy tutaj, że nawet dla kąta  $20^\circ$  błąd jest stosunkowo niewielki, gdyż różnica między długością łuku a długością odpowiadającej mu cięciwy wynosi zaledwie 0,1 mm co, stanowi  $\frac{1}{200}$  wielkości kąta.

Jest to błąd, którego rysownik nie może uniknąć nawet posługując się kątomierzem.

Aby więc wykreślić kąt  $n^\circ$ , gdzie  $0 \leq n \leq 20^\circ$  należy z punktu  $A$ , jako środka, opisać koło promieniem  $AB = n$  mm, aż do przecięcia się z okręgiem koła, zatoczonego z punktu  $O$  promieniem  $r = 57,3$  mm.

Punkt przecięcia  $B$  łączymy z punktem  $O$  i w ten sposób otrzymamy kąt  $AOB$ , który będzie kątem szukanim.

TABLICA I.

Kąt środkowy $n$ w stopniach	Łuk $AB$ w mm	Cięciwa $AB$ w mm	Różnica $AB - AB$ w mm
1	1,00	1,00	0,00
3	3,00	3,00	0,00
5	5,00	5,00	0,00
10	10,00	9,99	0,01
15	15,00	14,96	0,04
20	20,00	19,90	0,10

TABLICA II.

Kąt środkowy $n$ w stopniach	Łuk $AB_2$ w mm	Styczna $AB_1$ w mm	Różnica $AB_2 - AB_1$ w mm
0	0,00	0,00	0,00
10	10,00	10,00	0,00
20	20,00	20,00	0,00
30	30,00	29,99	0,01
40	40,00	39,95	0,05
45	45,00	44,90	0,10
50	50	49,83	0,17

Wykreślenie kąta  $n > 20^\circ$ . Kąt większy od  $20^\circ$  możnaby było otrzymać w taki sam sposób, jak poprzednio, jednak błąd popełniony byłby już dość znaczny. Tak samo gdybyśmy wykreślili poprzednim sposobem szereg kątów, z których każdy byłby mniejszy od  $20^\circ$ , a które w sumie dałyby kąt  $n > 20^\circ$  błąd otrzymany przytem, który równałby się sumie błędów poszczególnych, byłby duży.

A zatem sposób ten dla kątów  $n > 20^\circ$  nie jest odpowiedni.

Dla wykreślenia tych kątów istnieje inny dokładny sposób, oparty na tej samej zasadzie co poprzedni.

Mamy koło zatoczone z punktu  $O$  promieniem  $r = 57,3$  mm. Aby odłożyć od punktu  $A$  na okręgu tego koła odcinek o długości  $n$  mm, należy na przedłużeniu średnicy koła odmierzyć od punktu  $C$ , odcinek  $CD = r$ , oraz na prostej  $AT$ , stycznej do tegoż koła w punkcie  $A$ , odmierzyć od tego punktu odcinek  $AB_1 = n$  mm. Prosta łącząca punkty  $D$  i  $B_1$  przecina okrąg koła w punkcie  $B_2$ , odcinając w ten sposób łuk  $AB_2$ .

Łuk ten jest z dużą dokładnością równy odcinkowi  $AB_1$ .

A zatem kąt  $AOB_2$  będzie zawierał  $n^\circ$ , t. j. będzie kątem szukanim.

W tabelicy II mamy podane błędy otrzymane przy kreśleniu kątów tą metodą. Widzimy tu, że kąty  $n \leq 45^\circ$  skonstruowane w ten sposób zawierają błędy w granicach dopuszczalnych w praktyce.

Aby otrzymać większą dokładność można rysować koło promieniem równym wielokrotności 57,3 mm i oczywiście wtedy na stycznej  $AT$  należy odmierzać odcinek równy tejże samej wielokrotności  $n$ .

Dokładność przytem będzie tyleż razy większa. Można również zapomocą tej konstrukcji odłożyć na prostej odcinek równy danemu łukowi  $AB$ .

Należy zauważyć, że zapomocą tej metody nie można znaleźć kątów większych od  $90^\circ$ .

W istocie na łuku  $B_3B_4$  trudno jest dokładnie określić punkt przecięcia się tego łuku z prostą  $DS$ , gdyż przy rysowaniu linje te zlewają się razem na dość długim odcinku.

Począwszy od punktu styczności  $B_4$  do punktu  $C$  t. j. na łuku  $B_4C$  wogóle tą metodą oznaczyć kąta nie można.

Podamy teraz obliczenie różnych wartości zapomocą tej metody.

a) Obliczenie wartości  $AB_1$ .

Wiemy, że łuk  $AB_2 = r \cdot n$ , gdzie  $n$  wyrażone jest w radjanach

$$OD = 2r,$$

$$AB_1 = \frac{AD \cdot B_2H}{HD} = \frac{3 \cdot r \cdot r \sin n}{2r + r \cos n} = \frac{3r \sin n}{2 + \cos n}$$

Błąd popełniony przytem będzie:

$$e = r \cdot n - \frac{3r \sin n}{2 + \cos n} = r \left( n - \frac{3 \sin n}{2 + \cos n} \right),$$

gdzie  $e$  wyraża różnicę między długością łuku a długością odpowiadającego mu odcinka t. j.  $e =$  łuk  $AB_2 -$  odcinek  $AB_1$ .

Przykład. Chcemy np. odłożyć na prostej długość ćwierć okręgu koła o promieniu  $r = 150$  mm.

Bierzemy w tym celu, jako podstawę wykresu, łuk koła  $45^\circ$  i po znalezieniu jego długości wartość tę podajamy.

Błąd popełniony otrzymamy przytem dwukrotnie większy, wynosić on będzie

$$2r \left( \frac{\pi}{4} - \frac{3 \sin \frac{\pi}{4}}{2 + \cos \frac{\pi}{4}} \right) + 0,3 \text{ mm.}$$

Długość łuku ćwierćokręgu powinna wynosić

$$\frac{\pi r}{2} = \frac{\pi \cdot 150}{2} = 235,5 \text{ mm.}$$

Zatem błąd wyrażony w procentach wynosić będzie

$$\frac{0,3}{235,5} \text{ t. j. około } 0,13\%.$$

Metoda powyższa nadaje się wyłącznie do użytku rysowników. Niżej podano sposoby znajdowania dowolnego kąta, które mogą być stosowane w warsztacie.

1. *Posługiwanie się tablicami logarytmicznymi.* Posługując się tablicami logarytmicznymi można bardzo szybko i stosunkowo dokładnie skonstruować dowolny kąt.

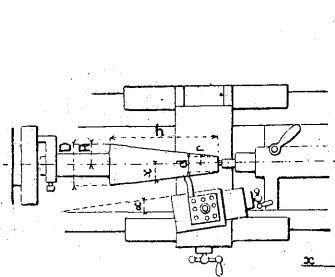
W tym celu prowadzimy dwie prostopadłe do siebie osie  $x$  i  $y$  (rys. 4). Na osi  $x$ -ów odkładamy od punktu  $A$  odcinek  $AO = 1$  (w jakiegokolwiek skali), zaś na osi  $y$ -ów — odcinek  $AT = \operatorname{tg} \alpha$ .

Kąt  $AOT$  jest szukanym kątem  $\alpha$ . W istocie

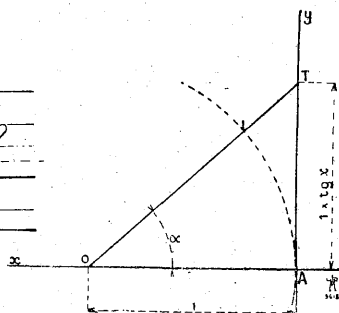
$$\frac{AT}{AO} = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{1} = \operatorname{tg} AOT = \operatorname{tg} \alpha.$$

Sposób ten wymaga tylko ekierki i linji z podziałką, a nawet wystarczy papier milimetrowy.

W tym ostatnim wypadku zbędne wszystkie przyrządy miernicze, gdyż wartości odkładamy, licząc poprostu kratki na papierze.



Rys. 3. Obróbka zgruba trzpienia stożkowego.



Rys. 4. Konstrukcja kąta przy pomocy jego tangensa.

Przykład. Mamy zbudować kąt  $\alpha = 41^{\circ} 23'$ . Z tablic logarytmicznych znajdujemy, że  $\operatorname{tg} 41^{\circ} 23' = 0,881$ .

Odkładamy na osi  $x$  odcinek  $OA = 10$  jednostkom (np. milimetrom), na osi  $y$  — odcinek równy  $8,81$  tymże jednostkom.

Kąt  $TOA$  będzie żądanym kątem. Oczywiście, że im będziemy rysowali w większej skali, tem wyniki otrzymamy dokładniejsze.

W wypadku, gdy kąt jest duży, a więc i jego tangens jest duży, może zająć trudność narysowania tak dużego odcinka. Radzimy sobie wtedy w ten sposób, iż rysujemy dopełnienie szukanego kąta t. j. kąt  $90 - \alpha$ .

2. *Konstrukcja kątów mniejszych od  $10^{\circ}$  bez posługiwania się tablicami logarytmicznymi.* Jak wiemy tangens małych kątów zmienia się nieznacznie ze zmianą kąta oraz zmiany te są proporcjonalne do wartości samych kątów.

Więc tangens kąta równy  $0,07$  odpowiada w przybliżeniu kątowi  $4^{\circ}$ . A ponieważ zachodzi proporcjonalność, zatem tangens równy  $0,01$  będzie odpowiadał prawie dokładnie kątowi  $\frac{4^{\circ}}{7}$ .

Biorąc za podstawę tangens kąta  $4^{\circ}$  obliczamy tangensy kątów mniejszych i większych od  $4^{\circ}$ .

Górną granicę dla wartości kątów stanowi kąt  $10^{\circ}$ . Tangensy znalezione tą metodą dla kątów poniżej  $4^{\circ}$  będą za duże, powyżej  $4^{\circ}$  — za małe.

Błędy te jednak dla kątów między  $0^{\circ}$  a  $10^{\circ}$  są nieznaczne i można je w praktyce pominąć.

Zrozumiałem jest, że tam gdzie chodzi o bardzo wielką precyzję wykonania, metoda ta nie jest odpowiednia.

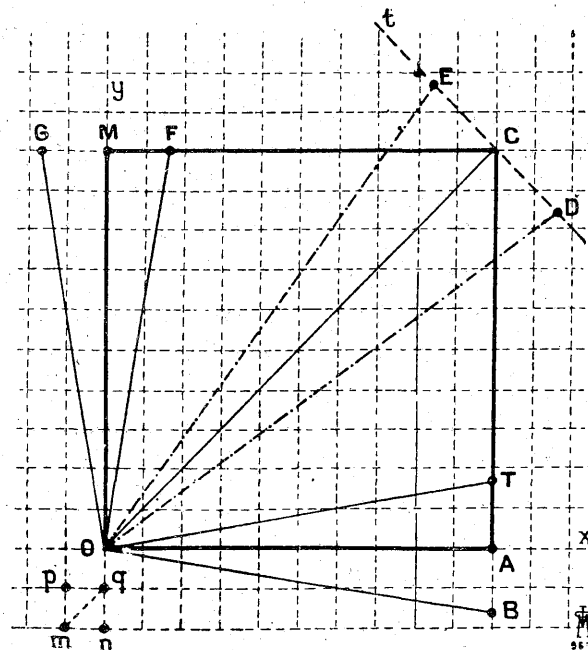
Przykład 1. Znaleźć kąt, który tworzą dwie proste, z których jedna posiada względem drugiej pochylenie wynoszące  $8,16\%$ .

Jak znaleźliśmy poprzednio  $\operatorname{tg} \frac{4^{\circ}}{7} = 0,01$ , co odpowiada pochyleniu  $1\%$  zatem szukany kąt będzie

$$8,16 \cdot \frac{4^{\circ}}{7} = 4,66^{\circ} = 4^{\circ} 40'.$$

Metoda ta nadaje się przede wszystkim w warsztacie przy obróbce zgruba powierzchni stożkowych. W podany wyżej sposób robotnik może obliczyć o jaki kąt należy obrócić suport, konik lub głowicę.

Przykład 2. Mamy obrócić zgruba trzpień stożkowy, przedstawiony na rys. 3.



Rys. 5. Sposób konstrukcji kąta dla prawie wszystkich wielkości kątów.

Pochylenie tworzącej stożka względem jego osi wynosi

$$\frac{R-r}{h}.$$

Zatem suport trzeba obrócić o kąt  $\alpha$ , gdzie

$$\alpha = \frac{R-r}{h} \cdot \frac{4}{7} \quad \text{lub} \quad \alpha = \frac{D-d}{h} \cdot \frac{2}{7}$$

Chcemy np. obrócić stożek Morse'a którego pochylenie wynosi  $5,25\%$ .

Musimy znaleźć kąt  $\alpha$ , mianowicie:

$$\alpha = 5,25 \cdot \frac{2}{7} = 1,5^{\circ} = 1^{\circ} 30'.$$

W praktyce nie stosuje się zamiany  $t$  części kąta na minuty.

Błędy wynikające z obliczeń, robionych, w sposób powyższy można skorygować przy pomocy tablic logarytmicznych.

Aby wykreślić kąt (nie przekraczający  $10^{\circ}$ ) za pomocą tej metody wystarczy posiadać tylko ołówek, linję i papier kratkowy.



W istocie, wiemy, że  $\frac{4^\circ}{7}$  odpowiada wartość na tangens równa 0,01 czyli  $1^\circ$  odpowiada  $\text{tg } 1^\circ = 0,01 \cdot \frac{7}{4}$ , co wynosi 0,0175. Dokładność przytem jest 0,00004.

Zatem tangens kąta  $\alpha$  (wyrażonego w stopniach) będzie miał wartość 0,0175  $\alpha$ .

Przykład: Mamy wykreślić kąt  $\alpha = 4^\circ 40'$ .

Przedstawiamy go przedewszystkiem w innej formie, a mianowicie:

$$\alpha = 4^\circ 40' = 4 \frac{40}{60} = 4,66^\circ$$

$$\text{tg } \alpha = 4,66 \cdot 0,0175 = 0,08155.$$

Na jakimkolwiek papierze kratkowanym rysujemy dwie osie i odkładamy na osi  $x$ -ów 100 części zaś na osi  $y$ -ów 8,155 takich samych części.

Łącząc końce tych odcinków  $Oz T$  (rys. 4) otrzymujemy kąt

$$TOA = \alpha = 4^\circ 40'.$$

Konstrukcja ta daje jednocześnie kąt  $90 - \alpha$ , czyli metodę tę można stosować z tą samą dokładnością dla kątów od  $80^\circ$  do  $90^\circ$ .

Można byłoby budować kąty większe od  $10^\circ$  w ten sposób, by każdy z kątów składowych nie był większy od  $10^\circ$ , lecz wtedy błędy popełniane przy każdym kącie składowym dodawałyby się i w rezultacie otrzymalibyśmy błąd już znaczny.

Jak poniżej zabaczymy, metodę tę można rozciągnąć na wszystkie prawie wielkości kątów (rys. 5).

W tym celu rysujemy kwadrat  $OACM$ .

Odmierzając odcinek  $AT = 0,0175 \alpha$  możemy otrzymać kąt  $AOT$  którego wartość będzie zawarta między  $0^\circ$  a  $10^\circ$ .

Analogiczne wyniki otrzymamy odmierzając odcinki  $AB$ ,  $MF$  i  $GM$ .

Po przeprowadzeniu przekątnej  $OC$  i prostej  $tz$  prostopadłej do  $OC$ , odmierzamy odcinek  $CE$  i  $CD$  każdy z nich równy  $0,0175 \alpha$ .

W ten sposób będziemy mogli otrzymać stosunkowo dokładnie kąty następujące.

1. W kącie  $BOT$  zawarte są kąty od  $0^\circ$  do  $20^\circ$ .
2. Kąt  $DOT = 25^\circ$ .
3. W kącie  $BOE$  zawarte są kąty od  $25^\circ$  do  $65^\circ$ .
4. " "  $BOG$  " " " "  $70^\circ$  "  $110^\circ$ .

Otrzymujemy w ten sposób wszelkie kąty z wyjątkiem kątów  $20^\circ < \alpha < 25^\circ$  oraz  $65^\circ < \alpha < 70^\circ$ .

Zamiast 4-ch kątów wymienionych wyżej, można brać pod uwagę inne, lub kombinację kilku, lecz zawsze znajdziemy tylko kąty podane wyżej. *W.C.-L.*

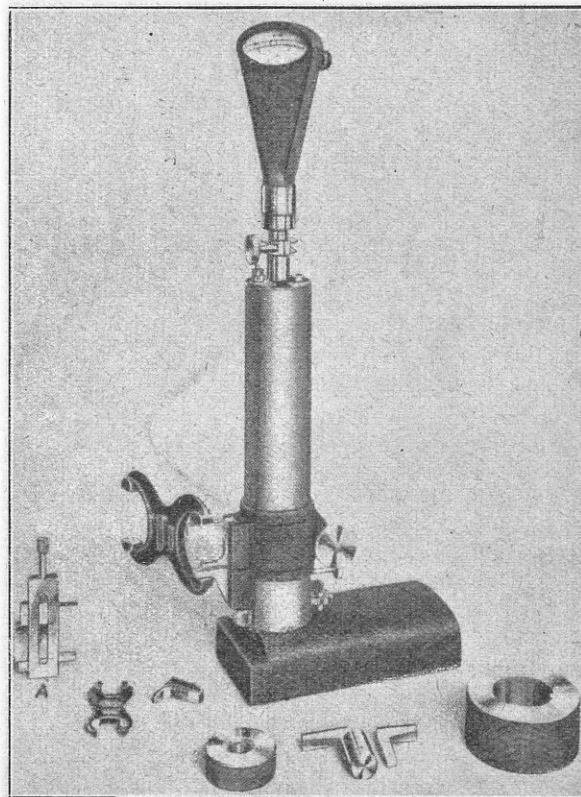
### Przyrząd do precyzyjnego mierzenia otworów.

Na załączonym rysunku mamy przedstawiony przyrząd, przy pomocy którego możemy mierzyć otwory z największą dokładnością. Używa go się do mierzenia sprawdzianów szczękowych i pierścieniowych.

Zwykle sprawdzanie wymiarów obu rodzajów sprawdzianów odbywa się w ten sposób, że w odpowiedni uchwyt między dwie szczęki o znanych wymiarach, zakłada się płytki Johanssona. W ten sposób odległość między zewnętrznymi ściankami szczęk będzie miała żądany wymiar. Nakładając teraz

na te odpowiednio rozsunięte szczęki sprawdzian pierścieniowy, możemy przekonać się o tem, jaka różnica istnieje między rzeczywistą średnicą otworu sprawdzianu, a żądanym wymiarem, tylko opierając się na czuciu. Takie porównanie dwóch wymiarów „na czucie” nie może być oczywiście miarodajnem, gdyż każdy człowiek inaczej może wyczuwać tę różnicę. Pozatem przy tej metodzie nie możemy wyrazić tej różnicy w liczbach bezwzględnych.

Jedna z fabryk angielskich w Londynie ulepszyła tę metodę pomiarową przez dodanie do takiego uchwytu czujnika. Cały ten przyrząd wraz z czujnikiem mamy właśnie przedstawiony na rysunku. Literą *A* oznaczony jest sam uchwyt.



Rys. 1. Przyrząd do precyzyjnego mierzenia otworów.

Jak widać z rysunku uchwyt umieszczony jest na pewnego rodzaju stojaku, na którego końcu znajduje się czujnik.

Aby więc zmierzyć sprawdzian szczękowy t. zn. zmierzyć rozstawienie jego szczęk, wyjmuje się uchwyt ze stojaka, zakłada się między jego szczęki odpowiednie płytki Johanssona i zakłada go się z powrotem do stojaka. Następnie nakłada się sprawdzian na szczęki uchwytu, jak to przedstawiono na rysunku, i czujnik wskazuje różnicę wymiarów.

W analogiczny sposób postępuje się, gdy chodzi o zmierzenie sprawdzianu pierścieniowego.

W ten sam również sposób mierzy się średnicę wewnętrznego gwintu, z tem zastrzeżeniem, że używa się wtedy w uchwycie szczęk specjalnie do tego celu przeznaczonych. Do mierzenia średnicy flankowej gwintu wewnętrznego używa się poza szczękami jeszcze tulei, która służy do centrowania.

Wskazówkę czujnika trzeba przed każdym pomiarem ustawić na 0. Do tego celu służy śruba, w którą jest zaopatrzona dolna szczęka.

Dźwigniki znajdujące się wewnątrz stojaka, za pomocą których otrzymuje ruch wskazówka czujnika mogą być regulowane, oraz osadzone są w łożyskach kulkowych, celem zmniejszenia do minimum oporów tarcia. Ponadto łożyska takie umożliwiają dokładniejsze zmontowanie, a tem samem i dokładniejsze wskazania przyrządu. W ten sposób możemy dokonywać odczytów z dokładnością do 0,001 mm.

Na opisanym wyżej przyrządzie możemy mierzyć sprawdziany szczękowe lub pierścieniowe wielkości od 7 do 100 mm.

W. C. - L.

## KONSTRUKCJE I OBLICZENIA OGÓLNE.

### Sposób graficzny obliczania przekładni epicykloidalnych.

Przekładnia epicykloidalna jest przekładnią, używaną do dwóch rodzajów ząbień. Jeden rodzaj, to są zwykłe ząbienia, gdy koła obracają się dookoła osi nieruchomych, drugi znany pod nazwą przekładni planetarnej, gdy koła zębate osadzone są na osiach i posiadają dwa ruchy: dokoła tych osi oraz razem z niemi obracają się dokoła innej, ale już nieruchomej osi.

Przekładni epicykloidalnych używa się zwykle wtedy, gdy chodzi nam o duże przeniesienia i małe siły z użyciem jednocześnie jaknajmniejszej ilości kół zębatych.

Pozatem są one najodpowiedniejsze w wypadku, gdy chcemy stosować raptowne zmiany kierunku obrotu.

Obliczenie przekładni epicykloidalnej opiera się na wzorach Willis, które, jako obliczenia matematyczne, są bardzo niewygodne w użyciu i wymagają wielkiej uwagi, aby podczas rozwiązywania nie popełnić błędów, a co więcej nie pozwalają obliczyć ruchów odnoszących się do różnych części, również jak i sił działających na zęby i osie.

Podajemy tutaj prosty i łatwy sposób, pozwalający obliczyć szybkości i siły dla wszystkich elementów omawianej przekładni.

*Metoda ogólna.* Metoda ta opiera się na następującej własności. Stosunek szybkości kątowych kół jest niezależny od ich wielkości. Wobec tego zagadnienie to można rozpatrywać w wypadku granicznym t. zn. zakładając, że koła posiadają nieskończenie wielkie promienie, inaczej mówiąc, zamiast kół zębatych rozpatrywać zębatki. W tym wypadku prosty schematyczny rysunek daje wartość stosunku szybkości linjowych kół.

Rozpatrując przykład podany niżej będziemy się mogli przekonać, o ile prostsza jest ta metoda od innych.

*Obliczanie szybkości.* Weźmy pod uwagę przekładnię, składającą się z koła stałego  $R_1$  współśrodkowego koła ruchomego  $R_2$ , dwóch kół przekładni planetarnej  $S_1$  i  $S_2$ , osadzonych na wspólnej osi  $O'$ . Oś ta wprawiana jest w ruch obrotowy dookoła osi  $O$  za pośrednictwem ramy  $C$ , w której znajduje się łożysko dla kół  $S_1$  i  $S_2$  (rys. 1 lewy). W dalszym ciągu oznaczamy promienie kół głównych  $R_1$  i  $R_2$  odpowiednio przez  $r_1$  i  $r_2$  zaś promienie kół  $S_1$  i  $S_2$  odpowiednio przez  $s_1$  i  $s_2$ . Po-

zatem szybkości kątowe kół głównych oznaczamy przez  $\Omega$  oraz kół przekładni planetarnej przez  $\omega$ , z odpowiednimi indeksami.

Biorąc pod uwagę założenie zrobione poprzednio, że średnice kół głównych są nieskończenie wielkie, otrzymujemy schemat podstawiony u dołu z lewej strony rysunku 1. Widzimy mianowicie na tym rysunku, że koła  $R_1$  i  $R_2$  zastąpione są zębatkami  $R_1$  i  $R_2$ .

Bierzemy teraz pod uwagę bardzo małe przesunięcia  $O'O''$ ; punkt styczności  $I$  koła stałego  $R_1$  i ruchomego  $S_1$  pozostaje stały jako środek chwilowy obrotu.

Z podobieństwa trójkątów  $IO'O''$  oraz  $II'I''$  mamy następujący związek

$$\frac{\text{Przesun. element. } O'}{\text{Przesun. element. } R_2} = \frac{O'O''}{I'I''} = - \frac{OI}{II'} = - \frac{s_1}{s_2 - s_1}$$

Bierzemy znak minus, gdyż przesunięcia punktów  $O'$  i  $I'$  są w odwrotnym kierunku, jak to widać z rysunku.

Wiadomo, że gdy podzielimy liczbę wyrażającą przesunięcie elementarne przez czas, w ciągu którego to przesunięcie zostało zrobione, otrzymamy liczbę, która da nam w odpowiednich jednostkach szybkość tego ruchu.

Wobec tego poprzednio otrzymane wyrażenie możemy napisać w innej formie, a mianowicie

$$\frac{\text{Szybkość linjowa } O'}{\text{Szybkość linjowa } R_1} = - \frac{s_1}{s_2 - s_1}$$

Przykład liczbowy. Mamy np. przekładnię o następujących danych:

K O Ł O	Promień	Moduł	Ilość zębów	
	wymiar w milimetrach			
stałe	$R_1$	$r_1 = 100$	4	50
	$R_2$	$r_2 = 36$	3	24
ruchome	$S_1$	$s_1 = 50$	4	25
	$S_2$	$s_2 = 114$	3	76

Odległość między osiami  $OO' = 150$  mm.

Posługując się podanym wyżej wzorem, otrzymujemy:

$$\frac{\text{Szybkość linjowa } O'}{\text{Szybkość linjowa } R_2} = - \frac{s_1}{s_2 - s_1} = - \frac{50}{114 - 50} = - \frac{50}{64}$$

Oznaczając szybkość kątową ramy  $C$  przez  $\Omega_c$  możemy napisać:

$$\frac{\Omega_c \cdot 150}{\Omega_z \cdot 36} = - \frac{50}{64}$$

skąd otrzymamy

$$\Omega_c = - \frac{50 \cdot 36}{64 \cdot 150} \cdot \Omega_z = - \frac{3}{16} \Omega_z$$

A zatem, podczas gdy koło  $R_2$  robi 1 obrót, rama robi tylko  $\frac{3}{16}$  obrotu, przytem kierunki tych obrotów są przeciwne.

Wynik ten jest słuszny niezależnie od tego, czy organem pędzącym jest koło czy też rama.

**Obliczenie sił.** Aby znaleźć wielkości sił, działających na różne części tego zespołu wystarczy napisać warunki równowagi kół ruchomych  $S_1$  i  $S_2$ .

Koła te są w równowadze pod działaniem sił międzyzębnych oraz oporu osi  $O'$ .

Biorąc pod uwagę wypadek przytoczony wyżej założymy, że koło  $R_2$  jest kołem pędzącym, zaś rama  $C$  częścią pędzoną.

Koła ruchome, jako całość są w równowadze pod działaniem sił następujących: siły napędowej motoru  $T$ , przyłożonej w punkcie styczności  $I'$ , siły oporu  $t$ , przyłożonej w punkcie  $O'$  i nieznaney reakcji  $Q$  zębów koła stałego, przyłożonej w punkcie styku  $I$ .

Siła napędowa  $T$  jest oczywiście skierowana w kierunku ruchu swego punktu przyłożenia. Siła  $t$  jest skierowana odwrotnie do kierunku ruchu swego punktu przyłożenia  $O'$ .

Warunki równowagi dają nam następujące dwa równania

$$Q = T + t$$

oraz

$$T \cdot II' = t \cdot O' I.$$

Z tych dwóch równań możemy wyznaczyć wartości na  $t$  i  $Q$  w zależności od  $T$  czyli otrzymujemy

$$t = f(T) \quad \text{oraz} \quad Q = f(T).$$

**Przykład liczbowy.** Założymy, że zespół kół o wymiarach podanych w poprzednim przykładzie ma przenosić moc  $N = 10 \text{ KM}$  przyczem silnik robi 1200 obr/min.

Siłę napędową motoru styczną do obwodu koła pędzącego można wyznaczyć z następującego związku:

$$10.75 = T \cdot \frac{\pi \cdot 1200}{30} \cdot \frac{36}{1000}$$

skąd po uproszczeniu  $T = 165 \text{ kg}$ .

Z warunków równowagi

$$Q = T + t$$

oraz

$$T \cdot 64 = t \cdot 50$$

możemy znaleźć wartości na  $t$  i  $Q$ , mianowicie

$$t = 165 \cdot \frac{64}{50} = 210 \text{ kg}$$

$$Q = 165 + 210 = 375 \text{ kg}.$$

Jeśli przyjąć sprawność przekładni dwóch kół równą 0,9 to wartość siły  $t$  będzie

$$t = 0,9 \cdot 210 = 189 \text{ kg}.$$

Wartość siły  $Q$  nie zmieni się, ponieważ dla kół ruchomych równanie momentów, wziętych w wypadku, gdy punkt  $O'$  jest środkiem chwilowym obrotu (zamiast punktu  $I$ ) będzie

$$0,9 T \cdot 114 = 0,9 Q \cdot 50$$

Wartość na siłę  $Q$ , otrzymana z tego równania będzie taka sama jak poprzednio.

Moment skręcający na wale kół ruchomych wynosi  $M = 0,9 \cdot 165 \cdot 114 = 17000 \text{ kg/mm}$

Po przeniesieniu mocy na oś ramy  $C$ , moment zginający względem punktu  $O$  będzie miał wartość

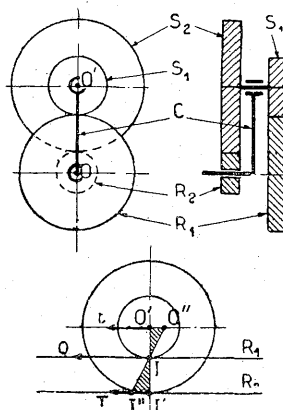
$$M_r = t \cdot OO' = 189 \cdot 150 = 28400 \text{ kg/mm}.$$

**Zastosowanie praktyczne.** Układ opisany wyżej stosuje się w wypadku, gdy chodzi nam o szybką zmianę kierunku obrotu.

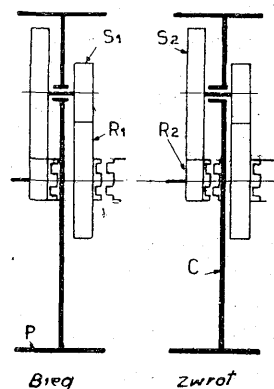
Ma to miejsce przede wszystkim w różnego rodzaju obrabiarkach.

Praktycznych rozwiązań tego układu może być bardzo wiele. Jedno z nich przedstawione jest schematycznie na rys. 2.

Organ napędowy oznaczony jest literą  $P$ , koło  $R_2$  jest zaklinowane na wale pędzonym. Przy biegu normalnym (lewa strona rys. 2) koło  $R_1$  obraca się luźno na osi, koło  $R_2$  jest sprzęgnięte z ramą  $C$ .



Rys. 1. Schemat przekładni epicykloidalnych kół zębatych, z których jedno jest stałe, dwa zaś są satelitami.



Rys. 2. Zastosowanie przekładni rys. 1. do obrabiarki.

W tym wypadku napęd wału odbywa się bezpośrednio. Koła ruchome nie biorą udziału w przenoszeniu ruchu. Wszystko to obraca się razem.

Aby zmienić kierunek obrotu odłącza się koło  $R_2$  od ramy  $C$ , zaś koło  $R_1$  sprzęga się z częścią stałą maszyny.

Biorąc liczby z poprzedniego przykładu, otrzymamy w tym wypadku

$$\Omega_2 = -\frac{16}{3} \Omega_c.$$

Widzimy zatem, że liczby w kierunku odwrotnym czyli bieg jałowy odbywa się z szybkością 5 razy większą niż bieg roboczy.

Zanim przytoczymy inne zastosowanie, uogólnimy metodę poprzednią.

**Wypadek ogólny.** Metodę tę stosuje się również w wypadku ogólnym, gdy niema żadnej części nieruchomej.

**Obliczanie szybkości.** Weźmy pod uwagę wypadek, przedstawiony na rys. 1, i założymy, że koło  $R_2$  nie jest nieruchome, jak poprzednio, lecz obraca się z szybkością kątową  $\Omega_1$ . Lewa górna część rysunku 3 przedstawia nam odnośne szybkości linjowe.

Punkt styczności  $P$  nie jest stały. Przypuśćmy, że jego szybkość linjową przedstawia odcinek  $PP_1$ , zaś szybkość punktu  $O'$ , odcinek  $O' O'_1$ . Położenie środka chwilowego obrotu otrzymuje się prowadząc prostą  $O_2' P_1$  aż do przecięcia się z prostą  $O' P$  w punkcie  $I$ .

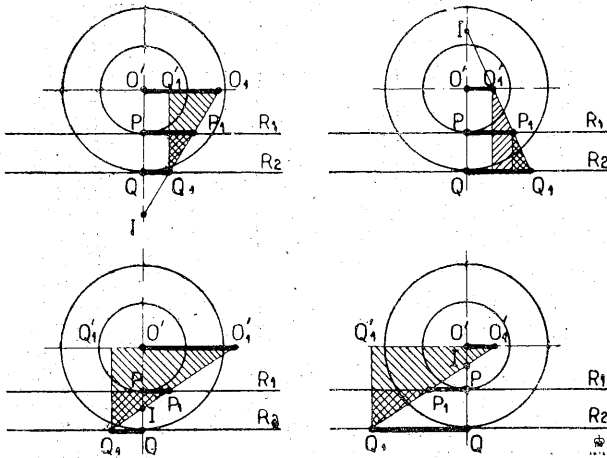
Punkt ten jest właśnie szukanym środkiem chwilowym. Z podobieństwa trójkątów  $Q_1 Q'_1 O'_1$  oraz  $Q_1 P'_1 P$  otrzymamy następującą zależność

$$\frac{Q'_1 O'_1}{P'_1 P_1} = \frac{O' O'_1 - Q Q_1}{P P_1 - Q Q_1}$$

czyli

$$\begin{aligned} \frac{\text{szybkość linjowa } O' - \text{szybkość linjowa } R_2}{\text{szybkość linjowa } R_1 - \text{szybkość linjowa } R_2} &= \\ &= \frac{S_2}{S_2 - S_1} \end{aligned}$$

W każdym wypadku można napisać analogiczne równanie. Wykres trójkątów może być oczywiście robiony w dowolnej skali.



Rys. 3. Schemat pozwalający określić szybkości w wypadku ogólnym (wszystkie elementy ruchome).

Rys. 3 przedstawia cztery różne wypadki. W każdym z nich mamy narysowane trójkąty podobne, które należy przy dyskusji brać pod uwagę.

Nie istnieje wzór ogólny, któryby można było zawsze stosować. Istnieje natomiast metoda, dzięki której możemy otrzymać zawsze wynik naszych rozważań, który może być ujęty w odpowiedni związek matematyczny. Między wynikami otrzymanymi w każdym wypadku istnieje analogia.

Metoda ta posiada, między innymi, i tę zaletę, że jest metodą graficzną. Łatwiej jest zapamiętać rozważania, oparte na wykresach, niż na obliczeniach i wzorach matematycznych.

Przykład liczbowy. Posługując się danymi liczbowymi z poprzedniego przykładu możemy otrzymane wyżej związki napisać w liczbach konkretnych.

$$\frac{150 \Omega_c - 36 \Omega_2}{100 \Omega_1 - 36 \Omega_2} = \frac{114}{114 - 50}$$

skąd

$$3 \Omega_2 = 19 \Omega_1 - 16 \Omega_c$$

Z tego ostatniego równania widzimy, iż znając dwie szybkości kątowe, możemy obliczyć trzecią.

Równanie to jest ogólne dla omawianego typu układu. Gdy założymy w tym równaniu  $\Omega_1 = 0$  otrzymamy wypadek, który rozpatrywaliśmy w pierwszym przykładzie.

Sprzęgnięcie koła  $R_2$  z ramą  $C$  wyrazi się matematycznie, jako równość  $\Omega_2 = \Omega_c$  i wobec tego

równanie podane poprzednio zamieni się na równość  $\Omega_1 = \Omega_c$ , co znaczy, że wszystko razem obraca się dookoła punktu  $O$ . Pierwszy wypadek odpowiada biegowi jałowemu, drugi — biegowi roboczemu.

Zastosowanie tej przekładni do zmiany biegu w silnikach morskich. Aby osiągnąć dostateczną sprawność działania śruby okrętowej podczas biegu wtył, należy dla danej liczby obrotów motoru zmniejszyć liczbę obrotów śruby.

Urządzenie służące do tego celu i składające się z przekładni walcowych kół zębatach przedstawia schematycznie rys. 4.

Napęd od silnika przenosi się bezpośrednio na ramę  $C$ , na której umieszczone są dwie grupy kół ruchomych przekładni.

Koło  $R_2$  zaklinowane jest na wale śruby okrętowej, pozatem na tymże wale osadzone jest luźno koło  $R_1$ , które może być sprzęgane bądź z ramą  $C$ , bądź też z częścią nieruchomą urządzenia. Do sprzęgania służy sprzęgło stożkowe, poruszane za pomocą dźwigni.

Wymiary kół przedstawionych na rys. 4 odpowiadają silnikowi o mocy  $N = 35$  KM.

Mając zatem średnice kół zębatach, możemy napisać wzór już nam znany

$$\frac{82,25 \Omega_c - 43,75 \Omega_2}{54,25 \Omega_1 - 43,75 \Omega_2} = \frac{38,5}{38,5 - 28}$$

Po redukcji otrzymamy

$$1225 \Omega_2 = 2088 \Omega_1 - 863 \Omega_c$$

Dla biegu naprzód należy sprzęgnąć koło  $R_1$  z ramą ruchomą, przesuwając sprzęgło w lewo, odpowiednikiem matematycznym tego ruchu będzie równość  $\Omega_1 = \Omega_c$ . Wstawiając tę wartość do wyżej otrzymanego równania, otrzymamy nową równość mianowicie  $\Omega_2 = \Omega_c$ , zatem  $\Omega_1 = \Omega_2 = \Omega_c$  czyli koła  $R_1$ ,  $R_2$  i rama  $C$  mają taką ilość obrotów, jak i silnik.

Aby zmienić kierunek ruchu należy naprzód zatrzymać silnik i rozłączyć sprzęgło, przez co unieruchamia się koło  $R_2$ , zatem  $\Omega_2 = 0$ ; koło  $R_1$  obraca się w dalszym ciągu swobodnie na wale śruby ale już z szybkością kątową mniejszą, mianowicie

$$\Omega_1 = \frac{863}{2088} \Omega_c = 0,41 \Omega_c$$

Wreszcie przechodzimy do biegu wtył, przesuwając sprzęgło w prawo, wtedy  $\Omega_1 = 0$  zaś

$$\Omega_2 = - \frac{863 \Omega_c}{1225} = - 0,705 \Omega_c$$

A zatem przy biegu wtył wał śruby w danym wypadku obraca się z szybkością kątową, wynoszącą 0,7 szybkości kątowej silnika.

Obliczanie sił działających.

a) Bieg wprzód. Koła ruchome  $S_1$  i  $S_2$  są w równowadze pod działaniem reakcji  $F$  ich osi oraz sił międzyzębnych. Znana jest tylko reakcja koła  $R_2$ , jest to siła oporu śruby okrętowej.

Założmy, że silnik rozwija moc  $N = 35$  KM przy szybkości normalnej 1000 obr/min.

Siła oporu  $t$  (patrz rys. 4) ma wartość następującą

$$t = 35 \cdot 75 \cdot \frac{1000}{87,5} \cdot \frac{30}{\pi \cdot 1000} = 290 \text{ kg.}$$

Posługując się rysunkiem 4 możemy napisać równanie momentów sił względem punktu  $O'$

$$t \cdot 38,5 = T \cdot 28$$

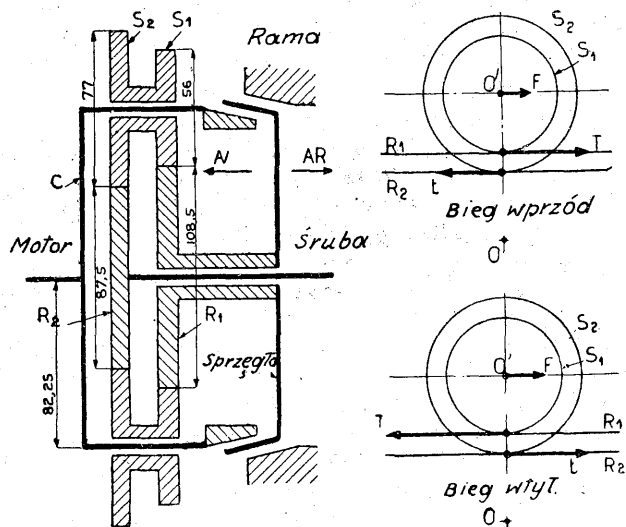
wstawiając w to równanie znaną wartość na  $t$ , otrzymamy

$$T = \frac{t \cdot 38,5}{28} = 400 \text{ kg}$$

oraz

$$F = T - t = 110 \text{ kg.}$$

Liczymy również siłę styczną do powierzchni stożkowej sprzegła. Wartość jej znajdujemy, zakła-



Rys. 4. Urządzenie do zmiany kierunku biegu śruby okrętowej.

dając, że sprzęgło jest w równowadze pod działaniem tej siły oraz reakcji wywieranej przez zęby koła  $S'$ , na zęby koła  $R_1$ .

A więc otrzymujemy równanie

$$T \cdot 108,5 = 2 \cdot f \cdot 82,25$$

skąd

$$f = 265 \text{ kg.}$$

b) Bieg wtył. Wiemy, że wał śruby obraca się z szybkością wynoszącą 0,7 szybkości wału silnika, przy założeniu więc, że silnik robi 1000 obr/min otrzymamy, że wał śruby w biegu wtył robi 700 obr/min. Posiłkując się znowu rys. 4, możemy napisać

$$t = 35 \cdot 75 \cdot \frac{1000}{87,5} \cdot \frac{30}{\pi \cdot 700} = 400 \text{ kg}$$

$$t (38,5 - 28) = F \cdot 28$$

skąd

$$F = \frac{t (38,5 - 28)}{28} = 150 \text{ kg}$$

oraz

$$T = F + t = 550 \text{ kg}$$

zaś

$$f = 550 \cdot \frac{54,25}{82,25} = 360 \text{ kg.}$$

Widzimy, że w wypadku biegu wtył siły występujące są większe niż w biegu wprzód, zatem

przy obliczeniach wytrzymałościowych kół oraz wałów należy brać pod uwagę pierwsze z tych wartości.

Zastosowanie tej przekładni w wypadku zazębienia wewnętrznego. Przykład tego rodzaju przedstawiony jest schematycznie na rys. 5. Założmy np. że koło o uzębieniu wewnętrznym  $R_1$  jest nieruchome oraz, że rama C, w której osadzone są koła ruchome  $S_1$  i  $S_2$  obraca się dokoła swej osi  $O$ .

Układ ten stosuje się wtedy, gdy musimy raptownie zmienić kierunek obrotu. (np. w wiertarkach) Rama C przymocowana jest wtedy do wrzeciona maszyny, koło  $R_2$  do gwintownika zaś koło  $R_1$  utrzymywane jest nieruchomo ręcznie.

Rozpatrując rys. 5 możemy napisać następujące równanie

$$\frac{AC - AB}{DE + EF} = \frac{AO''}{O''E} = 1$$

biorąc pod uwagę, iż  $AC = 2O'O_1$  możemy powyższe równanie napisać w innej formie mianowicie

$$\frac{2 \Omega_c (r_1 - s_1) - \Omega_c (r_2 + 2s_2)}{\Omega_c r_2 + \Omega_2 r_3}$$

skąd otrzymamy

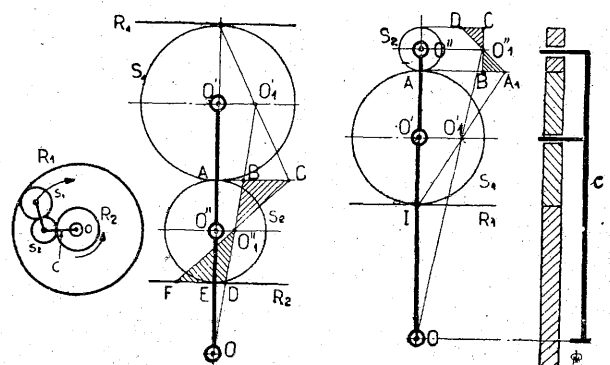
$$\Omega_2 = \frac{r_1 - r_2}{r_2}$$

po uproszczeniu zaś możemy napisać

$$r_1 = r_2 + 2s_2 + 2s_1$$

Przy konstruowaniu maszyn trzy punkty  $O$ ,  $O'$  i  $O''$  nie są położone na jednej prostej jak to przedstawione jest na rysunku 5.

Ten wypadek szczególny wzięty został do rozpatrywania, celem jaśniejszego przedstawienia tej sprawy. Jednakże rozumowanie pozostaje słuszne i dla wypadku rzeczywistego, gdy te trzy punkty nie leżą na jednej prostej.



Rys. 5. Schemat przekładni w wypadku zazębienia wewnętrznego.

Przypadek szczególny. Rozważmy teraz przypadek, gdy istnieje tylko jedno koło główne  $R_1$  (prawa strona rys. 5), koła  $S_1$  i  $S_2$  umocowane są na ramie C. Koło  $R_1$  posiada 60 zębów, koła  $S_1$  i  $S_2$  odpowiednio 30 i 10 zębów.

Chcemy obliczyć np. ile obrotów zrobi koło  $S_2$  w czasie jednego obrotu rama.

Schemat tego urządzenia jest analogiczny do schematu podanego w przykładzie poprzednim.



Dzięki przesunięciu elementarnemu środek  $O'$  koła  $S_1$  znajdzie się w punkcie  $O'_1$ , środek  $O''$  koła  $S_2$  znajdzie się w punkcie  $O''_1$ . Przesunięcia te są rezultatem ruchu ramy  $C$ . Poza to wskutek obrotu koła  $S_1$  dokoła punktu stałego  $I$  punkt  $A$  znajdzie się w punkcie  $A_1$ , czyli promień  $O''A$  koła  $S_2$  zajmie obecnie położenie  $O''_1A_1$  a zatem obróci się on o kąt  $BO''_1A_1$ .

Z podobieństwa trójkątów  $O''_1BA_1$  oraz  $O''_1CD$  otrzymamy

$$\frac{BA_1}{CD} = \frac{AA_1 - AB}{CD} = -1$$

ale ponieważ  $AA_1 = 2O'O'_1$  oraz  $AB = O''O''_1$  zatem

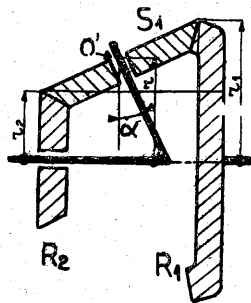
$$2O'O'_1 - O''O''_1 = -CD$$

Można wyrazić długości tych odcinków w zależności od promieni kół lub, co na jedno wychodzi, od ilości zębów oraz szybkości kątowych, a zatem

$$2\Omega_c \cdot (30 + 15) - \Omega_c (30 + 30 + 5) = -5\Omega_2$$

skąd  $\Omega_2 = -5\Omega_c$

Widzimy więc, że koło  $S_2$  robi 5 obrotów w czasie jednego obrotu ramy oraz, że kierunki tych obrotów są przeciwne.



Rys. 6. Schemat przekładni stożkowej w samolocie.

Zastosowanie do kół stożkowych. Tę samą metodę można stosować dla kół stożkowych. Mamy np. na rys. 6 przedstawiony schemat przekładni stożkowej, użytej w samolocie, gdzie silnik robi 2500 obr/min, zaś śmigło 1600 obr/min. W danym wypadku koło  $R_2$  jest stałe, koło  $R_1$  zaklinowane na wałku motoru, zaś koła  $S_1$  osadzone są luźno na wałkach poprzecznych,

połączonych sztywno z wałkiem śmigła.

Możemy napisać następujący związek (patrz schemat rys. 6)

$$\frac{\text{Szybkość linjowa } O'}{\text{Szybkość linjowa } A} = \frac{1}{2}$$

oznaczając następnie przez  $r$  odległość punktu  $O'$  od osi motoru, otrzymamy

$$\frac{r \cdot \Omega_c}{r_1 \cdot \Omega_1} = \frac{1}{2} \quad \text{lub} \quad \frac{\Omega_c}{\Omega_1} = \frac{1600}{2500}$$

Z tych dwóch równań otrzymamy

$$r = \frac{25}{32} r_1$$

$$r_2 = r_1 - 2(r_1 - r) = 2r - r_1$$

$$\sin \alpha = \frac{r_1 - r}{s_1}$$

Promień  $r_2$  jest zależny od obciążenia wałka śmigła, zaś  $s_1$  — wałka poprzecznego.

**Wnioski.** Wyżej przytoczone przykłady wykazują łatwość posługiwania się metodą graficzną przy obliczaniu różnych wielkości przekładni.

Metoda, poza swoją prostotą, posiada i tę zaletę, że pozwala na pierwszy rzut oka określić względne wielkości szybkości obwodowych każdego zazębienia, co jest bardzo ważne, gdyż w praktyce właściwie te wielkości określają granice używalności danego zazębienia. Od szybkości linjowych bowiem zależą czynniki takie, jak ogrzewanie się, zużycie oraz cichy bieg kół.  
W. C. - L.

### Korbki używane w maszynach.

Korbki są ważną częścią każdej maszyny, szczególnie zaś gdy chodzi o obrabiarki.

Zwykle kształt korbki zależy od jej zastosowania, często jednak ta lub inna forma przyjęta jest bez żadnego uzasadnienia.

Istnieje w ostatnich czasach dążność do zredukowania tej nadmiernej ilości typów korbek.

Niektóre z tych typów korbek mają charakter niejako narodowy, używane są bowiem tylko w jednym państwie. Są więc korbki amerykańskie, angielskie, niemieckie, francuskie i t. p.

Na kształt korby wywiera między innymi, wpływ wielkość maszyny. W niewielkich maszynach mamy niewielkie siły do pokonywania, a zatem korbki najprostsze odpowiadają całkowicie wymaganiom, natomiast w dużych maszynach zwykle trzeba pokonywać duże momenty, a zatem i korby muszą posiadać stosunkowo długie ramiona, a stąd wynika że i ramion tych musi być większa ilość, oraz że ich przekrój musi być taki, by posiadały większą wytrzymałość na zginanie.

Przy konstruowaniu korb należy brać pod uwagę, czy dana korba musi być połączona z wałem na stałe, czy też może być luźna to znaczy, że można ją zawsze zdjąć przez proste zsunięcie z końca wałka. Gdy mamy np. wykonywać tylko część obrotu korbka może być luźna. Tak samo czynimy wtedy, gdy brak miejsca uniemożliwia korbce całkowity obrót. Poniżej podamy cały szereg typów używanych najczęściej korbek, oraz ich zastosowanie.

Trudno jest oczywiście ściśle rozgraniczyć użytek każdego wymienionego niżej typu korbek. Każdy z nich będzie posiadał swoje zalety i wady. Podział więc może być przeprowadzony tylko zgruba.

Najprostszym typem korbki jest ten, który przedstawia rys. 1. Ramię z piastą jest zwykle wykonane z żelaza kutego lub też odlane. Rączka sama jest zakończona sworzniem, który jest albo nagwintowany i wtedy wkręca się go do odpowiedniego otworu w ramieniu, albo gładki i wtedy po włożeniu go do otworu ramienia roznitowuje się jego koniec. Typ ten używa się gdy mamy do czynienia z częściowymi obrotami i niewielkimi momentami do pokonania.

Podobna do poprzedniej jest korba przedstawiona na rys. 2. Wykonywa się ją zwykle z żeliwa i służy ona do pokonywania większych momentów. Korbka przedstawiona na rys. 3 różni się od poprzednich tem, że ramię jej jest wygięte, a więc używa się w tym wypadku, gdy jakaś wystająca część maszyny przeszkadzałaby obrotowi jednej z korbek poprzednio opisanym.

W Ameryce używa się korbek odkutych razem z rączką z jednego kawałka (rys. 4) i obtaczanych. Gdy chcemy mieć ramię wygięte robimy to już po obróbce (rys. 5).

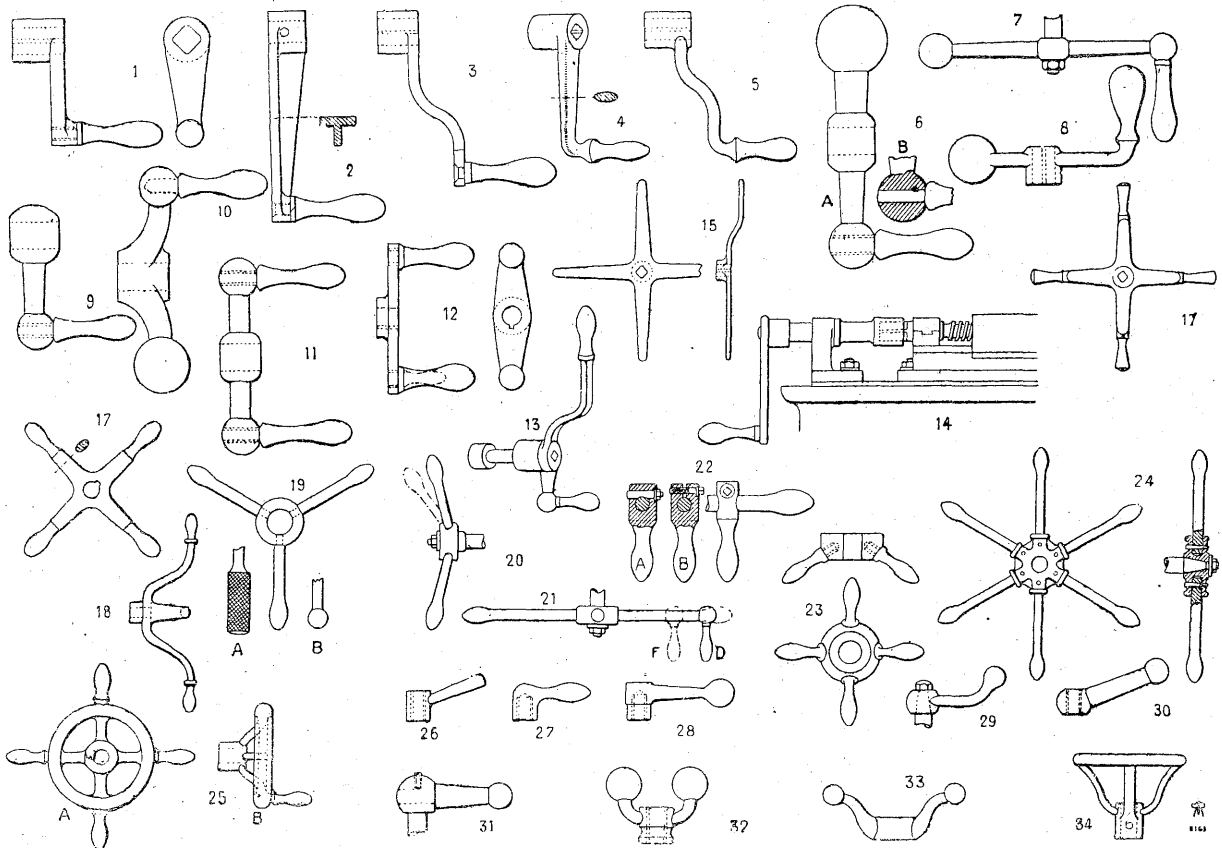
Przy szlifierkach używa się najczęściej korbki przedstawionej na rys. 6. Korbka jest zrównoważona, gdyż ciężar rączki równowagi odpowiedniej wielkości główka, umieszczona symetrycznie na drugim końcu ramienia. Ramiona są wytoczone z pręta stalowego, rączka wykonana oddzielnie i wkrębowana rys. 6-A lub prosto włożona w odpowiedni otwór rys. 6-B.

Rys. 7 przedstawia nam korbkę podobną do poprzedniej, lecz posiadającą dłuższe ramiona. Jest to typ francuski.

Na rys. 13 mamy przedstawioną korbę, która posiada zalety poprzedniej, lecz różni się cokolwiek od niej w konstrukcji; rączki umieszczone są w stosunku do siebie pod prostym kątem. Korbki takiej używa się przy ręcznych frezarkach. Ramie dłuższe służy do posuwania stołu przy pracy, ramie krótsze służy w wypadku, gdy chcemy otrzymać szybki ruch.

Na rys. 14 mamy korbkę, którą nasadza się luźno na czworokątnie zakończony koniec śruby pociągowej.

Stosuje się ją w wypadku, gdy niema miejsca na pełny obrót ramienia korbki. Korbką tego rodzaju można zrobić ćwierć obrotu, zdjąć ze śruby,



Rys. 1 — 34. Różne typy rączek używane w maszynach.

Korbka przedstawiona na rys. 8 jest tego samego typu lecz odkuta z jednego kawałka.

Korbka na rys. 9 jest niezrównoważona z ramieniem prostym, na rys. 10 — zrównoważona ramieniem wygiętym. Jest ona odkuta lub sztan-cowana.

Na rys. 11 mamy już typ, który bardziej się różni od poprzednio opisywanych. Korbka przedstawiona na tym rysunku posiada oba ramiona zakończone rączkami przez co jest zrównoważona i w pewnych wypadkach dogodniejsza w użyciu od poprzednich. Rys. 12 przedstawia nam korbkę również z dwiema rączkami. Różni się ona od poprzedniej tem, że ramiona jej są spłaszczone.

Często robi się rączki niejednakowej wielkości, jak przedstawiono linią kreskowaną na rys. 12. Rozwiązanie takie ma tę zaletę, że gdy będziemy kręcili korbką trzymając za jedną (większą) rączkę to druga (mniejsza) nie będzie przeszkadzała, jak to ma miejsce, gdy obie rączki są jednej wielkości.

cofnąć do pierwotnego położenia, nasadzić na śrubę i znowu przekręcić o ćwierć obrotu.

Gdy mamy wykonać ruchy szybkie i raptowne oraz pokonywać duży opór, używamy korb gwiazdzistych o czterech ramionach lub więcej. Na rys. 15 mamy przedstawioną korbę gwiazdzistą z czterema ramionami. Jest ona odkuta z miękkiej stali. Ramiona mogą być zbieżne, lub nie.

Na rys. 16 mamy korbę taką, jak poprzednia z tą jednak różnicą, że posiada ona wytoczone rączki. To samo można powiedzieć o korbie przedstawionej na rys. 17. Korba rys. 18, jest czteroramienna, przyczem ramiona jej są wygięte.

Wyżej opisane korby gwiazdziste były odkute z jednego kawałka. Może natomiast być ten typ korbek wykonany inaczej, mianowicie do żeliwnej piasty przyśrubowuje się ramiona.

Na rys. 19 mamy korbę trójramienną, której piasta jest żeliwna natomiast ramiona odkute i przy-mocowane są do niej. Ramiona te są stożkowe

i posiadają na końcu rączki zgrubienia, aby ręka się nie zsuwała. Rączki te mogą mieć kształt rozmaity. Często używa się takich, jakie są przedstawiane na rys. 19 litera A i B.

Ramię A zakończone jest rączką namoletowaną, B w postaci galki.

Można również nadać ramionom pewne pochylenie, jak to przedstawiono na rys. 20.

Typ korby przedstawiony na rys. 21 pozwala na szybki obrót. Rączkę umieszcza się na końcu dźwigni litery D, bądź też na pewnej odległości od tego końca F. Takie umieszczenie rączki pozwala na obrót obydwoma rękami, przyczem jedna ręka nie przeszkadza drugiej. Na rys. 22 mamy przedstawione rozmaite rączki i ich zamocowanie. Rączki te używa się przy korbce opisanej wyżej.

Na rysunku 23 mamy korbkę, która składa się z piasty żeliwnej i z czterech ramion wkrębowanych do niej pod kątem. Rys. 24 przedstawia korbkę z ramionami przymocowanymi promieniowo, używaną w dużych wiertarkach. Ramiona tej korby są włożone w odpowiednie otwory piasty i zaklinowane za pomocą kołków stożkowych.

Na rys. 25-A mamy korbkę w kształcie kółka, do którego przymocowane są cztery rączki. Korbka przedstawiona na rys. 25-B różni się od poprzedniej tem, że posiada tylko jedną rączkę umieszczoną prostopadle do płaszczyzny koła.

Wszystkie wyżej opisane korby służą do pełnych obrotów, lecz mamy cały szereg korbek, zwanych zwykle kleszczami, które służą tylko do części obrotów.

Na rys. 26 mamy przedstawiony tego rodzaju klucz, składający się z cylindrycznej główki i przymocowanego do niej ramienia, które jest jednocześnie rączką.

Typ klucza odkutego z jednego kawałka z nagwintowanym otworem przedstawiony jest na rys. 27. Na rys. 28 i 29 mamy klucze, których ramiona zakończone są galkami. Kluczy tych używa się w wypadkach, gdy mamy bardzo krótkie ruchy, np. przez pokręcenie takim kluczem łączymy nakrętkę ze śrubą pociągową, przez co powodujemy przesuw.

Rys. 30 i 31 przedstawia klucze podobne do poprzednich pierwszy z nich jest jednolity, w drugim rączka wpuszczona jest w otwór piasty i przyśrubowana śrubką.

Na rys. 32 i 33 mamy klucze o podwójnych ramionach, zakończonych galkami. Zamiast tego rodzaju kluczy używa się często kołowej korbki, przedstawionej na rys. 34. Cała ta korbka jest odlana z żeliwa.

W. C.-L.

## SPAWANIE I ŁĄCZENIE METALI.

### Luty miękie.

Lutem używanym zwykle do lutowania różnych metali jest stop, składający się z cyny i z ołowiu. Te dwa składniki mogą wchodzić do stopu w różnych proporcjach i zależnie od tego lut będzie posiadał odmienne własności.

Wybór lutu zależy przede wszystkim od jego powinowactwa chemicznego, jakie wykazuje w stosunku do lutowanych metali. Punkt topliwości stopu

cyna-olów jest zawsze niższy, niż każdego ze składników z osobna. Najniższy punkt topliwości posiada oczywiście stop o składzie eutektycznym. Temperatura topnienia eutektyki wynosi mianowicie 199<sup>o</sup>C. Przez dodanie do tego stopu pewnych metali, można ten punkt topliwości obniżyć, jednakże obniżenie w ten sposób temperatury wpływa ujemnie na niektóre własności stopu.

Różne gatunki lutów, znajdujących się w handlu zawierają właśnie takie zanieczyszczenia i przez to zwykle są nieodpowiednie do lutowania. Zanieczyszczenia takie powodują przede wszystkim kruchość stopu, a następnie zmniejszają jego płynność oraz zmieniają przewodnictwo elektryczne.

Stop eutektyczny zawiera 34% ołowiu i 63% cyny. Przy ogrzewaniu lutu o takim składzie, przechodzi on od razu ze stanu stałego w ciekły. Przy ogrzewaniu natomiast lutu o innym składzie niż eutektyczny przejście do stanu ciekłego poprzedzi stan półpłynny. Stop wtedy staje się plastyczny. To samo, tylko w odwrotnym porządku dzieje się przy oziębianiu stopu.

Zjawisko to tłumaczy się tem, że podczas stygnięcia twardnieje najpierw nadmiar metalu czystego, jako posiadający wyższy punkt topliwości, a dopiero później eutektyka. Kawalki zakrzepłego metalu są zawieszony w miękiej jeszcze eutektyce, która krzepnie ostatnia, gdyż posiada, jak wiadomo, najniższy punkt topliwości. Podobnie przy ogrzewaniu lutu, topnieje najpierw eutektyka, a dopiero później następuje rozpuszczanie się całego stopu.

Gdy mamy np. lut o składzie 50% cyny i tyleż ołowiu, to 21% tego stopu przypadnie na czysty ołów, zaś reszta t. j. 29% ołowiu oraz 50% cyny utworzy stop eutektyczny.

Wadą lutów, znajdujących się w handlu jest to, że nie są one stopami eutektycznymi. Ich skład zależny jest od rodzaju metalu, jaki będzie lutowany. Duży procent cyny, zawarty w lucie, czyni go twardym i łatwo pękającym, nie pozbawiając go jednak giętkości, zaś duża zawartość ołowiu obniża nieco wytrzymałość na rozciąganie, lecz wzamian zwiększa w dużym stopniu wytrzymałość na zginanie. Najbardziej używane dzisiaj luty zawierają ołowiu i cyny odpowiednio 40 i 60, 45 i 55 oraz 50 i 50. Metale łączone należycie wchodzi w reakcję z lutem cyna-olów, tworząc w miejscu połączenia nowy stop.

Z tego właśnie powodu jednym z głównych czynników, wywierającym wpływ na szybkość i łatwość lutowania, jest rozpuszczalność metalu spawanego w stopie cyna-olów. Drugim ważnym czynnikiem, wywierającym wpływ na przebieg lutowania jest obecność warstwy metalowej, pokrywającej metal spawany. Inaczej na przykład będzie reagowało na lutowanie danym lutem żelazo, a inaczej żelazo pokryte rdzą. Wreszcie trzecim, również ważnym czynnikiem, jest przewodnictwo cieplne metalu, który lutujemy. W tym wypadku oprócz właściwego przewodnictwa należy brać pod uwagę masę i wielkość przedmiotów lutowanych.

Do warstw, pokrywających czysty metal, które utrudniają lutowanie należy zaliczyć nie tylko tlenki, które zawsze, wskutek utleniania się metalu, znajdują się na jego powierzchni, lecz również siarczany i węglany, oraz ciała organiczne, jak żywica, lakiery, tłuszcze, pokost i t. d. A więc przy luto-

waniu należy zwracać baczną uwagę na wszystkie trzy wskazane wyżej czynniki.

Niżej podajemy szereg ważniejszych metali w porządku ich rozpuszczalności w stopach cyna-ołów, a więc: miedź, brąz, mosiądz, nowe srebro, cynk, kadm, żelazo, stal, żeliwo, nikiel, chrom, aluminium. A zatem widzimy, że najłatwiej rozpuszcza się w lucie cyna-ołów miedź, najtrudniej aluminium. Gdybyśmy teraz wypisali te metale w kolejności zależnej od przewodnictwa cieplnego: to miedź zajęłaby znowu pierwsze miejsce, miedź bowiem posiada największe przewodnictwo cieplne z pośród wymienionych metali.

Te dwie własności: łatwa rozpuszczalność i duże przewodnictwo cieplne sprawiają, że miedź jest metalem stosunkowo dość trudnym do lutowania, szczególnie w wypadku dużej powierzchni przedmiotu spawanego.

Uszeregowanie metali w zależności od ich przewodnictwa cieplnego będzie się przedstawiało w następujący sposób: miedź, stopy miedzi, aluminium, cynk, nikiel, kadm, żelazo, cyna, stal, żelazo lane, ołów. A zatem największe przewodnictwo cieplne posiada miedź, najmniejsze — ołów.

Gdy więc mamy spoić 2 kawałki miedzi lub 2 kawałki stali tej samej wagi i kształtu, to aby utrzymać lut w odpowiedniej temperaturze, trzeba przy spajaniu kawałków miedzi więcej ciepła, niż przy lutowaniu takich samych kawałków ze stali, gdyż w pierwszym wypadku więcej ciepła zostanie pochłonięte przez metal spawany, niż w drugim.

I tem się właśnie tłumaczy trudność lutowania wszelkich naczyń miedzianych. Mamy tu bowiem do czynienia z dużym stosunkowo powierzchniami, a więc z dużym rozpraszaniem się ciepła.

Z tego również powodu należy wykonywać narzędzie służące do lutowania z metalu o dużym przewodnictwie cieplnym, a więc z miedzi.

Przy wyrobie więc wszelkich naczyń miedzianych należy zwracać uwagę, aby wymiary ich były jaknajmniejsze. To samo można powiedzieć o przewodnikach elektrycznych z miedzi. Często przewodniki te daje się o wiele grubsze niżby to wynikało z warunków elektrotechnicznych, czy też wytrzymałościowych.

Używanie za dużych przewodników bez potrzeby, poza zwiększeniem kosztów materiału, zwiększa zbytecznie koszt przy spawaniu tych drutów, gdyż duża ilość ciepła nie jest pochłaniana przez lut a rozchodzi się po przewodniku. W takim więc wypadku nie tylko, że zużywa się więcej ciepła, ale również zwiększa się czas trwania operacji spawania.

Gdy mamy np. łączniki używane przy aparatach radjowych (rys. 1) to często robi się je w kształcie przedstawionym na rys. 1 lit. A. Kształt ten jest nieprawidłowy, gdyż szyjka jest niepotrzebnie szeroka. Najlepszym kształtem takiego łącznika będzie taki, jaki przedstawiono na rys. 1 lit. B. Tutaj szyjka jest zwężona. Ze względów wytrzymałościowych nie stanowi to wady, gdy zaś chodzi o przylutowanie drutu do ucha P tego kształtu łącznika, to zyskujemy dużo na cieple podczas lutowania.

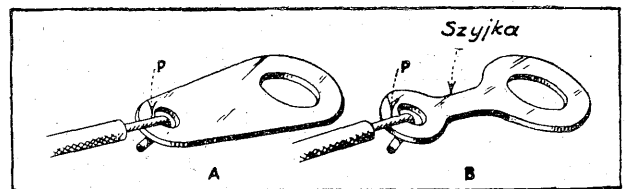
Gdy mamy lutować metal, pokryty zapomocą elektrolizy innym metalem, to lutując go miękkim lutem nie możemy mieć pewności czy spojenie będzie dostateczne.

Może zająć wypadek, że nie połączy się z lutem metal podstawowy, a tylko pokrywająca go warstwa, która jako łuskowata może odpaść i spojenie się rozłączy.

Jedynie metale pokryte kadmem mogą być lutowane stopem cyna-ołów, gdyż warstwa kadmu z powodu swej niskiej temperatury topliwości rozpuszcza się bardzo szybko w lucie i lutowanie odbywa się w dalszym ciągu tak, jakby powierzchnie lutowanych metali były czyste. A więc stalową blachę pokrytą kadmem lutuje się z taką samą łatwością, jak i tę samą blachę czystą. Inaczej rzecz się ma gdy blacha stalowa pokryta jest chromem lub niklem. W tym wypadku lutowanie miękkim lutem staje się prawie niemożliwym.

Pokrycie blachy stalowej cyną, lub cynkiem na gorąco, a nie przez elektrolizę jest przy lutowaniu miękkim lutem czynnikiem pomocnym.

Gdy mamy lutować metal pokryty elektrolitycznie innym metalem, to w wielu wypadkach oplot się nawet zdjąć warstwę pokrywającą, aby otrzymać dobre wyniki lutowania.



Rys. 1. Wadliwy i prawidłowy kształt łącznika radjowego z punktu widzenia lutowania.

Zdjęcie warstwy elektrolitycznej można uskutecznić bądź mechanicznie: przez szlifowanie lub zeszlifowanie, bądź też chemicznie, rozpuszczając tę warstwę w kwasie.

Jak wiadomo, lutowanie odbywa się w ten sposób, że nagrzewanie lutu oraz metalu lutowanego odbywa się za pośrednictwem nagrzanego kolby miedzianej. Przy takim sposobie lutowania dużo ciepła zawartego w przyrządzie (kolbie) zostaje pochłaniane i rozpraszane przez lutowany metal i w rezultacie może tego ciepła zabraknąć do osiągnięcia odpowiedniej temperatury.

Zaradzić temu można w ten sposób, że nagrzewa się oddzielnie przedmiot lutowany i przez to niejako nasyca go się ciepłem.

Do tego celu najlepiej jest używać jakiegoś palnika, gdyż można wtedy kierować płomieniem na dowolny punkt przedmiotu.

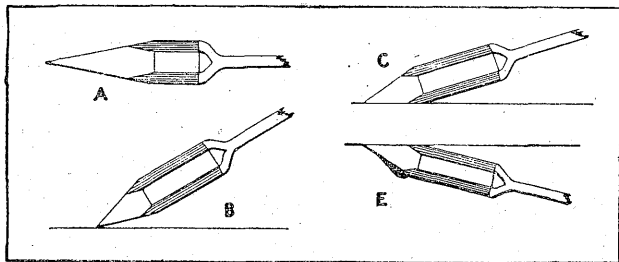
Takie rozwiązanie kwestji posiada jednak tę wadę, iż przy ogrzewaniu przedmiotu lutowanego trudno jest skoncentrować płomień tylko na żądanym miejscu. Może zająć łatwo wypadek uszkodzenia takiego przedmiotu przez rozgrzanie go w miejscu nieodpowiednim.

Jednakże i temu można zaradzić w mniejszej, lub większej mierze przez użycie odpowiednich uchwytów i tarcz osłaniających. Trudności napotyka się w tym wypadku przy konstruowaniu tych przyrządów pomocniczych.

Trzeba posiadać dużą wprawę w lutowaniu, aby nie spowodować utlenienia lub nawęglenia lutowanego przedmiotu szczególnie wtedy, gdy jako topnika używa się żywicy, która tylko z trudnością

może rozpuścić warstwę utlenioną lub nawęgloną. Aby rezultaty lutowania były jaknajlepsze oraz aby ustrzec się od innych niepożądanych skutków należy przyjąć za zasadę, że nie trzeba kierować płomienia wprost na powierzchnię lutowaną.

Typ kolb używanych zwykle do lutowania, a składających się z główki miedzianej osadzonej na zalany pręcie nie jest dobry. Kolby takie są niejako pośrednikami przy dostarczeniu ciepła powierzchni lutowanym. Pochłaniają ciepło podczas ich nagrzewania w jakimś piecu i oddają go potem powierzchni lutowanej. Ujemnymi stronami tych przyrządów są: strata czasu spowodowana częstym zmienianiem kolb, gdyż jedna zawiera stosunkowo mało ciepła i szybko stygnie, a poza to użycie takiej kolby ma tę niewygodę, że robotnik musi mieć stale jedną rękę zajęta trzymaniem jej. Aby uniknąć częstych zmian kolby, można nagrzewać takie narzędzie bez przerwy palnikiem gazowym w czasie operacji lutowania.



Rys. 2. Wadliwa i prawidłowa budowa kolby lutowniczej.

Uskutecznić to można w ten sposób, że kolbę do lutowania wykonywamy w formie sztabki miedzianej, osadzonej w odpowiednim uchwycie, której jeden koniec nagrzewany jest zapomocą palnika gazowego. Dzięki dobremu przewodnictwu cieplnemu miedzianej sztabki ciepło przenosi się za jej pośrednictwem i ogrzewa żądaną powierzchnię. Oczywiście drugi koniec sztabki musi stykać się z tą powierzchnią.

Taki sposób lutowania poza tem, że pozwala przeprowadzić operację lutowania bez straty czasu na zmianę kolb ma jeszcze i tę dobrą stronę, że pozostawia pracującemu przy tej operacji obie ręce wolne.

Lutowanie, opisane wyżej, może się odbywać jeszcze i w ten sposób, że zamiast jednej, umieszcza się na odpowiedniej główicy jednocześnie kilka kolb. Główica taka poruszana jest zapomocą nożnego pedału i cały ten przyrząd musi posiadać uchwyty do trzymywania lutowanych przedmiotów. Kilka kolb jednocześnie używa się zwykle wtedy gdy wymagana jest do lutowania duża ilość ciepła oraz gdy chcemy zużyć na tę operację jaknajmniej czasu; lutowanie bowiem w takim wypadku jedną kolbą będzie trwało dłużej, niż kilkoma, uwzględniając nawet i tę okoliczność, że na nagrzanie kilku kolb trzeba więcej czasu niż na nagrzanie jednej. Nagrzanie do odpowiedniej temperatury czterech kolb trwa stosunkowo niewiele dłużej niż nagrzanie do tej samej temperatury tylko jednej kolby.

Ogrzewanie kolb można uskutecznić zapomocą prądu elektrycznego. Stosuje się zwykle dwa sposoby. Pierwszy sposób polega na tej samej zasa-

dzie, na której budowane są elektryczne grzejniki (żelazka do prasowania, czajniki do gotowania wody i t. p.). Sposób drugi polega na zastosowaniu elektrod węglowych, które wywołują duży opór elektryczny. Zarówno elektroda dodatnia, jak i ujemna muszą w czasie lutowania stykać się z przedmiotem lutowanym.

Jedną z ujemnych stron pierwszego sposobu jest ta, że izolacja, która chroni przewodnik oporowy od krótkiego spięcia, jest jednocześnie złym przewodnikiem ciepła. Stanowi to dużą przeszkodę przy przeniesieniu się tego ciepła z przyrządu lutowniczego na lutowany przedmiot. Dlatego też metodę pierwszą stosuje się tylko w tych wypadkach, gdy wymagana jest wielka czystość i dokładność wykonania.

Rozpatrując wszystkie wady i zalety ogrzewania narzędzia lutowniczego zapomocą prądu elektrycznego oraz bezpośrednio w ogniu, można stwierdzić, że ten ostatni sposób jest jednak lepszy.

Aby lutowanie odbywało się prawidłowo, zużywając jednocześnie jaknajmniej ciepła i czasu, należy przestrzegać przede wszystkim jednego warunku: warunkiem tym jest, aby dla danej roboty dobrany był odpowiedni typ kolby, oraz by kolba ta miała dostateczną pojemność cieplną. Poza to, jak to już było wspomniane, dużą rolę gra stopień przewodnictwa cieplnego materiału, który ma być lutowany.

Znacznie lepsze rezultaty lutowania otrzymuje się przy użyciu ciężkiego przyrządu do lekkiego przedmiotu, niż odwrotnie. Tylko wtedy możemy być pewni dobrego zlutowania dwóch przedmiotów, gdy powierzchnie ich, które mają być złączone, są nagrzane w takim stopniu, że położony na jednej z nich kawałek lutu topi się pod działaniem ciepła zawartego tylko w tym przedmiocie. Nie możemy np. używać małej kolby do lutowania dużego przedmiotu miedzianego. Dobierając narzędzie oraz palnik, musimy brać pod uwagę przewodnictwo przedmiotu lutowanego, oraz jego wymiary i pojemność cieplną.

Wielkość kolby jest jednym z czynników, lecz nie jedynym. Ważną rzeczą jest jej kształt. Kolba A przedstawiona na rys. 2, o długim i cienkim końcu nie będzie mogła oddać z dostateczną szybkością takiej ilości ciepła, by pokonać promieniowanie powierzchni lutowanej. Przy powolnym oddawaniu ciepła cała jego ilość zostanie od razu wypromieniowana z powierzchni lutowanej i ta ostatnia nie zdoła się rozgrzać dostatecznie.

Kolba B na tymże rysunku jest cięższa i posiada grubszy koniec, a zatem lepsza jest od poprzedniej. Położenie tej kolby w stosunku do płaszczyzny przedmiotu lutowanego jest wadliwe, gdyż przy takim ustawieniu tworzy się za mała powierzchnia styku między kolbą a przedmiotem, co utrudnia w wielkim stopniu przejście ciepła. W jaki sposób należy umieścić kolbę by ciepło mogło jaknajszybciej przejść z tej kolby na przedmiot przedstawia rys. 2 lit. C.

W związku z tem, konstruktor projektując dany przedmiot musi pamiętać o tem, by miejsce przeznaczone do lutowania było dostępne, aby można było swobodnie manipulować przyrządem lutowniczym i ustawiać go w najodpowiedniejszy sposób.



Tylko przy zachowaniu tego warunku można się spodziewać należytego wykonania lutowania.

Często popełnianym błędem jest lutowanie powierzchni położonej pionowo. W tym wypadku lut będzie spływał i nie osiągniemy nigdy należytego rezultatu. To samo można powiedzieć o lutowaniu powierzchni poziomej od spodu (rys. 2 lit. E). I tutaj również lut nie będzie się trzymał na lutowanej powierzchni, a spłynie po przyrządzie. Poza niewygodnym położeniu w tym wypadku przedmiotu lutowanego, wchodzi tutaj jeszcze w grę przewodnictwo cieplne.

Jak wiadomo, niema w rzeczywistości powierzchni idealnie gładkich. Roztopiony lut wypełnia na chropowatej powierzchni wszystkie wgłębienia i przez to podnosi jej przewodnictwo cieplne. Jasną jest rzeczą, że gdy będziemy nakładali lut na powierzchnię poziomą od spodu, lut ten nie będzie mógł wypełnić nierówności, przez co przewodnictwo cieplne przedmiotu będzie gorsze. Należy więc zawsze starać się, by powierzchnia lutowana miała położenie poziome i lut nakładany był zgóry.

Innym ważnym czynnikiem jest ten, by powierzchnia styku narzędzia z przedmiotem była zawsze pokryta dostateczną ilością lutu. Gdy lutu tego jest za mało i gdy się on spali, wytwarzając tlenki, następuje gorsze przewodzenie ciepła, gdyż tlenki te posiadają mniejsze przewodnictwo cieplne. Prócz tego wytworzenie się tlenków powoduje mniejszą plastyczność lutu, dzięki czemu lut gorzej rozlewa się na przedmiocie, a więc zmniejsza się powierzchnia styku t. j. powierzchnia bezpośredniego przechodzenia ciepła.

Kolba po dłuższym użyciu pokrywa się tlenkami, które trzeba usunąć. Oczyszczenie kolby najlepiej uskutecznić przez spiłowanie jej powierzchni pilnikiem.

Jako topnika używa się przy lutowaniu miękim lutem smoły. Używanie salmiaku nie jest wskazane, szczególnie przy lutowaniu przedmiotów delikatnych, gdyż może zachodzić obawa, że salmiak będzie działał niszcząco na materiał tego przedmiotu. Koniec kolby, który styka się bezpośrednio z lutowanym przedmiotem, zrobiony jest z miedzi. Dzięki temu, ta część narzędzia narażona jest na niszczące działanie różnych czynników.

Jednym z takich czynników jest szybkie utlenianie się miedzi wskutek częstego nagrzewania i studzenia na powietrzu. Wytworzona w ten sposób warstwa tlenków odpada, a więc przyrząd zużywa się stosunkowo szybko.

Innym, niemniej ważnym czynnikiem, niszczącym miedzianą część kolby, jest wyżeranie jej powierzchni spowodowane rozpuszczalnością miedzi w stopie cyna-ołów. Działanie to jest do tego stopnia szkodliwe, że często trzeba na nowo przekuć kolbę, by mogła służyć do dalszego użytku. Oczywiście po przekuciu należy koniec spiłować pilnikiem lub zeszlifować.

Topniki, których używa się przy lutowaniu służą nie tylko do czyszczenia powierzchni przedmiotu lutowanego, lub narzędzia, od wytworzonych tlenków, lecz również rozpuszczają tlenki, które mogą się wytworzyć z utlenienia samego lutu.

Jednym z bardzo ważnych warunków otrzymania dobrego rezultatu lutowania jest wybór odpowiedniego topnika. Zadaniem topnika bowiem, jest rozpuszczanie tlenków, które tworzą się na powierzchni

bądź przedmiotu lutowanego, bądź na powierzchni narzędzia, bądź też na samym lucie.

Wszystkie topniki można uszeregować w zależności od szybkości ich działania, a więc od kwasów bardzo słabych. Im słabszy kwas, tem, oczywiście, proces rozpuszczalności tlenków jest wolniejszy, a więc i powolniejsze lutowanie.

Aby zwiększyć w dużym stopniu szybkość lutowania, zaczęto stosować jako topniki bardzo silne kwasy, które potem neutralizowano działaniem topników alkalicznych. Okazało się to niepraktyczne, gdyż wytworzone przy tem działaniu ciało pochłania wilgoć, a pozatem silny kwas wyżera metal, pozostawiając niegładką powierzchnię.

Ujemny wpływ użycia bardzo silnego kwasu daje się odczuć szczególnie przy lutowaniu elektrycznym.

Najposolitszym kwaśnym topnikiem jest roztwór chlorku cynku, otrzymany przez rozpuszczenie metalicznego cynku w kwasie solnym. Wolny kwas, który tworzy się przez hydrolizę, gdy w roztworze znajduje się chlorek (np. przy użyciu chlorku cynku), jest właśnie tym czynnikiem, który rozpuszcza metaliczne tlenki. Jedne z chlorków są mniej, inne bardziej higroskopijne i te ostatnie, pochłaniają wilgoć atmosferyczną i przez to powodują wyżeranie metalu.

Aby zapobiec wyżeraniu metalu przez kwasy próbowano pokrywać powierzchnię tego metalu specjalnie spreparowaną do tego celu pastą. Pasta ta składa się z mieszaniny organicznego tłuszczu lub wosku z mocnym chlorkowym topnikiem. Próby te nie dały pozytywnych wyników, gdyż warstwa tłuszczu chroni tylko powierzchnię przed działaniem powietrza, a reakcja nagryzania może odbywać się również bez dostępu powietrza. Pozatem pokrywanie metalu taką tłustą pastą ma i tę wadę, że pomaga do zbierania się kurzu na powierzchni metalu. Można coprawda zmywać ten tłuszcz alkoholem, lecz niema przytem pewności, że zmycie będzie dokładne. Przy zmywaniu chlorków czystą wodą należy używać tej wody w dużej ilości, gdyż w wypadku przeciwnym, woda nasycy się chlorkami i przestaje spełniać swe zadanie.

Smoła, której używa się jako topnik, jest ciałem organicznym, zawierającym kwas objętywny. Otrzymuje się smołę, jak wiadomo, jako produkt drugorzędny przy dystalacji terpentyny. Smoła poddana na powietrzu przez dłuższy czas działaniu światła zmienia swą budowę i skład chemiczny. Działanie tych czynników może zmienić w pewnym stopniu własności topnikowe smoły. Z pośród wielu gatunków smoły parę zaledwie jest odpowiednich na topniki przy lutowaniu. Ponieważ kwas wchodzący w skład smoły jest kwasem słabym, oraz ponieważ w temperaturze pokojowej jest ona ciałem stałym, przeto nie działa niszcząco na powierzchnię metalu.

Przy lutowaniu różnych drobnych aparatów jak np. odbiorników radiowych, smoła jest jedynym używanym topnikiem. Użycie smoły w charakterze topnika jest ograniczone wysokością temperatury w jakiej odbywa się proces lutowania. W wysokich temperaturach bowiem smoła rozkłada się. I dlatego nakłada się ją na kolbę lutowniczą, lecz bezpośrednio na powierzchnię przedmiotu lutowanego, który posiada niższą temperaturę niż narzędzie. Po nałożeniu lutu i topnika na powierzchnię lu-

towaną, gdy oba te ciała już się rozpuszczą nie należy poruszać kolbą, aż dopóki lut nie rozplynie się po całej powierzchni. Przenoszenie lutu na powierzchnię lutowaną zapomocą kolby jest niecelowe. Ponieważ smoła szybciej łączy się z miedzią niż z niklem, przeto czas trwania lutowania przedmiotów niklowanych będzie dłuższy niż miedzianych. To samo można powiedzieć o blasze pokrytej cyną. Blacha pokryta cyną zapomocą elektrolizy będzie trudniejsza do lutowania niż blacha pokryta cyną na gorąco.

Mechaniczne własności części lutowanych zależą nie tyle od lutu, ile od wykonania lutowania. Ważną rzeczą jest zwracanie uwagi na to, by podczas lutowania w momencie krytycznym t. j. gdy lut zaczyna łączyć się z metalem spawanym i przechodzi ze stanu płynnego w stały, ani narzędzie, ani przedmiot nie były poruszone. Najmniejsze choćby drżenie bądź powierzchni lutowanej bądź też narzędzia wywołuje pęknięcia, które z początku są niewidoczne lecz gdy taki przedmiot będzie poddany działaniu jakichś sił, to pęknięcie te ukażą się odrazu. I dlatego wskazane jest używanie uchwytów.

Najczęściej wszelkie nieudane operacje lutowania są spowodowane nietyle użyciem nieodpowiednich lutów, ile nieprzebraniem tych kilku najważniejszych warunków, a w szczególności ostatniego, dotyczącego zupełnej nieruchomości narzędzia i przedmiotu podczas lutowania. *W. C. - L.*

## METALOZNAWSTWO.

### Klasyfikacja szarego surowca.

Nazwa „szary surowiec” obejmuje cały szereg stopów, w których skład wchodzi, jako składniki główne: żelazo, węgiel i krzem, oraz pozatem nieznaczne stonkowo ilości innych metali i metaloidów.

Wszystkie odmiany tego stopu zawierają w stanie stałym grafit obok perlitu lub ferrytu lub też jeden i drugi.

Szarym surowcem nazywa się stop żelazo-węgiel, zawierający węgla we wszystkich postaciach łącznie 2,5 do 3,75% oraz krzemu od 0,5 do 3,00%.

Takie określenie jest bardzo ogólne, gdyż stop, określony w ten sposób, jako szary surowiec, posiada bardzo rozciągnięte granice swych własności.

Gdy np. weźmiemy pod uwagę wytrzymałość na rozzerwanie dla tak określonego stopu, to przekonamy się, że wielkość jej waha się w granicach od 1400 kg/cm<sup>2</sup> do 4200 kg/cm<sup>2</sup>. Podobnie rzecz się ma z twardością, mianowicie wynosi ona od 100 do 240 jednostek Brinella.

Z tego widać, że należałoby stop, znany pod nazwą „szary surowiec” rozklasyfikować na kilka gatunków. Podział na grupy może być zrobiony w zależności od różnych czynników. Najważniejsze czynniki, które należałoby wziąć pod uwagę są:

1. Skład chemiczny stopu.
2. Struktura stopu.
3. Proces topienia i krzepnięcia.

Przeprowadzenie klasyfikacji szarego surowca nie jest rzeczą tak trudną jakby się wydawało na pierwszy rzut oka. Jak wspomniano wyżej, szary surowiec jest to stop węgla, żelaza i krzemu, który zawiera pozatem fosfor, mangan i siarkę.

Poza temi składnikami szary surowiec może zawierać pewną ilość niklu i chromu. Te ostatnie metale dodaje się w wypadku, gdy do stopu przedostaje się z rudy tytan, miedź, oraz rozpuszczające się, lub w formie pęcherzyków, gazy.

Głównymi metalograficznymi składnikami szarego żeliwa są: perlit, ferryt i grafit. I dlatego zawartość węgla w stopie posiada duży wpływ na własności fizyczne i mechaniczne stopu.

Gdy weźmiemy pod uwagę jakiś szary surowiec, otrzymamy w określonym ściśle procesie topienia i daną zawartością węgla, to względne ilości perlitu, ferrytu i grafitu można zmieniać przez dodawanie do tego stopu krzemu. Pozatem krzem wywiera wpływ na punkt topliwości oraz na przemiany w stanie stałym, a wobec tego wpływa na wydzielanie się grafitu.

Również ważnym składnikiem jest fosfor. Wywiera on duży wpływ na płynność stopu, a pozatem zmniejsza jego elastyczność i powoduje kruchość stopu. Mangan i siarka w ilościach, spotykanych zwykle nie wywierają większego wpływu na własności stopu, a zatem zawartości tych składników można nie brać pod uwagę przy klasyfikowaniu szarego surowca.

Jednak nie należy uważać, że składniki te są obojętne pod względem wpływu na stop, gdyż ilość tych składników wpływa w dość znacznym stopniu na wydzielenie się grafitu, wpływ ten jednak uwidacznia się głównie wtedy, gdy stop jest w stanie bliskim krzepnięcia.

Zachodzą jednak wypadki, zależnie od przeznaczenia stopu, że zawartość tych ostatnich składników należy brać pod uwagę.

Jakość stopu zależy również w danym stopniu od tego czy proces topienia odbywał się w kopolaku czy też w wielkim piecu.

Wiadomo, że gdy początkowa temperatura topienia jest bardzo wysoka, następuje podczas studzenia powolniejsze wydzielanie się grafitu.

Jednak, gdy jeszcze zwiększyć tą temperaturę może nastąpić zjawisko przeciwne.

Stop otrzymany z tygla będzie się różnił od stopu otrzymanego z kopolaku. Ten ostatni może być również rozmaity, zależnie od tego, czy kopolak pracował prawidłowo, czy też nie.

Następnym czynnikiem, który należy brać pod uwagę przy klasyfikowaniu szarego surowca, jest proces stygnięcia, począwszy od wielkiego pieca, aż do całkowitego zastygnięcia do temperatury otoczenia.

Od szybkości stygnięcia zależy w dużym stopniu ilość wydzielonego grafitu. Stygnięcie tutaj należy brać od temperatury płynnego metalu do temperatury zupełnego skrzepnięcia, która bywa często niższa od eutektoidalnej.

Szybkość stygnięcia i składniki stopu są to najważniejsze czynniki wpływające na własności stopu.

Szybkość ta jest funkcją krzywolinią nie łatwą do wyrażenia w prosty sposób. Zależy ona bowiem od wielu czynników. Najważniejszymi z nich są:

1. Temperatura początkowa krzepnięcia, która może zgadzać się lub nie z temperaturą topliwości.
2. Temperatura końcowa krzepnięcia.
3. Ciepło właściwe stopu we wszystkich punktach krzywej stygnięcia.

4. Objętość stygnącego stopu.
5. Powierzchnia stygnięcia stopu.
6. Szybkość stygnięcia wewnątrz stopu oraz szybkość stygnięcia formy.
7. Przewodnictwo cieplne formy.
8. Szybkość wlewania stopu do formy.
9. Ilość ciepła, utajonego w stopie.
10. Czynniki mechaniczne.

Jest rzeczą oczywistą, że przy starannie przeprowadzonym procesie, począwszy od wielkiego pieca do gotowego odlewu, wyżej wymienione czynniki mogą być stałe, lub conajwyżej wahać się w małych granicach.

W procesie stygnięcia najważniejszym bodajże czynnikiem jest stosunek powierzchni stygnięcia metalu do jego objętości, wyrażający dobrze znany fakt w tym procesie, że czas stygnięcia jest proporcjonalny do powierzchni.

Początkowa temperatura krzepnięcia zależy, między innymi, od przebiegu procesu topienia oraz od tego w jakim w jakim stopniu się to odbywało. Temperaturę początkową krzepnięcia można uważać za temperaturę stopu wlewane do formy.

Można ją oczywiście zmniejszyć. Temperaturę krzepnięcia końcową możemy uważać za stałą.

Co się tyczy ciepła właściwego wszystkich gatunków szarego żeliwa to wielkość jego ulega niewielkim stosunkowo zmianom.

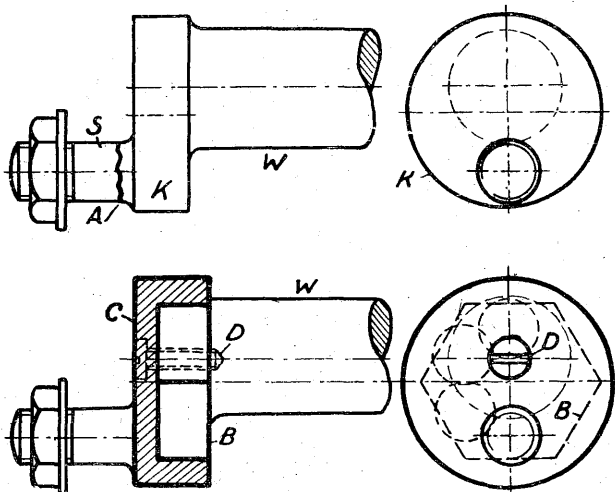
O wpływie kształtu i obróbki na klasyfikację szarego żeliwa mówić tutaj nie będziemy, gdyż rzeczy te są dobrze znane i wielokrotnie omawiane.

W. C.-L.

## NAPRAWY.

### Naprawa czopa korbowego.

Na załączonym rysunku mamy pokazany wałek *W*, zakończony czopem korbowym *S*. Może zająć wypadek, że czop ten zostanie ułamany, jak to wskazuje litera *A*. Aby całego wału nie zastępować nowym, można sobie poradzić w następujący sposób.



Rys. 1. Sposób naprawiania czopa korbowego.

Kołnierz *K*, który posiadał poprzednio kształt kołowy, frezujemy, nadając mu kształt prawidłowego sześcioboku *B*.

Robimy następnie nasadę *C*, frezując w niej wycięcie sześcioboczne, tak, żeby po nałożeniu na

frezowany kołnierz *B*, te dwie części dokładnie do siebie pasowały. Przykręcamy następnie tę nasadę *C* do kołnierza *B* śrubą *D*.

W ten sposób nowy czop korbowy stanowić będzie jedną całość z kołnierzem. Wadą takiej konstrukcji jest jej mniejsza sztywność. Sztywność ta jest jednak zupełnie wystarczająca, aby otrzymać prawidłowe działanie maszyny.

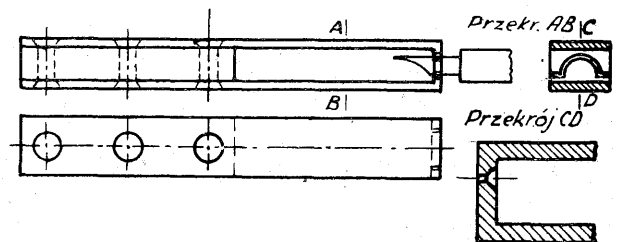
Zaletą natomiast takiej konstrukcji jest to, że gdy wałek *W* robi tylko część obrotu, to czop może oddalać się lub przybliżać w stosunku do jakiejś stałej części maszyny o cztery różne odległości, zależnie od umocowania go na sześciokątnym kołnierzu wałka *W* podczas, gdy poprzednio odległość ta była dla pewnej części obrotu tego wałka zawsze jednakową.

W. C.-L.

## PRZYBORY TECHNICZE I URZĄDZENIA BIUROWE.

### Przyrząd do czyszczenia piórek kreślarskich.

Jednym z ważnych przyrządów kreślarskich jest piórko, przy pomocy którego robi się wszelkie drobne zaokrąglenia, strzałki i t. p.



Rys. 1. Przyrząd do czyszczenia piórek kreślarskich.

Aby piórko w zadowalniający sposób spełniało swą rolę, musi być zawsze czyste, gdyż tylko w tym wypadku tusz będzie służył po nim w odpowiedniej ilości.

Tusz jednak ma tę własność, że szybko zasycha, tworząc na powierzchni piórka warstwę, która utrudnia służywanie nie zaschniętego tuszu.

Zwykle więc kreślarz musi co pewien czas oczyszczać powierzchnię piórka, zeskrobuując przyśchniętą warstwę tłuszczu jakimkolwiek ostrym narzędziem.

Sposób ten pozatem, że nie daje zupełnie czystej powierzchni, jeszcze niszczy delikatny sprężynujący koniec piórka.

Na załączonym rysunku mamy przedstawiony bardzo prosty przyrząd, służący do czyszczenia piórek. Dwie sprężynujące blaszki *A* i *B* umocowane są w pewnej odległości od siebie za pomocą nitów<sup>1)</sup>. Jeden koniec każdej z tych blaszek zgięty jest pod prostym kątem i posiada odpowiednio wycięcia (Patrz przekrój na rysunku). Wycięcia te są tak zrobione, że powstaje szpara takiego kształtu, aby można było włożyć do niej piórko.

<sup>1)</sup> Prócz tego między blaszkami wstawiana jest inna blaszka, spełniająca rolę rozprórki.

Dzięki sprężynowaniu blaszek wymiar tej szpary można zmieniać od pewnego maximum promienia do zera. Aby oczyścić piórko wsuwamy go do szpary, ściskamy blaszki i wyciągamy piórko. W ten sposób zeszkrobuje się dokładnie cała warstwa przyschniętego na powierzchni tego piórka tuszu, a jednocześnie piórko się nie niszczy.

Wadą tego przyrządu jest to, że może on służyć tylko do piórek o takiej samej krzywiźnie. Do piórka o innej krzywiźnie potrzebny jest drugi przyrząd. Jednakże wada ta nie jest tak dotkliwa, gdyż piórka używane przez kreślarzy są znormalizowane.

W. C.—L.

## KRONIKA.

### Co może wytrwałość i solidność pracy.

*Jak powstaje wielki przemysł.* Z drobnego warsztatu, wielkie zakłady „H. Cegielski Sp. Akc.,” jako wzorowy warsztat pracy.

Na zachodzie Europy a przedewszystkiem w Ameryce, cechą charakterystyczną dla zakrojonego dzisiaj na olbrzymią skalę przemysłu, jest przeobrażanie się drobnych, w chwili swego powstania warsztatów pracy, na późniejsze wielkie fabryki, stojące na czele produkcji wszechświatowej. Dzięki precyzyjności pracy i należytych podstawom handlowym, na jakich działalność swą, te drobne początkowo warsztaty pracy opierały, potrafiły wyrobić sobie stały krąg odbiorców, zdobyć ich zaufanie, by następnie starać się o rozszerzenie zakresu swej produkcji, a w dalszym ciągu o powiększenie warsztatu pracy i w rezultacie zapanowanie nad najbliższym

rynkiem zbytu, aby ostatecznie przedostać się na rynki obce. Podobne przeobrażenia drobnych, na wielkie warsztaty pracy, są znane również i w Polsce. Typowym takim przykładem na terenie Wielkopolski są *Zakłady H. Cegielski Sp. Akc. w Poznaniu*, która należy dziś do jednej z większych placówek przemysłowych na tutejszym terenie, i jednej z pierwszych w Polsce, w dziale budowy maszyn.

W r. 1846 profesor gimnazjalny śp. Hipolit Cegielski, zapoczątkował fabrykację maszyn i narzędzi rolniczych. Z warsztatu, który początkowo zatrudniał kilkunastu ludzi i który wyrabiał jedynie plugi, radła i wozy, powstała z biegiem czasu placówka przemysłowa, obejmująca coraz szerszy horyzont produkcji i zajmująca dziś jedno z naczelných miejsc w produkcji krajowej wielkich zakładów przemysłowych. I tak w roku 1854 powstaje na terenie fabryki Cegielskiego pierwsza w Poznaniu odlewnia żelaza, przystosowując temsamem wytwórczość fabryki do wzmagających się wciąż potrzeb rolnictwa. W roku 1886 fabryka rozpoczyna budowę lokomobil oraz wielkich młocarni, kotłów parowych i otwiera dział urządzeń dla gorzelni i krochmalni. Po znacznem rozszerzeniu zakresu produkcji, wreszcie w 1926 r., mimo ciężkiego kryzysu gospodarczego, jaki w okresie tym przechodziło życie gospodarcze kraju, Zakłady Cegielskiego uruchomiły fabrykę parowozów, wyposażoną w jaknajbardziej nowoczesne urządzenia warsztatowe. W końcu zaś r. 1928 rozszerzono dział wagonowy na budowę wagonów osobowych nowoczesnego typu.

Z drobnego warsztatu dziś zakłady Cegielskiego zatrudniają przeszło 4500 robotników i urzędników, posiadając w kapitale akcyjnym i rezerwowym kwotę przeszło 14 mil. złotych.

O żywotności przedsiębiorstwa najlepiej świadczy stały i znaczny wzrost produkcji, której wartość w roku 1929 przekroczyła 43 mil. złotych. W ten sposób Zakłady Cegielskiego stały się jedną z największych placówek przemysłowych w kraju pracując na całym terenie Rzplitej, jak również eksportując swą produkcję na rynki zagraniczne.

## OD REDAKCJI.

*Zawiadamiamy Sz. P. P. Czytelników, że, począwszy od 1-go kwietnia t. j. od drugiego kwartału, prenumerata za „Mechanika” wynosić będzie:*

kwartalnie . . . . . 8 zł.

rocznie . . . . . 30 zł.

Pojedynczy numer w detalicznej sprzedaży kosztować będzie 2 zł. 90 gr.

*Zawsze dążyliśmy do tego, żeby dać naszym Czytelnikom pismo możliwie tanie i dobre. Kierując się tem Redakcja, powiększając objętość numeru, ilość i jakość rysunków i ogarniając coraz to szerszy zakres wytwórczości, nie zmieniała ceny pisma. Obecnie jednak, wskutek dużych zmian, jakie zaszły w ostatnich czasach w warunkach wydawania i niemożności czerpania dochodów z innych źródeł w dostatecznej wysokości, zmuszeni jesteśmy podnieść prenumeratę.*

*Dawne warunki prenumeraty zostaną utrzymane dla tych prenumeratorów, którzy do dn. 1 kwietnia uiszczą opłatę za cały rok, ew. o ile już częściowo prenumeratę opłacili, część pozostałą.*

## SPIS TREŚCI.

Wybór stali na narzędzia tnące, *nap. inż. E. Łączkowski.*  
 Zestawy kołowe taboru kolejowego, *nap. inż. I. Strausfogel.*  
 Gwinciarka systemu „Landis”, *nap. inż. E. Pietraszkiewicz.*  
 Wzory do obliczania sposobem angielsko-amerykańskim kół stożkowych, *nap. M. Tomkówicz.*  
 *Narzędzia.* Głowice frezowe z wtapianymi zębami.  
 *Pomiary warsztatowe.* Konstrukcja kąta metodą graficzną.—  
 Przyrząd do precyzyjnego mierzenia.

*Konstrukcje i obliczenia ogólne.* Sposób graficzny obliczania przekładni epicykloidalnych. — Korbki używane w maszynach.

*Spawanie i łączenie metali.* Luty miękie.

*Metaloznawstwo.* Klasyfikacja szarego żeliwa.

*Naprawy.* Naprawa czopa korbowego.

*Przybory techniczne i urządzenia biurowe.* Przyrząd do czyszczenia piórek kreślarskich.

*Kronika.* Co może wytrwałość i solidność pracy.

Prenumeratę kwartalną: 8 zł. przyjmuje Administracja i Poczta. Kasa Oszczędności na konto № 14.455. Cena zeszytu 2 zł.

**Ceny ogłoszeń w złotych:** 1 strona 200 zł., 1/2 str. 110 zł., 1/4 str. 60 zł., 1/8 str. 30 zł., 1/16 str. 15 zł.

Dopłaty: za pierwszą stronę okładki 100%; za zamówione miejsce na innych stronach 20%. Przy zamówieniach wielokrotnych ogłoszeń bez zmiany tekstu, udziela się następujących zniżek: za 3-krotne ogłoszenie 10%, za 6-krotne 15%, za 12-krotne 20%. Dla poszukujących pracy 20% ustępstwa.

Adres Redakcji i Administracji: Warszawa, ulica Czackiego № 3 (Gmach Stowarzyszenia Techników).

Telefon № 1-47. Redakcja otwarta w środy od godz. 7 do 8 wieczorem.

Wydawca: *Sekcja Warsztatowa Stow. Inż. Mech. Polskich.*

Redaktor odp. inż. Edmund Oska.

Zakład Drukarski Jan Ulasiwicz i Syn. Warszawa, Marszałkowska 49, tel. 35-48.