


MECHANIK

MIESIĘCZNIK TECHNICZNY 

WARSZAWA, UL. CZACKIEGO № 3

WYDAWANY PRZEZ SEKCJĘ WARSZTATOWĄ
STOWARZYSZENIA INŻYNIERÓW
MECHANIKÓW POLSKICH

Starzenie się gumy.

Napisała mg. Marja Schmidtowa.

Treść: Zjawisko starzenia się gumy i czynniki je wywołujące. Oznaki starzenia. Badanie materiałów na starzenie. Naturalne i sztuczne starzenie. Metody zapobiegające starzeniu się gumy. Konserwacja produktów gumowych.

Problemat starzenia się produktów gumowych jest niezmiernie ważnym zagadnieniem technicznym i naukowym. Interesuje on zarówno właściwy przemysł gumowy, jak i odbiorców wyrobów gumowych.

Wielki przemysł gumowy musi z konieczności wnikać w zjawiska starzenia się gumy, aby zwalczając je dać konsumentowi coraz lepszy produkt, a tem samem rozwinąć coraz większą konsumpcję swych wyrobów. Masowy odbiorca wyrobów gumowych również jest zainteresowany celem zwalczaniem tego zjawiska, gdyż od tego zależy zwiększenie użyteczności przedmiotów gumowych.

Pod nazwą starzenia się gumy należy rozumieć cały szereg zjawisk chemicznych i fizycznych, zachodzących w gumie z biegiem czasu. Niektóre z tych zjawisk zachodzą samorzutnie, inne powstają na skutek wpływu warunków zewnętrznych i działanie ich przejawia się nawet wówczas, gdy guma nie była w użyciu.

Oddawna cały szereg badaczy jak Thompson, Stevens, de Vries, Geer i inni starali się wyjaśnić te zjawiska. Następujący schemat przedstawia cały szereg zjawisk i czynników je wywołujących.

TABLICA I.

STARZENIE SIĘ GUMY	
ZJAWISKO	CZYNNIKI DZIAŁAJĄCE
Utlenianie (tlen, ozon) ↑ wtórna reakcja	Ciepło, światło, pochodzenie kauczuku, środki koagulujące, różne chemiczne czynniki.
Depolimeryzacja (światło, promienie aktywne)	Ciepło, mechaniczna obróbka, tlen (katalizator), pochodzenie kauczuku.
Zmiana koloidalna	
Późniejsza postępująca wulkanizacja (siarka wolna)	Ciepło, światło, suche powietrze, nieprawidł. skład mieszanki, nieprawidł. wulkanizacja

1. *Utlenianie.* Tlen daje z kauczukiem związek żywiczny rozpuszczalny w alkoholu i eterze. Ozon tworzy ozonidy, które przechodzą w aldehyd i kwas lewulinowy, rozpuszczalny w wodzie. Dzięki obecności aldehydu lewulinowego można łatwo zbadać jakościowo daną gumę, czy jest już zestarzała, a mianowicie jeżeli przy ogrzewaniu pokrajanej gumy w próbówce z octanem potasowym, drewnienko sosnowe, zwilżone stężonym kwasem solnym zabarwi się od par wydzielających się na kolor wiśniowy, aldehyd lewulinowy jest obecny, czyli zestarzenie się produktu gumowego jest udowodnione.

Następnie tlen tworzy z wolną siarką tlenki i kwasy. Pośrednio przyspieszająco na utlenianie działają następujące czynniki:

a) ciepło — przyjmując, że utlenianie kauczuku jest w przeważającym stopniu reakcją chemiczną należy doń stosować te same prawa czyli, że szybkość utleniania wzrośnie podwójnie jeżeli temperatura podniesie się o $8,3^{\circ}\text{C}$,

b) światło wywołuje depolimeryzację, która ułatwia utlenianie,

c) pochodzenie botaniczne kauczuku — zależnie od gatunku następuje silniejsze lub słabsze utlenianie,

d) środki koagulujące — zależnie od swej jakości działają mniej lub więcej przyspieszająco na utlenianie,

e) związki chemiczne, jak sole miedzi i manganu, kwas siarkowy i t. p. działają również szkodliwie.

2. *Depolimeryzacja* — cząsteczki kauczuku pod wpływem światła rozpadają się na mniejsze, które łatwiej ulegają utlenianiu (poboczne reakcje światła). Depolimeryzacja zachodzi również w nieobecności tlenu i ciepła. Najsilniej działają promienie o krótkiej fali 2250 Å i mniejsze, a więc ultrafioletowe. Szkodliwe jest światło fioletowe, niebieskie i zielone; nieszkodliwe — żółte oranżowe i czerwone. Najszkodliwsze jest światło słoneczne. Światło elektryczne o długości fali ponad 5000 Å nie działa wcale. Czynniki przyspieszające depolimeryzację:

a) ciepło — znaczne zmiany zachodzą dopiero w temp. około 120° ,

b) mechaniczna obróbka niszczy tak zwany „nerw” kauczuku, co pogarsza jego własności fizyczne i wywołuje depolimeryzację,

- c) tlen z powietrza działa tu katalitycznie,
- d) pochodzenie kauczuku — lepsze gatunki trudniej ulegają depolimeryzacji,
- e) środki koagulujące działają podobnie, jak w wypadku utlenienia.

3. *Zmiana koloidalna kauczuku* — będzie to strata sprężystości — stałe odkształcenia przyspieszają tę zmianę.

4. *Wulkanizacja późniejsza postępująca* — siarka wolna, pozostająca zawsze w pewnej ilości po wulkanizacji łączy się powoli z kauczukiem, przyczem czynnikami przyspieszającymi ten proces będą:

- a) ciepło — temperatura ponad 16°C działa przyspieszająco,
- b) jakość mieszanki — jeżeli mieszanka zawiera źle dobrane składniki,
- c) źle prowadzona wulkanizacja, a zwłaszcza przewulkanizowanie,
- d) suche powietrze,
- e) światło, działając depolimeryzująco ułatwia postęp późniejszej wulkanizacji,
- f) zmiany koloidalne działają podobnie.

Inne czynniki. a) Jakość użytego kauczuku — zależnie od jego gatunku należy dobierać skład mieszanki.

b) Walcowanie na kalandrach niszczy t. zw. „nerw” kauczuku.

c) Wulkanizacja — niedowulkanizowanie lub przewulkanizowanie, a również i nierównomierna wulkanizacja. W tym ostatnim wypadku starzenie rozpoczyna się w części przewulkanizowanej.

Oznaki starzenia.

1. *Oznaki zewnętrzne:* guma staje się twarda i nieelastyczna, lub też odwrotnie łatwo i nadmiernie rozciągliwa i wówczas bywa lepka. Często na powierzchni występuje biały, lub żółty nalot wolnej siarki. Bywa to oznaką początku starzenia się, przyczem własności mechaniczne mogą być jeszcze niezmienione.

Oznaką dalszego procesu będzie ostry zapach, wywołany utlenieniem. Następnie zjawiają się delikatne pęknięcia na powierzchni, które powiększając się, dają dostęp powietrzu wglęb.

2. *Zmiany chemicznych własności.* Początkowa odporność na czynniki chemiczne zmniejsza się stopniowo. Wskutek zwiększenia się substancyj żywicznych, powstałych przez utlenianie, zwiększa się rozpuszczalność gumy w takich odczynnikach jak aceton i roztwór alkoholowy ługu. Zawartość siarki wolnej zmniejsza się na korzyść siarki związanej.

Van Rossem badał mieszankę zawierającą 92,5% kauczuku wulkanizowaną w temp. 147°C w różnych okresach czasu. Próbki otrzymane badano po 1 i 2 tygodniach oraz po 2, 4, 8, 12 i 18 miesiącach.

Oznaczano: 1) ekstrakt acetonowy, 2) wolną siarkę, 3) siarkę związaną, 4) ekstrakt alkoholowy i produkty utlenienia w nim zawarte, 5) ekstrakt wodny.

Okazało się, że proporcjonalnie do czasu konserwacji wzrastają produkty utlenienia a zarazem części rozpuszczalne w acetonie i ługu alkoholowym.

3. *Zmiany własności mechaniczno - fizycznych.* Ponieważ sprężystość gumy jest najcharakterystyczniejszą jej własnością fizyczną, najlepszym probierem dobroci wyrobów gumowych będzie ilość energii sprężystości, którą przy rozciąganiu zdolna jest pochłonąć jednostka masy gumy.

Guma posiada maksimum energii sprężystości przed samem rozerwaniem. Pomiary sprężystości polegają na oznaczeniu maksimum wytrzymałości na rozerwanie i maksimum wydłużenia.

Iloczyn tych wielkości jest to tak zwany iloczyn natężenia; jest on proporcjonalny do energii sprężystości i dlatego najlepiej nadaje się do porównywania własności fizycznych różnych wyrobów gumowych.

Oddawna znany jest fakt, że podczas starzenia się gumy zachodzi zawsze spadek ilości energii sprężystości zawartej w jednostce jej masy, a zatem i zmniejszenie się iloczynu natężenia.

Zauważono, że guma zestarzała i zawierająca 1% tlenu traci prawie całkowicie swą sprężystość.

Badania materiałów na starzenie.

Normalne starzenie się jest to starzenie się w zwykłych warunkach i główną rolę odgrywa tu sam czas. Można jednak ochraniać materiał przed działaniem jednych czynników atmosferycznych, a wystawiać go na działanie innych i badać, które z nich mają bardziej destrukcyjne działanie.

Badania takie były przeprowadzone w Ameryce przez Alpha, Mc. Kee i Harlana. Użyto do badań 9 mieszanek wulkanizowanych i rozmieszczono je na powietrzu nieprzykryte, lecz chronione od bezpośredniego padania promieni słonecznych (temperatura wahała się od $-17,8$ do $+37,8^{\circ}\text{C}$; wilgoć względna 40 — 100%). Drugą część próbek umieszczono w budynku, w ciemnym miejscu (w temperaturze $10 - 30^{\circ}\text{C}$; wilgoć 25 — 100%). Trzecią część zamknięto w szczelnym zbiorniku wyłożonym płytami cynkowymi i przepuszczano suche powietrze. Wreszcie ostatnią grupę próbek umieszczono w takimże zbiorniku i przepuszczano wilgotne powietrze. Próbki badano co pewien czas i porównywano krzywą rozciągliwości.

Ostatnich badań dokonano po czterech latach. Badania dały następujące wyniki: zauważono, że mieszanki przewulkanizowane prędzej starzeją się w suchym środowisku, podczas gdy niedowulkanizowane zachowują się wręcz przeciwnie. Starzenie przebiega inaczej na powierzchni, a inaczej w warstwach wewnętrznych. Pęknięcie powierzchni zależy od stopnia wulkanizacji i zwiększa się z wzrostem tegoż. Próbki, które przez cztery lata były przechowywane w wilgotnym powietrzu, a następnie były suszone przez miesiąc suchym powietrzem, wykazały od 21 — 28 kg na cm^2 wyższą wytrzymałość, niż próbki, które były stale w wilgoci.

Poprawa ta nie zależy od stopnia wulkanizacji. W ciągu pierwszego roku zmiana wagi próbek zależy od różnic zawartości wilgoci, wszystkie próbki przechowywane w wilgoci przybierały na wadze, przechowywane w suchym środowisku — traciły. Po roku następuje równowaga. Dalsze zmiany na wadze następują na skutek utlenienia: przyczem zmiany

wagi próbek w suchym powietrzu mogą być dobrym probierzem zmian, zachodzących podczas starzenia się.

Gdy próbka w suchym powietrzu osiąga 1% przyrostu na wadze (w stosunku do zawartości kauczuku) wówczas jej własności wytrzymałościowe spadają o 50%, a na każde następne 1% przyrostu wagi, spadają o dalsze 50%.

Przejdźmy dalej do badań nad t. zw. sztucznym, lub przyspieszonym starzeniem się.

Jest to starzenie się wywołane sztucznie, przyczem czynnikami przyspieszającymi starzenie będą: podwyższona temperatura lub działanie czystego tlenu pod zwiększonym ciśnieniem. Jednakże, ponieważ znane dotychczas metody uwzględniają zwykle jeden tylko czynnik, a naturalne starzenie polega na jednoczesnym działaniu wielu czynników, nie można identyfikować wyników sztucznego starzenia się i naturalnego.

Najczęściej są stosowane dwie metody: w pierwszej głównym czynnikiem jest ciepło — próbkę badaną ogrzewa się w specjalnym piecu Geera w powietrzu do temperatury 70°—71° przez kilka dni. Druga metoda polega na działaniu tlenu — próbkę umieszcza się w bombie tlenowej Bierera-Dawisa stosując ciśnienie 21 kg/cm² i temperaturę 60° C. Oczywiście w tym drugim wypadku utlenianie będzie zachodziło szybciej niż naprzykład wulkanizacja późniejsza tak, że dla mieszanek niewulkanizowanych lub zawierający nadmiar siarki wyniki sztucznego starzenia będą jeszcze bardziej różne od wyników naturalnego starzenia.

Dla celów porównawczych należy ustalić, ilu godzinom przyspieszonego starzenia się w bombie tlenowej lub dniom w piecu Geera odpowiada jeden rok starzenia się naturalnego.

Przyjmując, jak powyżej, że szybkość reakcji chemicznej, a więc i procesu utleniania wzrasta dwukrotnie przy podniesieniu temperatury o 8,3° C, to utlenianie np. w temperaturze 23,9° C będzie dwa razy szybsze niż w temperaturze 15,6° C. Według badań Kralla można w przybliżeniu ustalić odpowiadające sobie okresy czasu sztucznego i naturalnego starzenia:

Krall badał trzy różne mieszanki (tablica II), poddając je równocześnie różnym próbom na starzenie i tak rozmieścił je: 1) na powietrzu, 2) w ciemności, 3) w piecu Geera w temp. 70° C, 4) w bombie tlenowej.

TABLICA II.

SKŁADNIKI	MIESZANKI		
	1	2	3
Kauczuk	100,0	100,0	60,0
Regenerat	—	—	66,0
Diortotolylguanidyna.	0,75	1,25	1,0
Siarka	3,0	3,5	3,5
Tlenek cynku	5,0	5,0	5,0
Sadza	—	40,0	35,0
Bituminy	—	5,0	5,0
Smola drzewna	—	2,0	2,0

Następnie badał wytrzymałość na rozerwanie i wydłużenie po 3 i 7 dniach starzenia w piecu Geera, po 12 i 24 godzinach w bombie tlenowej, po 6 i 12 miesiącach przechowywania próbek w ciemności i po 3, 6, 9 i 12 miesiącach przechowywania na powietrzu. Według niego jeden rok starzenia w ciemności odpowiada:

TABLICA III.

Mieszanka	Wulkanizacja 45 m		Wulkanizacja 60 m	
	Dni w piecu	Godz. w bombie	Dni w piecu	Godz. w bombie
1	2	15	3	16
2	3	9	3	8
3	6	10	5	11

Jeden rok naturalnego starzenia w powietrzu odpowiada według wyników wytrzymałościowych:

TABLICA IV.

Mieszanka	Wulkanizacja 45 m		Wulkanizacja 60 m	
	Dni w piecu	Godz. w bombie	Dni w piecu	Godz. w bombie
2	2—3	6—8	2—3	6—8
3	3—5	6—8	3—4	8—10

Jednakże wyników tych nie można uważać za zupełnie ścisłe, a należy je brać w przybliżeniu. Dalej rozpatrzmy jeszcze jeden szczególny wypadek starzenia się gumy będącej w stałym odkształceniu np. przy różnych wydłużeniach. Rzecz jasna, że inaczej będzie się starzała guma będąca w stałym napięciu lub obciążeniu, a inaczej guma nieodkształcona.

Badania w tym kierunku przeprowadzał Sommerville, Ball i Cope. Metoda ich polegała na naciąganiu próbnymi pierścieni gumowych na szereg metalowych krążków, przyczem wymiary ich pozwalały wydłużać pierścienie od 0—100%. Następnie poddano próbki starzeniu się: 1) w piecu Geera, 2) w bombie tlenowej Davisa-Bierera, 3) na świetle słonecznym, 4) w atmosferze ozonu. Po pewnym czasie, próbki poddano badaniom wytrzymałościowym oznaczając ich wytrzymałość na rozerwanie. Otrzymane krzywe wykazują zmianę wytrzymałości na rozerwanie zależnie od procentowego wydłużenia próbki w czasie starzenia. (Rys. 1, 2, 3 i 4).

Podstawową mieszanką do tych badań była mieszanka o następującym składzie: kauczuku 100 cz. ZnO—5 cz., CaCO₃—60 cz., kwasu stearowego—1 cz., siarki—4 cz., dwu-fenylguanidyny 1,25 cz. Przyczem stosowano wulkanizację od 10—60 m.

Badano wpływ następujących czynników: 1) napęnlaczy, 2) przyspieszaczy, 3) siarki, 4) antyutleniających, 5) zmiękczaczy i wosku, 6) czasu wulkanizacji.

Otrzymano następujące wyniki:

1) starzenie się gumy w piecu Geera jest około 30% większe przy 100% wydłużeniu niż przy 0%.

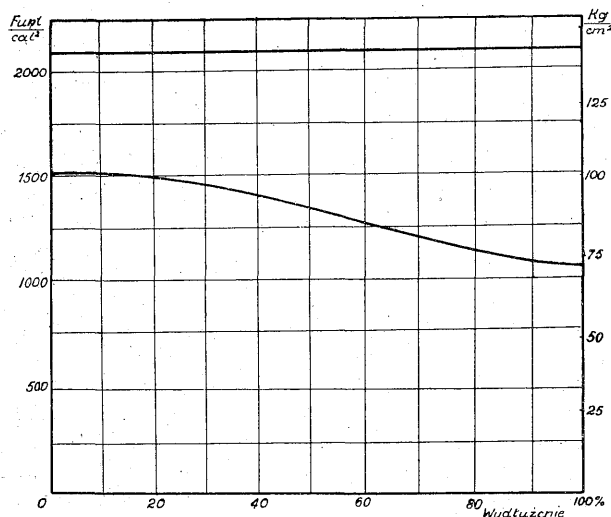
2) Starzenie się w bombie tlenowej jest prawie niezależne od wydłużenia.

3) Starzenie się w ozonie jest największe przy 5—10% wydłużenia.

4) Starzenie się w świetle słonecznym jest analogiczne do starzenia się w ozonie.

5) Pierścienie wydłużone, poddane starzeniu się na świetle słonecznym i w atmosferze ozonu pękają na powierzchni, przyczem pęknięcia te są największe przy 5—10% wydłużenia.

6) Produkty, zawierające 40% sadzy wykazują znaczne zestarzenie się i pękanie zarówno w ozonie, jak i w świetle słonecznym przy wydłużeniu około 10%.



Rys. 1. Wykres dla pieca Geer'a. Górna krzywa — wytrzymałość przed starzeniem; dolna krzywa — wytrzymałość po 12 dniach w piecu Geer'a. Skala wydłużania oznacza procent wydłużenia podczas starzenia.

7) Duża zawartość siarki wywołuje szybsze starzenie się w ozonie i na świetle słonecznym.

8) Niedowulkanizowanie wpływa analogicznie.

9) Obciążenie takim napełniaczem jak $CaCO_3$ nie wpływa przyspieszająco na starzenie

10) Dodatek 1% parafiny działa przeciw działaniu światła słonecznego.

11) Dodatek antyutleniaczy zmniejsza szybkość starzenia.

Ostatnio zaczęto stosować lampę kwarcową do badań nad starzeniem się gumy — badania te prowadzi Krall. Jednakże działanie promieni lamp kwarcowych nie są analogiczne do działania promieni słonecznych i nie można porównywać tych wyników, nie robiąc znacznego błędu.

Metody, zapobiegające starzeniu się gumy.

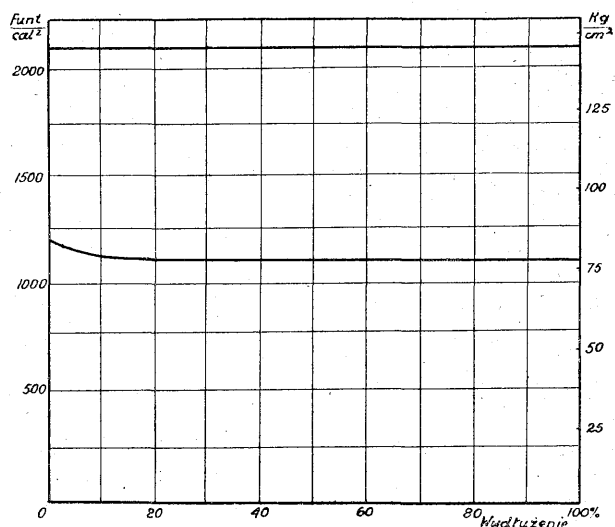
Znany jest cały szereg metod, zapobiegających starzeniu się wyrobów gumowych. Oddawna stosuje się szereg produktów jako dodatki do mieszanek gumowych, ograniczających starzenie się. Najdawniej stosowano takie substancje jak anilinę, naftalinę plus fenol, naftalinę, faktysy (oleje roślinne lub zwierzęce wulkanizowane), naftylenodiaminę, akroleinę, benzaldehyd furfurol i t. d. Obecnie sto-

suje się bardziej skomplikowane związki, działające nie tylko jako antyutleniacze, ale jednocześnie jako przyspieszacze wulkanizacji. Jednakże należy bardzo umiejętnie dobrać stosowny środek do składu mieszanki, aby otrzymać dodatnie wyniki. Bardziej znane z obecnie stosowanych są następujące środki:

1) V. G. B. — Związek powstały z kondensacji acetaldehydu i aniliny, patent amerykański 1925 r.

2) Age-Rite — Związek powstały z kondensacji aldolu i naftyliny, patent amerykański 1925 r.

3) Antox — p. aminofenol i siarczan baru, patent amerykański 1926 r.: działa ochronnie przeciw szkodliwemu działaniu miedzi i jej związków.



Rys. 2. Wykres dla bomby tlenowej. Górna krzywa — wytrzymałość przed starzeniem. Dolna krzywa — wytrzymałość po 24 godzinach w bombie.

4) Stabilit — związek nieznan, patent amerykański 1927 r. — chroni od działania światła i ciepła stosowany do opon i dętek, oraz wiele innych środków, z których liczne są dotąd jeszcze tajemnicą przemysłową.

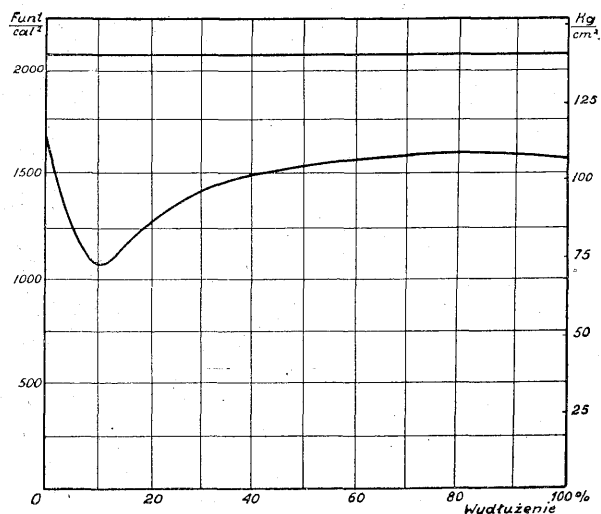
Przygotowanie mieszanki i użycie odpowiednio dobranych składników jest również bardzo ważnym czynnikiem. Np. sposób obróbki kauczuku, unikający nadmiernego walcowania będzie najlepszy, gdyż przez zachowanie wewnętrznej struktury kauczuku wpływa dodatnio na jego jakość.

Należy unikać nadmiaru siarki aby zapobiec późniejszej wulkanizacji, jednak ilość jej musi być tak dobrana, aby nie mogło zajść niedowulkanizowanie. Czas i sposób wulkanizacji musi być ściśle stosowany do rodzajów wyrobów i mieszanek. Dodatki mineralne naogół przyspieszają starzenie, jednak nie można stosować tylko organicznych napełniaczy, gdyż one znacznie zmieniają własności mechaniczne gumy. Znakomitym środkiem, zapobiegającym starzeniu się jest t. zw. serum lateksu, pozostałość po koagulacji kauczuku z soków mlecznych. Pozostałość ta, po odparowaniu, daje substancję, która dodana do kauczuku uodpornia go na starzenie. Odkrycie to wyjaśniło fakt szybkiego starzenia się kauczuku syntetycznego, nie zawierającego ani śladu powyższych substancji.

Sposób przechowywania magazynowanych produktów odgrywa również olbrzymią rolę w zagad-

nieniu starzenia się gumy. Istnieje cały szereg patentów konserwacji przedmiotów gumowych. I tak np. Stewens patentuje w 1920 roku metodę przechowywania wyrobów gumowych w komorach, gdzie powietrze jest sztucznie nasycone wilgocią. Inny patent podaje metodę przechowywania wyrobów gumowych w parach nafty, a małe przedmioty wprost w zbiornikach nad naftą. Pary nafty dały dobre wyniki przy zastosowaniu ich do konserwacji opon i dętek.

Bonn 1924 — 27 r. podaje metody przechowywania wyrobów gumowych pod wodą destylowaną lub pod 5% roztworem soli kuchennej, otrzymano



Rys. 3. Wykres dla ozonu. Górna krzywa — wytrzymałość przed starzeniem. Dolna krzywa — wytrzymałość po działaniu ozonu.

dobre wyniki po przechowywaniu w ciągu 43 miesięcy.

Ajax Rubber Co. Incorp. 1924 r. patentuje metodę przechowywania w gazach chemicznie nieczynnych, jak dwutlenek węgla, azot, hel, argon i neon, jednakże w praktyce trudno jest tę metodę stosować z powodu zbyt kosztownej aparatury. Często stosuje się obecnie do konserwacji różne smary — najczęściej używa się roztworu kauczuku w benzynie z dodatkiem farb mineralnych w celu ochrony od światła. Inne rodzaje smarów mogą być następujące:

1) Roztwór kauczuku i żywic z dodatkiem oleju mineralnego i tlenków metali, bywa stosowany do smarowania opon samochodowych i rowerowych.

2) Mieszanina oleju bawełnianego i aniliny.

3) Roztwór kauczuku, zawierający mieszaninę gliceryny i benzaldehydu.

4) Półpłynna masa, zawierająca mieszaninę pasty mydlanej, gliny i żółcieni chromowej.

5) Masa plastyczna, składająca się: 35 cz. białaty, 5 cz. regeneratu, 60 cz. oleju roślinnego — stosuje się do nacierania kabli.

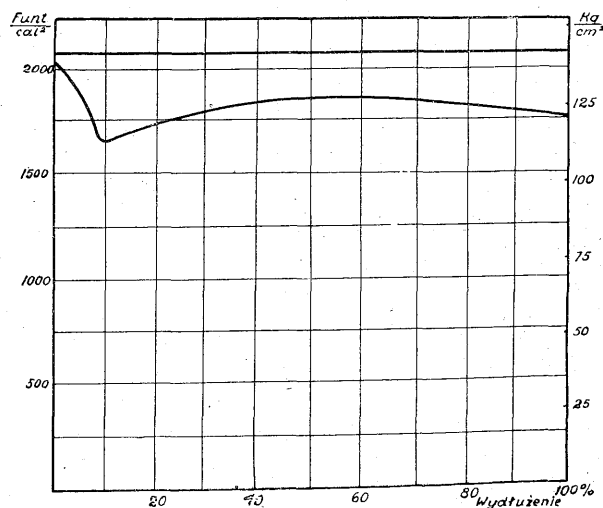
6) Mieszanina roztworu ługu, siarczku celulozy i gumy arabskiej służy do nacierania dętek.

Często stosuje się obecnie t. zw. koloidalne proszki, absorbujące substancje niezwiązane przez wulkanizację, a wydzielające się na powierzchnię.

Jednocześnie zabezpieczają one od utleniania, izolując przedmiot od powietrza. Stosuje się tu kaolin, ołów koloidalny, a najbardziej dogodnym zdaje się być nowy amerykański środek — koloidalny proszek „Moac” — o składzie nieznanym.

Pozostają jeszcze pewne metody, pozwalające przywrócić przedmiotom gumowym utracone przez starzenie się własności mechaniczne, tak np. twardejsze już przedmioty gumowe zanurza się najpierw w 5% roztworze wodnym amonjaku przez 40 minut w temperaturze 40° C, a następnie zanurza się do 5% roztworu wodnego gliceryny.

Wzbudza to koloidalną czynność kauczuku i częściowo przywraca gumie sprężystość.



Rys. 4. Wykres dla światła słonecznego. Górna krzywa — wytrzymałość przed starzeniem. Dolna krzywa — wytrzymałość po 17 dniach na świetle słonecznym.

2) Zanurza się przedmiot gumowy w roztopionej parafinie i przechowuje się przez pewien czas w ciepłym miejscu, następnie nadmiar parafiny obciera się z powierzchni.

3) Poddaje się działaniu wilgotnych par amonjaku.

4) Zanurza się do 3% roztworu fenolu z dodatkiem gliceryny.

5) Zanurza się do 3% roztworu aniliny.

6) Zanurza się do mieszaniny składającej się z równych części gliceryny, alkoholu i wody.

Gliceryna i parafina zmiękczają kauczuk, przyczem gliceryna dzięki swej hygroskopijności przyciąga wilgoć, która zabezpiecza od starzenia.

Odpowiednio dobrane zabarwienie wyrobów gumowych również może chronić je od starzenia, gdyż może ono zapobiegać szkodliwemu działaniu światła.

Niniejszy artykuł ma za zadanie zobrazować dotychczasowe prace dokonane w dziedzinie zwalczania starzenia się gumy. Zjawisko to nie jest jeszcze zupełnie opanowane, jednakże można śmiało stwierdzić, że prace powyższe posunęły się już tak daleko, że można w znacznej mierze zabezpieczyć się od szkodliwych skutków starzenia się gumy przez odpowiednie prowadzenie produkcji oraz późniejsze racjonalne przechowywanie i użytkowanie przedmiotów.

Konstrukcja frezów normalnych w związku z wymogami spólczesnej obróbki mechanicznej.

Napisał inż. J. Karwecki — Poznań.

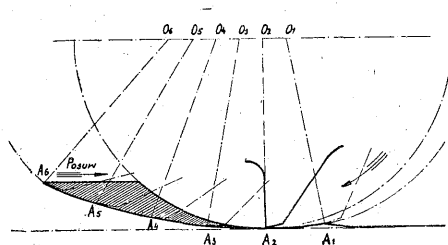
Treść: Zarys historyczny rozwoju freza. Konstruowanie frezów. Klasyfikacja frezów. Analiza pracy różnych frezów. Sposób otrzymania gładkiej powierzchni frezowanej. Frezy starej i nowej konstrukcji. Wpływ wielkości kąta spirali na własności tnące freza. Frezy ślimakowe o działaniu nożycowym. Frezy trzonowe. Frezy o spiralach przeciwbieżnych. Frezy spiralne z wstawianymi zębami. Wykres pomocniczy przy konstruowaniu frezów. Frezy do pracy w pełnym materiale. Frezy ząbkowe.

Z pośród używanych obecnie narzędzi do skrawania metali, frezy prawdopodobnie w stopniu największym przyczyniły się do usprawnienia obróbki mechanicznej, dlatego też nawet w małych warsztatach mechanicznych proces frezowania zdobył sobie już należyte miejsce, a frez stał się niezbędnym narzędziem warsztatowym.

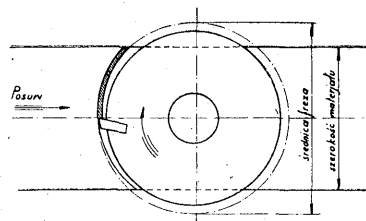
Frezy znane były w Anglii i Stanach Zjednoczonych A. P. już na początku ubiegłego stulecia, wprawdzie jeszcze tylko jako rzadkie okazy w praktyce warsztatowej. Amerykanie pierwsi ocenili należyte wartość tych narzędzi przy wykonywaniu powtarzających się prac. W miarę postępu fabrykacji seryjnej i masowej znaczenie freza jako na-

arów o rozmaitych własnościach mechanicznych. Współpraca i w tej dziedzinie z konstruktorem specjalistą, pracującym w warunkach więcej odpowiednich do przemyślenia szczegółów konstrukcji, nieraz decydujących o sprawności narzędzia, i nawet samych sposobów wykonania takowych, przyczyniły się bezsprzecznie do osiągnięcia lepszych wyników.

Należy uważać za konieczne, by tak samo jak w wypadku wykonywania innych narzędzi, wykonawca zawsze otrzymywał rysunek, uwidoczniający wszystkie szczegóły narzędzia w pracy we własnych warsztatach, oraz na podstawie najnowszych wzorów, wykonanych przez wytwórnie przodujące w tej dziedzinie.



Rys. 1. Schemat pracy freza.



Rys. 2. Schemat pracy freza o średnicy większej od szerokości materiału obrabianego.

zędzia do skrawania metali ogromnie wzrasta, a równolegle wzrasta, zapoczątkowana w Ameryce przez firmy Pratt & Whitney i Brown & Sharpe, produkcja frezarek i narzędzi do nich. Pomimo silnej rywalizacji niektórych państw europejskich, Amerykanie po dzień dzisiejszy zajmują stanowisko przodujące, tak pod względem ilości produkowanych frezarek i narzędzi do nich, jak i pod względem inicjatywy konstrukcyjne i solidności wykonania tych artykułów, wobec czego nie mylimy się, jeżeli powiemy, że i rozwój konstrukcji frezów zawdzięczamy prawie całkowicie pracy przemysłu amerykańskiego.

W większości warsztatów naszego przemysłu metalowego o celowości konstrukcji freza, przeznaczonego do danego celu, decyduje zazwyczaj wyłącznie mistrz narzędziarski, przeważnie powodujący się tylko własnym doświadczeniem w tym zakresie. Nic dziwnego przeto, że spotykamy na porządku dziennym w użyciu warsztatowym frezy o przestarzałej i nieraz bardzo nieodpowiedniej konstrukcji, nie mówiąc już o warsztatach mniejszych, gdzie ze względu na niedostateczne wyposażenie techniczne i mało inteligentne kierownictwo same wykonanie, wyprodukowanych we własnym zakresie frezów, dużo pozostawia do życzenia. Rzadko też w tych warunkach robi się różnicę pomiędzy frezami, służącymi do skrawania materia-

W krajach wysoko uprzemysłowionych istnieją już od dłuższego czasu wytwórnie specjalnie wyrabiające narzędzia do obrabiarek. Wielkie doświadczenie tych wytwórni w tym zakresie, należyte wyposażenie w odpowiednie maszyny i urządzenia oraz seryjny, względnie masowy wyrób narzędzi gwarantuje solidność wykonania i celowość konstrukcji takowych przy stosunkowo niskiej cenie fabrykatu. Istnienie takich wytwórni zwalnia inne fabryki od konieczności wykonywania frezów we własnym zakresie.

Posiadamy wprawdzie obecnie już i w kraju wytwórnie narzędzi, lecz w zakresie frezów właściwie takiej wytwórni jeszcze nie mamy, wobec czego prawie wszystkie warsztaty zmuszone są wykonywać frezy we własnym zakresie. Taki stan rzeczy z punktu widzenia racjonalnej gospodarki warsztatowej nie może być uznany za właściwy, gdyż rola narzędziarni w większości wytwórni, nie posiadających ku temu odpowiednich warunków, powinna raczej sprowadzać się tylko do ostrzenia tych narzędzi względnie naprawy uszkodzonych.

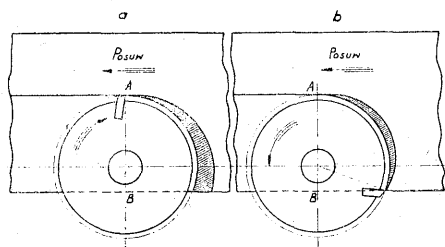
Omówione niżej konstrukcje dotyczą frezów normalnych, służących przeważnie do obróbki płaszczyzn i mających zastosowanie we wszystkich warsztatach obróbki mechanicznej metali. Zasadniczo rozróżniamy dwa rodzaje frezów: frezy posiadające uzębienie, względnie noże wkładane na całą swej

powierzchni cylindrycznej t. zw. frezy walcowe oraz frezy o uzębieniu tylko od strony czołowej — frezy czołowe. W praktyce bardzo często stosowany jest typ mieszany, t. zn. frezy czołowo-walcowe. Działanie zębów u frezów czołowych prawie identyczne jest z działaniem noży heblarki i tokarki, natomiast w wypadku frezów walcowych zachodzi pod tym względem różnica znaczna, gdyż praca zębów w tych frezach nie jest jednostajna podczas całego okresu zdzierania wióra.

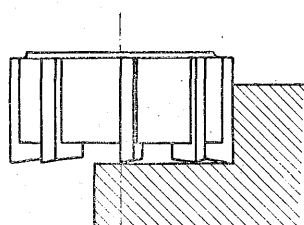
Dla lepszego przedstawienia tego, przypuśćmy, że oś freza walcowego, o długości większej od szerokości płaszczyzny obrabianej, przesunęła się z punktu O_1 (rys. 1) do punktu O_6 , przyczem długość $O_1 - O_6$ równa się posuwowi, przypadającemu na 1 ząb freza. Krawędź tnąca zęba będzie zajmowała kolejno położenia $A_1, A_2 - A_6$. Jak widzimy na rysunku kąt natarcia, odpowiadający tym położeniom będzie wzrastał poczynając od momentu zetknięcia się zęba z materiałem i w wypadku zębów naciętych promieniowo może być nawet w pierwszym momencie ujemnym (położenie A_1 zęba). Sam wiór posiada kształt przecinka, innemi słowy grubość jego wzrasta stopniowo, poczynając od zera. Wobec tego, że krawędź zęba, jak starannie byśmy

zdzieranego przez ząb freza walcowego, o grubości początkowej równej zeru i stopniowo wzrastającej. Wobec tego zachodzi tu takie same zjawisko ślizgania się zęba po materiale, co powoduje dążność freza do odchylania się w kierunku od materiału. Po penetracji zęba i rozpoczęciu skrawania powstają siły działające w kierunku przeciwnym, a ponieważ szerokość AB zwykle bywa znacznie większa od głębokości skrawania frezem walcowym, działanie tych sił przejawiać się będzie silniej dla freza czołowego. Przy obrocie freza w kierunku przeciwnym, (rys. 3b) i małej stosunkowo szerokości $A-B$, frez dążyłby do przesuwania materiału w kierunku strzałki i do większego zagłębiania się w materiale, co w konsekwencji mogłoby spowodować połamanie się zębów, a nawet oprawki. Przy większej szerokości $A-B$ ze względu na większy opór materiału, ujemne strony tego sposobu frezowania nie będą się tak dawały odczuwać. Naogół należy unikać sposobu frezowania, pokazanego na rys. 3b.

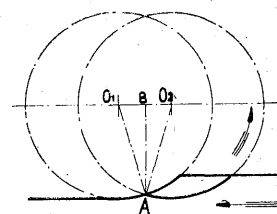
Frezy czołowo-walcowe zwykle pracują w warunkach, jak pokazano na rys. 4 i charakter skrawania w tym wypadku bardziej jest zbliżony do skrawania frezami walcowymi. Znajdujące się początkowo w użyciu frezy posiadały bardzo drobne



Rys. 3. Praca freza w zależności od kierunku obrotu freza i przy tym samym kierunku posuwu.



Rys. 4. Schemat pracy freza czołowo-walcowego.



Rys. 5. Praca freza o małej średnicy przy dużym posuwie.

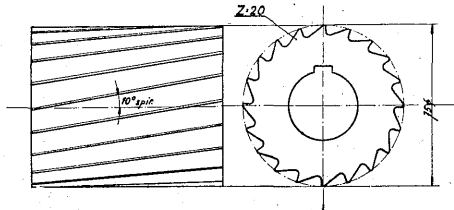
zab nie ostrzyli, zawsze posiada pewne zaokrąglenie, dlatego to ząb będzie początkowo ślizgał się po materiale obrabianym, zanim ciśnienie ze strony materiału nie wzrośnie na tyle, że nastąpi penetracja krawędzi i od tego momentu właściwie rozpocznie się skrawanie. Z powodu zmienności kąta natarcia przez cały okres skrawania zachodzi dodatkowa deformacja wióra, czego nie mamy przy skrawaniu na heblarkach i tokarkach, a oprócz tego ząb rozpoczyna każdorazowo swą pracę skrawania przez wgniatanie materiału. To będzie jedną z przyczyn, dlaczego przy tej samej ilości zbieranego materiału zużywa się więcej energii przy skrawaniu na frezarce w porównaniu do heblarki i tokarki.

W wypadku skrawania frezem czołowym o średnicy większej od szerokości materiału obrabianego, jak to pokazane jest na rys. 2, grubość wióra zostaje niezmienna i działanie zęba jest identyczne z działaniem noża heblarki z tą tylko różnicą, że w tym pierwszym wypadku nóż przesuwają się po łuku względem materiału obrabianego, a nie prostolinijnie. Jeżeli szerokość powierzchni obrabianej będzie mniejsza od całej szerokości materiału i część płaszczyzny roboczej freza występuje poza materiał, otrzymujemy warunek skrawania, co do charakteru swego, zbliżony do zachodzącego w wypadku pracy freza walcowego. Jak widać na rys. 3a otrzymujemy wiór co do kształtu swego podobny do wióra

uzębienie, lecz praktyka wykazała, że daleko większą wydajność można osiągnąć zapomocą frezów o mniejszej ilości zębów, lecz znacznie mocniejszych i pozostawiających zarazem większe miejsce na wióry. Za przykładem Ameryki, takie frezy obecnie otrzymują coraz większe rozpowszechnienie w praktyce warsztatowej i ze względu na przydatność swoją do pracy ciężkiej t. zn. do zdzierania materiału na znaczną głębokość przy wielkich posuwach, otrzymały nazwę frezów wysokosprawnych (ang.: heavy duty milling cutter, niem.: Hochleistungsfraeser). Naturalnie nie wynika z tego, że frez wysokosprawny nie może być użyty do pracy lżejszej na słabych maszynach. I w tym wypadku osiągniemy większą wydajność przytem samem zużyciu energii i jakości wykończenia powierzchni.

Często jeszcze można spotkać się ze zdaniem takim, że przy obróbce frezem o większej ilości zębów, otrzymujemy gładszą powierzchnię. Zdanie takie jednak niema uzasadnienia, gdyż ślady od zębów pozostawiane na powierzchni obrabianej w postaci bardzo wąskich bródek nie są udziałem wszystkich zębów i powstają tylko na cały obrót freza. Dla zilustrowania tego weźmiemy wypadek najmniej sprzyjający powstawaniu gładkiej powierzchni, mianowicie pracę freza o małej średnicy przy dużym posuwie, np. frez o średnicy 90 mm pracuje z posuwem 1,6 mm na 1 ząb. Różnica długości

(rys. 5) $O, A - AB = 45 - 44,993 \cong 0,007$ mm. Nawet przy najdokładniej szlifowanym frezie długości promieni poszczególnych zębów będą się odchylały w stosunku jeden do drugiego prawdopodobnie więcej niżeli o 0,007 mm. Jeżeli uwzględnimy jeszcze wszystkie czynniki, powodujące odchylenie się obwodu freza od powierzchni obrabianej, jak elastyczność oprawek, wrzecion i t. d. oraz luzy nieuniknione w chwytach i łożyskach, to staje się jasnym,

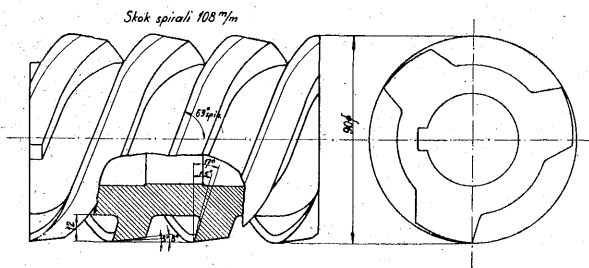


Rys. 6. Frez walcowy o konstrukcji przestarzałej.

że wysokość bruzdki, pozostawionej przez ząb najwyższy nie może być zredukowana przez zęby następne. Idealnie gładka powierzchnia otrzymałaby się w tym wypadku, gdyby brózdki pokrywały się wzajemnie i dlatego dla otrzymania powierzchni gładkiej należy zmniejszać posuw zwiększając szybkość obwodową freza.

Frezy walcowe, o zębach naciętych prosto (równoległe do osi) obecnie wyszły już z użycia i zastąpione zostały przez frezy spiralne, pracujące spokojnie i posiadające lepsze własności tnące. W wypadku frezów tarczowych, ze względu na małą szerokość tychże, zęby na powierzchni cylindrycznej po większej części nacinane bywają równoległe do osi freza.

Na rys. 6—15 pokazane są różne konstrukcje frezów walcowych. Frezy o konstrukcji przestarzałej (rys. 6), wprawdzie spotykane i dziś jeszcze w użyciu warsztatowym, posiadały zazwyczaj kąt spirali nie większy od 10° i kształt zębów nieodpowiedni zupełnie do zdzierania większych wiórów o własnościach tnących niekorzystnych ze względu

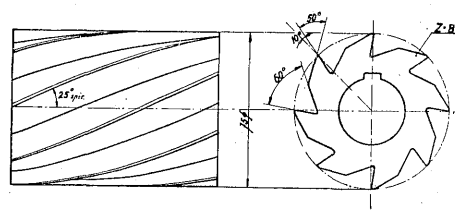


Rys. 8. Frez ślimakowy o działaniu nożycowym.

na kąt natarcia równy 0° . Dla porównania na rys. 7, pokazany jest frez walcowy nowej konstrukcji t. zw. frez wysokosprawny.

Kąt spirali tego freza wynosi 25° ; ilość zębów przy tej samej średnicy jest dwa i półkrotnie mniejsza. Ze względu na podwójnie frezowany grzbiet, ząb posiada mocne ostrze przy dostatecznie głębokich wycinkach na wióry, ułatwiających zarazem odwijanie się tychże, co wszystko wpływa dodatnio na pracę takiego freza. Praktyka wykazała, że

już przy kącie spirali około 25° odpada konieczność nacinania na zębach freza żłobków, służących do kruszenia wiórów. Żłobki te stanowiły słabe miejsce zęba, przyczyniając się do szybszego stępienia się ostrza, a nawet do łamania się zębów. Wykonane obecnie frezy walcowe otrzymują często jeszcze większe kąty pochylenia spirali sięgające $45^\circ - 60^\circ$, a nawet przy pewnych warunkach pracy, do 70° . Tak wielki kąt spirali powoduje no-



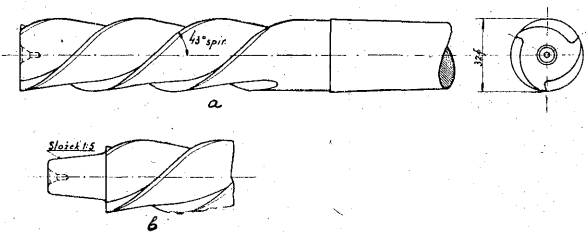
Rys. 7. Frez walcowy o nowej konstrukcji.

życowe działanie zębów z następujących przyczyn: jeżeli narzędzie tnące o krawędzi ostrza większej od szerokości powierzchni obrabianej obrócimy w ten sposób, że kąt pomiędzy krawędzią tnącą a linią prostopadłą do kierunku cięcia będzie α , to kąt natarcia γ zmieni się otrzymując wielkość γ_1 , która może być znaleziona ze wzoru

$$\operatorname{tg} \gamma_1 = - \frac{\operatorname{tg} \gamma}{\cos \alpha},$$

a ponieważ $\cos \alpha < 1$ to kąt $\gamma_1 > \gamma$.

Widzimy z tego, że własności tnące freza o wielkim kącie spirali będą te same co freza, o spirali łagodnej, lecz posiadającego zęby o większym kącie pochylenia do promienia, a ponieważ kąt ostrza pozostaje ten sam, co i w pierwszym wypadku, efekt, jaki osiągamy nie pociąga za sobą osłabiania samego zęba. Wprawdzie i przy małych kątach spirali otrzymujemy powiększony efektywny kąt natarcia, lecz w stopniu bardzo niewielkim, przez co własności tnące takiego narzędzia mało się różnią od własności tnących freza o zębach prostych.

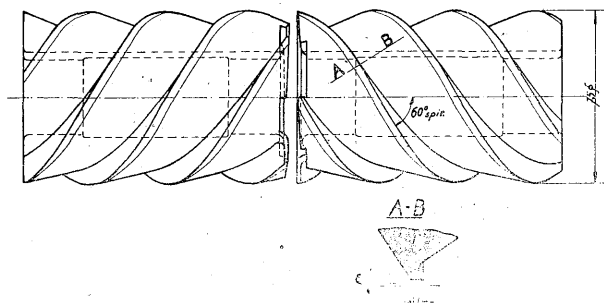


Rys. 9. Frez trzonowy.

W wypadku wielkich kątów spirali jak n. p. $60^\circ - 70^\circ$ efektywny kąt natarcia może wzrosnąć podwójnie i nawet więcej. Naprzykład przy kącie natarcia (pochyleniu czołowej powierzchni zęba do promienia) = 15° otrzymujemy efektywny kąt natarcia przy kątach spirali $10^\circ, 25^\circ, 60^\circ, 69^\circ$, odpowiednio $15^\circ 13', 16^\circ 35', 28^\circ 11'$ i $36^\circ 45'$.

Na rys. 8 pokazany jest frez o działaniu nożycowym, posiadający kąt spirali około 69° , t. zw. frez ślimakowy (ang. helical cutter) ze względu na

podobieństwo jego do ślimaka. Wiór zdzierany takim frezem, zawdzięczając bardzo ostrej krawędzi tnącej, nie łamie się na cząsteczki, wskutek czego unikamy straty energii na deformację i łamanie wióra, oraz tarcie cząsteczek wióra jedna po drugiej. Tarcie wióra o powierzchnię czołową zęba



Rys. 10. Frezy o spiralach przeciwbieżnych.

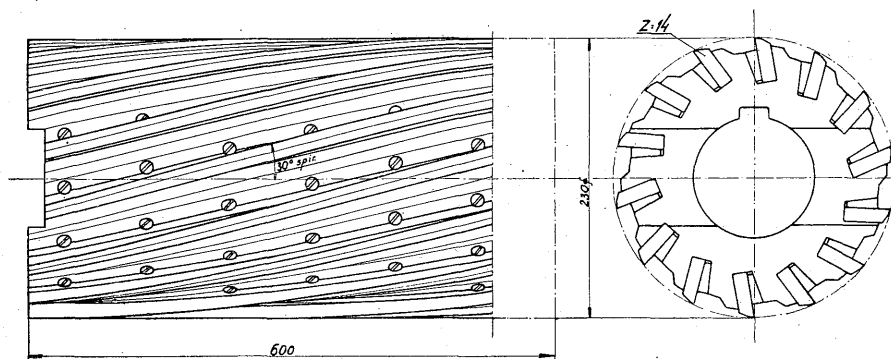
ze względu na jej kształt, jest stosunkowo niewielkie. Gdyby nie okoliczność ta, że u frezów o bardzo wielkim kącie spirali długość krawędzi tnącej, stykającej się z materiałem przy tym samym posuwie, znacznie większa jest, niżeli w wypadku frezów o spirali łagodnej a przez to i opór skrawania większy, mielibyśmy w tym pierwszym wypadku znaczną oszczędność na użyciu energii. Pomimo powyższego, frez ślimakowy posiada jeszcze zalety przemawiające na korzyść tego narzędzia w pewnych wypadkach obróbki, mianowicie:

Nie mamy sprężynowania oprawki (wrzeciona), gdyż cięcie odbywa się prawie pod prostym kątem do kierunku posuwu, wielki kąt natarcia zmniejsza w znacznym stopniu ślizganie się zęba po materiale, jak również odchylenie się obwodu freza od powierzchni obrabianej, dlatego też nawet przy głębokim skrawaniu i bardzo wielkim posuwie otrzymujemy nadzwyczaj gładką powierzchnię.

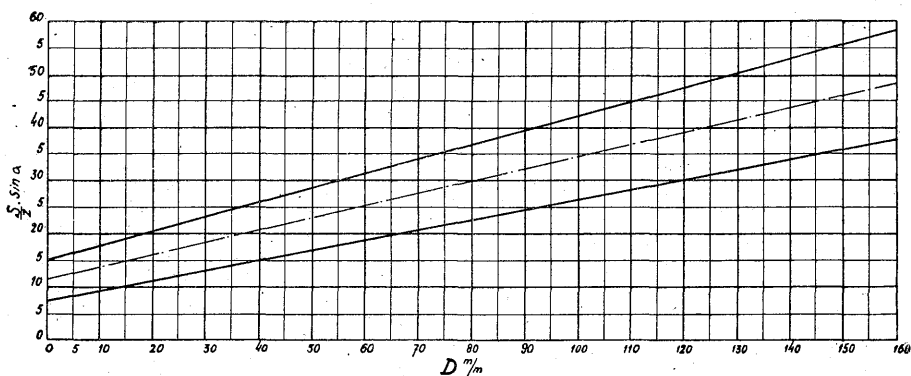
Ze względu na wielki kąt natarcia, frez ślimakowy nie może być użyty do obróbki materiałów twardych, natomiast doskonale się nadaje do skrawania stali ciągliwej i miedzi. Zastosowanie tego narzędzia ograniczone jest tylko do obróbki płaszczyzn, gdy długość freza jest większa od szerokości materiału obrabianego, natomiast nie może być użyty w kompletach do obróbki płaszczyzn wzajemnie się przecinających. Przy średnicy do 50 m/m frezy walcowe wykonane bywają całkowite, jako frezy trzonowe rys. 9 a i b o kącie spirali nie większym niż 45° , gdyż przy większej długości frez trzonowy posiada na końcu przeciwnym od zapędu czop, umieszczony w łożysku maszyny. Czop

o kształcie stożkowym lepiej zapewnia centrowanie freza w wyrobionym już łożysku.

Na rys. 10 pokazany jest komplet frezów o kierunkach spirali przeciwnych, osadzonych na walcu obok dla zrównoważenia działania składowych ciśnień w kierunku osi. Praktyka jednak wykazała, że składowa ciśnienia w kierunku osi dla obecnie budowanych frezarek, gdy działanie jej przenosi się na powierzchnię czołową wrzeciona maszyny, może zupełnie nie być brana w rachubę, nawet przy tak długich frezach, jak na rys. 11., lub też o tak wielkim nawet kącie spirali jak na rys. 8. Koniecznym jest tylko, by działanie tej składowej miało kierunek do zapędu freza. Na rys. 11 pokazany jest frez walcowy z wstawionymi spiralnymi nożami firmy amerykańskiej The Ingersoll Milling Mach. Co. Konstrukcja ta, pomimo trudności wykonania takich noży, oraz ich dokładnego dopasowania do frezowanych w korpusie rowków, uzasadniona jest wielkimi wymiarami tego freza — średnica ~ 230 m/m, długość ~ 600 m/m. Korpus wykonany jest ze stali chromo-niklowej, noże ze stali szybko tnącej o przekroju $12,7 \times 38$ m/m wygięte na gorąco w spiralę i umocowane w kor-



Rys. 11. Frezy walcowe spiralne z wstawianymi zębami.



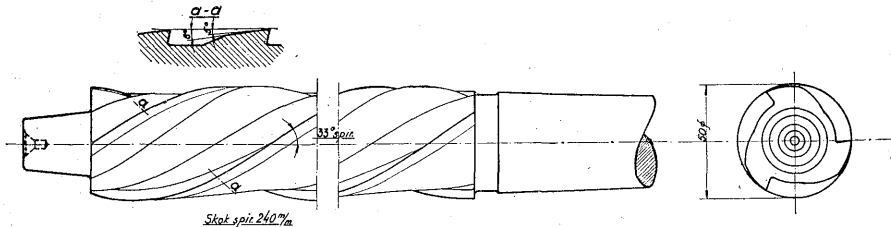
Rys. 12. Wykres pozwalający znaleźć ilość zębów dla danej średnicy freza.

pusie zapomocą klinów ze śrubkami. Wykonanie takiego freza wymaga naturalnie wielkiego doświadczenia w tym kierunku tem bardziej, że noże są wymienne i dlatego wykonanie musi być bardzo dokładne.

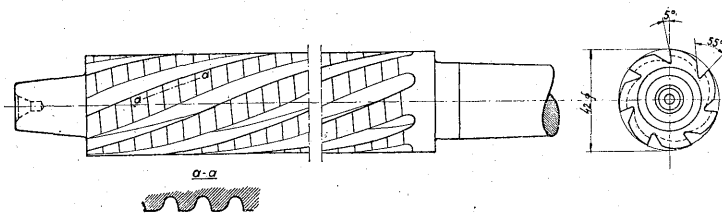
Konstrukcja frezów, w których w miejsce wstawionych noży spiralnych zastosowane zostały noże okrągłe zamocowane w korpusie po liniach spiralnych, albo zapomocą śrubek lub też wprasowywane w otwory cylindryczne, naogół nie dały zadowa-

lających wyników. Frezy te, zwane w Ameryce jeżowami (porcupine slabbing cutter) nie są odpowiednie do obecnie stosowanej ciężkiej pracy przy obróbce zgrubnej, a ze względu na niezbyt gładką powierzchnię pozostawianą, nie nadają się do obróbki wykończającej, dlatego też nie otrzymały większego rozpowszechnienia.

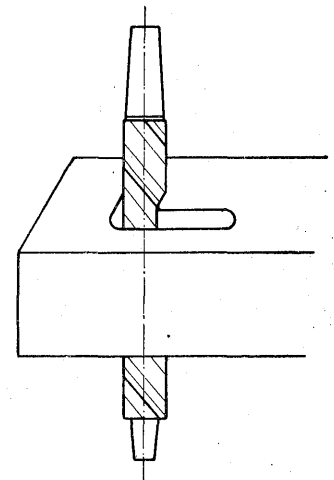
Ilość zębów u frezów o wielkiem pochyleniu spirali uzależniona jest nie tylko od średnicy freza lecz również i od kąta spirali, gdyż wielkość tego kąta wpływa na wielkość podziałki zębów.



Rys. 13. Frez przeznaczony do pracy w pełnym materiale o znacznej grubości.



Rys. 15. Frez ząbkowaty.



Rys. 14. Frezowanie frezem rys. 13.

Wykres na rys. 12 ułatwia znalezienie dla danej średnicy freza odpowiedniej podziałki zębów, mierzonej w kierunku prostopadłym do linii spirali, a tem samym i ilość zębów przy zadanym kącie spirali. Linje $a-a$ i $b-b$ należy uważać jako linje graniczne. Znalezione w ten sposób dane naogół odpowiadają także danym, dotyczącym frezów walcowych wysokosprawnych, wykonywanych przez wytwórnie amerykańskie. Naturalnie, że w każdym poszczególnym wypadku o najkorzystniejszej po-

(rys. 15) o zębach zataczanych przeciętymi rowkami spiralnymi. Rowki te służą do łamania wiórów na drobne kawałki łatwiej usuwające się. Na niekorzyść tej konstrukcji przemawia stosunkowo wysoki koszt wykonania tego freza, trudność zachowania przy zataczaniu każdego ząbka z osobną prawidłowej powierzchni cylindrycznej, oraz gorsze własności tnące tego freza w porównaniu do frezów o zębach frezowanych. Te ostatnie dwa czynniki przyczyniają się często do łamania się tego freza.

Elektryczne piece oporowe do obróbki termicznej.

Napisał Jan Obrębski — Kier. Lab. Metalogr. Instytutu Badań Inżynierji M. S. Wojsk.

Treść: Charakterystyka pieców, bilans cieplny, druty oporowe, materiały ogniotrwałe, regulacja temperatury. Ważniejsze typy pieców.

W ostatnich czasach przemysł nasz zaczyna interesować się na serjo obróbką termiczną i wierzyć w jej konieczność. Z chwilą, gdy obróbka termiczna uzyskała w wytwórniach prawo obywatelstwa, powstała kwestja urządzeń odpowiednich i pierwszym jej rozwiązaniem było zakupienie potrzebnych instalacyj za granicą. Obok przedmiotów, zdalnych do użytku wpłynęła, przy tej sposobności, fala tandety, którą poszkodowani określają bardzo trafnie: „Seulement pour la Pologne”, a pamiętają jako dobrą, aczkolwiek niezmiernie kosztowną lekcję. Jakąż myśl winna była nasunąć taka lekcja?

Urządzenia do obróbki termicznej są względnie proste i mogą być w zupełności, a nawet powinny

być produkowane w kraju. Uważamy, że spopularyzowanie zagadnienia może znacznie przyczynić się do wysunięcia go na światło dzienne, to też postaramy się omówić obecnie kwestję pieców elektrycznych oporowych, jako najważniejszych urządzeń w hartowni i laboratorium termicznym.

Przedewszystkiem równomierność ogrzewania w elektrycznym piecu może być łatwo osiągnięta, podczas gdy ogrzewanie ropą prawie zupełnie wyklucza osiągnięcie równomiernej temperatury w komorze nawet przy zastosowaniu muflki zamkniętej. Następnie regulacja temperatury jest stokrotnie łatwiejsza i doskonalsza w piecu elektrycznym niż w piecu ropowym. Nakoniec w elektrycznym piecu nie mamy szkodliwego działania spalin na przedmioty

ogrzewane, a przy specjalnej budowie, możemy utrzymać w komorze grzejnej dowolną atmosferę (dwutlenek węgla, azot, wodór), a nawet uzyskać próżnię. Wszystko wyżej powiedziane dotyczy również pieców na gaz świetlny, czyniąc je podobnymi do pieców na ropę.

Piece ropowe i gazowe wymagają wyciągów do spalin, gdyż stosowane bez nich, zatrują powietrze w hartowni i podwyższają w niej temperaturę, czyniąc pracę niezdrową i uciążliwą. Doprowadzanie powietrza sprężonego do tych pieców wymaga sieci rurociągów, zaś produkowanie powietrza sprężonego wymaga sprężarki. Doprowadzenie gazu wymaga rurociągów gazowych, zaś ropa zbiorników przy piecu, co jest, ze względów bezpieczeństwa, stroną ujemną urządzenia.

Jednym z zasadniczych elementów elektrycznego pieca oporowego jest uzwojenie oporowe. Powinno ono być wykonane z takiego materiału, który, posiadając dostateczny opór elektryczny znosi jednocześnie, przez czas dłuższy, wysokie temperatury (nie utleniając się i nie krusząc), nie reaguje chemicznie na obejmujący go materiał ogniotrwały i nie jest stosunkowo drogi.

Do uzwojeń oporowych stosowane są: wstęgi platynowe, wstęgi i druty nichromowe, druty niklowe, druty wolframowe i inne. Platynowe wstęgi spotykamy jedynie w piecykach typu laboratoryjnego, natomiast wstęgi i druty nichromowe znalazły jaknajszersze zastosowanie. Nichromami nazywamy stopy niklu z chromem, zawierające zwykle domieszki żelaza i węgla, oraz zanieczyszczenia — siarkę i fosfor. Uzwojenia nichromowe mogą pracować bardzo długo przy temperaturach do 900°C , a wytrzymują ogrzewanie do 1200° , co jednak skraca znacznie czas ich pracy. Praktycznie biorąc graniczną temperaturą dla uzwojeń nichromowych jest temp. 900°C .

Druty nikłowe stosowane są w tych wypadkach, gdy otaczająca je atmosfera jest wodorem, dwutlenkiem węgla, lub azotem. Druty wolframowe wymagają atmosfery obojętnej, lub redukującej, jednak znoszą wyższe temperatury niż nichromowe i są tańsze od platynowych.

Poza uzwojeniami oporowymi stosowane są rury oporowe (grafitowe, lub z tlenku cyrkonu), oraz tafle i laseczki silitowe (zwane inaczej karborundem, lub silikarbonem). Do pieców przemysłowych używane są prawie wyłącznie tafle i laseczki silitowe. Pozwalają one na osiągnięcie temperatury do 1300°C , nie znoszą jednak zetknięcia z materiałem ogniotrwałym i są kruche.

Nakoniec w piecach solowych sama sól stopiona stanowi opór wydzielający ciepło przy przechodzeniu prądu. Solowe piece ogrzewane w taki sposób wymagają rozruszników, gdyż sól zestalona prądu nie przewodzi.

Wszystkie wyliczone wyżej materiały oporowe podzielić można na dwie kategorie: Opory metalowe (uzwojenia) i opory niemetalowe. Dla pierwszych, opór właściwy wzrasta ze wzrostem temperatury — dla drugich maleje. Dalej uzwojenia metalowe mogą posiadać małe przekroje, co umożliwia stosowanie wysokich względnie napięć przy małych natężeniach prądu. Odwrotnie opory niemetalowe muszą posiadać duże przekroje (aby były dostatecznie mocne), co zmusza do stosowania niskich napięć i znacznych natężeń prądu.

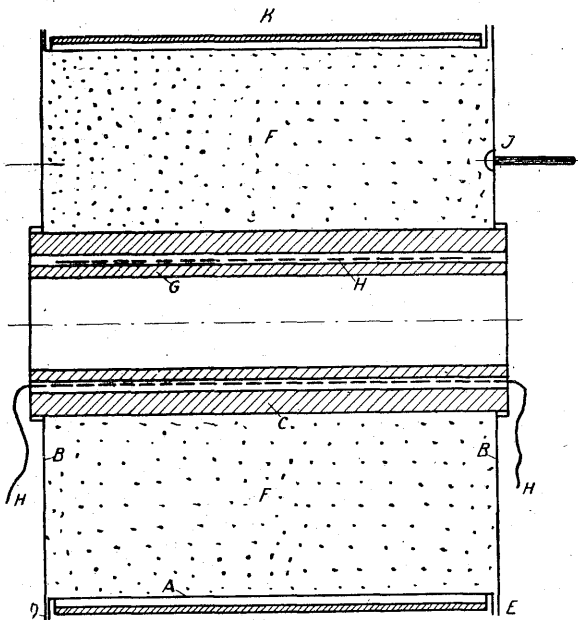
Rozważmy teraz, w jaki sposób można skutecznie regulowanie temperatury w piecu oporowym. Najpospolitszym rozwiązaniem jest stosowanie opornika, umieszczonego poza piecem. Ponieważ ciepło wydzielone na uzwojeniu wyraża się wzorem J^2R , więc przy stałym oporze uzwojenia pieca musimy zmniejszyć natężenie prądu. Wprowadzając szeregowo dodatkowy opór R_1 będziemy mieli $J^2_1R_1$ — ciepło wydzielone na uzwojeniu pieca i $J^2_1R_1$ — ciepło wydzielone na oporniku. Aczkolwiek J_1 będzie teraz mniejsze od J , to jednak ilość ciepła $J^2_1R_1$ wydzielona na oporniku będzie stracona. Dla uniknięcia tej straty można umieścić uzwojenia opornika w piecu dookoła komory grzejnej. Wtedy ciepło wydzielone na oporniku podniesie temperaturę najbliższego otoczenia komory i, tym samym zmniejsza odpływ z niej ciepła. Do utrzymania stałej temperatury wystarczy mniejsze natężenie prądu J_2 .

Jeszcze lepszym rozwiązaniem jest uzwojenie o zmiennym oporze. Osiąga się to w ten sposób, że całe uzwojenie dzieli się na poszczególne gałęzie, a te łączą się bądź wszystkie w szereg, bądź grupami w szereg, przy czym każda grupa składa się z N gałęzi połączonych równolegle. Przy zastosowaniu prądu trójfazowego możemy zastosować trzy gałęzie zasadnicze łączone w gwiazdę, lub trójkąt, a każdą z tych gałęzi podzielić na grupy jak wyżej. Dodatkowy opornik służyć będzie do ściślejszej regulacji i, dzięki małemu oporowi, wywoła straty minimalne.

Innym jeszcze rozwiązaniem jest stosowanie transformatorów na szereg napięć, co jest też bardzo ekonomiczne ze względu na wysoką sprawność tych ostatnich. Zależnie od warunków pracy można kombinować wszystkie wymienione sposoby regulacji. Nawiasem mówiąc określona produkcja wymaga zgóry określonych temperatur tak, że wyjątkowym będzie wypadek, kiedy jeden i ten sam piec będzie stosowany raz do bardzo niskich temperatur, innym razem do bardzo wysokich. Naturalne zmniejszenie zakresu regulacji zmniejsza jednocześnie trudności, związane z jej doskonałym rozwiązaniem.

Jak wspomnieliśmy najczęściej stosowanymi uzwojeniami są nichromowe (wstęga, lub drut). Przy projektowaniu pieca trzeba mieć na uwadze następujące okoliczności: 1) im grubszy jest drut (wstęga) tem dłużej będzie grzejnik pracował; 2) wszelkie załamania, przegięcia przewężenia, węzły i skazy wywołują łatwiejsze przepalanie się drutu (wstęgi) w tych miejscach; 3) wszelkie połączenia o charakterze stykowym powinny znajdować się bezwzględnie *poza obrębem komory grzejnej* w miejscu, gdzie temperatura nie przekracza 100° do 150°C . Połączenia stykowe w obrębie komory grzejnej przestają kontaktować po pierwszym ogrzaniu, zaczynają iskrzyć, rozluźniają się, wywołują powstawanie łuku, który topi materiał ogniotrwały i uzwojenie; 4) łączenie za pomocą spawania też nie jest wskazane w obrębie komory grzejnej, natomiast może być stosowane z powodzeniem w tych miejscach, gdzie temperatura wynosi do 400° i mniej; 5) wszystkie połączenia stykowe winny być umieszczone w miejscach łatwo dostępnych i dobrze widocznych; 6) części uzwojenia powinny łatwo się wyjmować z komory grzejnej, względnie łatwym powinno być wyjmowanie rury, czy mufl, jeżeli uzwojenie umieszczone jest na takowych.

Dla utrzymania w piecu stałej temperatury konieczne jest stałe doprowadzanie doń ciepła. Obliczenie tej ilości ciepła jest zasadniczo możliwe, jednak musielibyśmy posiadać dane co do strat ciepłych, jakie zachodzą przy danym rodzaju izolacji cieplnej i szczelności pieca w zależności od temperatury panującej w komorze. Doświadczenia pod tym względem nie posiadamy, to też wskazane jest branie danych orientacyjnych z modeli zagranicznych. Nie chodzi tu oczywiście o niewolnicze kopjowanie konstrukcji. Wystarczy zapoznać się z rodzajem i przekrojem uzwojenia, oraz oporami, jakie posiada ono przy połączeniach odpowiednich do temperatur osiągniętych. Przy analogicznej wielkości mufli i analogicznym stosowaniu napięcia, możemy już obliczyć przekroje i rozgałęzienia dla dowolnej kombinacji z tem jednak, aby ilości wydzielanego ciepła pozostały podobne. Wyobraźmy sobie naprzykład, że obserwowany piecyk składa się z rury porcelanowej owiniętej cienkim drutem nichromowym, którego opór jest R , zaś długość L . Chcemy zbudować takiż piecyk (na to samo napięcie), jednak, ze względu na długotrwałość, stosujemy drut grubszy. Oczywiście dobieramy długość tego grubszego drutu tak, aby uzyskać ten sam opór R . Jeżeli uzwojenie tak zaprojektowane zmieści się na poprzedniej długości rury, to sprawa jest załatwiona. Wyobraźmy sobie jednak, że posiadamy drut cieńszy od tego, jaki zastosowano w piecyku modelowym. Oczywiście, wypadnie zmniejszyć jego długość dla uzyskania poprzedniego oporu R . Rozwiązanie będzie gorsze, albowiem, uzyskanie żądanej temperatury odbędzie się kosztem nagrzewania samego uzwojenia do wyższej temperatury, niż w wypadku poprzednim.

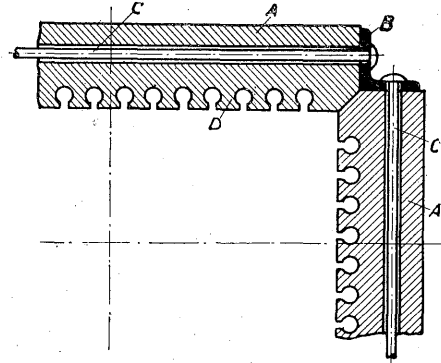


Rys. 1. Schemat piecyka elektrycznego oporowego (przekrój).

Czasem trzeba ogrzać do wysokiej temperatury małą komorę i wtedy staramy się możliwie skupić dookoła ogrzewanego obszaru jaknajwiększą ilość drutu oporowego, aby potrzebny opór uzyskać na drodze zwiększenia długości uzwojenia, nie na dro-

dze zmniejszenia przekroju. Zwijamy wtedy drut w spiralę (ściślej według linii śrubowej, gdyż spirala jest krzywą płaską), a tę znowu śrubowo układamy dookoła komory.

Huty krajowe produkują druty oporowe, o składzie podobnym do składu nichromów. Mały wysiłek w tym kierunku przy zapotrzebowaniu na rynku za-

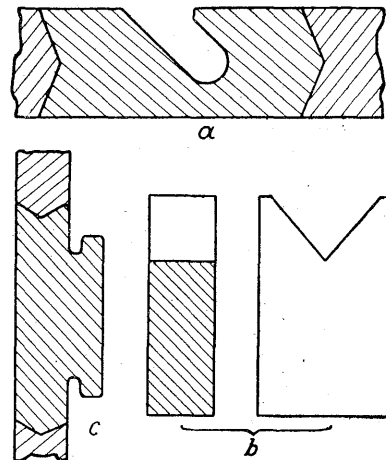


Rys. 2. Czwarta część przekroju mufli prostokątnej, złożonej z czterech cegieł fasonowych.

pewniłby wyrób drutów i wstęp nichromowych, które dziś sprowadzamy z zagranicy.

Następnym elementem, który rozpatrzemy, są materiały ogniotrwałe. Do wyrobu pieców elektrycznych oporowych potrzebne są rury ogniotrwałe, i cegły ogniotrwałe fasonowe.

Przemysł krajowy ceramiczny nie stoi znów na tak niskim poziomie, aby nie mógł podoląć zagadnieniu. Dobrego gatunku szamotowe wyroby zaspokołyby pierwsze zapotrzebowanie najzupełniej, jed-

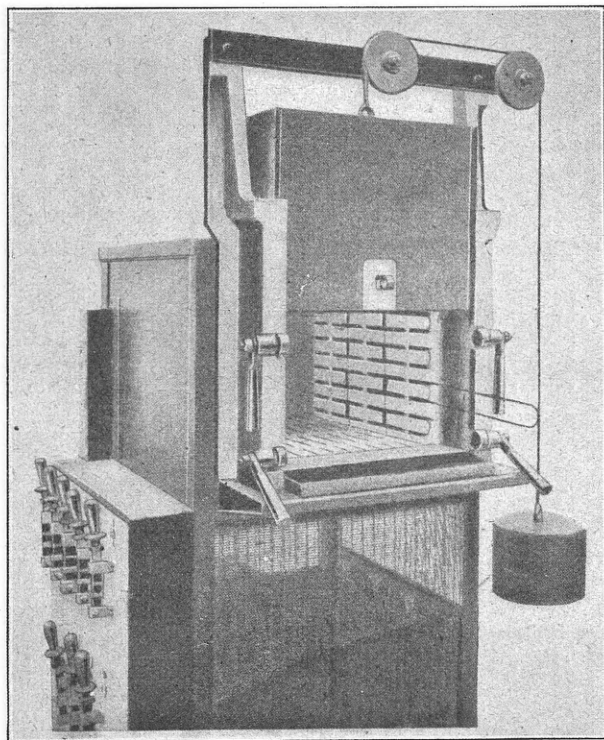


Rys. 3. Cegły kształtowe do układania ścian komory grzejnej.

nak rozbija się wszystko o tę okoliczność, że przemysłowcy nasi nie lubią zaglądać w przyszłość, a boją się inowacji. Piece elektryczne nie są jeszcze budowane w kraju, bo nie są jeszcze wyrabiane cegły i mufle odpowiednie. Jednocześnie zapoczątkowanie wyrabiania cegieł i mufli uzależnia się od zapotrzebowania na takowe. Bezład taki panuje w wielu dziedzinach naszej wytwórczości i jest poniekąd przyczyną wiecznego utyskiwania na małą pojemność rynku wewnętrznego. Pojemność ta wzrosłaby niezawodnie, gdyby producenci podsuwali konsumentowi takie wyroby,

które mogą go zainteresować, miast tych, które sami chcą produkować. Z innej strony zainteresowanie konsumenta nową dziedziną produkcji nie powinno być zbywane zapytaniem wiele też wagonów, czy tysięcy tonn zechciałby on od razu zamówić.

Cegły fasonowe mogą być formowane w zwykły sposób, zaś muflę bywają bądź formowane jak cegły, bądź lane do form gipsowych. Odlewanie przedmiotów z mieszaniny szamotowej polega na tym, że dodajemy do niej silnej zasady, która, działając na pył krzemionkowy, tworzy ciecz koloidalną, utrzymującą nawet grubsze ziarna szamotu w zawieszynie.



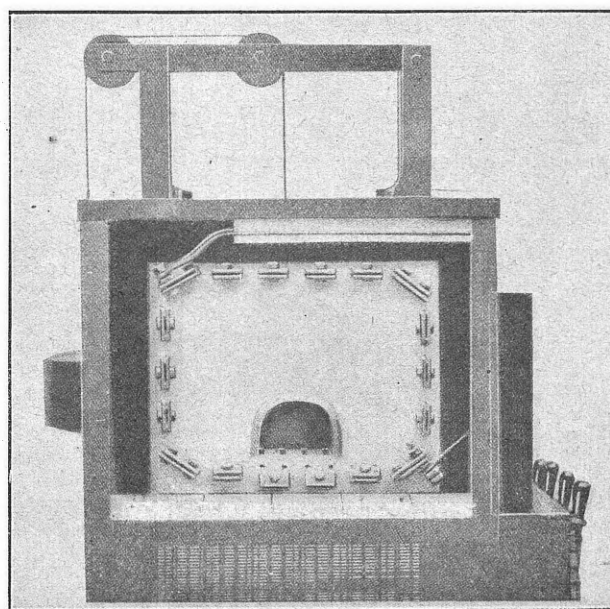
Rys. 4. Piec elektryczny wykładany cegielkami kształtowiemi. Widoczny jest drut grzejny w postaci litery U częściowo wysunięty.

Muflę bywają następujących kształtów: dno, boki i tył ograniczone płaszczyznami, góra w kształcie sklepienia, przód otwarty. Dno płaskie i góra płaska, boki jako połowy walca, przód i tył otwarte. Wreszcie cylindryczne muflę otwarte z jednej, lub obu stron. Uzwojenie nawija się na stronę zewnętrzną muflę, która posiada niekiedy rowki do układania w nich drutu. Muflę z rowkami są droższe, jednak uzwojenie trzyma się w nich bardzo dobrze i jest zabezpieczone od ewentualnych zwarć. Cegły fasonowe służą jedynie, jako oparcie dla uzwojenia i to ostatnie znajduje się wtedy wewnątrz komory grzejnej, pracując jako „gołe”, czyli niepokryte warstwą materiału ogniotrwałego.

Każde z tych rozwiązań ma swoje złe i dobre strony. Faktycznie uzwojenie okalające muflę ze strony zewnętrznej ogrzewa najpierw ścianki muflę i te dopiero przedmioty w muflę umieszczone. Rozprzewodzenie ciepła jest równomierne, a najdrobniejsze nawet przedmioty zabezpieczone są od zetknięcia z uzwojeniem. Z drugiej strony, temperatura uzwojenia musi być wyższa, niż temperatura w muflę i tem wyższa, im grubsze są ścianki muflę.

Zamiana uzwojenia jest utrudniona, albowiem może być uskuteczniiona wtedy tylko, gdy muflę jest wyjęta z pieca. „Gołe” uzwojenie bezpośrednio promieniuje do wnętrza komory grzejnej i może być ogrzane do niższej temperatury, jednak rozprzewodzenie ciepła jest mniej równomierne, a zawadzanie przedmiotów ogrzewanych o uzwojenie łatwiejsze.

Trzecim elementem pieca elektrycznego jest warstwa izolacyjna. Tworzą ją cegły izolacyjne, lub inne materiały izolacyjne, jak krzemionka infuzoryjna, wata szklana, lub wata azbestowa. Im doskonalsza jest warstwa izolacyjna, oraz im jest ona grubsza, tem mniejsze są straty ciepłne. Trzeba jednak liczyć się z tą okolicznością, że warstwa izolacyjna posiada pewną pojemność ciepłą. Istnieje więc tendencja do stosowania cienkich warstw izolacyj-



Rys. 4a. Widok pieca od tyłu. Pokazane są połączenia między sobą drutów grzejnych.

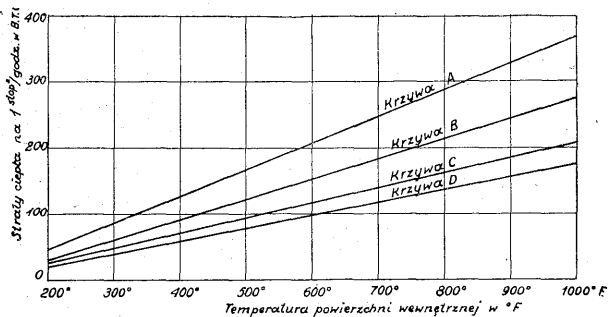
nych w tych wypadkach, kiedy piec nie pracuje cały dzień, a jest uruchomiany często, lecz na krótkie okresy czasu, oraz grubych warstw izolacyjnych w wypadku ciągłego działania. Nadwyżka energii ciepłnej, jaką musimy poświęcić dla nagrzania pieca o cienkiej warstwie izolacyjnej kompensuje się przy dorywczym użyciu pieca, tą energią ciepłą, jaką wchłania gruba warstwa izolacyjna i jaką oddaje potem nieprodukcyjnie wywołując bardzo powolne stygnięcie pieca przy prądzie wyłączonym. W wypadku dłuższej pracy, energia ciepła zużyta na rozruch stanowi małą pozycję w stosunku do oszczędności, jakie daje podczas pracy gruba warstwa izolacyjna.

Cienka warstwa izolacyjna, oraz wysokie temperatury w komorze grzejnej są skutkiem wysokiej względnie temperatury do jakiej dochodzi zewnętrzna powierzchnia pieca. Aby uniknąć wypadków oparzenia, daje się czasem płaszcz zewnętrzny, chłodzony wodą.

Normalnie stosowane są płaszcze z blachy żelaznej wspartej na karkasie z żelaza profilowego. Do karkasu przymocowane są zawiasy drzwiczek,

podstawy do opierania przedmiotów, wkładanych do pieca, nóżki, na których piec jest ustawiony i t. p.

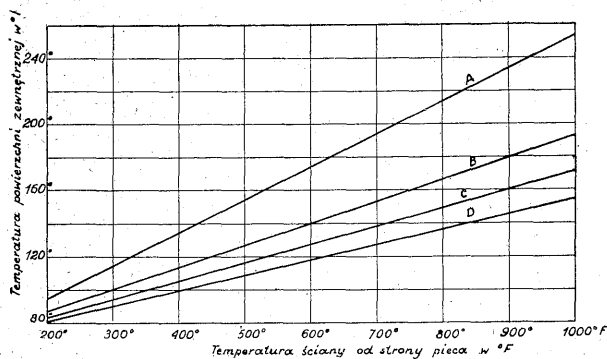
Coraz bardziej wchodzące w użycie wyżarzanie w atmosferze gazów, niedziałających na metale, wywołało konieczność wprowadzania takowych do komory grzejnej. Uszczelnienie rury o niewielkiej średnicy jest jeszcze możliwe, ale o uszczelnieniu dużej mufli płaskiej, a tem bardziej komory złożo-



Rys. 5. Krzywa strat ciepła przy różnej grubości cegły izolacyjnej. A—1 1/4", B—2", C—2 1/2" i D—3".

nej z osobnych cegieł mowy być nie może. Robi się wtedy szczelny płaszcz metalowy zewnętrzny przez spawanie acetylenem. Pokrywa wchodzi obrzeżami w żłób wypełniony oliwą i chłodzony wodą.

Wskazemy teraz, w jaki sposób można wykonać małe piece laboratoryjne i jak wyglądają najbardziej używane piece hartownicze przemysłowe. Tak więc mały piecyk do temperatury nie przekraczającej 1100°C można wykonać w sposób następujący:

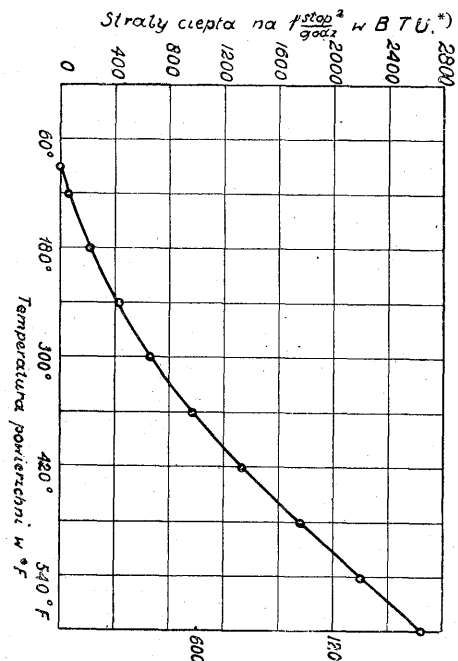


Rys. 6. Krzywe wskazujące stosunek temperatury zewnętrznej i wewnętrznej ścianek, przy różnej grubości ściany z cegły izolacyjnej. A—1 1/4", B—2", C—2 1/2", D—3".

4 do 6 metrów drutu nichromowego o średnicy 0,6 do 1,0 mm (zależnie od stosowanego napięcia) nawijamy na drucie żelaznym o średnicy 4 do 7 mm (można to wykonać na tokarni). Otrzymałą sprężynę rozciągamy nieco, aby zwoje były oddalone od siebie na podwójną grubość drutu i nawijamy na kloku drewnianym o średnicy 30 do 50 mm (zależnie od tego jaki pragniemy mieć krater piecyka). Obok sprężyny nawijamy gruby sznurek dla oddzielenia od siebie poszczególnych zwojów. Początek i koniec sprężyny mocujemy małymi gwoździkami, pozostawiamy też swobodne końce drutu o długości około 100 do 150 mm. Tak nawiniętą sprężynę pokrywamy warstwą gliny ogniotrwałej i wysuszamy w ciepłym miejscu. Po wysuszeniu raz jeszcze po-

krywamy gliną i całość wstawiamy do tygla tak, aby uzwojenie kończyło się o parę mm poniżej obrzeża tygla. Tygiel umieszczamy w blaszanym pudełku cylindrycznym, podkładając pod dno kawałki tektury azbestowej i zasypujemy przestrzeń między tygłem i ściankami pudełka krzemionką infuzoryjną. Pudełko przykrywa się pokrywką (też metalową) z otworem nieco większym od średnicy kołka. Końce uzwojenia wyprowadza się nazewnątrz i mocuje w izolatorach. Puszczamy teraz prąd, tłumiąc go opornikiem. Drzewo kołka destyluje się i wreszcie zwęglą. Resztki kołka wyjmujemy z łatwością, ogrzewamy uzwojenie do 800° (na oko) co powoduje wypalenie się resztek węgla. Po ostudzeniu wyprawiamy powstały krater gliną ogniotrwałą i piecyk jest gotów.

Piecyk rurowy wygląda jak pokazano na szkicu rys. 1 (schemat). Blasany cylinder A połączony jest (w sposób dowolny) z pokrywkami B. Te ostatnie zaopatrzone są w otwory z wygiętymi kołnier-



Równoważnik straty ciepła w funtach węgla (12000 B.T.U.) w ciągu robu (300 dni) przy 24 godzinnej pracy na 1 stopie powierzchni promieniowania.

Rys. 7. Krzywa Darling'a wzięta z czasopisma „Engineering”, strat ciepła przez ogrzane ściany pieca przy rozmaitych jego temperaturach. (Temperatura otoczenia 70° F).

rzami, obejmującymi glinianą rurę (drenowa rura wypalana) C. Połączenie D uskutecznia się od razu, zaś połączenie E po wypełnieniu przestrzeni F krzemionką infuzoryjną. Grzejnikiem jest rura szamotowa G, lub porcelanowa z nawiniętą taśmą nichromową (względnie platynową) H. Po nawinięciu taśmy rura jest pokrywana warstwą gliny ogniotrwałej i dopiero wtedy wkłada się ją do rury C. Końce uzwojenia H, dobrze zaizolowane, przymocowuje się do korpusu pieca i zaopatruje w zaciski. Śruby J z nakrętkami motylkowymi (po trzy śruby na obwodzie z każdej strony) służą do przymocowania obręczy przytrzymujących rury C i G. Ca-

*) 1 kaloria kilogramowa = 3,968 B. T. U.

łość okala się jeszcze azbestową tekturą (dobrze zginającą się po zwilżeniu), a czasem cienką blachą aluminiową. Ta ostatnia ma na celu nadanie estetycznego wyglądu piecykowi, uchronienie azbestu od zniszczenia, oraz odprowadzenie ciepła z powierzchni pieca. Ujęcie całego piecyka w obręczę i umocowanie go w taki sposób na nóżkach jest już kwestią drugorzędą.

Zamiast rur *C* i *G* można użyć tylko jednej rury *G*, co się też czasem praktykuje. Takie urządzenie ma jednak tę wielką wadę, że nie zezwala na szybkie i łatwe przewinięcie pieca. Istotnie, przy jednej tylko rurze, wyjęcie jej powoduje wysypywanie się krzemionki, co zmusza znów do odejmowania pokrywy *B*, a więc demontowania pieca. Piece hartownicze Barfield'a mają podobną konstrukcję. Mufla (cylindryczna, lub płaska) posiada śrubowo biegnący rowek do drutu nichromowego, co ułatwia jego nawijanie, zaś masa izolacyjna wysypana jest między ścianki mufla, a korpus pieca.

Prostokątne komory grzejne układają się zwykle z cegieł kształtowych. Tak na przykład, na rys. 2 widzimy przekrój komory grzejnej, składającej się tylko z 4-ch cegieł *A*. Są one połączone zapomocą kątowników i śrub (*B*, *C*). Rowki *D* służą do przeciągnięcia przez nie śrubowo zwiniętego drutu nichromowego.

Przy większych wymiarach komory grzejnej trzeba układać ją z osobnych cegiełek. Kształt tych ostatnich musi być taki, aby uzwojenie łatwo dało się umieścić i dobrze się trzymało, a również taki, aby cegiełki nie ześlizgiwały się po sobie. Taką cegiełkę widzimy, w przekroju, na szkicu rys. 3a.

Uzwojenia nie przewleka się tu lecz wprost wkłada w odpowiedni rowek, gdzie opada ono własnym ciężarem, na dno rowka. Te cegiełki służą do wykładania boków komory. Dolne uzwojenia podtrzymywane są na cegiełkach kształtu rys. 3b. Do utrzymywania drutów niezwinionych śrubowo, służą cegły o przekroju podanym na rys. 3c. Piec z takimi cegiełkami uwidocznił jest na rys. 4 i 4a. Druty oporowe w kształce litery *U* przesuwane są przez rowki cegieł i łączone w tylnej części pieca. Zastąpienie przepalonego drutu jest nader łatwe i nie wymaga zupełnie demontowania pieca.

Piece oporowe w zależności od celu do jakiego są budowane bywają najprzeróżniejszych wielkości i najrozmaitszych kształtów. Ogólne zasady pozostają jednak zawsze te same: łatwe umieszczenie i łatwa zamiana uzwojenia, zabezpieczenie uzwojenia od zetknięcia się z przedmiotem nagrzewanym, umożliwienie najprzeróżniejszych połączeń poszczególnych gałęzi, co zastąpi regulację opornikiem dobra izolacja cieplna, oraz szczelne zamykanie pieca.

Opis pieców oporowych do wyżarzenia metali w atmosferze wodoru znajdują czytelnicy w 37-ym zeszytach czasopisma *Stahl und Eisen*. 12 September 29 r. str. 1329.

Niżej podajemy parę tablic (zaczepniętych z czasopism) w których można znaleźć orientacyjne dane co do strat ciepłych, które mają miejsce w piecach hartowniczych.

W drugiej części artykułu zapoznamy czytelników z piecami silitowemi, kryptolowemi i innemi z cyklu oporowych.

Straty ciepła przez ścianki pieca i temperatura tych ścianek od zewnątrz (temperatura pokojowa 38° C).

MATERJAŁ ŚCIANEK PIECA			Temperatury wewnętrzne pieca w °C; straty pieca w cal. na 1 m²/godz i temperatury zewnętrznych ścian pieca													
Cegła ogniotrwała	Cegła izolacyjna	Cegła zwykła czerwona	1650°		1375°		1092°		965°		815°		676°		538°	
			Cal.	t	Cal.	t	Cal.	t	Cal.	t	Cal.	t	Cal.	t	Cal.	t
18" — 457	9"	4" — 101,6	520	100	381	85										
18	4,5	4	787	125	635	115										
18	2,5 — 63,5	4	1115	165	888	140										
18		4	2230	285	1810	235										
13,5 — 343	9	4	533	105	393	90										
13,5	4,5	4	812	140	647	120	482	100	406	90						
13,5	2,5	4	1190	170	938	145	711	120	597	100						
13,5		4	2590	320	2100	270	1610	215	1370	190						
9 — 228,5	4,5	4	914	135	711	115	533	100	457	90	381	75	305	70	228	60
9	2,5	4	1270	180	1050	155	786	130	673	115	458	105	432	95	317	80
9		4	3070	375	2485	315	1915	250	1620	220	1340	190	1040	160	761	125
4,5 — 114,25	4,5	4							457	100	381	90	305	80	231	70
4,5	2,5	4							711	130	470	115	393	100	350	85
4,5		4							2000	255	1670	215	1340	180	1015	145

Minimalna ilość opału na wyrównanie straty 1 miliona BTU/godz = 252000 cal/godz.

t	Kg ropy		Kg węgla		m³ gazu ziemnego		m³ gazu generat.		KWG		Ciężar właściwy Pensylwańskiej ropy $\gamma = 0,886$ Hütte 1912 r. ros. I str. 711. Dla ropy 1 BTU = 0,252 Cal. 135000 BTU/Cal. = 8450 Cal./kg Dla węgla: 14400 BTU/Funt 8200 Cal./kg Dla gazu ziemnego: 960 BTU/stopę³ = 8556 Cal./m³ Dla gazu generatorowego: 137 BTU/stopę³ = 1218 Cal./m³.
	na godzinę				na godzinę				KWG		
	kg	Cal.	kg	Cal.	m³	Cal.	m³	Cal.	KWG	Cal.	
649	42,25	357000	42,6	341500	43,8	375000	355	433000	293	253000	
761	45,1	381000	45,75	367500	47,6	407500	382	466000	293	253000	
871	48,3	408000	48,5	389000	50,90	436000	436	531000	293	253000	
982	52,3	442000	52,6	421500	56,0	479000	506	606500	293	253000	
1091	57,15	481500	58	465000	60,2	515000	617	752000	293	253000	
1200	63,2	534000	64,4	516000	69,6	595500	787	958000	293	253000	
1325	70,8	598000	72,1	578000	80,3	687000	1057	1310000	293	253000	
1422	80,9	684000	81,5	653000	95,25	815000	1765	2150000	293	253000	

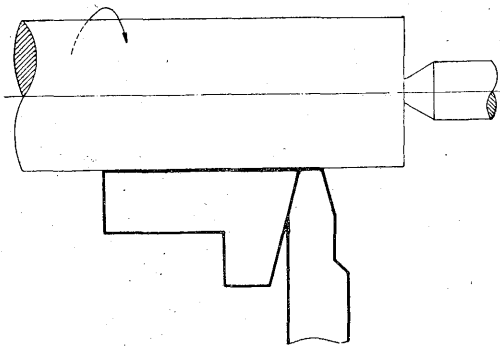
U w a g a: Liczby oparte są na spalaniu całkowitem.

Wykonanie gwintów na tokarce.

Napisał inż. E. Pietraszkiewicz.

Treść: Uwagi ogólne. Ustawienie noża. Sposoby skrawania wióra. Szybkość skrawania. Zakończenie gwintu. Włączanie nakrętki pociągowej. Użycie przyrządu zegarowego. Nacinanie gwintu o dużym kącie pochylenia. Gwinty wielozwojne. Gwinty stożkowe. Płynny chłodzący.

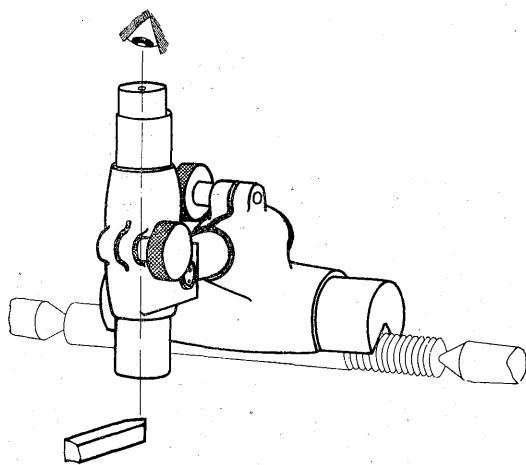
1. Aczkolwiek istnieją liczne odmiany specjalnych maszyn do gwintowania, największe jednak wzięcie ma tokarka pociągowa. Wpływa na to przede wszystkim uniwersalność tej maszyny, która daje jej przewagę w tych wypadkach, gdy gwintowanie nie stanowi głównej czynności, lecz jest jednym z licznych wykonywanych na tokarce zabiegów, dla którego przeniesienie przedmiotu na inną maszynę i ponowne mocowanie nie opłacałoby się. Specjalne



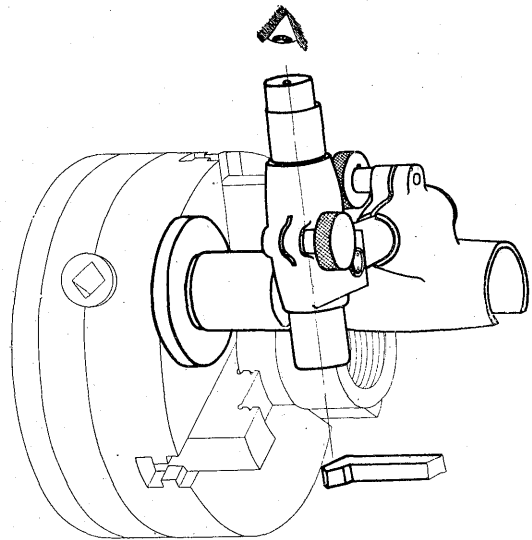
Rys. 1. Przymiar do ustawiania noża do gwintowania.

leżeć na poziomie osi wrzeciona, co łatwo sprawdzić, dosuwając roboczy koniec noża do ostrza kła konika. Niezależnie od tego zarys noża musi być prostopadły do osi gwintu. Dla prostopadłego ustawienia stosują się przymiary, których sposób użycia pokazany jest na rys. 1. Na rys. 2 i 3 widzimy optyczny przyrząd do sprawdzania prostopadłości noża. Na obiektywie przyrządu (rys. 4) uwidocznione są zarysy znormalizowanych gwintów, wobec czego można również sprawdzić dokładność zarysu noża. Przyrząd ten może być stosowany zarówno do gwintów zewnętrznych (rys. 2) jak i wewnętrznych (rys. 3).

3. Sposoby skrawania wióra. Kształt jaki zwykle posiadają noże do gwintowania o dwustronnej krawędzi tnącej (rys. 5 i 6) nie sprzyja uzyskaniu gładkiej powierzchni. Płynące nawprost siebie wióry gromadzą się u środka, utrudniają obserwację i powodują często zahaczanie noża i podrywanie materiału. Zjawisko to najdotkliwiej daje się odczuć przy gwintowaniu zgrubnym, gdy ma się do czynienia z większą ilością wióra. By zmniejszyć szko-



Rys. 4. Widok płytki z zarysami gwintów znormalizowanych.



Rys. 2 i 3. Przyrządy optyczne do sprawdzania prostopadłości noża.

maszyny opłacają się tylko przy gwintowaniu masowem. Tokarka pociągowa, ustępując pod względem wydajności frezarcze do gwintów lub gwinciarce, przewyższa te maszyny pod względem dokładności. Wyjątek stanowią specjalne szlifierki do gwintów, które będąc mniej wydajne od tokarek, dają jednak większą dokładność wykończenia.

2. Ustawienie noża. Przystępując do gwintowania jakiegokolwiek przedmiotu na tokarce, należy przede wszystkim prawidłowo ukształtować krawędź tnącą noża, a następnie nadać mu właściwe położenie względem przedmiotu obrabianego. Ustawienie noża winno być osiowe. Pierś narzędzia musi

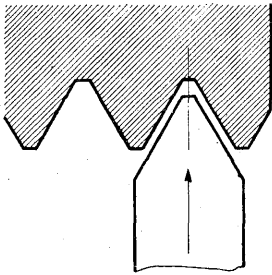
dłuiwy wpływ, dążyć należy, by zdzieranie odbywało się przy jednostronnym obciążeniu noża, zaś wykańczanie pełną krawędzią, która nadaje gwintowanemu rowkowi kształt ostateczny.

Cienka warstwa, zdejmowana przy wykończeniu, nie spowoduje gromadzenia się wióra w środku. Przy nacinaniu drobniejszych gwintów stosuje się niewielkie boczne przesuwanie krawędzi za każdym przejściem noża. Jak widać z rys. 7 i 8 nóż pracuje tylko jedną stroną. Przy ostatnim przejściu ustawia się nóż tak, by zbierał wiór z obydwu stron, przez co uzyskuje się gładkie wykończenie. Inny sposób, prowadzący do jednostronnego ob-

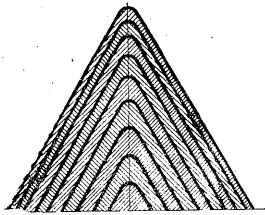
ciężenia krawędzi tnącej, który stosuje się przy nacinaniu grubych gwintów, pokazany jest na rys. 10, 11 i 12. Nóż ustawiony jest skośnie. W tym celu górne sanie suportu leżą pod kątem 60° (rys. 9). Stopniowe zagłębianie noża uskutecznia się drogą przesuwania górnych sań. Zaletą skośnych przesuwów jest możliwość nadania krawędzi tnącej a , kąta natarcia (rys. 10 i 11), gdyż cała powierzchnia piersi noża nie potrzebuje być poziomą; na poziomej linii musi

kości skrawania. Ostateczne wykończenie, które musi się odbywać pełną krawędzią, następcza obawę zahaczenia noża przy którym powstają brzozy na otrzymanej powierzchni. Jako środek zaradczy służy zakładanie skórzanej podkładki s (rys. 14) pomiędzy tarczą i zabieraczem chomątka, która przy raptownych zmianach oporu skrawania łagodzi drgania dzięki swej elastyczności.

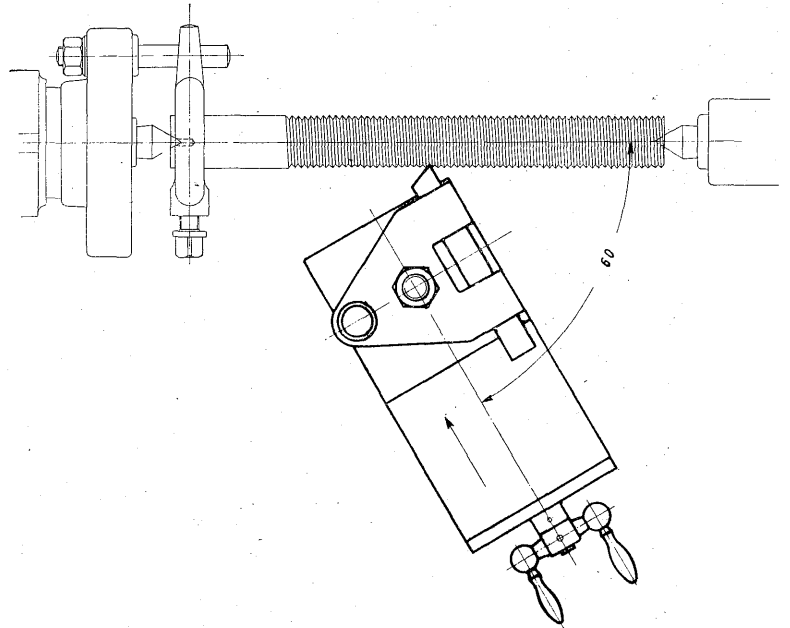
Doskonalszym rozwiązaniem jest stosowanie noży sprężynujących. Gdy środki te nie pomagają należy zmniejszyć szybkość skrawania.



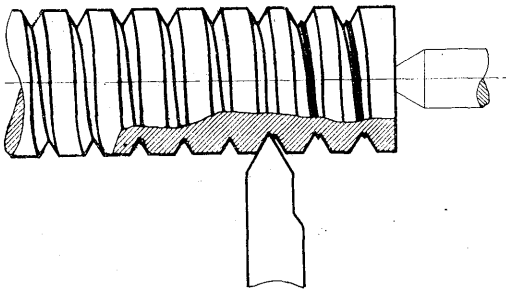
Rys. 5. Nóż do gwintowania o dwustronnej krawędzi tnącej.



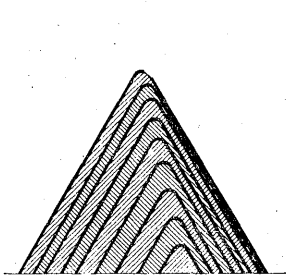
Rys. 6. Schemat skrawania nożem rys. 5.



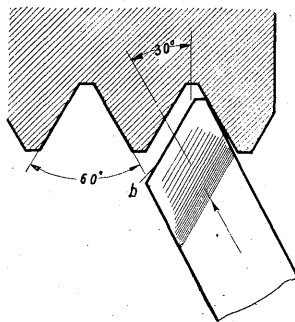
Rys. 9. Ustawienie noża i górnych sań tokarki przy skrawaniu gwintu.



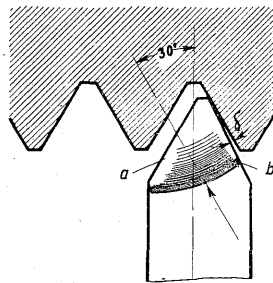
Rys. 7. Skrawanie jedną krawędzią noża.



Rys. 8. Schemat pracy noża rys. 7.



Rys. 10 i 11. Inne sposoby cięcia gwintu pozwalające na obciążenie jednostronne noża.



Rys. 12. Schemat pracy noży rys. 10 i 11.

leżeć tylko czynna krawędź tnąca a . Krawędź b nie jest czynna. Aby krawędź ta nie tarła się o powierzchnię obrabianą, może być od niej odchylona o pewien kąt δ zwanym kątem odsadzenia, co uzyskać można również drogą zmniejszenia kąta profilowego (rys. 10 i 11). Wykończenie gwintu pełnym zarysem noża usuwa te nierówności, które powstały w trakcie zabiegów przedwstępnych. Nacinanie grubych gwintów trapezowych odbywa się przy użyciu dwóch noży: zacinaka prostokątnego a (rys. 13) i noża trapezowego b , który wykończy boki gwintu. Obydwa noże pracują jednocześnie.

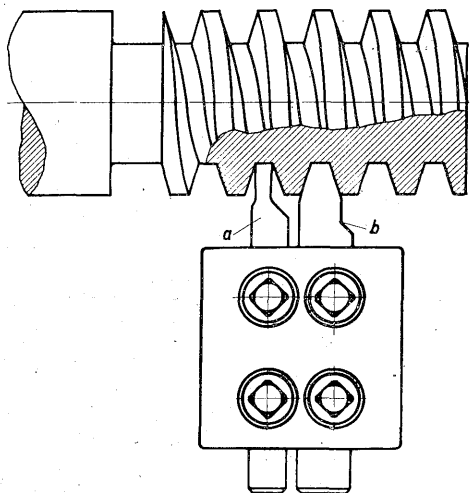
Przystosowanie noży do jednostronnego obciążenia krawędzi tnącej pozwala na zwiększenie szyb-

4. **Szybkość skrawania** zależy od licznych czynników, które są: rodzaj materiału gwintowanego, gatunek stali, z której wykonany jest nóż, kształt i wymiary obrabianego przedmiotu, stan maszyny, zręczność operatora, wreszcie wymagania, jakie są stawiane co do dokładności gwintu. Jest rzeczą powszechnie znaną, że obróbka stali narzędziowej dopuszcza mniejszą szybkość skrawania, niż zwykłej stali maszynowej. Istnieją gatunki stali, które nie są tak twarde, jak stal narzędziowa, posiadają jednak znaczną plastyczność.

Materiały te wymagają wyjątkowo niskiej szybkości skrawania i następczą duże trudności przy gwintowaniu. Wpływ narzędzia na szybkość skrawania

zależy przede wszystkim od materiału, z jakiego jest wykonane, a następnie od konstrukcji samego narzędzia.

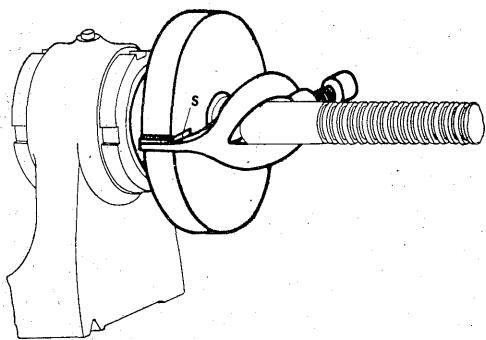
Noże o pojedynczym zębie pozwalają na większą szybkość, niż noże grzebieniowe. Okoliczność ta w większym stopniu dotyczy stali szybko tnących niż zwykłych narzędziowych. Noże sprężynujące dopuszczają większe szybkości. Kształt i wymiary



Rys. 13. Nacinanie grubych gwintów trapezowych.

gwintowanego przedmiotu są również czynnikiem miarodajnym przy doborze szybkości. Śruby posiadające znaczną długość przy niewielkiej średnicy uginają się pod naciskiem noża w tym większym stopniu im większa jest grubość wióra i szybkość skrawania.

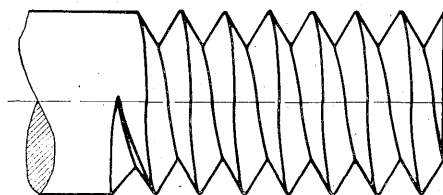
Aby zapobiec uginaniu należy stosować podtrzymki ruchome, które mogą być używane przy wykonaniu długich gwintów trapezowych lub płaskich, ale są niedopuszczalne przy gwintach ostrych, gdyż powodują rozplaszczanie końców.



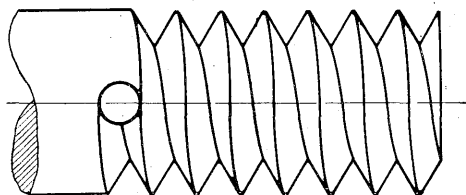
Rys. 14. Umocowanie przedmiotu gwintowanego przy wykończeniu.

Niemalą wpływ wywiera na szybkość konstrukcja i stan samej maszyny. Tokarki ciężkiej budowy nie są korzystne dla gwintowania. Istota stosowanych tu zabiegów nie leży w uzyskaniu wysokiej mocy, do której przystosowane są maszyny ciężkie. Tokarka do gwintowania winna być poręczna w użyciu i nie wymagać zbyt wielkich wysiłków ze strony tokarza, ani też wyciętych ruchów związanych

z jej obsługą. Przystawki stropowe z nawrotnicą pasową nie są tak dogodne, jak przystawki zaopatrzone w sprzęgła cierne, które dają szybką i łatwą zmianę kierunku biegu. Niemalą rolę odgrywa zręczność samego tokarza. Podstawowym warunkiem jest gruntowna znajomość maszyny, jej osobliwości i wady, których szkodliwy wpływ daje się zmniejszyć lub całkowicie usunąć.

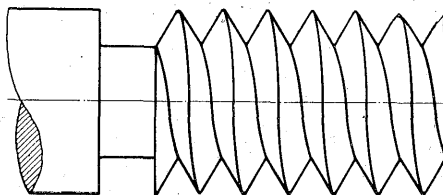


Rys. 15. Zakończenie rowka przy nacinaniu drobnych gwintów.



Rys. 16. Zakończenie rowka przy nacinaniu grubych gwintów.

5. *Zakończenie gwintu.* Trudność pewną stanowi uchwycenie chwili, gdy nóż należy odsunąć po przejściu przez pełną długość gwintowanego trzpienia. Tokarz musi mieć natężoną uwagę, by nie puścić noża zbyt daleko i nie podciąć materiału. Przy nacinaniu drobnych gwintów zakończenie rowka śrubowego posiada kształt, pokazany na rys. 15. Tokarz odsuwa nóż gdy ten przejdzie przez ostatni zwoj. Rzecz oczywista, że uwaga tokarza musi być mocno natężona, by odsunąć nóż we właściwym miejscu. Przedwczesne odsunięcie spowodowałoby



Rys. 17. Śruba z szyjką.

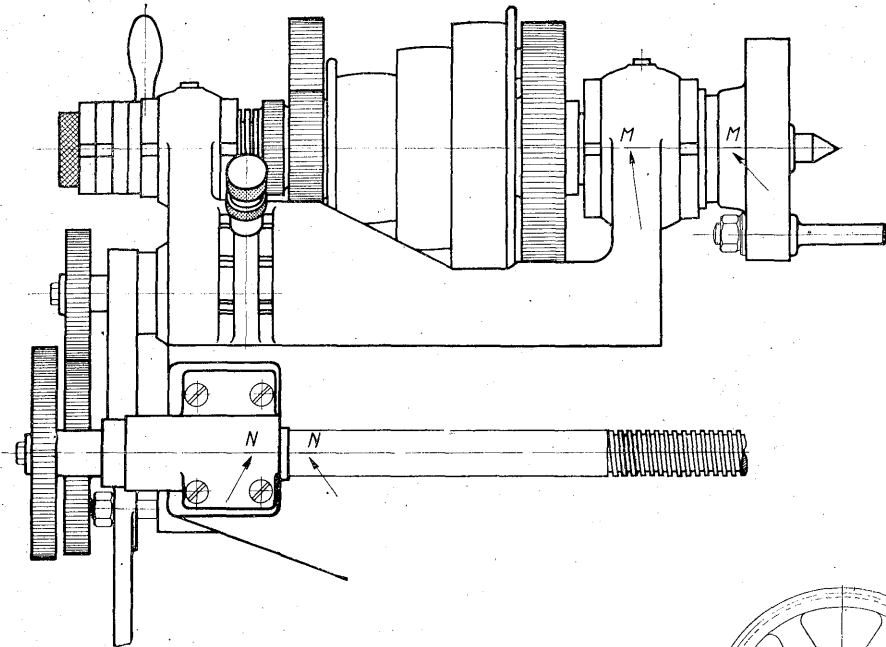
niepełne wykończenie ostatniego zwoju. Opóźnienie pociągnęłoby za sobą poderwanie materiału. Tokarz musi zwolnić bieg i obracać wrzeciono drogą ręcznego pociągania pasa, pozez co obniża się wydajność. Przy nacinaniu grubszych gwintów nawierca się otwór (rys. 16) w miejscu zakończenia, lecz i ten zabieg wymaga dużej uwagi i zwolnienia biegu. Jeżeli gwintowany trzpień posiada szyjkę (rys. 17), to nóż wybiega na zwężone miejsce i potrzeba zmniejszenia obrotów odpada. Szyjka osłabia śrubę, jednak doświadczenia wykazały, że śruby pod wpływem rozciągającej siły rwą się nie na wcięciu lecz na samym gwincie, co świadczy, że wcięcie nie jest najsłabszym miejscem śruby.

6. *Włączanie nakrętki pociągowej.* Nacinanie gwintu na tokarce odbywa się zwykle za kilkoma przejściami noża. Po każdym przejściu roboczym tokarz cofa suport ręcznie do położenia początkowego, wyłączając uprzednio śrubę pociągową. Jeżeli stosunek skoków gwintu nacinanego i śruby pociągowej wyraża się liczbą pierwszą, czyli 1, 2, 3, 5, 7, 11 i t. d., to ponowne włączanie nakrętki może być

ruchome położenie w ciągu całego zabiegu zapobiega odskokom noża od rzeczywistego położenia, mogącym powstać wskutek nieszczelnego pasowania nakrętki i śruby pociągowej które w różnej mierze wyraża się przy każdym jej włączaniu.

*Poreczny jest w użyciu przyrząd zegarkowy pokazany na rys. 20. Składa się on z obsady *a*, umocowanej do stołu suportu, wewnątrz mieści się wałek z osadzonym u dołu kołem ślimakowym, które jest skojarzone ze śrubą pociągową.*

Na górnym końcu mieści się krążek *k* z podziałką. Liczba zębów koła jest wielokrotną do liczby zwojów na śrubie pociągowej. Jeżeli naprzykład śruba pociągowa posiada cztery zwoje na cal, to koło ślimakowe ma 16, 24 lub 32 zęby. Liczba podziałek na krążku jest taka, jaką otrzymuje się dzieląc liczbę zębów koła przez liczbę zwojów śruby. Jeżeli np. koło posiada 32 zęby, a śruba pociągowa 4 zwoje na cal, to liczba podziałek na krążku wyniesie 8. Sposób użycia jest następujący:

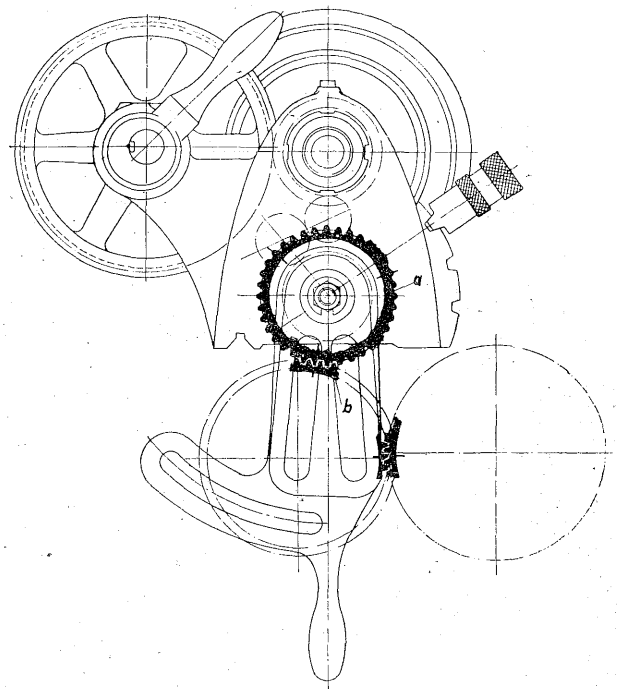


Rys. 18. Oznaczenie pomocnicze przy nacinaniu gwintu na tokarce.

dokonane w każdym dowolnym miejscu, a nóż zawsze zajmie właściwe położenie względem gwintu.

Jeżeli stosunek skoków wyraża się liczbą podzieloną np. 4, 6, 8, 9, 10, 12, i t. d. to ponowne włączanie nakrętki nastęrcza obawę nieutrafienia noża w nadcięty rowek. Ta obawa da się odczuć w większym stopniu, jeżeli liczby, wyrażające długość skoków obydwóch gwintów nie dzielą się przez siebie bez reszty. W obydwóch wypadkach baczną uwagę zwracać należy, by włączanie nakrętki odbywało się przy właściwym położeniu noża. By uchwycić to położenie tokarz na początku pracy wyznacza kredą dwie pary kresek *M* i *N* (rys. 18), jedną (*M*) na łożysku i wałku wrzeciona i drugą (*N*) na śrubie pociągowej i jej łożysku. Zbieżność obydwóch kresek będzie sygnałem do włączenia nakrętki pociągowej. Jeżeli stosunek skoków wyraża się bardzo złożonym ułamkiem (np. $5\frac{7}{16}$, $2\frac{1}{13}$ i t. d.) podany sposób może okazać się zawodnym, gdyż dwie pary kresek mogą pozornie leżeć naprzeciwko siebie, w rzeczywistości zaś między kreskami istnieje mała różnica, która może spowodować zniekształcenie gwintu, jeżeli nakrętka pociągowa zostanie włączona. W tych wypadkach racjonalniej jest wyznaczać kreski w punktach styczności kół zębatych, przenoszących ruch od wałka wrzeciona do śruby pociągowej (rys. 19).

Przy wykonaniu bardzo dokładnych gwintów, w których odchyłki nie mogą przekraczać setnej części milimetra, celowe jest całkowite wykonanie gwintu bez wyłączania śruby pociągowej, która ciągnie suport w kierunku roboczym i powrotnym. Nie-

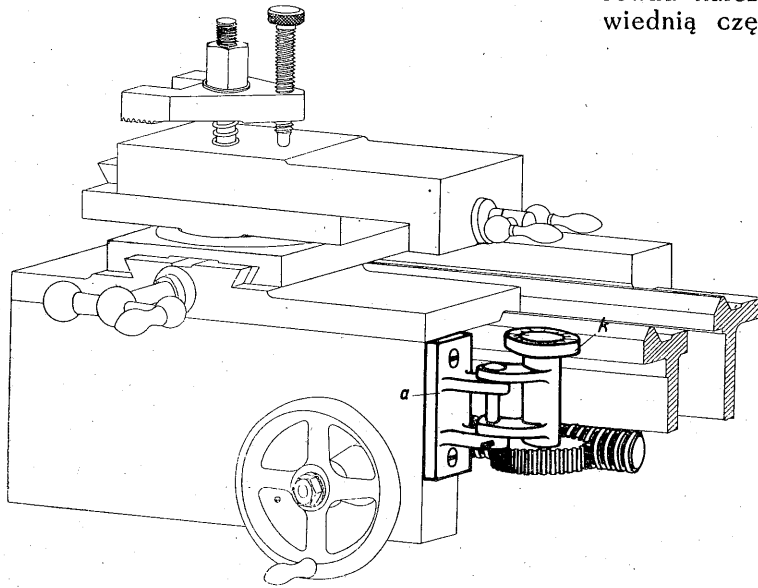


Rys. 19. Oznaczenie pomocnicze przy nacinaniu gwintu o złożonym stosunku skoku.

Pierwsze przejście noża rozpoczynamy przy pewnym określonym położeniu kreski podziałki np. gdy kreska oznaczona jedynką znajduje się naprzeciwko kreski nieruchomej. Po przejściu noża i ręcznym cofnięciu suportu, które odbywa się przy włączonym kole ślimakowym, włączamy ponownie to koło i obserwujemy obracający się krążek. W chwili gdy pierwsza kreska zbliży się do kreski nieruchomej, włączamy nakrętkę pociągową. Opisany sposób użycia daje możliwość włączenia nakrętki w dowol-

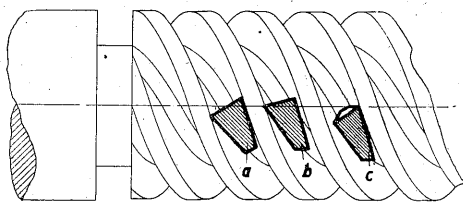
nem miejscu jeżeli ilość zwojów nacinanego gwintu wyraża się liczbą całkowitą; jeżeli w grę wejdzie liczba ułamkowa, musimy włączyć nakrętkę na początkowym położeniu noża, to jest w tym miejscu, gdzie rozpoczęliśmy pierwszy zwoj.

7. *Nacinanie gwintów o dużym kącie pochylenia* stanowi jedną z najtrudniejszych odmian prac na tokarce. Wymaga ono dużej zręczności i wprawy,



Rys. 20. Przystawka zegarowa do gwintowania.

to też może być powierzane bardzo doświadczonym tokarzom. Wskutek wadliwego zarysu noża lub niewłaściwego ustawienia mogą się wkładać grube błędy. Błędy te pozostają częstokroć niewykryte, gdyż sprawdzanie gwintów o dużym skoku jest utrudnione, a służące do tego celu narzędzia pomiarowe są mało znane. Nacinanie gwintów o dużym kącie pochylenia odbywa się przy pomocy noża ze skośnie ustawioną krawędzią tnącą, gdyż prowadzi to do uzyskania najdogodniejszych kątów bocznego odsadzenia. Zasady ukształtowania tych noży podane są w rozdziale o frezowaniu gwintów. Wobec tego, że gwinty o dużym skoku posiadają



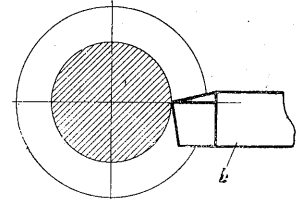
Rys. 21. Wykonanie gwintu trapezowego o dużym skoku.

zazwyczaj głęboki rowek, który w wykonaniu wymaga zdjęcia dużej masy materiału, celowe jest wstępne toczenie rowka grubym wiórem przy skośnie ustawionej krawędzi (rys. 21, 22 i 23) wykończenie zaś odbywać cienkim wiórem, używając osobnego noża dla każdego boku flankowego. Krawędź tnąca wykończeniowa powinna mieć położenie poziome (rys. 22 i 23).

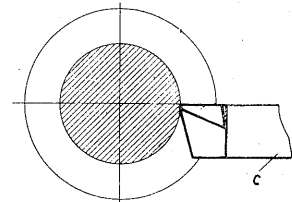
Wykończenie każdego boku z osobna obniża nie tylko wydajność pracy, posiada jednak pewne za-

lety. Jak już była mowa, jednostronne obciążenie krawędzi tnącej zapobiega zahaczaniu ostrza i ułatwia obserwację, dzięki czemu mogą być stosowane większe szybkości skrawania. Ponadto uzyskuje się większą dokładność, która odgrywa pierwszorzędą rolę we wszelkich śrubach mechanizmowych.

8. *Gwinty wielozwojne.* W gwintach wielozwojnych każdy ze śrubowych rowków nacinany jest kolejno jeden po drugim. Po skończeniu jednego rowka należy pokręcić wałek wrzeczona na odpowiednią część obrotu, unieruchamiając uprzednio



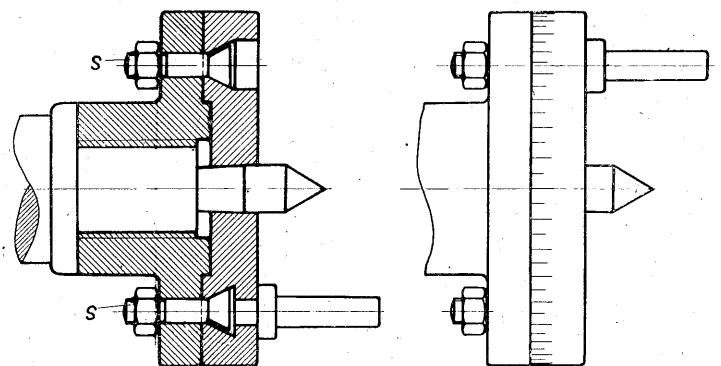
Rys. 22.



Rys. 23.

Ustawienie noży przy skrawaniu gwintu trapezowego o dużym skoku.

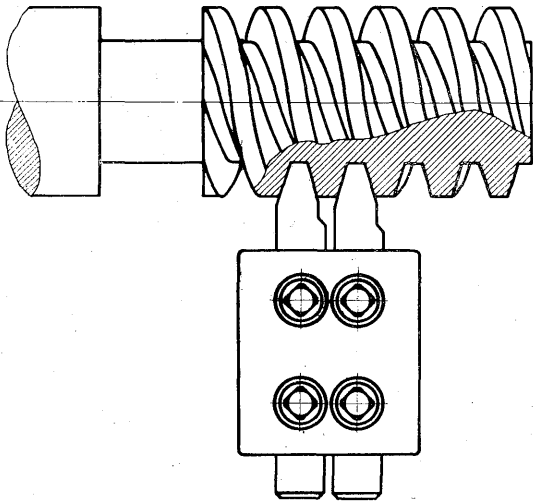
śrubę pociągową. Odmierzanie podziałki odbywa się przy pomocy kół zmianowych, które odgrywają rolę podzielnicy (rys. 19). Ilość zębów koła *a* dobieramy w ten sposób, by dzieliła się przez liczbę zwojów gwintu. Jeżeli np. mamy do nacinania gwint trzyzwojowy to dzielimy koło *a* na trzy równe części, wyznaczając je odpowiednimi kreskami,



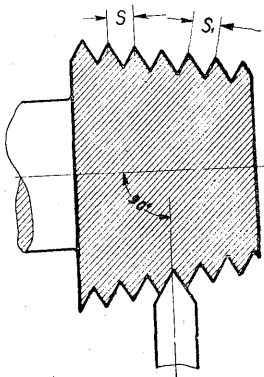
Rys. 24. Tarcza podziałowa do gwintów wielozwojnych.

przyczem jedna kreska mieści się w punkcie styczności z kołem *b*. Po skończeniu pierwszego rowka zatrzymujemy tokarkę, luzujemy koło *b*, by mogło się swobodnie obracać na swojej ośce nie wprawiając w ruch śruby pociągowej, pokręcamy wrzeczono na jedną trzecią część obrotu, a następnie mocujemy ponownie koło *b* i rozpoczynamy nacinanie następnego rowka. Sposób ten, aczkolwiek poręczny w użyciu, jest dość powolny i stosuje się przy wykonaniu pojedynczych śrub. By uprościć

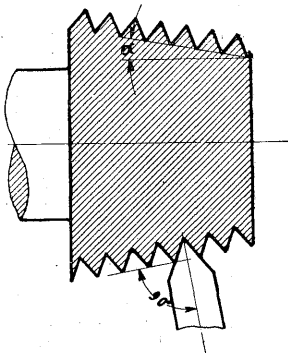
pracę masowego gwintowania używa się specjalnej tarczki z krążkiem podziałowym (rys. 24). Luzując śruby s , pokręcamy krążek wraz z zabieraczem i gwintowanym trzpieniem na odpowiednią część obrotu. Wielkość pokręcenia odmierzamy na podziałce krążka. Następnie krążek mocuje się śrubą.



Rys. 25. Noże do gwintu dwuzwojnego.



Rys. 26.



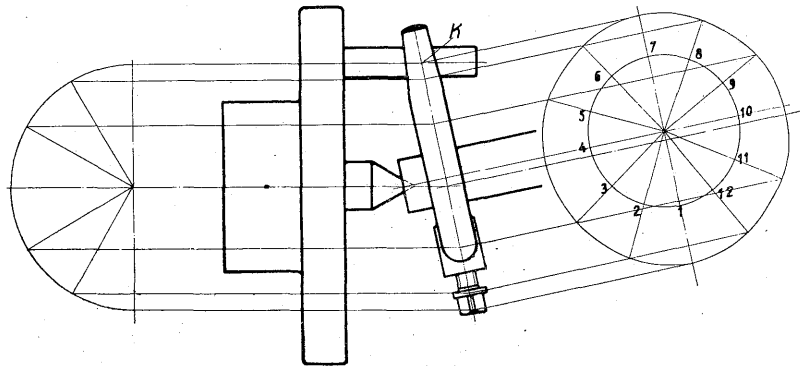
Rys. 27.

Gwinty stożkowe.

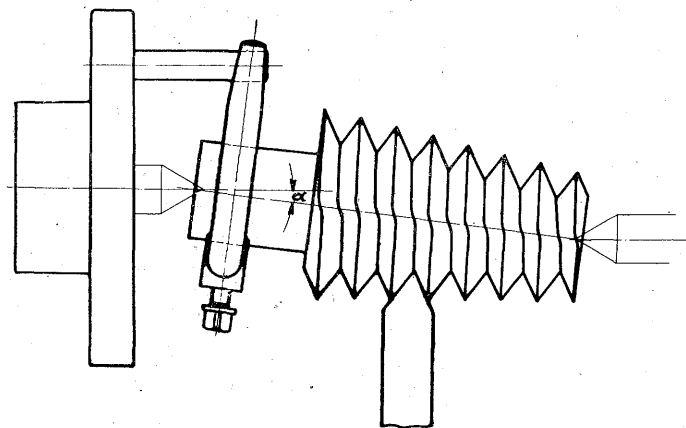
długość skoku na każdym poszczególnym zwoju. Należy unikać nadmiernego nagrzewania, starając się, by cały przebieg odbywał się przy stałej temperaturze.

9. *Gwinty stożkowe.* Zarys gwintów stożkowych bywa zazwyczaj prostopadły do osi stożka, rzadziej do tworzącej (rys. 26). Skok s mierzy się zawsze w kierunku osiowym. Prawidłowe gwinty stożkowe mogą być nacięte tylko przy zastosowaniu linjału do toczenia stożków. Wobec tego, że niezawsze ma się do rozporządzenia tokarkę zaopatrzoną w odpowiedni linjał, częstokroć gwinty stożkowe bywają nacinane sposobem bocznego przesuwania konika. Stosując ten sposób, uwzględnić należy, że suport nie przesuwają się równoległe do osi gwintu, lecz do tworzącej stożka, wobec czego przełożenia kół zmianowych obliczać należy dla skoku $S_1 = \frac{S}{\cos \alpha}$ (rys. 27).

Toczenie gwintu stożkowego przy zastosowaniu bocznego przesuwania konika posiada pewną wadę, która powstaje wskutek pochylecia osi gwintu do osi wałka wrzeczona. Punkt k , którym zabieracz dotyka do chomaćka, nie opisuje koła, lecz elipsę. Szybkość obracania gwintowanego przedmiotu nie jest jednostajna, wskutek czego powstaje zwichrzony gwint, jak to widzimy na rys. 29.



Rys. 28.



Rys. 29. Gwint zwichrzony.

Największe ułatwienie daje stosowanie kilku noży, nacinających jednocześnie wszystkie zwoje (rys. 25). Rzecz oczywista, że śruba musi posiadać szyjkę, równą długości skoku gwintu nacinanego, by mogły się na niej umieścić wszystkie noże. Na gwinty wielozwojne szkodliwy wpływ wywiera nierównomierne zagrzewanie, które powoduje niejednakową

10. *Wpływ zagrzewania.* Wydłużanie, powstające wskutek zagrzewania gwintowanego przedmiotu musi być uwzględnione gdy chodzi o uzyskanie dokładnego skoku, co ma miejsce przy wyrobieniu śrub wzorcowych, sprawdzianów, zarówno jak długich śrub pociągowych lub gwintowników. Wpływ wydłużania niema znaczenia dla średnicy gwintu, gdyż

wymiar ten jest zazwyczaj niewielki, szkodliwie jednak może się odbić na długości gwintu.

Jeżeli współczynnik rozszerzalności żelaza wynosi 0,00001, to dla gwintu długości 100 mm przy różnicy temperatur 15° wydłużenie stanowić będzie

$$0,00001 \times 100 \times 15 = 0,015 \text{ mm.}$$

Zagrzewanie powstaje wskutek pracy noża i tarcia przedmiotu o kiel, lub podtrzymkę. Przedmiot toczony nagrzewa się mocniej niż sama tokarka, która zazwyczaj zachowuje temperaturę środowiska. Przy zdzieraniu, gdy zdejmuje się grubszy wiór, zagrzewanie jest mocniejsze, niż przy wykończaniu. Jednym ze środków unieszkodliwiających wpływ zagrzewania jest ostudzenie gwintu do temperatury środowiska po nagwintowaniu zgruba. Wykończanie, które odbywa się bez nadmiernego zagrzewania wyrówna te odstępstwa od rzeczywistych miar, które zakradły się w trakcie obróbki przedwstępnej. Skutecznym środkiem jest obfite chłodzenie.

OBRÓBKA SUROWCÓW TECHNICZNYCH NIEMETALOWYCH.

Koła zębate niemetalowe.

Aby otrzymać cichy i elastyczny bieg maszyny, trzeba przede wszystkim koła zębate metalowe zastąpić kołami z innych materiałów. Do tych materiałów należą: niegarbowana skóra, fibra, papier odpowiednio spreparowany, bakelit i wiele innych.

Niegarbowana skóra przygotowuje się w specjalny sposób, dzięki któremu nie traci ona swej naturalnej barwy. Ze skóry tej, posiadającej zwykle grubość około 1,5 mm, wycina się krążki odpowiedniej średnicy, które skleja się ze sobą i ściska dwoma krążkami z blachy stalowej, za pomocą prasy hydraulicznej dzięki czemu wyciska się nadmiar kleju.

Koła takie pozostają pod ciśnieniem kilka dni t. j. tyle czasu ile potrzeba na całkowite wyschnięcie. Grubość takich sklejonych krążków wraz z obydwojema stalowymi blaszkami wynosi zwykle 200 do 250 mm. Wadą tych kół jest to, że nie są one odporne na działanie gorących smarów oraz wilgoci, przez co zakres ich używalności musi być siłą rzeczy bardzo ograniczony.

Materiału, zwanego pospolicie fibra, używa się również do wyrobu kół zębatach. Posiada on te same wady, o których była mowa wyżej lecz jest od skóry znacznie tańszy. Wad tych pozbawione są koła wyrabiane z materiałów takich jak bakelit, formica i t. p., t. j. materiałów, które za podstawę swego składu mają papier, lub tkaninę bawełnianą. Oczywiście zarówno papier, jak i bawełna muszą przejść przedtem odpowiedni proces chemiczny.

Materiał zwany „bakelit-micarta” jest wyrabiany z porowatego papieru, który jako główny składnik zawiera bawełnę. Materiał zwany „condensite-cele-ron” wyrabiany jest również z masy papierowej, lecz której podstawą jest tkanina bawełniana. Tkanina ta jest impregnowana i ściskana hydraulicznie

Wymiary dokładnych gwintów posiadają pewną temperaturę odniesienia, przy której muszą się sprawdzać w żądanych granicach tolerancji. Jeżeli temperatura odniesienia mocno się różni od temperatury środowiska, należy uwzględnić tę różnicę przy obliczaniu przełożenia kół zmianowych.

11. *Płyny chłodzące.* Stosowanie płynów chłodzących wpływa na uzyskanie gładziej powierzchni. Wybór płynu zależy od materiału obrabianego. Żeliwo może być również gwintowane na sucho. Gdy obróbka nie nastęrcza osobliwych trudności, używa się wody z domieszką mydła. Dla twardych gatunków stali, lub stali lanej, konieczne są tłuszcze zwierzęce lub roślinne. Mieszanka tłuszczów z naftą posiada tę zaletę, że nie pokrywa obrabianego przedmiotu gęstą warstwą, przeto ułatwia obserwację. W wyjątkowych wypadkach stosuje się łój zwierzęcy lub tran rybi. Smary chłodzące konserwują ostrze noża zapobiegając częstym postojom, związanym z ostrzeniem.

na ogrzewanych stołach. Materiały te wyrabia się w formie płyt różnej grubości. Bakelit-micarta można odlewać.

Koło odlewa się z tego materiału w ten sposób, że umieszcza się w miejscu gdzie ma być otwór na wał, żelazną tuleję, której zewnętrzna powierzchnia jest namoletowana. Molet ten zabezpiecza tuleję od obłuzowania się podczas pracy koła. Oczywiście wewnętrzna średnica tulei odpowiada średnicy wału, na którym dane koło będzie osadzone.

Charakterystyczne cechy niegarbowanej skóry. Skóra, używana do wyrobu kół zębatach, może być poddana temperaturze, nie przewyższającej 100° C, nie deformując się przytem. W temperaturach wyższych skóra ta bardzo szybko schnie i deformuje się przez co przestaje być zdolną do użytku i nie da się już przywrócić do swego poprzedniego stanu. Koła skórzane należy przechowywać w suchej atmosferze, gdyż wilgoć niszczy klej, łączący poszczególne krążki, a pozatem powoduje pleśnienie skóry. Koła niepracujące, przechowywane w magazynie, muszą być pokryte werniksem lub lakierem i temperatura otoczenia powinna być dość niska.

Aby przedłużyć czas używalności takich kół należy je podczas pracy chłodzić mieszaniną grafitu ze zwierzęcym tłuszczem. Należy pamiętać, że w żadnym wypadku nie wolno używać olejów mineralnych. Chociaż koła ze skóry są mniej trwałe, niż koła metalowe, to jednak stosuje się przy nich szybkości obwodowe dochodzące nawet do 600 m/min.

Przy dużych szybkościach koła skórzane mają taką samą wytrzymałość jak i koła z żelaza lanego, a przytem bardziej są wytrzymałe na obciążenie statyczne. Trwałość kół skórzanych jest duża, dzięki ich elastyczności. Koła zębata ze skóry są droższe, niż np. koła z brązu, lecz uwzględniając długotrwałość pracy, pierwsze z nich opłacają się lepiej niż drugie. Skóra poddawana często zginaniu traci

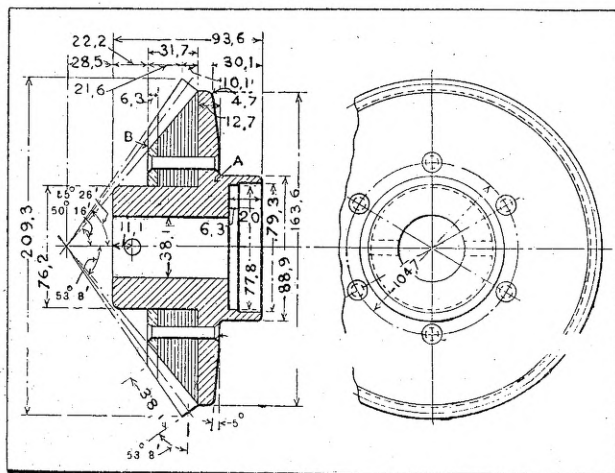
swą giętkość i dlatego nie należy nigdy używać jej do współpracy z kołem skórzanem koła z żeliwa o zębach nieobrobionych. Zęby takie bowiem nie posiadają należytego profilu, oraz równej podziałki, co powoduje nieprawidłowy ich nacisk na zęby ze skóry.

Obciążenie normalne podczas pracy kół skórzanych o podziałce 25 mm może wynosić 70 kg na centymetr szerokości koła. Normalne obciążenie dla innych podziałek jest proporcjonalne, lecz nie może przewyższać 100 kg na 25 mm szerokości zęba. Trzeba przy obliczeniu uwzględnić zwykle 20 do 25% obciążenia normalnego na inne siły, drgania i t. p. Liczby te odnoszą się wyłącznie do kół bez metalowych krążków. Dla kół posiadających po obu stronach krążki metalowe, najczęściej z brązu, obciążenie można zwiększać o 10 do 25% w stosunku do liczb podanych wyżej.

Konstrukcja kół zębatach ze skóry. Koła zębata ze skóry posiadają zwykle, po obu stronach krążki z brązu, lub mosiądzu, o czym zresztą było wspomniane. Blaszki te służą do wzmocnienia sklejałych ze skóry krążków.

Na rys. 1 przedstawione jest właśnie stożkowe koło zębata ze skóry. Jak widać z rysunku, krążki skórzane osadzone są na metalowej piaście, która posiada z jednej strony kołnierz A, zastępujący nakładany krążek metalowy. Z drugiej strony krążek taki B nałożony jest na piastę i połączony jest z kołnierzem sześcioma nitami. Koła zębata cylindryczne robi się czasami bez wzmocniających krążków metalowych, a wprost po sklejeniu ze sobą krążków skórzanych jeszcze się nituje w sposób taki sam jak poprzednio.

Zwykle w przekładni zębataj daje się tylko jedno koło ze skóry, drugie natomiast jest metalowe. Tem kołem skórzanem jest zwykle koło mniejsze, przy czym ilość jego zębów nie może być mniejsza



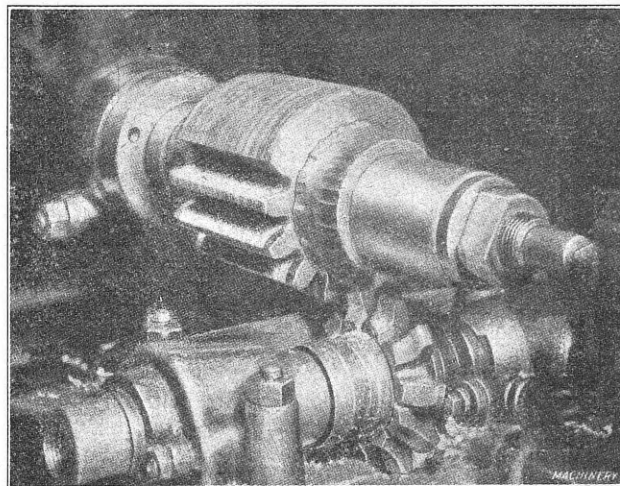
Rys. 1. Stożkowe koło zębata ze skóry.

niż 15 ÷ 18. Takie połączenie wystarcza całkowicie, aby zapewnić cichy i łagodny bieg maszyny.

Obróbka kół takich, gdzie wycinanie zębów odbywa się jednocześnie i w skórze i we wzmocniających krążkach metalowych jest bardzo trudna i dlatego przeważnie średnicę tych krążków, robi się nieco mniejszą, niż o podwójną wysokość zęba, od średnicy krążków ze skóry.

Przy kołach dużych, piastę robi się zwykle z żeliwa, a to w celu zmniejszenia kosztów wyrobu, oraz zwiększenia wytrzymałości, szczególnie, gdy koła te mają być zaklinowane na wale. Konstrukcja taka nie jest jednak odpowiednia dla kół zębatach, które narażone są na ruch szybki i przerywany.

Zauważono, że skórzane koła zębata nieosadzone prawidłowo w łożyskach, bardzo prędko zużywają się, natomiast gdy oś koła zgadza się z osią łożyska, koła te pracują bardzo dobrze i długo.



Rys. 2. Nacinanie zębów w koło ze skóry zapomocą freza.

Obróbka kół zębatach skórzanych. W celu otrzymania koła zębatego ze skóry należy przedewszystkiem skleić odpowiednią ilość krążków skórzanych, następnie umieszcza się, otrzymany w ten sposób, cylinder między dwoma metalowymi krążkami, które ściągają się bądź zapomocą nitów, bądź też zapomocą nagwintowanych sworzni i nakrętek. Po wykonaniu tego należy obtoczyć to koło na tokarce, używając do tego zwykłego noża do metali. Szybkość skrawania i posuwy mogą być dwa razy większe niż dla żeliwa. Nacinanie zębów w tak przygotowanych krążkach może być uskutecznione jakąkolwiek metodą, stosowaną do nacinania zębów kół metalowych. Ze względu jednak, że wióry w tym wypadku są trochę wilgotne i kleją się, przeto trudne są do usuwania.

Dobrze jest wycinać zęby zapomocą freza starego, o szerokich wrębach, a nawet z połamanymi niektórymi zębami. Przy nacinaniu zębów, tak samo, jak i przy toczeniu, szybkość skrawania i posuw mogą być dwa razy większe niż dla żeliwa.

Rys. 2 przedstawia nam nacinanie zębów w cylindrycznym koło zębatach zapomocą freza. Jak widać z tego rysunku, frez posiada bardzo szerokie wręby, aby ułatwić usuwanie wiórów. W danym wypadku koło posiada 14 zębów, moduł = 8 oraz szerokość tego koła wynosi 120 mm. Frez robi 110 obr/min przy posuwie 150 ÷ 200 mm na minutę. Wycięcie zębów trwa w tym wypadku około 45 minut. Nacinanie zębów w kołach stożkowych najlepiej uskutecznić na maszynie Gleason'a.

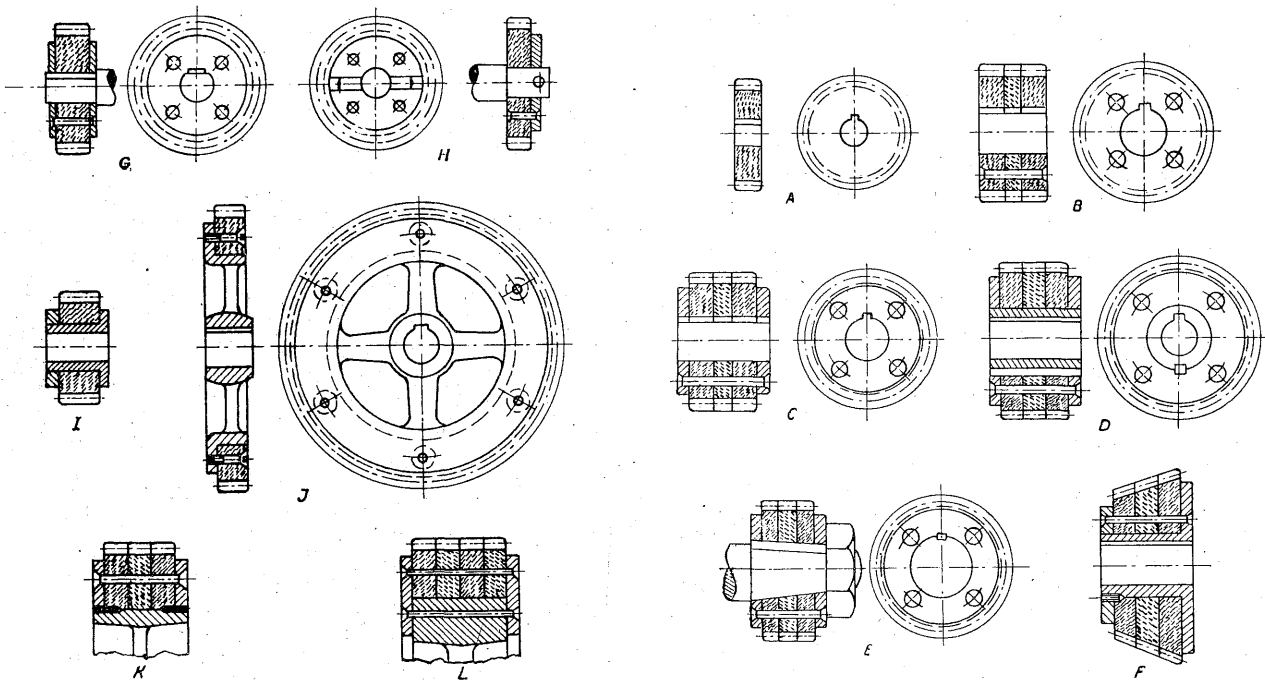
Czas trwania tej pracy dla koła, przedstawionego na rys. 1 wynosił około dwóch godzin, przy czym nóż robił 127 uderzeń na minutę przy posuwie 56 sekund kątowych.

Cechy charakterystyczne materiałów sztucznych używanych do wyrobu kół zębatach. Do wyrobu kół, zamiast skóry można używać, jak to już wspomniano, i innych materiałów takich, jak: bakelit-micarta i t. p. Materiały te są nawet odpowiedniejsze do tego celu, niż skóra. Wytrzymałość ich jest wystarczająca do tego stopnia, że nie trzeba stosować dla utrzymania prawidłowego kształtu profilu zęba żadnych wzmacniających krążków metalowych. Materiały te poza tym są niewrażliwe na działanie wilgoci i olejów mineralnych. Wchłaniają one w sobie zaledwie 1,5% wilgoci. Ponadto są one odporne na działanie różnych płynów gryzących, kwasów, alkali i t. p.

Niżej podajemy najodpowiedniejsze moduły w zależności od mocy dla tego rodzaju kół:

dla mocy aż do $N =$	0,5 KM	moduł $m =$	2,5
"	" = 1	"	" = 3
"	" = 2	"	" = 5
"	" = 10	"	" = 6
"	" = 15	"	" = 8
"	" = 25	"	" = 10
"	" = 50	"	" = 12
"	" = 75	"	" = 14
"	" = 100	"	" = 16

Koła, przenoszące moc większą od 100 KM należy liczyć w specjalny sposób. Maximalna szyb-



Rys. 3. Koła zębata z „bakelitu - micarta”.

Obróbka ich jest bardzo łatwa i otrzymuje się przytem bardzo gładką powierzchnię, dzięki czemu zęby z łatwością ślizgają się po sobie i otrzymuje się w ten sposób cichy bieg maszyny. Stwierdzono poza tym, że koła te mogą pracować dłużej od kół żeliwnych, lub mosiężnych. Własności swych materiałów te nie zmieniają w temperaturach niższych od 100° C. Ponadto własności ich są następujące:

Twardość Brinell'a 30 — 40;
Gęstość 1,4;

Wytrzymałość na rozerwanie materiału nieobrobionego w kierunku włókien 700 kg/cm²;

Wytrzymałość na rozerwanie materiału nieobrobionego prostopadle do włókien 2300 ÷ 3300 kg/cm²;

Wytrzymałość na ściskanie w kierunku włókien 1200 ÷ 1700 kg/cm²;

Wytrzymałość płytek na ścinanie w obu kierunkach 1200 kg/cm².

Przy obliczeniu jednak kół zębatach z tych materiałów wzorem Lewis'a przyjmuje się obciążenie maksymalne w wielkości 350 kg/cm².

kość obwodowa, liczona na kole podziałowym, nie może przewyższać 750 obr/min. Koła powyższe pracują dłużej, gdy toczą się po sobie, a nie ślizgają, a zatem koła te muszą posiadać dużą ilość zębów. Gdy koła wyrabiane z omawianych materiałów posiadają mniej, niż 15 zębów, to ponieważ wtedy zachodzi duży poślizg, ścierają się one bardzo szybko, co jest powodem zwiększenia się drgań.

Konstrukcja kół zębatach z powyższych materiałów. Koła zębata o średnicy mniejszej niż 150 mm robi się z tych materiałów bez użycia piast i krążków metalowych. Koła natomiast o średnicach większych wykonywa się w ten sposób, że na metalową piastę nakłada się odpowiednią ilość krążków, umocowując je zapomocą nitów, lub śrub. Czasami, gdy koła te mają pracować pod dużym obciążeniem, lub gdy ich średnica jest większa od czterokrotnej szerokości, zabezpieczamy je z obu stron metalowymi krążkami, w ten sam sposób jak koła ze skóry. Na rys. 3 mamy przedstawionych kilka typów kół zębatach wykonanych z bakelitu-micarta. Koło A może służyć do przenoszenia mocy conajwyżej 5 KM. Maximalna grubość tego koła wynosi 50 mm, moduł nie większy od 3. Średnica nie może być mniejsza od podwójnej szerokości koła.

Koło *B* może przenosić moc również 5 KM lecz pod warunkiem, że szybkość i moment skręcający będą stałe. Jak widać z rysunku koło to składa się z trzech krążków, które są ze sobą znitowane czterema nitami. Średnica podstawowa koła nie może być mniejsza od 2,5 średnicy wału. $D_p \geq 2,5 d$.

Koło *C* posiada dwa wzmacniające krążki metalowe i wobec tego może być używane w wypadkach ruchu nieregularnego. Połączenie uskutecznione jest również zapomocą nitów, przyczem te ostatnie mogą mieć lby wpuszczane lub też nie, zależnie od wolnego miejsca.

Koło *D* może służyć do szybkich zmian biegu. Jedne i drugie krążki są zamocowane zapomocą klina na tulei z żeliwa, zaś między sobą złączone nitami. Tuleję żeliwną, w razie jej zużycia, można z łatwością zastąpić nową.

Koło *E* służy do osadzania na wale stożkowym, pozatem konstrukcja jego jest podobna do konstrukcji koła *C*.

Koło *F* jest kołem stożkowym. Może ono być wykonane w ten sposób, że tuleja posiada z jednej strony kołnier, przejmujący naprężenia osiowe. Pozatem konstrukcja podobna jest do modelu *D*.

Koła *G* i *H* są zamocowane na końcu wału, przyczem w kole *H* zamiast klina użyty jest kołek, który przechodzi przez wał i częściowo przez metalowy krążek. Gdy koła mają obracać się tylko w jedną stronę to można nagwintować koniec wału i docisnąć koło zapomocą nakrętki. W tym wypadku jednak na powierzchni metalowego krążka, stykającego się z nakrętką, muszą być dwa występy, o które nakręcana nakrętka zaczepiałaby i pociągała za sobą krążek, dociskając go w ten sposób do koła. Sposobu tego używa się w wypadku, gdy średnica podstawowa koła jest mała i niema miejsca na klin.

Koło *I* posiada jeszcze inny sposób zamocowania. Tutaj mianowicie zewnętrzna powierzchnia tulei oraz wewnętrzna powierzchnia kołnierza są namoletowane, co uniemożliwia obrót właściwego koła względem tej tulei. Sposobu tego używa się w wypadku, gdy nie można zastosować żadnego zamocowania z wyżej wymienionych.

Koło *J* przedstawia typ koła o średnicy od 150 do 300 mm. W tym wypadku na koło żeliwne nakłada się tylko wieniec z krążków z jednego z omawianych materiałów. Przymocowanie tego wienca do koła uskutecznia się zapomocą bądź nitów, bądź też śrub. Tego rodzaju konstrukcję można stosować dla kół o szerokości conajwyżej 50 mm. Gdy szerokość koła jest większa należy już wtedy umieszczać wieniec między dwoma krążkami wzmacniającymi.

Koła *K* i *L* przedstawiają modele kół o większych średnicach. Wieniec w tym wypadku nakłada się pod ciśnieniem. Pozatem używa się, jak poprzednio, nitów lub śrub. Typów tego rodzaju kół jest dość dużo, w zależności od średnicy i rodzaju pracy jaką dane koło będzie wykonywało.

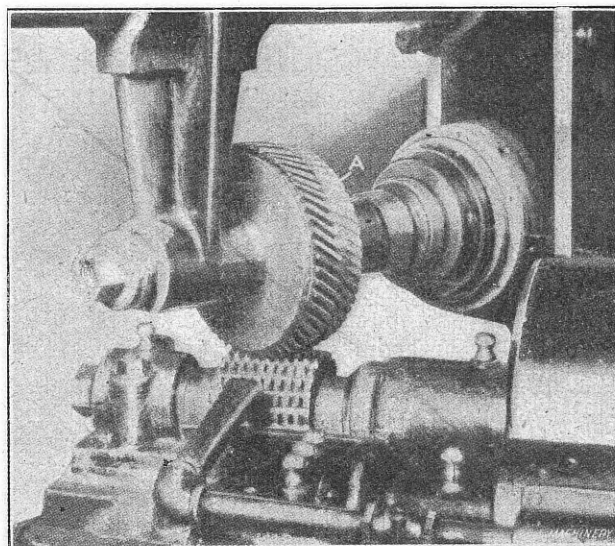
Gdy koło jest szersze niż 50 mm, to trzeba używać wtedy więcej niż jednego krążka bakelitowego i należy przy tem pamiętać, że krążki zewnętrzne nie mogą być cieńsze od 15 mm każdy. Krążki wzmacniające mogą być wykonane z żeliwa, stali lub

bronzu. Przeważnie te ostatnie krążki mają grubość następującą:

dla kół o średnicy	grubość krążka
50 mm	3 mm
200 "	6 "
250 "	8 "
powyżej 250 "	9 "

Krążki te muszą posiadać średnicę mniejszą od średnicy koła podstawowego. Aby koło wywierało pewien nacisk na wał lub piastę, można zanurzyć krążek z bakelitu przed nasadzeniem go na ten wał lub piastę do wody o temperaturze około 100° C, uwzględniając przytem rozszerzalność materiału, wynoszącą 0,001. Czynić to można jedynie wtedy, gdy krążek bakelitowy jest pojedynczy.

Obróbka kół zębatach z omawianych wyżej materiałów. Wycinanie krążków z bakelitu czy też podobnego materiału uskutecznić można najlepiej na wiertarce, używając odpowiedniego przyrządu.¹⁾



Rys. 4. Nacinanie zębów w kole z bakelitu frezem ślimakowym.

Można również w tym celu używać okrągłej piły o średnicy 350 mm i posiadającej 110 do 120 zębów. Zęby tych pił muszą być bardzo ostre i obracać się z szybkością wynoszącą około 2500 m/min, gdyż w przeciwnym razie nie otrzyma się dostatecznie gładkiej powierzchni. Przy nieprzerwanej pracy piłę taką należy ostrzyć co 15 ÷ 20 minut. Szybkości i posuwu są takie same jak przy obróbce drzewa. Piły taśmowej używa się o grubości 1 mm z ostrzami, których szerokość waha się w granicach od 5 do 30 mm. Szybkość skrawania stosuje się w tym wypadku około 1200 m/min. Ostrzenie należy powtarzać co 1 ÷ 2 godziny, zależnie od twardości i grubości wycinanego materiału. Zęby można zaokrąglić promieniem około 1,5 mm lub mniejszym, zależnie od wielkości modułu koła.

Wiercić można te materiały z bardzo dużymi szybkościami. Wiertło o 5 — 6 mm średnicy może bez obawy robić 2500 ÷ 10000 obr/min. Im szybciej obraca się wiertło, tem lepsze otrzymamy re-

¹⁾ Patrz „Mechanik” № 3 z r. 1930 str. 79.

zultaty i dlatego należy dawać wrzecionu jaknajwiększą ilość obrotów. Aby uniknąć niepotrzebnego nagrzewania się materiału, należy zaraz po skończonej pracy, szybko wyciągnąć wiertło z otworu. Ponieważ nie można stosować dużego nacisku posiowego, przeto wiertło, aby dobrze skrawało, musi posiadać bardzo ostre krawędzie. Należy pamiętać, że obrót po wywierceniu powiększa się o 0,1 do 0,2 mm.

Przy frezowaniu należy zęby trochę ściąć, stosować duże szybkości i posuwy oraz starać się zebrać za jednym przejściem freza cały materiał. Jeśli ten ostatni warunek nie da się wypełnić, to należy naprzód zebrać wiór zgruba, lecz tak, by na wykończenie pozostało conajmniej 3 mm materiału.

Przy toczeniu można stosować szybkość obwodową 20 do 40 m/min, t. j. o 25% więcej niż przy średniej twardości żeliwa. Szybkość ta oczywiście zmienia się w zależności od głębokości skrawania. Posuw można stosować również większy, niż dla żeliwa.

Przy nacinaniu zębów zapomocą freza ślimakowego stosuje się szybkość skrawania nieprzewyższającą 50 m/min. Posuw waha się w granicach od 0,5 do 2 mm na 1 obrót. Rys. 4 przedstawia właśnie taką obróbkę. Jak widać z rysunku, frez posiada żłobki wzdłuż swej osi, które umożliwiają usuwanie wiórów

Aby uniknąć uszkodzenia koła podczas wyjścia freza po skończonej pracy, przymocowuje się do koła drewniany krążek. W ten sposób frez po przejściu przez koło zagłębia się w dalszym ciągu w drzewo. Można frezować kilka kół jednocześnie, wtedy każde następne służy jako ochrona przeciwko uszkodzeniu poprzedniemu. Oczywiście za ostatniem musi być umieszczony krążek drewniany, o którym była mowa wyżej.

PRYZRZĄDY I UCHWYTY.

Przyrząd do robienia obrączek blaszanych.

Aby wykonać większą ilość obrączek z blachy, takich jak to przedstawia załączony rysunek lit. A, nie mając różnych potrzebnych zwykle do tego celu urządzeń, można posługiwać się bardzo prostym przyrządem przedstawionym również na tymże rysunku. Przyrząd ten składa się z krążka *D*, osadzonego na wałku *B*, zaś ten ostatni osadza się między kłami tokarki. Pozatem rolkę *C*, obracającą się na osi *E*, w trzymaku *F* osadza się w imaku nożowym na suporcie tokarki.

Krążek *D* nie jest ściśle cylindryczny lecz posiada wycięcie, w którym zamocowuje się jeden koniec paska blachy przeznaczonej na obrączkę.

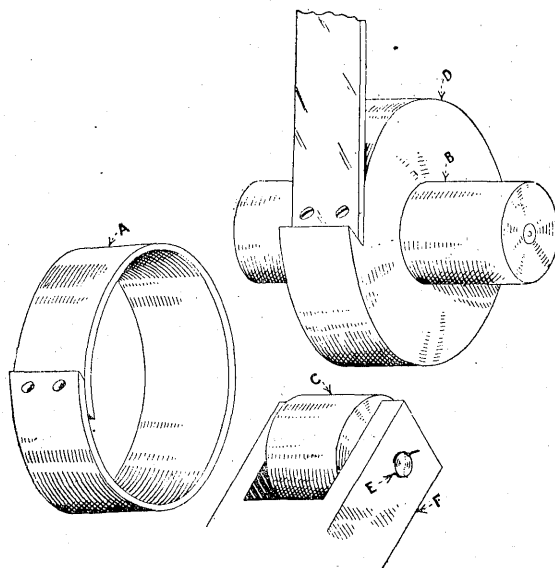
Aby więc wykonać pewną ilość obrączek należy pociąć blachę na paski odpowiedniej szerokości i długości, wywiercić w obu końcach każdego paska otwory na nity, które łączy się końce wykonanej obrączki.

Tak przygotowany pasek przykręca się jednym końcem zapomocą śrub do krążka *D*, do którego przyciska ten pasek w dalszym ciągu rolka *C*.

Rolka *C* musi być oczywiście tak zamocowana w imaku nożowym suportu, aby podczas obrotu krążka *D* przyciskała blachę do jego powierzchni.

Wycięcie zrobione na powierzchni krążka *D* w miejscu, gdzie przymocowany jest jeden koniec paska nawijanej blachy, pozwala toczyć się rolce *C*, po tym krążku bez przeszkód.

Jeden obrót krążka *D* z przymocowanym do niego paskiem blachy wygina ten ostatni dostatecznie aby końce jego można było znitować otrzymując kołową obręcz.



Rys. 1 A — obrączka po znitowaniu, B i D — krążek z osią, na który nawija się pasek blachy, C — rolka, E — oś rolki, F — trzymak, w którym obraca się rolka C.

Oczywiście, jeden krążek może służyć tylko do wyrobu obręczy o jednej średnicy, przytem średnica krążka powinna być trochę większa od średnicy obręczy, gdyż w ten sposób unika się fałdowania blachy.

W celu znitowania końców zwiniętego paska blachy, nakłada się go na odpowiedniej średnicy rurę, poczem, po znitowaniu zdejmuje się gotową już obręcz, używając do tego celu drewnianego młotka.

Jak z tego widać wykonanie takich obręczy w ten sposób nie wymaga ani zbyt dużo czasu, ani też skomplikowanych narzędzi i jednocześnie daje bardzo dobre wyniki.

NARZĘDZIA.

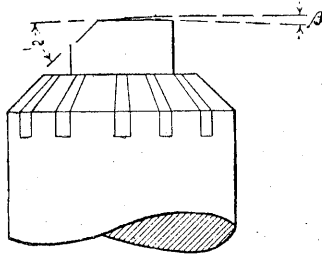
Djament jako materiał na narzędzia.

Djamenty, jak wiadomo, mają zastosowanie przede wszystkim w przemyśle jubilerskim jako ozdoby. Nie wszystkie jednak kryształy tego minerału są odpowiednie do tych wyrobów.

W ostatnich czasach zaczęto używać wybrakowane djamenty do wyrobu narzędzi do obróbki. Narzędzia takie używa się do obróbki albo, gdy obrabiany materiał jest tak twardy, że nóż ze stali jest nieodpowiedni, albo też w wypadku, gdy musimy otrzymać bardzo dokładnie i starannie wykonaną powierzchnię.

Aby nóż z djamentu był dobry musi być sam djament dobrany odpowiednio oraz starannie osadzony w specjalnym trzonku.

Początkowo osadzenie djamentu w trzonku robione było w ten sposób, że dany djament pokrywany był elektrolitycznie metalem, a następnie przylutowany do stalowego trzonka. Obecnie zaniechano tego sposobu i robi się to inaczej, mianowicie wierce się ślepy otwór w trzonku nożowym wzdłuż jego osi symetrii, następnie ten koniec trzonka, w którym zrobiony jest ślepy otwór nacinania się promieniowo piłą. Po umieszczeniu djamentu w wywierconym otworze ścisną się trzonek unieruchamiając w ten sposób osadzony djament. Po ściśnięciu, które daje się uskutecznić dzięki zrobionym promieniowym nacięciom, zalewa się kamień miedzią (rys. 1).



Rys. 1. Nóż djamentowy normalny do toczenia i wytaczania.

Djament należy potem oszlifować nadając mu kształt odpowiedni dla danej roboty. Dla zwykłego toczenia najodpowiedniejszym kształtem djamentu jest taki, jak przedstawiony jest na rys. 1. W tym wypadku kąt $\alpha = 45^\circ$, kąt $\beta = 2^\circ$ zaś czolowy kąt odsadzenia od strony α wynosi około 10° . Ten ostatni kąt bywa jednak różny zależnie od obrabianego materiału. Dla materiału bardzo twardego wielkość tego kąta dochodzi do 5° .

Dla noży do wytaczania wielkość tego kąta waha się od 5° do 8° , zależnie od wielkości toczonego otworu. Wogóle kąt ten należy robić jak najmniejszy. Noże do planowania muszą posiadać kąt odsadzenia większy, niż noże do toczenia, lecz mniejszy niż noże do wytaczania. Zwykle kąt ten wynosi od 3° do 4° .

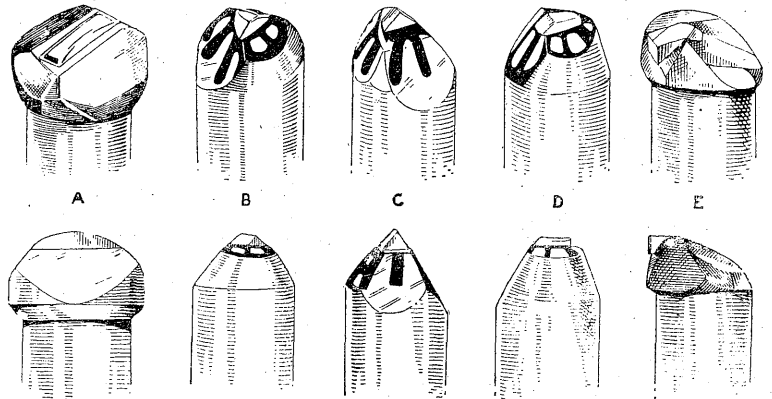
Na rys. 2 mamy przedstawione w perspektywie i w rzucie bocznym kilka noży djamentowych. Nóż *A* jest specjalnym nożem promieniowym. Nóż *B* służy do toczenia. Nóż *C* — do toczenia i planowania. Nóż *D* — do wytaczania. Nóż *E* — do wytaczania i planowania. Na niektórych z tych noży widoczny jest dodatkowy kąt odsadzenia, potrzebny w celu czyszczenia pięty noża.

Gdy chcemy otrzymać błyszczącą powierzchnię obrabianego przedmiotu lub, gdy chcemy stosować duży posuw należy osadzić nóż w taki sposób, aby kąt β stał się mniejszym. Trzeba pamiętać przytem, że otrzymana w ten sposób powierzchnia wymaga jeszcze wygładzenia.

W praktyce czasami kąt β równy jest zeru. W tym wypadku nóż umieszczamy w ten sposób, że powierzchnia odsadzenia kąta β staje się styczną do obrabianego przedmiotu. Celem polepszenia gładkości powierzchni należy nóż obrócić w ten sposób, aby krawędź tnąca była umieszczona niżej od krawędzi nietnącej. Ten kąt obrotu wynosi przy toczeniu bardzo miękkich materiałów aż 45° .

Jasnym jest, że nie można tego czynić przy wytaczaniu. Głównym czynnikiem ograniczającym szybkość toczenia i wielkość posuwu przy użyciu noży djamentowych są drgania. Temperatura ma wpływ drugorzędny. Niektóre wytwórnie budują specjalne obrabiarki, w których drgania są bardzo niewielkie. Należy w tym wypadku stosować przede wszystkim bardzo duże łożyska, najlepiej łożyska kulkowe.

Do toczenia przedmiotów umieszczanych między głowicą tokarki, a kłem konika najlepiej stosować



Rys. 2. Różne rodzaje noży djamentowych. *A* — nóż kształtowany radialny. *B* — nóż do toczenia. *C* — nóż kombinowany do toczenia i planowania. *D* — nóż do wytaczania. *E* — nóż kombinowany do wytaczania i planowania.

konik nieruchomy z kłem przyciskany sprężyną. Oczywiście nie można tego stosować dla ciężkich przedmiotów. Gdy tego rodzaju zamocowanie jest niemożliwe lub, gdy wrzeciono nie posiada łożyska kulkowego lecz zwykłe, należy dopasować to ostatnie bardzo dokładnie oraz przed przystąpieniem do obróbki puścić maszynę w ruch i dopiero, gdy temperatura części obrabiarki przestanie się podwyższać i ustali na wysokości takiej przy jakiej odbywa się normalnie praca, można zacząć skrawanie.

Przy odpowiedniej budowie obrabiarek można stosować szybkość obrotową wynoszącą 300 m/min, posuw od 0,025 do 0,075 mm na 1 obrót. głębokość skrawania od 0,38 mm do 0,63 mm przy skrawaniu zgruba oraz od 0,1 mm do 0,25 mm przy wykończaniu.

Praktycznie szybkość skrawania nie zależy zupełnie od rodzaju skrawanego materiału. Jedną z wytwórni noży djamentowych robiła doświadczenia w tym sensie, że toczyła ze stałą szybkością różne materiały począwszy od bardzo miękiego babbitu aż do twardego brązu z wynikami zupełnie zadawalającymi.

Przy toczeniu lub wytaczaniu można otrzymać dokładność dochodzącą do 0,0025 mm i przytem otrzymać ładną błyszczącą powierzchnię. Przedmiot toczonej nożem djamentowym ma tak gładką powierzchnię, że można już bez żadnego polerowania lakierować.

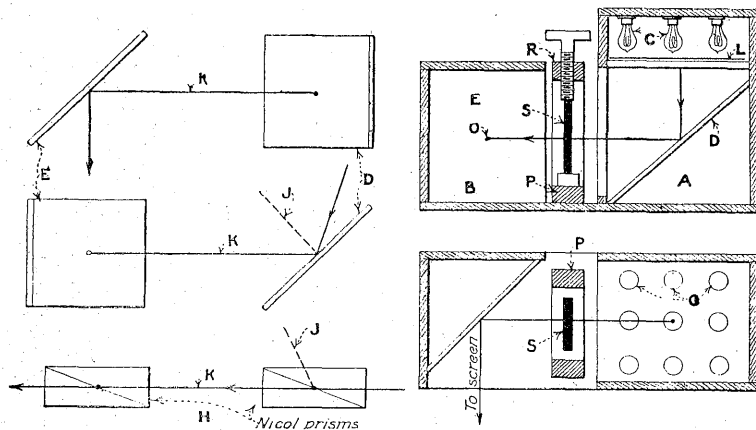
Chłodzenie przy toczeniu nożem djamentowym jest wogóle zbędne, stosować go można tylko w wypadku, gdy chcemy ochronić obrabianą powierzchnię od utracenia blasku.

Bardzo dobre wyniki otrzymuje się przy wykończeniu nożem djamentowym przedmiotów płaskich i cienkich, do których użycie zwykłego noża ze stali powoduje zwykle ich zwichrzenie.

POMIARY WARSZTATOWE.

Określanie siły międzyzębnej w kołach zębatych metodą optyczną.

Określenie nacisku na ząb koła zębatego podczas pracy można skutecznie bardzo prędko i łatwo zapomocą prostego optycznego przyrządu, zwanego polaryskopem. W sposób ten określić można zarówno wielkość tej siły jak i jej rozłożenie na powierzchni zęba. Przyrząd taki przedstawiony jest schematycznie na załączonym rysunku. Zbudowany i używany do pomiarów był on w zakładach „Westinghouse Electric & Manufacturing Company”.



Rys. 1.

Z lewej strony u góry: promień zwykłego światła białego spolaryzowany przez odbicie od ciemnej powierzchni szkła pod kątem prostym; z lewej strony u dołu: pryzmy „Nicol”; z prawej strony: schemat urządzenia polaryskopu.

Główne części składowe tego przyrządu są następujące: dwie skrzynki A i B o wspólnej podstawie, źródło światła C w postaci np. lampek elektrycznych C, dwie szyby szklane czarnego koloru D i E, oraz urządzenie R do wywarcia na zęby koła zębatego dowolnej siły F. Urządzenie to składa się z uchwytu P, w którym zamocowuje się badany przedmiot, oraz ze śruby, która wywiera żądany nacisk.

Zapomocą takiego polaryskopu można badać naciski wywierane nie tylko na zęby koła zębatego lecz na każdy przedmiot, który posiada dwie prostopadłe do siebie, osie symetrii.

Należy jednak zachować jeden warunek mianowicie: czy to badane koło, czy też jakiś inny przedmiot musi być zrobiony z celulozy, pyraliny lub też z podobnych materiałów. Model zęba wykonywa się zwykle z pyraliny o grubości około 6 mm.

W zwykłym warsztatowym polaryskopie stosuje się dwa prostokątne pryzmaty. „Nicol”, oznaczone na rysunku lit. H. Jasny promień światła przepuszczony przez taki pryzmat rozdzieli się na dwa promienie: promień J i promień K. Promień J rozprasza się w przestrzeni natomiast promień K rzucający jest na drugi pryzmat, zwany analizatorem. Promień wychodzący z tego pryzmatu jest promieniem spolaryzowanym lub jednokierunkowym.

W polaryskopie, przedstawionym na załączonym rysunku zamiast takich pryzm są dwie płyty szklane, których dolne powierzchnie są dokładnie zacierzone. Światło pochodzące z lampek elektrycznych C

przechodzi przez zwykłe płótno. Promień tego światła pada na poczernione szkło D i rozszczepia na dwa promienie. Jeden odpowiadający w rozważaniu poprzednim promieniowi J, rozprasza się i ginie w przestrzeni, drugi odpowiadający promieniowi K (w rozważaniu tego zjawiska z pryzmatami) odbija się w punkcie O analizatora E.

Między temi płytami szklanymi t. j. między polaryzatorem D a analizatorem E znajduje się zamocowany w uchwycie P badany przedmiot.

Gdy na przedmiot nie działa nacisk, to promień K, w swej drodze od polaryzatora D do analizatora E, przechodzi przezeń i zostaje rozszczepiony. Oba promienie, powstałe wskutek tego rozszczepienia, są jednakowe i posiadają jednakową szybkość, lecz przesunięte są w fazie o 180° . Skutek tego jest taki, że promienie te nawzajem neutralizują się i na ekran nie pada żadne światło, odbite z analizatora E.

Inaczej przedstawia się to zjawisko, gdy przedmiot poddany jest pewnemu naciskowi. W tym wypadku te rozszczepione promienie różnią się między sobą długością fali i szybkością, a wobec tego promienie te nie są w fazie i na ekranie dostajemy światło.

Barwa tego światła zależy od wielkości przesunięcia tych promieni, a co za tem idzie, od wielkości wywieranego na badany przedmiot S nacisku.

Umieszczona poniżej tabela przedstawia zależność pomiędzy wielkością wywieranego nacisku a barwą, otrzymanego światła na ekranie.

K O L O R	Nacisk kg/cm ²	
	od	do
Czarny	0	—
Szary	0	4,92
Szaro-żółty	4,92	13,7
Chmurno-żółty	13,7	24,9
Żółty	24,9	35,1
Złoto-żółty	35,1	49,2
Pomarańczowy	49,2	56,2
Ceglasty	56,2	63,3
Rdzawy	63,3	64,7
Bronzowy	64,7	73,8
Ciemno-zielony	73,8	84,4
Jasno-zielony	84,4	98,5
Zielono-żółty	98,5	105,5
Jasno-żółty	105,5	114,6
Pomarańczowy	114,6	123,0
Ceglasty	123,0	131,0
Rdzawy	131,0	136,4
Bronzowy	136,4	140,5
Ciemno-zielony	140,5	

Uwaga. Zależności te otrzymane zostały przy użyciu do badania pyraliny o grubości $\frac{1}{4}$ ”.

METALOZNAWSTWO.

Stal nierdzewiejąca „Enduro-Nirosta”.

W ostatnich czasach, między innymi, zrobiono wynalazek, który posiada bardzo wielkie znaczenie praktyczne. Wynalazkiem tym są nierdzewiejące, a jednocześnie nieszlachetne metale, ściślej mówiąc, stopy metali.

Do niedawna jako metale nieulegające rdzewieniu, były znane tylko metale szlachetne. Metale, używane w przemyśle, aby uchronić od rdzy, trzeba powlekać jakimś ciałem (farba, lakiery i t.p.) niedopuszczającym wilgoci i wogóle chroniącym dany metal czy też stop od wszelkich czynników wywołujących rdzewienie.

Parę lat temu zwrócono uwagę na to, że stal o dużej zawartości chromu nie rdzewieje. I rzeczywiście badania prowadzone w tym kierunku potwierdziły całkowicie słuszność tego spostrzeżenia. W bardzo szybkim czasie znalazł ten rodzaj stali dość szerokie zastosowanie. Używa go się przede wszystkim do wyrobów naczyń kuchennych. Zakres stosowności tej stali jest ograniczony wielu jej wadami, a mianowicie stal o dużej zawartości chromu jest bardzo trudna do wszelkiej obróbki mechanicznej, a jeszcze stosunkowo trudniejsza do spawania, ciągnięcia i wyłaczania. Jedynie daje się ona łatwo kuć i szlifować.

Cały szereg prób robionych w celu poprawienia tych własności stali chromowej dał dotychczas dodatnie, choć niezupełnie zadowalniające, wyniki.

Jednym z gatunków stali chromowej nierdzewiejącej jest stal zwana „Enduro-Nirosta”, otrzymana, po wielu próbach wykonywanych przez fabrykę Ludlum w New-Jorku i zakłady Kruppa w Essen. Stal ta znana jest również pod nazwą stali KA2, co oznacza „Kruppa Austenityczna №2”. Stal ta jest całkowicie odporna na działanie różnych ciał żrących. Przy właściwie przeprowadzonej obróbce termicznej odporność stali tej na wyżarcie zwiększa się jeszcze w znacznym stopniu. Można np. w naczyniu ze stali „Enduro-Nirosta” gotować ocet, nie obawiając się żadnego działania tego ostatniego na naczynie. Istnieją właściwie tylko dwa kwasy, które działają niszcząco na tą stal. Działanie to jednak jest w tak minimalnym stopniu, że można ten fakt pominąć zupełnie.

Jeśli np. stal zwykła będzie poddana działaniu 1,5% roztworu kwasu siarkowego, to niszczące działanie tego kwasu będzie widoczne już po bardzo krótkim czasie, natomiast kwas ten po 100 godzinach działania na stal Enduro-Nirosta nie zostawi na niej żadnych nawet śladów zniszczenia.

Skład chemiczny stali Enduro-Nirosta jest następujący:

Chrom	17 do 20%
Nikiel	7 „ 10%
Krzem	powyżej 0,50%
Mangan	poniżej 0,50%
Węgiel	poniżej 0,16%
Siarka	max. 0,025%
Fosfor	max. 0,025%
Żelazo	reszta%

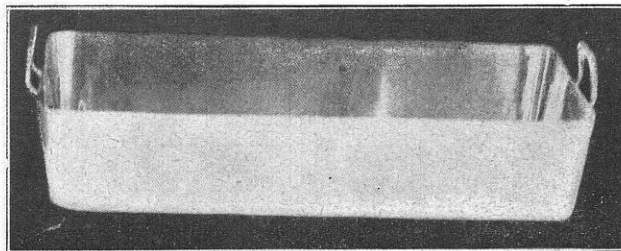
Własności fizyczne: ciężar właściwy — 7,86; przewodnictwo ciepłe w porównaniu z miękkim że-

lazem — 0,36; temperatura topliwości — 1230° C; ciepło właściwe — 0,118.

Po ogrzaniu stali Enduro-Nirosta do temperatury 1040° C i po gwałtownym ostudzeniu w wodzie, własności wytrzymałościowe są następujące:

wytrzymałość na rozciąganie	5950 ÷ 6650 kg/cm ²
granica sprężystości	2100 ÷ 2800 „
wydłużenie	55 ÷ 60%
	(przy obróbce długości 50 mm)
przewężenie	70 ÷ 75%
twardość Brinell'a	135 ÷ 140.

Jak z powyższego widać stal posiada po ogrzaniu dużą stosunkowo wytrzymałość. Tabela umieszczona niżej przedstawia wyniki prób robionych ze stalą Enduro-Nirosta. Próbką stali poddawana była działaniu każdej z niżej podanych temperatur w przeciągu 0,5 godziny. Przy próbach na wydłużenie długość pręta wynosiła dziesięciokrotną jego



Rys. 1 Naczynie ze stali Enduro-Nirosta.

średnicę t. j. $L = 10D$. Z tabeli tej możemy odczytać jak zmieniają się różne własności tej stali w różnych temperaturach.

Ze względu na odporność na wyżarcie nie należy tej stali poddawać w ciągu dłuższego czasu działaniu temperatury wyższej od 496° C, szczególnie gdy poddana jest ona jednocześnie działaniu wysokiego ciśnienia. Poddając jednak tę stal przy jej wyrobie specjalnej obróbce termicznej, można tę granicę temperatury znacznie podwyższyć.

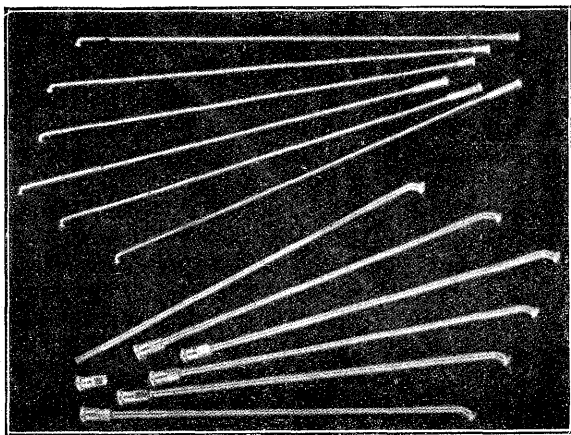
Gdy jednak niezachodzi obawa działania czynników wyżerających lub też niema wysokiego ciśnienia, można bez obawy używać tę stal w temperaturach wyższych.

Temperatura w °C	Siła zrywająca w kg/cm ²	Wydłużenie przy $L=10D$ w %	Skurcz powierzch. w %	Granica sprężystości kg/cm ²
20	7350	55	62	3420
200	7050	53	66	3150
300	6850	50	65	2800
400	6450	45	62	2450
500	5800	39	61	1960
600	4900	30	—	1540
700	3850	23	—	1120
800	2100	18	—	770
900	910	24	—	385
1000	630	47	—	315

Stal ta w odpowiedni sposób poddana obróbce termicznej może być następnie z łatwością spawana, lutowana, nitowana ciągniona i wyłaczana i poddawana bez trudności obróbce mechanicznej.

Powierzchnia tego materiału po walcowaniu na zimno staje się błyszcząca, co nie zachodzi nigdy po takimże walcowaniu u innych metali.

Dla badań metalograficznych powierzchnię taką należy odpolerować. Najlepszym środkiem zdjęcia zendry, pozostałej na powierzchni po walcowaniu, jest działanie na tę powierzchnię 50% roztworu kwasu solnego w temperaturze $70^{\circ} \div 94^{\circ} \text{C}$. Gdy roztworu tego z pewnych względów nie można użyć, stosuje się wtedy gorący roztwór 10% (wagowo) kwasu siarkowego z 6 do 12% soli kuchennej. Dodatek tej soli powoduje szybsze działanie. Po tej operacji zanurza się i płucze próbkę w 10% gorącym roztworze kwasu saletrzanego, a potem zmywa dokładnie gorącą wodą.



Rys. 2. Szprychy do kół rowerowych i samochodowych.

Ponieważ stal Enduro-Nirosta jest stałą austenityczną i niemagnetyczną, więc nie może być hartowana. I wobec tego wszelką możliwą twardość tej stali można osiągnąć tylko przez obróbkę na zimno.

Średniej twardości drut ciągniony, wykonany z tej stali, posiada twardość mierzoną metodą Brinell'a od 240 do 270 jednostek. W celu otrzymania większej twardości należy powtórzyć ciągnięcie tego drutu. Obróbka termiczna potrzebna jest tylko do nadania tej stali własności czyniących ją odporną na wyżarcie, oraz łatwą do obróbki mechanicznej. Również dzięki tej obróbce zwiększa się ciągliwość i kujność stali.

Przy kuciu ogrzewa się stal Enduro-Nirosta powoli do temperatury 850°C i zanurza do wody, następnie należy szybko włożyć przedmiot do pieca i ogrzewać również szybko do temperatury 1150°C .

Noże używane do obróbki tej stali muszą posiadać bardzo ostre krawędzie.

Duża ciągliwość i zdolność do wytłaczania czyni ten metal bardzo odpowiednim do wyrobów takich, jak naczynia do przygotowania różnorodnych konserw, naczynia do gotowania owoców, reflektory do lamp samochodowych i innych. Ponadto stal nadaje się również do wyrobu szprych do kół rowerowych lub samochodowych i t. p.

Ciągliwość tej stali jest taka jak ciągliwość miedzi, można więc robić z niej bardzo cienkie druty do siatek o małych oczkach lub też wiele innych rzeczy. Prócz tego dzięki swej odporności na wyżarcie może być ta stal użyta do wyrobu naczyń kuchennych do gotowania, noży, widelcy i t. d.

BADANIA.

Badania nad wierceniem stali i żeliwa.

W niniejszym artykule podajemy wyniki badań, robionych nad wierceniem stali i żeliwa. Wiertła używane przy tych doświadczeniach wykonane były z najlepszego gatunku stali szybko tnącej, przyczem wielkość średnicy używanych wiertel wahała się w granicach od 12 mm do 38 mm. Oczywiście przestrzegano ściśle, aby w ciągu pracy wiertło posiadało wciąż ostre krawędzie tnące, oraz aby chłodzenie odbywało się bardzo intensywnie.

Jako cieczy chłodzącej używano mieszaniny, składającej się z jednej części oleju chłodzącego, oraz szesnastu części wody. W badaniach tych brano pod uwagę następujące trzy wielkości: moment skręcający M_o , nacisk poosiowy P oraz moc użyteczną N .

Podajemy niżej dwanaście wyników, zaznaczając, że każdy z nich oparty jest na bardzo wielu próbach. A więc stwierdzono, że:

1. Gdy ilość obrotów zmienia się od 74 do 411 obr/min, posuw jest stały oraz średnice wiertel są różne, to nacisk poosiowy może być praktycznie uważany za stały.

2. Gdy ilość obrotów zmienia się od 74 do 411 obr/min, przy stałym posuwie i różnych średnicach wiertel, moment skręcający może być praktycznie uważany za stały.

3. Gdy ilość obrotów zmienia się od 74 do 411 obr/min, przy stałym posuwie i różnych średnicach wiertel, to rzeczywiście zużyta moc na pracę t. j. moc zużyta do napędu wiertarki przy obciążeniu, mniej zużyta do napędu luzem, wzrasta wprost proporcjonalnie do wzrostu szybkości wiercenia.

4. Przy zachowaniu stałej średnicy wiertła oraz stałej szybkości, moment skręcający wzrasta ze wzrostem posuwu, przyczem ten wzrost momentu odbywa się wolniej, niż wzrost posuwu. Fakt ten został stwierdzony podczas prób wiercenia wiertłami o różnych średnicach, poczynsz od 12 mm aż do 38 mm. Zależność tę między momentem skręcającym a posuwem można wyrazić matematycznie w sposób następujący:

$$M_o = f(p^{0,6}) \text{ dla żeliwa}$$

$$M_o = f(p^{0,78}) \text{ „ stali}$$

gdzie M_o oznacza wielkość momentu skręcającego, zaś p wielkość posuwu.

5. Przy zachowaniu stałej średnicy wiertła oraz stałej szybkości, nacisk poosiowy zwiększa się wraz ze zwiększeniem posuwu, lecz to zwiększanie się nacisku odbywa się wolniej niż zwiększanie posuwu, co można wyrazić jak niżej:

$$P = f(p^{0,6}) \text{ dla żeliwa}$$

$$P = f(p^{0,6}) \text{ „ stali}$$

6. Przy stałej szybkości i ilości obrotów wahałej się w granicach od 153 do 230 obr/min oraz przy różnych średnicach wiertel, mianowicie od 12 do 38 mm, moment skręcający wzrasta ze wzrostem średnicy wiertła, przyczem wzrost tej ostatniej jest wolniejszy, niż wzrost momentu skręcającego, czyli

$$M_o = f(d^2) \text{ dla żeliwa}$$

$$M_o = f(d^{1,8}) \text{ „ stali}$$

Zależność tę można napisać jeszcze inaczej, mianowicie

$$\frac{M_{o_1}}{M_{o_2}} = \frac{d_1^n}{d_2^n}$$

gdzie M_{o_1} jest znanym momentem skręcającym, d_1 — znaną średnicą wiertła, zaś M_{o_2} — momentem szukanym przy średnicy wiertła d_2 . Ponadto $n = 1,8$ dla stali oraz $n = 2$ dla żeliwa.

7. Przy stałej szybkości i ilości obrotów, wynoszącej od 153 do 230 obr/min oraz przy różnych średnicach wiertel nacisk poosiowy zmienia się proporcjonalnie do średnicy wiertel, co można przedstawić

$$P = f(d) \text{ dla żeliwa}$$

$$P = f(d) \text{ „ stali.}$$

8. Łącząc wyżej wymienione zależności momentu skręcającego i nacisku poosiowego od posuwu i średnicy wiertła, można napisać:

$$M_o = C_1 \cdot p^{0,6} \cdot d^2 \text{ dla żeliwa}$$

$$M_o = C_2 \cdot p^{0,78} \cdot d^{1,8} \text{ „ stali}$$

$$P = C_3 \cdot p^{0,6} \cdot d \text{ „ żeliwa}$$

$$P = C_4 \cdot p^{0,6} \cdot d \text{ „ stali}$$

gdzie jak poprzednio: M_o — moment skręcający w kg/cm, P — siła poosiowa w kg, p — posuw w cm na 1 obrót wrzeciona, C — współczynnik liczbowy, zwany stopniem twardości lub też stopniem zdolności obróbki danego materiału. Współczynnik C można znaleźć tylko drogą wielu prób.

9. Moc użyteczną na wiertle można przedstawić w następujący sposób:

$$N = n (C_5 \cdot M_o + C_6 \cdot P \cdot p)$$

gdzie N — moc użyteczna, n — ilość obrotów wrzeciona C_5 i C_6 współczynniki liczbowe.

Jak z tego wzoru widać, moc użyteczna jest wprost proporcjonalna do ilości obrotów wrzeciona, oczywiście przy podanym M_o , P i p .

10. Badania metalograficzne były przeprowadzone jak następuje: 17 próbek stali podzielono na trzy kategorie w ten sposób, że do pierwszej zaliczono te próbki, które wskazywały normalną budowę perlityczną lub co najwyżej ze śladami okrągłych kryształów perlitu; do drugiej kategorii zaliczono te próbki, które mają normalną budowę perlityczną a jednocześnie występują w nich okrągłe kryształy perlitu i wreszcie do trzeciej kategorii zaliczono te próbki, które składały się prawie wyłącznie z okrągłych kryształów perlitu.

Przy tym podziale stwierdzono, że im stal zawiera więcej okrągłych kryształów perlitu, tem moment skręcający przy wierceniu jest większy.

11. Klasyfikacja stali podług składu chemicznego pokrywa się z klasyfikacją podług wielkości momentu skręcającego, co wskazuje, to, że zarówno budowa mikrograficzna jak i zawartość węgla są bardzo ważnymi czynnikami przy określaniu wielkości momentu skręcającego.

12. Wobec powyższych rozważań staje się jasnym dlaczego trudno jest ustalić ścisły związek między wielkością momentu skręcającego, a twardością mierzoną metodą Brinell'a, Roekwell'a, skleroskopem lub też wahadłem Herbert'a.

SZKOLNICTWO ZAWODOWE.

Gdzie zdobyć wykształcenie techniczne i posadę.

Każdy dziś rozumie, że dla zdobycia pracy trzeba posiadać odpowiednie wykształcenie fachowe. Jednak często się zdarza, że chcąc kształcić się w pewnym określonym kierunku, staje się wobec wielkiej przeszkody: braku środków materialnych. Z konieczności więc podczas trwania nauki młodzież jednocześnie pracuje zarobkowo. Przedłuża to okres nauki i wyczerpuje młode siły. Niekiedy bywa nawet gorzej — młodzież zniechęcona przerywa naukę i zwiększa liczbę wykolejonych niefachowców.

Po skończeniu nauki i zdobyciu odpowiednich świadectw staje młodzież znów przed nowym pytaniem: jak i gdzie znaleźć odpowiednią posadę. I wówczas, wobec wielkiej konkurencji na rynku pracy, zdobyte z móżolem wiadomości często idą na dłuższy czas w zapomnienie, a włożone pieniądze i praca marnują się.

Jednostka nie mogąca znaleźć zarobku w swym zawodzie, przeryca się do innego, zaczynając nanowoc okres przygotowawczy lub chwytając jakąkolwiek pracę, która wpadnie w ręce. Przynosi to, rzecz prosta, wielkie straty społeczeństwu zarówno pod względem materialnym jak i moralnym.

To też ważną będzie dla młodzieży wiadomość o Szkole Technicznej Telegraficzno-Telefonicznej w Warszawie, która całkowicie usuwa trudności o których była wyżej mowa. Szkoła ta bowiem, nie tylko zapewnia posadę uczniom swym natychmiast po wyjściu ze Szkoły, lecz i podczas dwuletniego trwania nauki wypłaca uczniom zapomogi wystarczające całkowicie na utrzymanie w Warszawie. Przy Szkole istnieje również bursa dla zamiejscowych. Nauka w Szkole jest bezpłatna.

Szkoła ta, jedyna tego rodzaju w Polsce, kształci techników telegrafów i telefonów. Praca takich techników polega na utrzymaniu w porządku naprawianiu i budowaniu aparatów, przewodów i stacji telegraficznych i telefonicznych. Praca ta, wykonywana często pod gołym niebem i na powietrzu, wymaga zdrowia i zahartowania, jak również zamięlowania do elektrotechniki.

Szkoła jak widzimy, zapewnia uczniom swym spokój podczas trwania nauki i usuwa troskę o byt materialny po ukończeniu studjów; — jednak wzamian za to stawia swym kandydatom poważne wymagania.

Do Szkoły przyjmowani są uczniowie ze świadectwem 6-ciu klas gimnazjalnych. Pomimo to podlegają oni egzaminowi konkursowemu z matematyki w zakresie 6-ciu klas. Przed rozpoczęciem nauki w Szkole kandydaci muszą odbyć półroczną praktykę przy budowie urządzeń telegraficznych i telefonicznych. Praktyka ta — to jakby 2-gi egzamin konkursowy, na którym kandydat wykazuje zdolności swe i zamięlowanie do późniejszej pracy. Ocena kandydata z pobytu na praktyce przysyłana jest do Dyrekcji Szkoły.

Pozatem — jednym jeszcze z warunków zasadniczych przyjęcia jest odbyta służba wojskowa.

Podania o przyjęcie do Szkoły kierować należy w ciągu maja, czerwca i lipca do Warszawskiej Dyrekcji Poczty i Telegrafów (Plac Napoleona 10). Tam również otrzymać można bliższe informacje, dotyczące Szkoły.

KRONIKA.

Pierwsza transakcja Targów w Poznaniu.

Jak donosi „Gazeta Handlowa” № 98:

„W pierwszym dniu otwarcia Targów na terenach i w pawilonach targowych gromadziły się tłumy zwiedzających, żywo interesujących się wystawionymi eksponatami. Do godziny 12-ej w południe skonstatowano kilka poważnych transakcji z działów rolniczo — przemysłowego, urządzeń domowych i włókienniczego. Nadmienić tutaj wypada, że pierwszą transakcją targową była sprzedaż lokomobili stacyjnej, produkcji zakładów H. Cegielski w Poznaniu”.

W dziale metalowym było b wiele zapytań.

Inż. St. Kochanowski.

„Rzeczy Piękne”.

Organ Muzeum Przemysłowego w Krakowie. 4—6, 7—9 i 10—12.

Powszechna Wystawa w Poznaniu omówiona została na łamach tego artystycznego pisma w ostatnio wydanych trzech zeszytach obficie ilustrowanych barwnymi i zwykłymi rycinami. Obok niemal wszystkich pawilonów znajdują się poszczególne wnętrza i stoiska, a także wyroby zakresu przemysłu artystycznego. Całość stanowi bardzo cenną pamiątkę i zbiór dokumentów estetycznych wartości polskiej produkcji. Będzie to dla historii jedyne czasopismo, które tak obszernie ujęło P. W. K. w wytwornej formie typograficznej, czem zawsze zresztą odznaczają się „Rzeczy Piękne” wydawane pod redakcją Kazimierza Witkiewicza, Kustosza Biblioteki Muzeum Przemysłowego.

BIBLIOGRAFJA.

Techniczna ocena i badanie maszyn elektrycznych zapomocą prób i pomiarów.

Poradnik przy wyborze maszyn. Str. 150 z 42 rys. w tekście. Opracował B. Gimbut. Czcionkami Księgarni i Drukarni Katolickiej Sp. Akcyjna. Katowice 1929.

Treść poradnika jest poświęcona głównie maszynom prądu stałego i trójfazowym silnikom asynchronicznym, czyli maszynom znajdującym najczęstsze zastosowanie w praktyce. Książka zawiera wiele cennych wskazówek dla ludzi mających nabyć maszyny elektryczne, jak również dla użytkowników te maszyny.

Mający nabyć maszynę elektryczną znajdują w niej szczegółowe informacje co do typu maszyny odpowiedniej do przyszłego rodzaju jej pracy, co do szczegółów budowy, oraz co do warunków, jakim winna odpowiadać, aby przy dzisiejszym stanie techniki budowy maszyn elektrycznych mogła być uznana za dobrą.

W rozdziałach o sprawności maszyn, przeciążalności, współczynniku mocy, momencie obrotowym, nagrzewaniu, komutacji i innych autor zaznacza nabywcę z charakterystycznymi własnościami maszyn i wskazuje na te próby, których przeprowadzenia winien nabywca żądać przy odbiorze maszyn z wytwórni, aby móc ocenić ich wartość techniczną.

Użytkujący maszyny elektryczne znajdują w poradniku materiał, który im umożliwi przeprowadzenie prób i pomiarów we własnym zakresie. Przytoczone przez autora sposoby badania, nie wymagające specjalnych urządzeń i dużej liczby aparatów mierniczych, są całkowicie dostępne dla większości posiadaczy maszyn elektrycznych.

Ze względu na swą praktyczną treść książka najzupełniej zasługuje na szerokie rozpowszechnienie wśród kupu-

PRZEGLĄD PISM KRAJOWYCH I ZAGRANICZNYCH.

Le nettoyage des pièces usinées. Wheeler (Mach. mod. XII 29 str. 673). Automaty do czyszczenia przedmiotów metalowych z tłuszczu. Zestawienie różnych czynników. Wybór mycia w zależności od jakości tłuszczu. Określenie najważniejszej ilości sztuk czyszczonych jednocześnie i t. d.

Wärmebehandlung und Prüfung von Schnellstahlwerkzeugen. Rapatz (Maschinenbau 3 X 29 str. 660). Znaczenie właściwych temperatur hartowania. Sposób obróbki termicznej frezów, wiertel krętych, rozwiertaków. Kąpiele solne. Odpuszczanie. Środki umożliwiające kontrolę dobroci obróbki termicznej.

Sprostowanie. W zeszycie 3-cim r. b. w artykule inż. W. Ugniewskiego „Metr międzynarodowy w praktyce warsztatowej”, na str. 69, szpalce prawej, zdanie rozpoczynające się w wierszu 13-tym od góry powinno mieć brzmienie następujące: Według norm tych wszystkich państw, pręt o długości 1 metra, zmierzony przy temperaturze 20° C, ma ściśle tę samą długość, jaką ma prototyp metra międzynarodowego przy temperaturze 0° C.

Sprostowanie. W № 3 Mechanika na stronie 93 wiersz 24 od góry, wydrukowano ostatnie słowo lewej szpalty „czolowe”, winno być „daszkowe”.

S P I S T R E Ś C I .

Starzenie się gumy, *nap. mag. Marja Schmidtowa.*
Konstrukcja frezów normalnych w związku z wymogami współczesnej obróbki mechanicznej, *nap. inż. J. Karwecki.*
Elektryczne piece oporowe do obróbki termicznej, *nap. Jan Obrebski.*
Wykonanie gwintów na tokarce, *nap. inż. E. Pietraszkiewicz.*
Obróbka surowców technicznych niemetalowych. Koła zębate niemetalowe.
Przyrządy i uchwyty. Przyrząd do robienia obrączek blaszanych.

Narzędzia. Djament jako materiał na narzędzia.
Pomiary warsztatowe. Określanie siły międzyzębnej w kołach zębatych, metodą optyczną.
Metaloznawstwo. Stal nierdzewiąca „Enduro-Nirostra”.
Badania. Badanie nad wierceniem stali i żeliwa.
Szkolnictwo zawodowe. Gdzie zdobyć wykształcenie techniczne i posadę.
Kronika Pierwsza transakcja Targów w Poznaniu.
Bibliografia. Techniczna ocena i badanie maszyn elektrycznych zapomocą prób i pomiarów. „Rzeczy Piękne”.
Przegląd pism krajowych i zagranicznych.

Prenumeratę kwartalną 8 zł. i roczną 30 zł. przyjmuje Administracja i P. K. O. na konto № 14.455. Cena zeszytu 2 zł. 90 gr.

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 zmianą 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 Ośka.