


MECHANIK

MIESIĘCZNIK TECHNICZNY 

WARSZAWA, UL. CZACKIEGO № 3

WYDAWANY PRZEZ SEKCJĘ WARSZTATOWĄ
STOWARZYSZENIA INŻYNIERÓW
MECHANIKÓW POLSKICH

Zjawiska starzenia się pewnych stali naazotowanych.¹⁾

Nap. inż. Andrzej Wójcik—Centr. Labor. P. W. U.

Treść: Badania A. Fry'a i S. Epstein'a. Podział badań na dwie serie dla znalezienia maximum utwardnienia stali przez azotowanie i starzenie się w sumie. Wnioski z badań.

Stopy, które posiadają zmienną rozpuszczalność drugiego składnika strukturalnego ze zmianą temperatury, czyli, w których składnik ten przechodzi w roztwór stały przy podnoszeniu temperatury, a wydziela się z niego w miarę jej obniżania, podlegają starzeniu t. zn. są zdolne do samoulepszenia się. Składnikiem wydzielającym się z roztworu może być związek chemiczny np. Fe_3C w stopach $Fe-C$, Fe_2W_3 w stopach $Fe-W$, Mg_2Si w stopach $Mg-Si$, czysty metal n. p. Fe w stopach $Cu-Fe$ lub inny roztwór stały n. p. γ z δ w układzie $Al-Mg$ β z γ w układzie $Al-Zn$.

Ażeby proces starzenia mógł się odbywać, muszą wspomniane stopy być obrabione termicznie t. zn. ogrzane do temperatury powyżej linii zmiennej rozpuszczalności i zahartowane, rezultatem czego jest przeprowadzenie tego drugiego składnika w roztwór stały i zatrzymanie go w tym roztworze do temperatur pokojowych w mniejszej lub większej mierze, zależnie od natury stopu, temperatury i intensywności hartowania. Roztwór ten, trwały w wyższych temperaturach, zaś będący w stanie niestałym w temperaturach pokojowych, dąży do równowagi stałej przez wydzielenie nadmiaru rozpuszczalnego składnika, a dążenie to jest podstawą procesu starzenia.

Obróbka termiczna tych stopów a raczej bezpośredni rezultat hartowania (roztwór stały) nie przedstawiałby żadnej korzyści, gdyby właśnie nie to zjawisko starzenia, będące koniecznym jego następstwem. Proces ten nosi nazwę starzenia się naturalnego, gdy odbywa się w temperaturach pokojowych, a starzeniem sztucznym nazywa się, gdy bywa przeprowadzony w temperaturach wyższych od pokojowych.

Badania nad tem zjawiskiem przeprowadzono wiele i na ich podstawie ogłoszono teorie, których mamy kilka (W. Rosenhain, K. Honda, R. S. Dean i J. L. Gregg, W. Fraenkel), a z których powszechnie (prócz niektórych metalografów niemieckich z W. Fraenklem na czele) przyjęła się teoria W. Rosenhain'a. Według tej teorii utwardzenie podczas starzenia się powodują wydzielone z roztworu ultramikroskopowe cząsteczki drugiego składnika, które deformując siatkę przestrzenną rozpuszczalnika, pociągają za sobą zaklinowywanie płaszczyzn poślizgów. Z. Jeffries i R. S. Archer nieco odmiennie wyjaśniają ten proces mianowicie, za przyczynę

utwardzenia uważają tylko utrudnianie poślizgu za pomocą wydzielonych twardych cząsteczek, działających na sposób klinów²⁾.

Utwardzenie podczas starzenia się wzrasta do pewnego maximum, poczem następuje spadek twardości, a spadek ten bywa objaśniony wzrostem wydzielonych cząsteczek do wielkości widocznych pod mikroskopem (przy bardzo dużych powiększeniach), przez co nie wszystkie płaszczyzny łatwych poślizgów zostają zaklinowane.

W praktycznym znaczeniu pod starzeniem się lub samoulepszeniem rozumiemy zmianę właściwości fizycznych (np. przewodnictwo el., rozpuszczalność w kwasach) i mechanicznych (B, R, Q, C, A, U), z których jedne wzrastają (B, R, Q, U) a inne (C, A) zmniejszają się ze wzrostem starzenia. Rozpuszczalność w kwasach wzrasta stale, zaś przewodnictwo początkowo maleje, następnie wzrasta do pewnej wartości stałej. Celem otrzymania zmiany właściwości jednych i drugich podczas starzenia się w stopniu najwyższym, należy nie tylko ogrzać dany stop do temperatury największej rozpuszczalności drugiego składnika, lecz także ogrzewanie to winno trwać dostatecznie długo, by ten ostatni przeszedł do roztworu w ilości osiągalnej w tejże temperaturze. Drugim koniecznym do tego warunkiem jest bardzo szybkie ostudzenie celem zatrzymania tego składnika całkowicie w roztworze stałym czyli, otrzymanie tego ostatniego w stanie najbardziej przesyconym, a więc najmniej trwałym. Powyższe słowa ilustruje wykres na rys. 1 dla stopów $Fe-W$.

Stopień szybkości starzenia zależy w pierwszym rzędzie od stopnia trwałości roztworu stałego; im trwalszy roztwór, tem wolniej przebiega oraz tem później zaczyna się proces starzenia się i naodwrot. Na szybkość omawianego procesu wpływa drugorzędnie wysokość temperatury rozpadu roztworu, a raczej odległość tejże od temperatury starzenia n. p. stop $Al-Zn$ starzeje się w temperaturach pokojowych szybko, gdyż odległość ta jest niewielką, zaś u stopu $Cu-Fe$, gdzie ona jest o wiele większą, starzenie naturalne przebiega powoli.

¹⁾ Referat wygłoszony na IV-tym Zjeździe Inż. Mech. w dn. 2—4 maja r. b.

²⁾ Mechanizm zaklinowywania płaszczyzn poślizgu jest przedstawiony obrazowo w książce p. t. „Metaloznawstwo” prof. I. Feszczenko-Czopińskiego.

Dla każdego stopu istnieje optymalna temperatura i optymalny czas starzenia się przy danym składzie chemicznym. Im wyższa temperatura starzenia się szlucznego oraz im bliższy granicznej zawartości skład chemiczny stopu, tym wcześniej osiąga on maximum omawianych właściwości.

Na pierwszy rzut oka wydawałoby się, że wpływ temperatury ogranicza się tylko do przyspieszenia maximum utwardzenia podczas starzenia się, czego logicznym następstwem byłoby oczekiwanie jednokowej wartości maksymalnej dla każdej temperatury starzenia się. Jednak wyniki badań wskazują, że dla każdej temperatury starzenia się, istnieje inna wartość dla maximum twardości oraz, że istnieje jedna temperatura starzenia, przy której dany stop osiąga najwyższą wartość twardości, co teoria objaśnia krytycznym rozproszeniem wydzielonych cząsteczek (critical dispersion). Temperatura ta nazywa się krytyczną temperaturą starzenia. Dla zrozumienia tego podano na wykresie rys. 2 wyniki badań nad stopami Cu-Be. K. Z. Meisner w dyskusji artykułu „The Age — hardening of Some Aluminium Alloys” objaśnia to w ten sposób: „Powyżej krytycznej temperatury starzenia się koagulacja cząsteczek będzie za gwałtowna, a przez to nie dość równomierna, aby dać maximum, możliwe do osiągnięcia przez dany stop, natomiast poniżej teje nie mogą te cząsteczki osiągnąć potrzebnej wielkości nawet po dłuższym czasie starzenia się”.

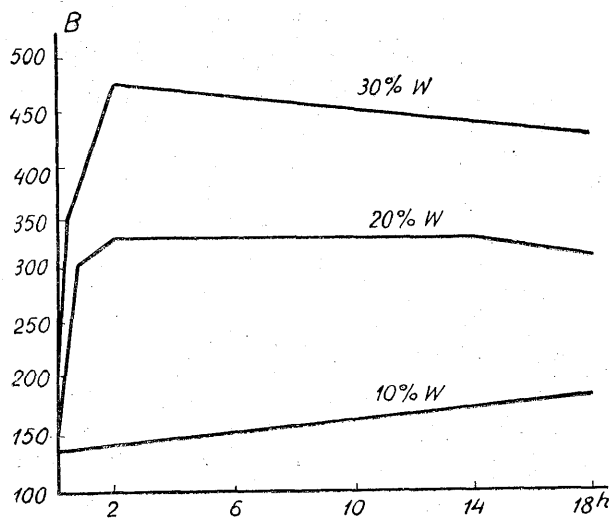
Stopy żelazo-azot, czyli naazotowane żelazo i stale, posiadają w swoim układzie termicznym linię zmiennej rozpuszczalności drugiego składnika, którym jest najprawdopodobniej Fe_4N , co zostało ustalone przez wcześniejsze badania A. Fry'ego (diagram Fry'ego — zmiana rozpuszczalności od 0,5 do 0,015% N) oraz ostatnio przez S. Epstein'a (próbny układ S. Epstein'a — zmiana rozpuszczalności od 0,5 do 0,010% N). A zatem naazotowane stale mają podstawę do samoulepszenia się.

Wiadomo, że pewne stopy utwardzają się przez starzenie się w podwyższonych temperaturach znacznie, bo np. stopy Cu-Be utwardzają się około 300 jednostek Brinella (temp. starzenia 300°C), a stopy Fe-W około 200 jedn. Brinella (temp. starzenia 700°C). Otóż, nie wchodząc w to, jaka jest przyczyna tak znacznego utwardzenia się tych stopów, ciekawym było, czy stale naazotowane, a zwłaszcza bardzo miękkie (0,1 — 0,2% C), nie utwardziłyby się przez starzenie w takim stopniu, żeby w sumie przez azotowanie i starzenie się mogły osiągnąć ponad 500 jedn. Br. co pozwoliłyby na zastosowanie także tych stali do azotowania w praktyce, gdyż, przez samo azotowanie zyskują one max. 200 jedn. Brinella t. zn. posiadają około 350 jedn. Brinella.

Dotychczas w przemyśle stosuje się azotowanie (zagranicą) tylko do stali specjalnych t. zw. Nitrelloys (~ 1,25% Cr, ~ 1,25% Al, 0,3 — 0,5% C), które w tym procesie otrzymują ponad 800 jedn. Brinella. Badania własne wykazały, że również stale wysoko-chromowe (15% Cr) o średniej zawartości węgla utwardzają się przez azotowanie bardzo silnie, chociaż nieco słabiej od glinowych (max. 800 jedn. Br.), jednak azotowanie ich w praktyce musi ustąpić przed stalami glinowymi.

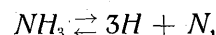
Aby znalezione optimum starzenia się miało wartość praktyczną, należało uprzednio znaleźć

optimum samego azotowania, gdyż cóżby za korzyść była, gdyby starzenie się dało 200 jedn. Brinella, a azotowanie o 100 jedn. mniej od możliwych do osiągnięcia w najlepszych warunkach azotowania.

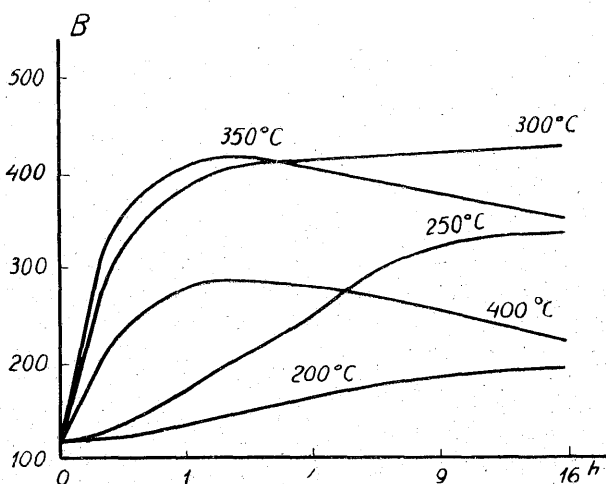


Rys. 1. Stop Fe-W hartowany od 500°C i starzony 1 h przy 700°C.

Wyniki azotowania zależą od wielu czynników, z których głównymi są: temperatura, czas i szybkość amonjaku, względnie stopień jego dysocjacji. Sam proces azotacji polega na dyfuzji azotu będącego in statu nascendi do stali, który pochodzi z rozpadu dysocjacji amonjaku według równania:



który to rozpad zachodzi w piecu w temperaturach azotacji. Do mierzenia dysocjacji amonjaku zastosowano specjalne naczynie szklane (schem. rys. 3), w którym zamykano gaz, wychodzący z pieca, a przechodzący przez to naczynie, oczywiście po odpowiednim czasie potrzebnym do całkowitego wypędzenia powietrza i wpuszczano ze zbiorniczka



Rys. 2. Stop Cu-Be (3% Be) hartowany od 800°C.

u góry wodę, która, absorbując amonjak niezdyso-cjowany, wytwarzała próżnię i wpływała do naczynka w ilości równej objętości tego amonjaku. Naczynie to skalibrowano w procentach i odczytywano od razu procent dysocjacji. Ilość wodoru i azotu pochłonięta przez wodę stanowi w stosunku

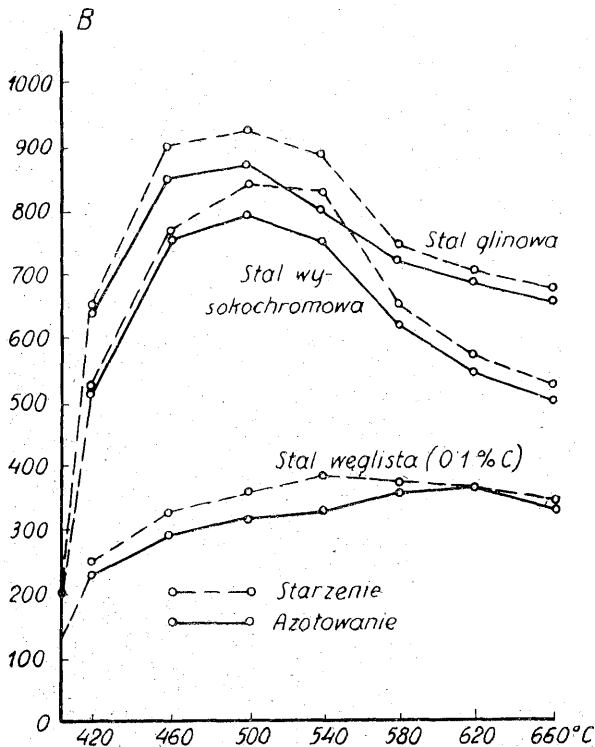
do amonjaku ułamek procentu, który praktycznie niema żadnego znaczenia. Dysocjacja zależy od temperatury i szybkości gazu, a stal odgrywa rolę katalizatora.

Otóż badania, mające na celu otrzymanie optimum samego azotowania, pozwoliły na wypośrodkowanie optymalnych warunków azotacji, obejmujących powyższe czynniki, przy których osiąga się zarówno dużą jak i na znaczną głębokość sięgającą twardość. Badania te dla różnych gatunków stali były przeprowadzone w temperaturach od 420°C do 660°C w odstępach 40 stopniowych, w zakresie 20—60 godzin i dysocjacji amonjaku wzrastającej od 2% do 73% (stała szybkość amonjaku).

Zbadano też wpływ szybkości amonjaku zmieniając ją tak, by otrzymać stałą dysocjację 30% dla temperatur: 540°C, 580°C, 620°C i 660°C.

Rys. 3. Naczynie do mierzenia dysocjacji amonjaku.

Optymalne warunki azotowania dla stali glinowych i wysokochromowych przedstawiają się następująco: 540°C, około 30^h i około 20% dysocjacji (± 5%). Stale węgliste i niskochromowe otrzymują najlepsze rezultaty azotowania przy 580°C, powyżej 35^h i około 30% dysocjacji. Grubość warstwy



Rys. 4. Zmiany twardości przy starzeniu.

utwardzonych stali glinowych, przy optymalnych warunkach azotacji, wynosi od 0,3 do 0,5 mm., zależnie od składu chemicznego stali, — zawartości Al, Cr, C i innych domieszek (Si, Mn). Większa zawartość Al, Cr i C powoduje płytsze utwardzenie i naodwrot,

Poddawanie starzeniu się naturalnemu wszystkich stali, azotowanych w różnych warunkach, na okres 40 dni, wykazało najodpowiedniejszą temperaturę hartowania po azotowaniu — 540°C. Prawdopodobnie nieco wyższa byłaby lepszą, co można przypuszczać ze stanowiska teoretycznego, gdyż, jako bliższa temperatury eutektoidalnej (580°C — według obu układów), pozwala na większą koncentrację azotu w roztworze stałym $\alpha - Fe$, a wiemy, że im większa koncentracja tem większe przesylenie roztworu po zahartowaniu, a zatem intensywne starzenie się i większe utwardzenie. Jakkolwiek badania własne tego nie stwierdziły, nie jest to sprzeczne z teorią, gdyż, jak badania mikroskopowe wykazały, od temperatury 540°C wzwyż tworzy się na powierzchni warstewka nowego składnika, który u stali węglistych i niskochromowych będzie najprawdopodobniej eutektoidem między Fe_4N i Fe_2N , zaś u glinowych warstwą azotków żelaza i składników stopowych stali, a która to warstewka przy pomiarach twardości aparatem Herbert'a, bardzo czułym na tego rodzaju przeszkody, musiała wpłynąć ujemnie. Zastosowanie aparatu Herbert'a do pomiarów twardości było wskazane ze względu na niemożliwość stosowania do tego celu innych aparatów z powodu cienkiej warstwy utwardzonej (dziesiąte części milimetra), co w przeciwnym razie uzależniałoby pomiary od twardości rdzenia.

Przyrost twardości po starzeniu 40-dniowym dla stosowanych temperatur azotowania i hartowania wzrasta do maximum przy 540°C, które dla stali glinowych wynosi 90 jedn. Brinell'a, wysokochromowych 75 jedn. Br. a innych, zarówno niskochromowych jak i węglistych leży w zakresie od 20 do 50 jedn. Br., przyczem tę ostatnią cyfrę osiągają tylko stale bardzo miękkie (0,1% C). Przy wyższych temperaturach azotowania i hartowania następuje spadek utwardzenia i tak przy 660°C stale węgliste nie wykazują już żadnego utwardzenia przez starzenie, a glinowe i wysokochromowe około 20 jedn. Br. Wyniki badań podaje wykres na rys. 4.

Charakter krzywych twardości z czasem starzenia się dla tej samej temperatury azotowania i hartowania pozwala na podział badanych stali na dwie kategorie, z których jedna obejmuje stale glinowe i wysokochromowe, a druga węgliste (o zawartości węgla od 0,1 do 0,9% C) i niskochromowe (wykres rys. 5). Pierwsze z nich zaczynają się starzeć dopiero po dłuższym okresie czasu, osiągając maximum poza granicami badań, a ostatnie starzeją się znacznie już po 2 dniach starzenia się, osiągając maximum około 15 dni starzenia się, którego wartość wynosi 70 jedn. Br. — dla stali bardzo miękkiej. Dla stali o większej zawartości węgla maksymalna wartość twardości jest niższa, ale czas starzenia potrzebny do jej osiągnięcia prawie ten sam. Stale glinowe i wysokochromowe uzyskały w granicach badań średnio 80 jedn. Brinell'a.

Jak wiadomo z teorii starzenia się maximum utwardzenia dla danej temperatury starzenia się następuje wskutek deformacji siatki przestrzennej rozpuszczalnika w stopniu najwyższym przez wydzielone w doskonałym rozproszeniu cząsteczki, a spadek twardości następuje wskutek koagulacji tych cząsteczek. Otóż zmian strukturalnych, wi-

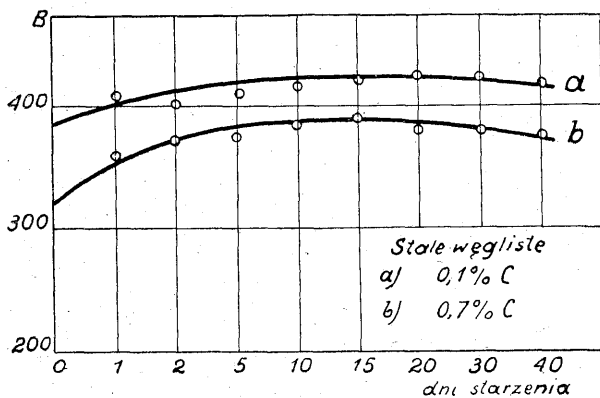
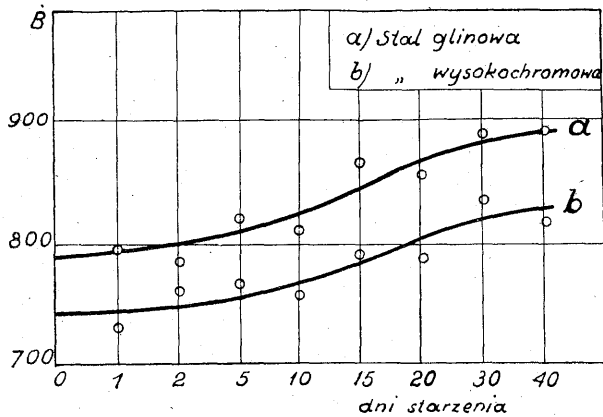
docznych, pod mikroskopem, należało spodziewać się dopiero po przekroczeniu maximum, gdy koagulacja tych cząsteczek postąpi daleko naprzód. Istotnie obserwacja struktury zestarzonej naturalnie w ciągu 80 dni dawała jeszcze obraz niewyraźny, natomiast po 110 dniach starzenia się widać już wyraźne cząsteczki wydzielonych azotków (Fe_4N) w postaci ciemnych punkcików (wydłużonych).

Wpływ sztucznego starzenia idzie w dwóch kierunkach: 1) w kierunku zwiększenia maksymalnej twardości (osiągalnej przez starzenie naturalne oraz, 2) w kierunku przyspieszenia tego maximum. Zwiększenie maksymalnej wartości objaśnia

obniżając ją znacznie. Od $100^{\circ}C$ w górę zaczyna się odrazu spadek twardości t. j. już po $1 h$ starzenia twardość uzyskana przez azotowanie opada szybko, przyczem spadek ten po $3 h$ ustala się (dla wszystkich temperatur powyżej $100^{\circ}C$) (rys. 6) — rys. 2.

Stale glinowe i wysokochromowe zdają się osiągać maximum twardości koło $350^{\circ}C$ dla $1 h$ starzenia, a przy $250^{\circ}C$ dla $10 h$ starzenia, które przy niższych temperaturach leży poza granicami badań.

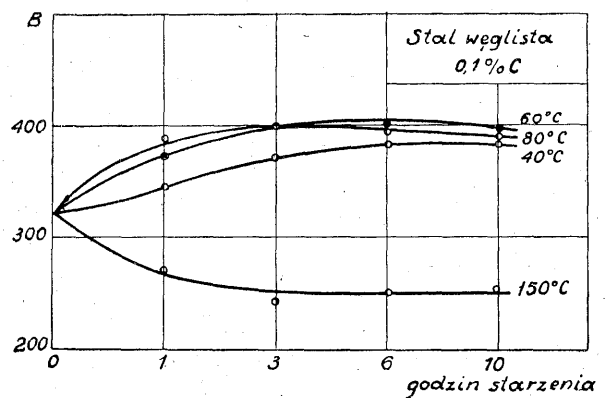
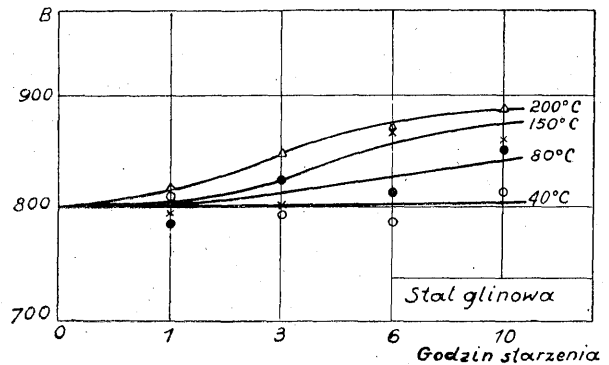
W drugim kierunku t. j. podwyższenia maksymalnej wartości, wpływ temperatury zaznaczył się słabiej. Jak widzimy z wykresu temperatura krytyczna (krytycznej dyspersji) leży przy $60^{\circ}C$, a wartość maksymalna dla stali bardzo miękkiej wynosi 95 jedn. Brinell'a¹⁾ czyli o 25 jedn. więcej niż po starzeniu



Rys. 5. Charakter krzywych twardości z czasem starzenia dla tej samej temperatury azotowania i hartowania.

teoria, jak to już wspomniano, krytycznym rozproszaniem wydzielonego składnika. Celem znalezienia tej temperatury przeprowadzono starzenia się przy temperaturach: $40^{\circ}C$, $60^{\circ}C$, $80^{\circ}C$, $100^{\circ}C$, $150^{\circ}C$ i $200^{\circ}C$ przez 10 godz. Stale glinowe i wysokochromowe poddane były starzeniu dodatkowo jeszcze przy $250^{\circ}C$, $300^{\circ}C$ i $350^{\circ}C$ przez 1 godzinę.

Charakter krzywych starzenia się sztucznego jest podobny do tegoż dla starzenia się naturalnego. Wpływ temperatury w kierunku przyspieszenia maximum zaznaczył się bardzo wybitnie, gdyż czas potrzebny do jego osiągnięcia został skrócony od kilkunastu dni do kilku godzin. I tak: dla stali węglistych przy temperaturze starzenia $40^{\circ}C$ leży ono jeszcze poza granicami badań, temperatura $60^{\circ}C$ przesuwają je do 6h, a $80^{\circ}C$ do 3 godzin. Temperatura $100^{\circ}C$ nie tylko przyspiesza je jeszcze bardziej ($1 h$), lecz także wpływa ujemnie na twardość—



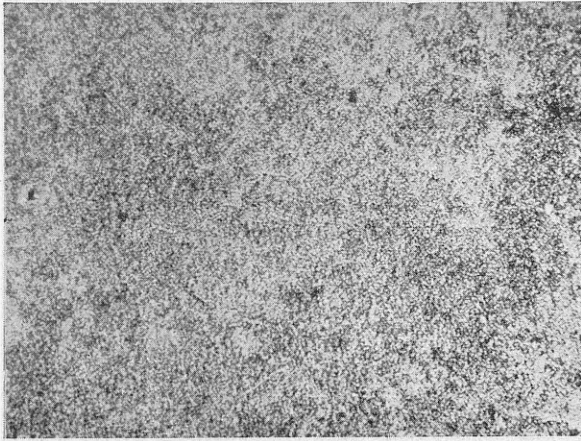
Rys. 6. Charakter krzywych starzenia się sztucznego.

naturalnem. Inne stale węgliste osiągnają wartości niższe przy tej temperaturze. Stale glinowe i wysokochromowe w badanych granicach również osiągnają nieznacznie większą twardość (~ 100 jedn. Br. przy $350^{\circ}C \sim 1 h$ starzenia). Niektóre stale niskochromowe ($0,5\% C$) i węgliste twarde, o znaczniejszej zawartości, w stosunku do innych stali węglistych, krzemu ($0,54\%$) i manganu ($0,67\%$) wykazały minimalny skutek starzenia tak naturalnego jak i sztucznego, a charakter krzywych starzenia się jest podobny do tegoż dla drugiej grupy stali.

Pod mikroskopem zaobserwowano zmianę struktury ze wzrostem temperatury starzenia ($10 h$), ale tylko stali węglistych miękkich i dopiero powyżej temperatury $80^{\circ}C$. Starzenie przez $10 h$ przy $80^{\circ}C$ daje bardzo małą zmianę struktury, ledwie dostrze-

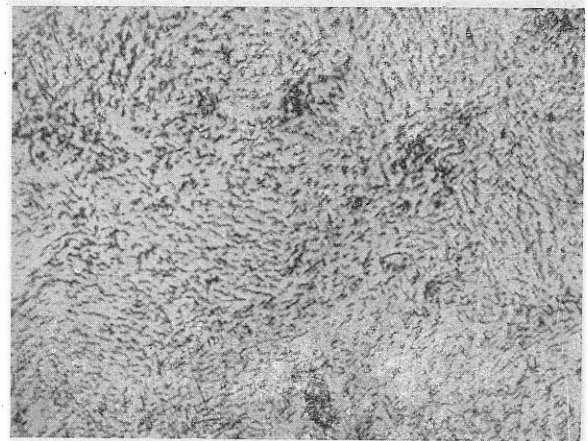
¹⁾ Wartość określona w powtórzonych badaniach.

galną; temperatura 100°C powoduje już tak dalece posuniętą koagulację wydzielonych cząsteczek azotków, że można je z łatwością zaobserwować pod mikroskopem. Cząsteczki te, wydzielwszy się w postaci punktów (ciemnych) skupiają się w pałeczki (rys. 7 — 100°C), które przy wyższych temperaturach starzenia wzrastają (rys. 8 — 150°C), przy-



Rys. 7. Koagulacja wydzielonych cząsteczek azotków stali węglistej miękkiej pod wpływem starzenia przy temp. 100°C . w ciągu 10^{h} ($500\times$).

1540°C aż 33%, przyczem rozpuszczalność azotu w temp. pokojowej wynosi 0,01%, *Be* w temp. 400°C około 0,8%, a *W* przy 600°C — 8%. Według naszego zdania należy jedynie w tych cyfrach szukać wyjaśnienia różnicy w utwardzeniu tych stopów, a to na podstawie tego, że, jak już wspomniano, większa koncentracja drugiego składnika w roztworze



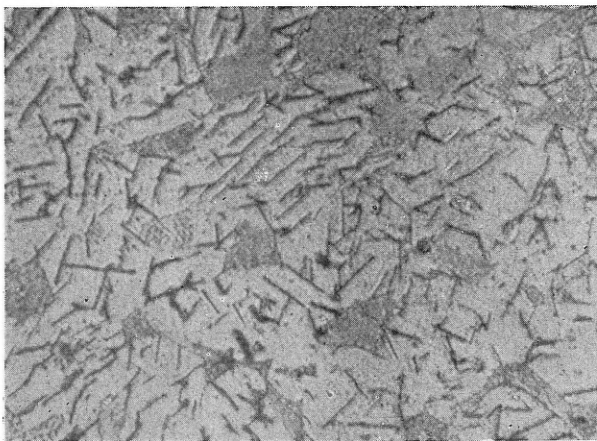
Rys. 8. Wzrastanie pałeczek wydzielonych cząsteczek azotków przy wyższej temperaturze dla stali rys. 7 ($700\times$).

czem jednak nie można się doszukać t. zw. igieł azotków. Natomiast wskutek 10-godzinnego starzenia się przy 200°C , wydzielony składnik pojawia się już w formie igieł azotków (rys. 9), doskonale ukształtowanych, które przy 250°C starzenia 1-godzinnego wzrastają (rys. 10) do wielkości osiągalnej przez nie przy studzeniu z piecem (rys. 11).

Z powyższego widzimy, że naazotowane gatunki stali nie utwardzają się przez starzenie tak bardzo jak stopy *Cu-Be* czy *Fe-W*, nawet stal węglista bardzo miękka. Jeżeli przyczyny tego rozpatrzmy z teoretycznego stanowiska, zrozumiałem będzie,

stałym, zatrzymanym przez hartowanie do temperatur pokojowych, zależna tylko od różnicy między rozpuszczalnością graniczną a tą w temperaturach zwykłych, bywa główną przyczyną znacniejszego przesylenia roztworu stałego, a zatem większej jego nietrwałości — czyli szybszego rozpadu, następstwem czego musi być energiczniejsze starzenie się i większe utwardzenie; dzieje się to dla tej samej przyczyny, dla której podwyższenie temperatury starzenia się, przyspieszając je, przyczynia się do podwyższenia maksymalnej wartości.

Wszystko to da się objaśnić doskonalszym lub



Rys. 9. Igle azotków wydzielone na skutek starzenia się stali przy 200°C w ciągu 10^{h} ($800\times$).



Rys. 10. Igle azotków wydzielone na skutek starzenia się stali przy 250°C i 1^{h} ($400\times$).

że istotnie w stopach żelazo — azot nie może zachodzić wielkie utwardzenie wskutek samoulepszenia się.

Weźmy pod uwagę najpierw stale węgliste miękkie. Wiemy z obu diagramów żelazo-azot, że graniczna rozpuszczalność azotu w $\alpha\text{-Fe}$ wynosi 0,5% (temp. 580°C); rozpuszczalność ta *Be* w miedzi przy temp. 850°C wynosi 2,8%, a wolfram w $\alpha\text{-Fe}$ przy temp.

mniej doskonałym rozproszeniem tych ultramikroskopowych cząsteczek. Można tu też wziąć pod uwagę analogię z szybkością krystalizacji. Oczywiście jak przy krystalizacji tak i starzeniu się — rozpadzie roztworu istnieje pewna granica, poza którą mamy skutek wręcz przeciwny.

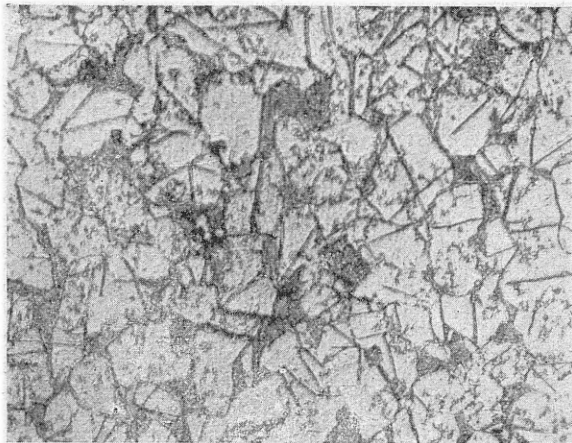
Fakt, że stopy *Fe-W* nie utwardzają się więcej od *Cu-Be*, chociaż posiadają większą rozpuszczal-

ność drugiego składnika, pozostaje w sprzeczności z powyższym, wyjaśnienie tego jednak znajdujemy w pracy W. Rosenhain'a „The Hardening of Steel”, który powiada, że szybkość zachodzenia procesu starzenia się, zależy od odległości temperatury granicznej rozpuszczalności (lub hartowania) od temperatury starzenia się. Im większa ta odległość, tem wolniej odbywa się proces starzenia się. Otóż stopy $Fe-W$, gdzie ta odległość jest dużo większa niż w stopach $Cu-Be$, starzeją się wolniej, a co za tem idzie — słabiej.

Porównyując stopy $Cu-Be$ i $Fe-N$ (stale węgliste miękkie naazotowane), u których wspomniana odległość temperatur hartowania ($800^{\circ}C$ dla $Cu-Be$ i $540^{\circ}C$ dla $Fe-N$) i starzenia się ($300^{\circ}C$ dla $Cu-Be$ i $60^{\circ}C$ dla $Fe-N$) oraz szybkość starzenia się prawie ta sama (rys. 2 i 5), dochodzimy do pewnego wniosku, że tylko różnica koncentracji jest istotną przyczyną dużej różnicy w utwardzeniu przez starzenie się.

Dalej, fakt, że stale o większej zawartości węgla starzeją się słabiej, da się niewątpliwie objaśnić ujemnym wpływem węgla, polegającym na tem, że bywa przyczyną mniejszej koncentracji azotu w $\alpha-Fe$ czyli mniejszej ilości fazy wydzielonej podczas starzenia się, gdyż stale o większej zawartości węgla azotują się również słabiej.

W stalach glinowych i wysokochromowych zdają rywalizować dwa wpływy, mianowicie większa koncentracja azotu w roztworze stałym, która winna dać lepsze rezultaty starzenia, niż stale węgliste, oraz większa trwałość roztworu, utrudniająca starzenie się. Zarówno większa koncentracja azotu w roztworze jak i trwałość jego spowodowane być mogą ogromnym powinowactwem chemicznym glinu i chromu do azotu.

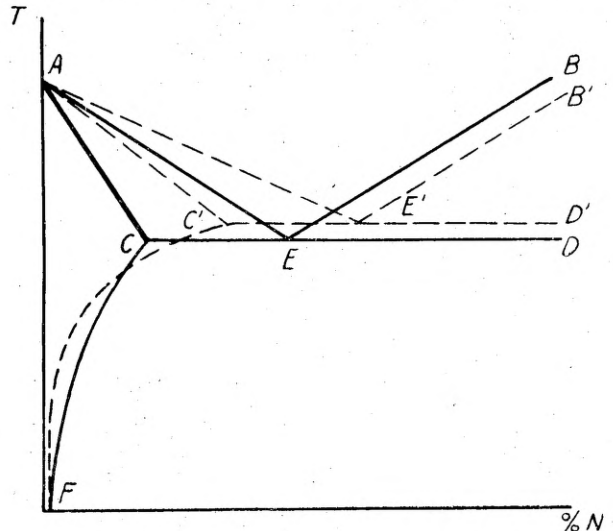


Rys. 11. Wielkość maksymalna osiągniętych igieł azotków (500 \times).

Wpływ powinowactwa chemicznego na azotowanie i starzenie się objaśniamy w ten sposób. Atomy glinu czy chromu, będące w roztworze $\alpha-Fe$ z jednej strony dzięki siłom powinowactwa wciągają do tego roztworu atomy azotu przymusowo więcej niż roztwór ten może ich przyjąć, dając ogromne zaburzenie siatki przestrzennej — ogromne utwardzenie, a z drugiej strony dzięki tym samym siłom nie pozwalają atomom azotu szybko wydzielać się z tego roztworu, czyniąc proces powolnym.

Gdyby to zagadnienie postawić w ten sposób, że tak wielkie utwardzenie tych stali przez azoto-

wanie może być spowodowane już uprzednim zdeformowaniem siatki $\alpha-Fe$ przez atomy glinu czy chromu, które to zdeformowanie przez atomy azotu bywa tylko spotęgowane, mamy odpowiedź zbijającą tę ewentualność, mianowicie, dlaczego inne atomy np. W czy Si nie wywołują uprzednim zde-



Rys. 12. Wykres zmiennej rozpuszczalności ($C'F$) dla stali glinowych i wysokochromowych — CF linja Fry'ego.

formowaniem siatki tego samego rezultatu, chociaż posiadają objętość atomową również dużą ($W-9,5$, $Si-12,1$), jak glin (10).

Badania własne wykazały, że stale glinowe i wysokochromowe starzeją się wolniej od węglistych, co jest wywołane niewątpliwie większą trwałością tego roztworu, spowodowaną w pierwszym rzędzie najprawdopodobniej powinowactwem chemicznym, a powtórę wyższym położeniem temperatury eutektoidalnej (większą odległością znanych nam już temperatur).

Odnośnie tego ostatniego badania Fry'ego wykazały, że 1% Al przesunęła temperaturę eutektoidalną w układzie $Fe-N$ do $625^{\circ}C$, a 2% Al do $635^{\circ}C$. Jeżeli uwzględnimy jeszcze wpływ chromu i innych domieszek Si i Mn , działających prawdopodobnie w ten sam sposób, otrzymamy przesunięcie tej temperatury znacznie wyżej.

Na podstawie tego możemy wykreślić przypuszczalny przebieg linii zmiennej rozpuszczalności $C'-F$ dla tych stali w sposób przedstawiony na rys. 12 w stosunku do linii $C-F$ w układzie Fry'ego (ten sam rysunek) wykreślonym dla stali węglistej bardzo miękkiej (0,1% C). Ponieważ te stale starzeją się wolniej, nie należy oczekiwać znaczniejszego ich utwardzenia przez starzenie się od stali węglistych.

Literatura.

- 1) The Hardening of Steel, P. W. Rosenhain. The Jour. of the Ir. a. St. Inst. 1924 r. II — 145.
- 2) General Theory of Metallic Hardening, R. S. Dean a. J. L. Gregg — Proceedings of the Institute of Met. Division. 1927 r. — 368.
- 3) Neuere Untersuchungen an vergütbarem Al — Legierungen — W. Fränkel u. L. Marx. Zeitschrift f. M—Kunde 1929 r. zesz. 1—2.
- 4) Metaloznawstwo — str. 344 — Prof. Dr. Inż. I. Feszczenko-Czopiński.
- 5) W. V. Gayler a. G. D. Preston — The Jour. of the Inst. of Met. 1929 r. № 1 — 191.
- 6) The Nitriding Process A. Fry — Special Edition Trans. of the Amer. Soc. for Steel Treating. Vol. 16. № 5. 1929 r.

Sprawdzanie gwintów przy produkcji masowej.¹⁾

Napisał inż. W. Ugniewski — Fabryka Sprawdzianów, Warszawa.

Treść: Przegląd istniejących układów tolerancji stożków. Metody sprawdzania gwintów. Pomiaru poszczególnych elementów gwintu. Ogólne sprawdzanie kształtów gwintu. Sprawdziany do gwintów. Sprawdziany normalne (wzorcowe). Sprawdziany różnicowe: a) trzpieniowe i pierścieniowe, b) trzpieniowe i szczękowe lub rolkowe. Ocena różnych metod, stosowanych przy sprawdzaniu gwintów.

Połączenia gwintowe są jednym z bardziej odpowiedzialnych i najczęściej spotykanych elementów w każdej konstrukcji maszynowej. Z rozwojem racjonalizacji produkcji, ze wzrostem wymagań jej zamienności, wyłania się również kwestja zamienności gwintów. Pojęcie to obejmuje dwa warunki: pierwszy—dotyczący wszystkich śrub— że wszystkie śruby i nakrętki danego wymiaru powinny się ze sobą ześrubowywać, drugi — dotyczący śrub, których zadaniem jest przeniesienie sił — że przy zaśrubowaniu powinna być zachowana dostatecznie wielka powierzchnia nośna danego zespołu.

Ze względu na to, że gwint składa się z szeregu elementów wzajemnie od siebie uzależnionych, że celem obniżenia kosztów produkcji powinny być stosowane rozmaite stopnie dokładności jego wykonania, zależnie od warunków pracy i ważności danego połączenia, osiągnięcie wyżej wymienionych dwóch warunków zamienności możliwe jest tylko w drodze ustalenia granic, których wymiary poszczególnych elementów śrub i nakrętek nie powinnyby przekraczać, t. j. w drodze ustalenia układu pasowań dla połączeń gwintowych. Układ taki wykazuje szereg cech wspólnych z układem pasowań dla średnic gładkich wałków i otworów, jednak teoretyczne opracowanie jego jest o tyle trudniejsze, że przy gwintach należy się liczyć conajmniej z pięcioma elementami zmiennymi, mającymi wpływ na możliwość i jakość połączenia śruby i nakrętki, mianowicie ze średnicą podziałową, średnicą gwintu i rdzeniową, ze skokiem i kątem rozwartości gwintu, podczas gdy układ dla średnic uwzględnia tylko jedną średnicę, nie licząc wspólnego dla obu zagadnień stosunku średnicy do długości danego połączenia.

Istniejące układy pasowań dla gwintów opierają się przy ustalaniu tolerancji wykonania poszczególnych elementów na wspólnych zasadach, wynikających ze wzajemnej zależności, istniejącej między wielkościami tolerancji różnych elementów gwintu.

Celem zapewnienia zamienności śrub i nakrętek ustalają zasadę nieprzekraczania minimalnych wymiarów nakrętek przez maksymalne wymiary śrub, niekiedy, jak w układzie angielskim z zachowaniem jeszcze pewnego luzu między śrubą, a nakrętką. To powoduje konieczność umieszczania tolerancji dla śruby wewnątrz, a dla nakrętki nazewnątrz ich profilu teoretycznego. Przy założeniu gwintu o profilu ostrym (rys. 1), śruba posiadająca błędy skoku lub kąta, daje się wkręcić do idealnie wykonanej nakrętki pod warunkiem, że średnica podziałowa śruby jest w każdym wypadku zmniejszona, niezależnie od kierunku błędów skoku lub kąta śruby; a zatem tolerancja średnicy podziałowej

jest uzależniona od tolerancji skoku i kąta i musi być większa od sumy tych wielkości, o jakie należy średnicę podziałową śruby zmniejszyć, by mimo istnienia maksymalnych dopuszczalnych błędów w skoku i w kącie śruby wkręcenie jej w nakrętkę było możliwe. Tolerancje średnic gwintu i rdzenia śruby muszą być większe od tolerancji średnicy podziałowej, co jest konieczne dla umożliwienia wykorzystania tolerancji kąta. Ponieważ średnica gwintu śruby, jako łatwiej dostępna może być łatwiej wykonana na dokładny wymiar i łatwiej dokładnie zmierzona, więc tolerancja dla niej może być mniejsza od tolerancji dla średnicy rdzenia, ale zawsze większa niż dla średnicy podziałowej (rys. 2).

Te związki narzucają kolejność ustalania tolerancji na poszczególne elementy: najpierw należy ustalić tolerancje dla skoku i kąta, następnie dla średnicy podziałowej, wreszcie dla średnic gwintu i rdzenia śruby. Tolerancje dla pozostałych elementów gwintu, ścięć i zaokrągleń wynikają z tolerancji średnic gwintu i rdzenia śruby i nie są osobno określane, gdyż te elementy nie mają większego znaczenia. Uzależnienie tolerancji średnicy podziałowej od tolerancji skoku i kąta gwintu jest najistotniejszą cechą układu pasowań dla gwintów i na niem opiera się metoda sprawdzania gwintów przy pomocy sprawdzianów różnicowych.

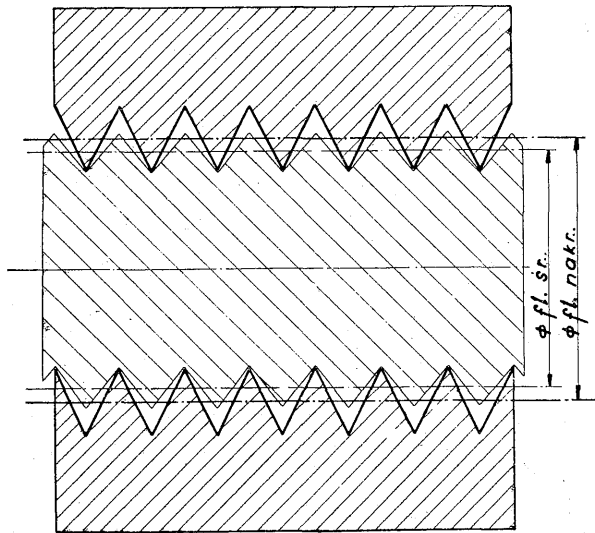
Praktycznie ustalenie tolerancji dla różnych elementów gwintu odbywało się w ten sposób, że na zasadzie pomiarów dużej ilości śrub o jednakowym skoku, wykonanych ze średnią dokładnością, określano faktyczne błędy skoku i kąta, a stąd na drodze geometrycznej ustalono wielkość tolerancji dla średnicy podziałowej. To samo powtarzano dla śrub o innym skoku. Metoda taka wykazuje, że tolerancja średnicy podziałowej, określona w ten sposób, zmienia się proporcjonalnie do pierwiastka drugiego stopnia ze skoku. W układzie niemieckim wprowadzono pojęcie jednostki pasowania dla gwintów i określono ją w mikronach, jako równą $67\sqrt{h}$, gdzie h jest to skok gwintu mierzony w mm. Ze względów ekonomicznych wprowadzono trzy rodzaje pasowań: precyzyjne, średnie i zgrubne, ustalając dla nich tolerancje średnic podziałowych równe odpowiednio 1—1,5—2,5 jednostki pasowań. Tak samo tolerancje średnic gwintu i rdzenia śruby wyrażono przy pomocy jednostek pasowań.

Układ niemiecki jest pod tym względem wzorowany na angielskim, który również wprowadził jednostki pasowania gwintów (1 jednostka wyrażona w calach = $0,01\sqrt{h}$, gdzie h jest to skok gwintu w calach) i cztery rodzaje pasowań. Pomijając szczegółowsze porównanie tych układów, należy stwierdzić, że układ niemiecki jest bardziej szczegółowo opracowany, gdyż poza tolerancjami wykonania dla śrub i nakrętek gwintu Whitwortha i metrycznego zawiera również tolerancje wykonania

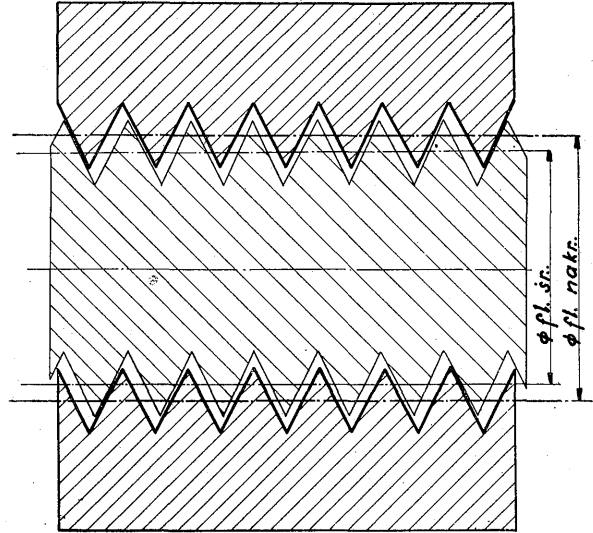
¹⁾ Referat wygłoszony na Zjeździe Inż. Mech. w dn. 2—4 maja 1930 r.

sprawdzianów różnicowych, a więc sprawę pasowań tych gwintów wyczerpuje całkowicie.

Jako przykład wielkości tolerancji gwintu podlegających sprawdzeniu może służyć poniższa tabelka (tabl. I), podająca odchyłki i tolerancje wykonania śrub i nakrętek dla gwintu metrycznego 12 mm



a — kąt śruby za duży

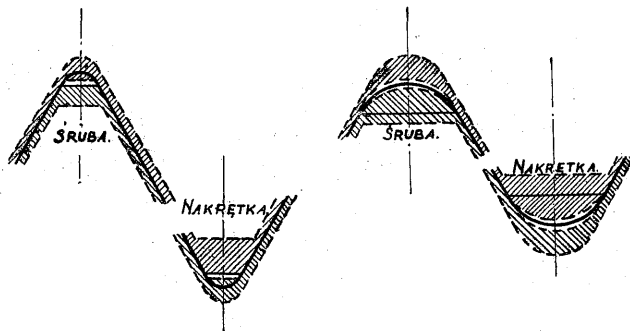


b — kąt śruby za mały

Rys. 1. Pasowanie gwintów przy różnych błędach wykonania.

średnicy, o skoku 1,75 mm według norm niemieckich (DIN 2245, 2246, 2247, 2244, tabl. 1, 2, 3).

Dotychczas w Polsce brak ustalonego układu tolerancji gwintów. Brak ten daje się mocno odczuwać. Poszczególne fabryki polskie, pragnące produkowanym przez siebie gwintom zapewnić wymaganą od nich zamienność, stosują sprawdziany mające pracować według różnych zasad opartych niekiedy na danych, przyjętych przez poszczególne fabryki zagraniczne, inne, projektujące u siebie sprawdziany gwintowe, żądają dla nich niekiedy nigdzie niespotykanych i nieosiągalnych technicznie dokładności wykonania w miejscach takich, które inne metody uznają za zupełnie nieważne, a pomi-



Rys. 2. Wzajemne ustosunkowanie wielkości tolerancji wykonania poszczególnych średnic śrub i nakrętek dla gwintu metrycznego i Whitworth'a według DIN.

jają najważniejsze elementy gwintów, jakimi są bezwzględnie średnice podziałowe śruby i nakrętki. W tych warunkach nie może być mowy o zamienności gwintów w znaczeniu rynkowym, a jedynym wyjściem jest uzgodnienie rozbieżnych poglądów w jednym, wszystkich obowiązującym układzie.

Po ustaleniu tolerancji, dla śrub i nakrętek wykonania się niemniej ważna kwestja, jakie sposoby należy zastosować na warsztacie, celem osiągnięcia i sprawdzenia osiągniętych dokładności.

Z pośród metod sprawdzania gwintów wymienić należy:

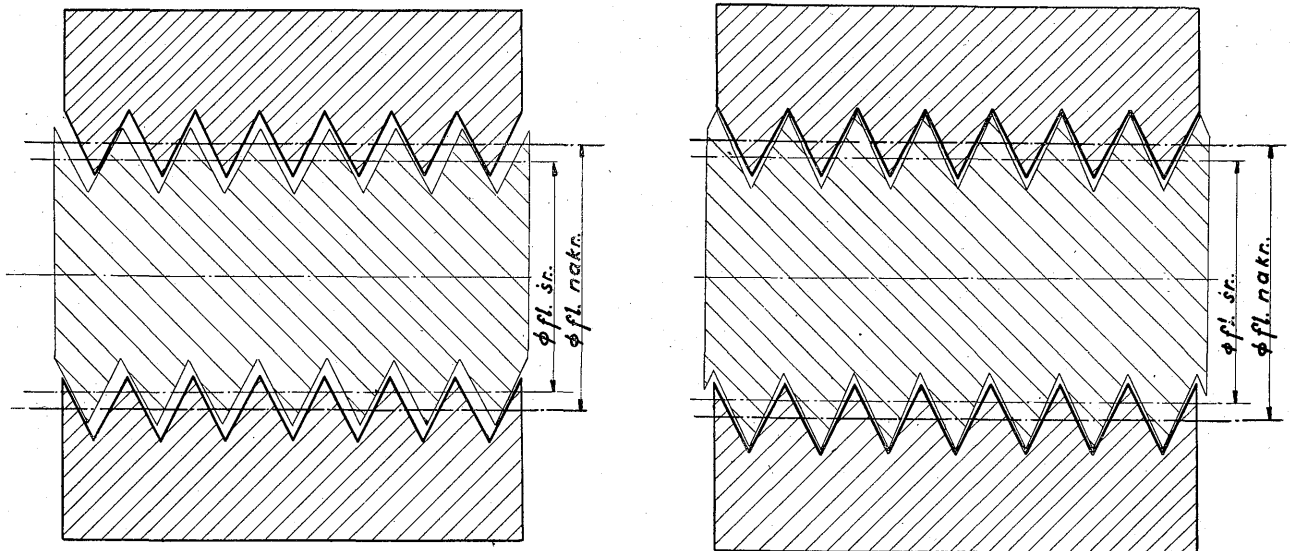
1. Metodę, polegającą na sprawdzaniu każdego elementu z osobna przy pomocy osobnych przyrządów, jak mikromierze, czujniki, szablon, druciki do pomiaru średnicy podziałowej śruby i t. p. Znajduje ona zastosowanie przy produkcji sprawdzianów gwintowych, jednak stosowanie jej w warunkach warsztatowych przy produkcji śrub i nakrętek byłoby bardzo kosztowne i uciążliwe.

2. Metodę, optyczną, dzielącą się na mikroskopową i projekcyjną. Metoda mikroskopowa, dzięki wprowadzeniu do konstrukcji odnośnych aparatów, jak mikroskop do gwintów lub mikroskop uniwersalny, elementów optycznych, daje bardzo dokładne wyniki, badając jak i pierwsza każdy element z osobna przy jednokrotnym zamocowaniu śruby na kłach przyrządu, jednak podobnie jak pierwsza, jest metodą raczej laboratoryjną i z różnych względów, a w szczególności na długotrwałość pomiaru, w warunkach warsztatowych zaprowadzona być nie może. Metoda projekcyjna, polegająca na porównaniu wielokrotnie powiększonego cienia rzucanego przez śrubę z teoretycznym zarysem gwintu wykonanym w odpowiedniej skali i zaopatrzonym w pola tolerancyjne, nie wymaga specjalnych, nieodpowiednich dla warsztatu urządzeń i daje sprawdzenie dosyć szybkie.

Jednak wszystkie powyższe wymienione metody nadają się przede wszystkim do sprawdzania śrub, i gdy o pomiar śrub chodzi, dają dokładności, nie przewyższające technicznych możliwości wykonania na warsztacie, lecz odnośnie do pomiaru na krętkach tym możliwościom nie dorównują, gdyż pomiar ten jest w najlepszym razie bardzo utrudniony, a w wypadku nakrętek o małych średnicach gwintu, nie pozwalających na wprowadzanie do środka nakrętki części mierzących przyrządu, jest wręcz niemożliwy.

Powyższe usterki czynią wyżej wymienione metody nieodpowiednimi dla produkcji masowej, a jedyną metodą, odpowiednią do sprawdzania gwintu śrub i nakrętek przy produkcji masowej jest metoda trzecia, polegająca na stosowaniu sprawdzianów, które i przy sprawdzaniu gwintów wykazują

korzystania dopuszczalnej w poszczególnych wypadkach tolerancji. Ponieważ sprawdzania skomplikowanego zarysu produktów dokonywują sumarycznie, na czucie, więc nie dają możliwości zbadania, czy produkty uznane za odpowiednie nie okazały się odpowiednimi właśnie dzięki błędom poszczególnym



c — skok śruby za duży

d — skok śruby za mały

Rys. 1. Pasowanie gwintów przy różnych błędach wykonania.

to samo maximum praktyczności i ekonomii jakie ma miejsce przy posiłkowaniu się nimi do sprawdzania średnic wałków i otworów.

Przy sprawdzaniu gwintów znajdują zastosowanie sprawdziany oparte na dwóch metodach: sprawdzianów wzorcowych i różnicowych.

Sprawdziany wzorcowe dla sprawdzania gwintów (rys. 3) wykazują dużą analogię do sprawdzianów

nych ich elementów, jak naprz. skoku lub kąta, i pomijają gruntowne zbadanie najważniejszego elementu — średnicy podziałowej gwintu. Dlatego też wyniki, dawane przez sprawdzanie nimi należy uznać za mało miarodajne. Fabryki produkujące sprawdziany wzorcowe nie gwarantują zamienności śrub i nakrętek wzorcowych, należących do różnych kompletów; wobec tego nie należy się też spodziewać odpowied-

TABLICA I.

Wartości liczbowe (w mm) tolerancji wykonania poszczególnych elementów śruby i nakrętki dla gwintu M 12 × 1,75 według DIN.

Rodzaj pasowania	ŚREDNICE ŚRUBY						ŚREDNICE NAKRĘTKI						Tolerancje	
	ϕ gwintu - d		ϕ podział. - d _p		ϕ rdzenia - d _r		ϕ gwintu - D		ϕ podział. - D _p		ϕ otworu - D _o			
	Wymiary graniczne	T mm	Wymiary graniczne	T mm	Wymiary graniczne	T mm	Wymiary graniczne	T mm	Wymiary graniczne	T mm	Wymiary graniczne	T mm	Skoku ± mm	1/2 α ± min.
Precyzyjne	12.000	0,133	10.878	0.088	9.687	0.177	12.216	0.177	10.951	0.088	10.058	0.322	0.034	38
	11.867		10.790		9.510		12.039		10.863		9.726			
Średnie	12.000	0,199	10.863	0.133	9.687	0.266	12.305	0.266	10.996	0.133	10.058	0.332	0.051	58
	11.801		10.730		9.421		12.039		10.863		9.726			
Zgrubne	12.000	0,332	10.863	0.222	9.687	0.443	12.482	0.443	10.085	0.222	10.058	0.332	0.086	96
	11.668		10.641		9.244		12.039		10.863		9.726			

wzorcowych dla wałków i otworów. Podobnie jak te ostatnie, przedstawiają one możliwie idealnie wykonaną śrubę i ściśle do niej dopasowaną nakrętkę. Posiłkowanie się nimi jest nieekonomiczne, gdyż wymagają one częstokroć bez potrzeby, ścisłego dopasowania produktu do sprawdzianu, rezygnując z wy-

nego dopasowania produktów, sprawdzanych przy ich pomocy. Sprawdziany wzorcowe są jednak u nas stosunkowo szeroko rozpowszechnione, natomiast w krajach bardziej uprzemysłowionych wyszły już prawie z użycia, ustępując miejsca sprawdzianom różnicowym.

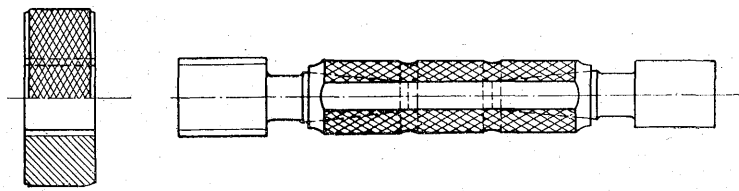
Sprawdziany różnicowe trzpieniowe do sprawdzania nakrętek i pierścieniowe do sprawdzania śrub (rys. 4) są od wzorcowych ekonomiczniejsze, bo pozwalają na odchylenie poszczególnych elementów gwintu w granicach dopuszczalnych tolerancji, a metoda stosowania ich jest o tyle racjonalniejsza, że z szeregu kwalifikujących się do sprawdzania elementów śrub i nakrętek sprawdzają dokładnie tylko najważniejsze, t. j. średnicę podziałową, skok i kąt.

Pozostałe mniej ważne elementy w miarę potrzeby mogą być sprawdzane przy pomocy osobnych sprawdzianów. Strona przechodnia sprawdzianów różnicowych sprawdza średnicę podziałową, skok i kąt jednocześnie, strona nieprzechodnia tylko średnicę podziałową produktu, stwierdzając jednocześnie, czy błędy skoku i kąta nie spowodowały na średnicy podziałowej zmian niedopuszczalnych.

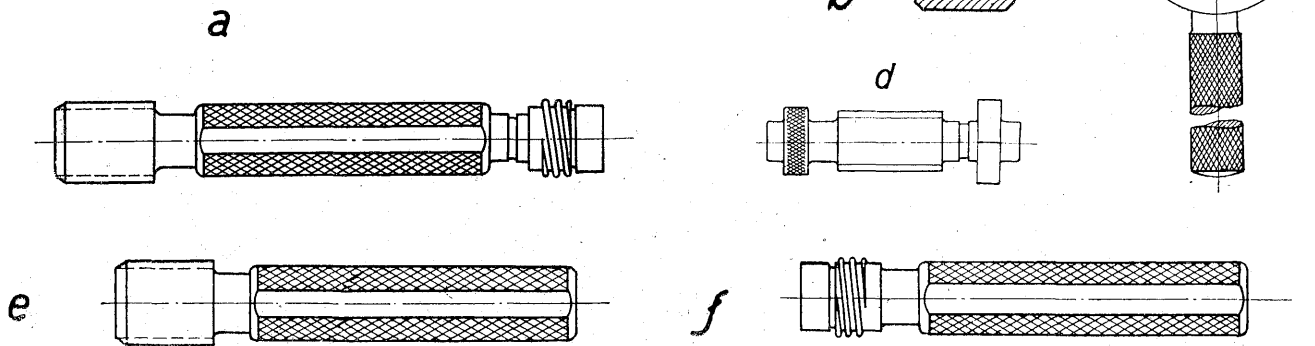
nianych średnic nie jest konieczne, i można się ograniczyć do zmierzenia średnicy wiertła użytego przed nagwintowaniem nakrętek i analogicznie do zmierzenia średnicy pręta, na którym ma być gwint nacięty.

2. Gdy chodzi naprz. o gwint szczelny, lub wogóle taki, który dla jakichkolwiek względów nie może mieć luzów wierzchołkowych i rdzeniowych, to zmierzenie tych średnic, mianowicie średnicy otworu nakrętki i średnicy gwintu śruby drogą stosowania sprawdzianów gwintowanych trzpieniowych i pierścieniowych byłoby utrudnione, gdyż nie byłoby pewności czy te właśnie, czy inne elementy gwintu uniemożliwiają wkręcenie sprawdzianu.

3. W każdym wypadku, bez względu na rodzaj profilu gwintu, obie powyższe średnice można łatwo zmierzyć w sposób bardzo dokładny, w razie



Rys. 3. Komplet sprawdzianów wzorcowych.



Rys. 4. Komplet sprawdzianów różnicowych.

a — Sprzedawca trzpieniowy przechodni i nieprzechodni; b — Sprzedawca pierścieniowy przechodni; c — Sprzedawca szczękowy nieprzechodni; d — Przeciwsprzedawca nastawny do sprzedawcy „c”; e — Przeciwsprzedawca do wykonania sprzedawcy przechodniego „b”; f — Przeciwsprzedawca zużycia do sprzedawcy przechodniego „b”.

Jeżeli zadaniem gwintu jest tylko złączenie dwóch części, nie powodujące przenoszenia większych sił, wówczas zadanie zamienności redukuje się tylko do umożliwienia ześrubowywania śrub i nakrętek i można się ograniczyć do stosowania tylko sprawdzianów przechodnich.

Przy konstrukcji sprawdzianów trzpieniowych i pierścieniowych często popełnia się błąd, polegający na nadawaniu średnicy wewnętrznej sprawdzianu trzpieniowego i średnicy zewnętrznej pierścieniowego znacznych dokładności wykonania, sięgających niekiedy kilku tysięcznych mm. Żądania te, mające na celu zapewnienie tą drogą możliwości sprawdzenia średnicy otworu nakrętki i średnicy gwintu śruby nie są słuszne, dla następujących powodów:

1. Jeżeli chodzi o zwykłe gwinty, których zadaniem jest tylko łączenie dwóch różnych części, to gwinty te przewidują luz wierzchołkowy i rdzeniowy, których wielkość nie odgrywa większej roli, a zatem i dokładne badanie dwóch niżej wspom-

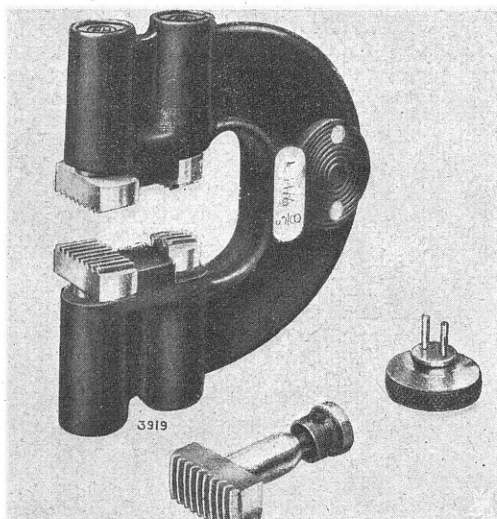
potrzeby różnicowy, stosując dla sprawdzenia średnicy otworu nakrętki gładki sprawdzian trzpieniowy, a dla średnicy gwintu śruby, sprawdzian szczękowy lub pierścieniowy.

Dokładne wykonanie tych średnic ze względów technicznych, mianowicie docierania ich, jest trudne i znacznie wpływa na koszt sprawdzianów, a również ich zmierzenie, szczególnie średnicy zewnętrznej w sprawdzianie pierścieniowym jest bardzo utrudnione, a dla małych wymiarów gwintu — wręcz niemożliwe. Średnice zewnętrzne w sprawdzianach pierścieniowych i wewnętrzne trzpieniowych powinny mieć znaczną, na rysunku wprost nie zaznaczoną tolerancję, pierwsze na plus, drugie na minus, zawsze w głąb materiału sprawdzianu.

Poważną wadą sprawdzianów pierścieniowych jest to, że ich pomiar bezpośredni jest utrudniony i że do wykonania ich niezbędny jest trzpień, na który są one ściśle dopasowywane. O zużyciu się sprawdzianu trzpieniowego łatwo się przekonać drogą bezpośredniego pomiaru, gdy zużycie spraw-

dzianu pierścieniowego stwierdza się po zbyt luźnym wchodzeniu doń trzpienia, do którego był dopasowany, lub po możliwości wkręcania doń specjalnego przeciwsprawdzianu zużycia.

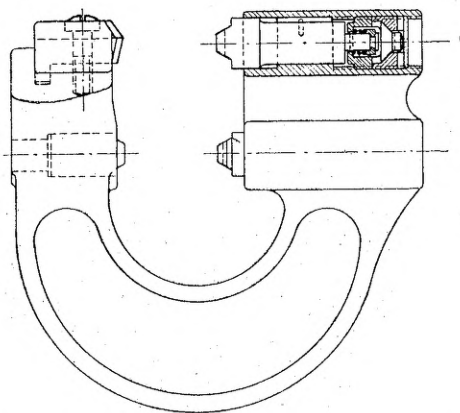
Wykonanie i kontrola sprawdzianów pierścieniowych są trudniejsze niż trzpieniowych, a zatem, przy stosowaniu sprawdzianów różnicowych trzpieniowych i pierścieniowych, sprawdzenie nakrętki jest łatwiejsze, niż sprawdzenie śruby.



Rys. 5. Sprawdzian różnicowy szczękowy Wickmann'a.

Tej wady sprawdzianów pierścieniowych nie posiadają sprawdziany różnicowe szczękowe.

Sprawdziany szczękowe grzebykowe do sprawdzania śrub przypominają swą konstrukcją sprawdziany nastawne dla wałków. Pierwszą konstrukcją



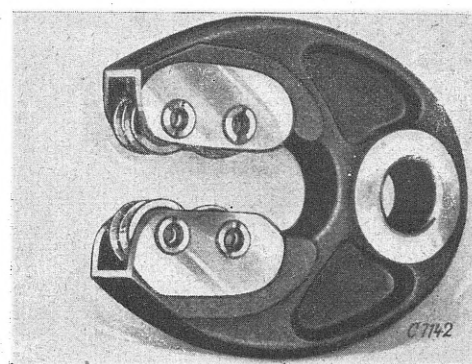
Rys. 6. Sprawdzian różnicowy szczękowy Stock'a.

tego typu wprowadził Wickmann (rys. 5). Szczęki strony przechodniej sprawdzianu szczękowego mają na długości odpowiadającej wysokości nakrętki szereg zębów o długości odpowiadającej skokowi gwintu i kącie odpowiadającym rozwartości gwintu mierzonych w płaszczyźnie przechodzącej przez oś śruby, i dających profil sprawdzanego gwintu. Szczęki strony nieprzechodniej mają po jednym ząbku z jednej strony i po dwa ząbki z drugiej strony, dające profil tylko części zębów gwintu.

Podobnie jak u sprawdzianów trzpieniowych i pierścieniowych strona przechodnia sprawdzianów szczękowych sprawdza cały profil jednocześnie, strona nieprzechodnia sprawdza wyłącznie średnicę podziałową. Przy sprawdzaniu większych śrub jest możliwość obserwowania odchyień poszczególnych elementów gwintu drogą obserwowania powstającej przy sprawdzaniu szczeliny świetlnej. Do ustawienia szczęk na żądany wymiar potrzebne są osobne przeciwsprawdziany nastawcze w kształcie śruby.

Konstrukcję ulepszoną w stosunku do Wickmann'a wykonywa firma Stock (rys. 6). Jedna ze szczęk strony przechodniej jest nieruchoma i posiada idealny zarys przekroju poosiowego śruby, uwzględniający kąt jej wzniosu. Druga szczeka strony przechodniej przesuwalna w kierunku pierwszej ma umożliwiony obrót dokoła osi osadzonej w korpusie chomątka, i w czasie sprawdzania śruby obraca się o kąt równy podwójnemu kątowi wzniosu śruby względnie ząbków szczęki nieruchomej.

Sprawdziany szczękowe rolkowe (rys. 7) sprawdzają na identycznych zasadach, jak sprawdziany grzebykowe. Szczeka przechodnia składa się z dwóch rolek złożonych z kilku oddzielnych krążków osadzonych na wspólnym trzpieniu i tworzących zarys sprawdzanego gwintu o ściśle odpowiadającym mu skoku i profilu zwojów. Szczeka nieprzechodnia składa się z dwóch podobnych rolek, złożonych tylko z jednego i z dwóch krążków o profilu odpowiadającym części flanków sprawdzanego gwintu. Analogicznie, jak i przy wyżej omawianych sprawdzianach różnicowych, strona nieprzechodnia sprawdza cały profil gwintu jednocześnie, strona nieprzechodnia bada, czy na skutek błędów skoku i kąta średnica podziałowa sprawdzanej śruby nie jest mniejsza od wymiaru minimalnego dopuszczalnego. Nastawianie szczęk sprawdzianu rolkowego jest umożliwiające dzięki mimośrodowemu zamocowaniu rolek w korpusie chomątka. Do ustawienia sprawdzianu



Rys. 7. Sprawdzian szczękowy rolkowy.

dzianu potrzebne są tak, jak i przy sprawdzianach grzebykowych dwa przeciwsprawdziany nastawcze.

Sprawdziany szczękowe wykazują przy sprawdzaniu śrub cały szereg zalet w porównaniu ze sprawdzianami pierścieniowymi. Przedewszystkiem sprawdzanie nie odbywa się drogą długotrwałego wkręcania i wykręcania śruby, a przez zwykłe przesuwanie lub przetaczanie jej pomiędzy szczękami, co zmniejsza kilkunastokrotnie czas potrzebny na sprawdzenie. Sprawdzanie na stronę przechodnią i nie-

przechodnią odbywa się przy pomocy jednego tylko sprawdzianu i prawie jednocześnie. Sprawdziany szczękowe nadają się równie dobrze do sprawdzania śrub prawo jak i lewozwojnych i w czasie sprawdzania pozwalają, szczególnie przy sprawdzianach grzebykowych i przy większych średnicach sprawdzanych śrub, na obserwowanie niedokładności w wykonaniu poszczególnych elementów gwintu śruby. Sprawdziany szczękowe można uważać w praktyce za niezniszczalne, bo pomimo, iż stykają się z profilem sprawdzanej śruby teoretycznie wzdłuż jednej linii łamanej, dzięki konieczności umieszczenia ich powierzchni mierniczej pod kątem do płaszczyzny przechodzącej przez oś śruby, co wpływa w wielkim stopniu na ich zużycie, jednak zużycie to łatwo zniweczyć przez zwykłe przeszlifowanie dolnej płaszczyzny szczęk i nadać w ten sposób ząbkom krawędzi ostrych. Wielką zaletą sprawdzianów szczękowych jest ich nastawialność, dzięki której jeden sprawdzian rolkowy może służyć do sprawdzania kilku śrub tego samego wymiaru nominalnego, lecz wykonywanych z różną tolerancją, a sprawdzian grzebykowy oprócz tego może być użyty do sprawdzania wszystkich śrub o jednym skoku i kącie rozwartości, których średnice nominalne różnią się w granicach kilku milimetrów zależnie od konstrukcji sprawdzianu.

W tych wypadkach należy tylko zaopatrzyć się w odpowiednią ilość przeciwsprawdzianów nastawczych dla obu szczęk sprawdzianu. Błędy sprawdzania, dokonywanego przy pomocy sprawdzianów szczękowych, a pochodzące od błędów własnych sprawdzianu, są tem mniejsze, że sprawdzania śruby dokonywa się nie bezpośrednio, a drogą porównania przy pomocy sprawdzianu z dokładnie wykonanym przeciwsprawdzianem nastawczym.

Dzięki powyższym zaletom, sprawdziany szczękowe uzyskują w ostatnim czasie coraz większe rozpowszechnienie przy sprawdzaniu śrub kosztem stopniowego wycofywania z obiegu mniej praktycznych sprawdzianów pierścieniowych. Dotychczas brak jest konstrukcji będącej odpowiednikiem sprawdzianów szczękowych, a służącej do szybkiego i dokładnego sprawdzania nakrętek przy produkcji masowej. Obecnie dokonywa się tego sprawdzania tylko w drodze stosowania sprawdzianów gwintowych, trzpieniowych. Przez wprowadzenie sprawdzianów szczękowych dało się jednak uzyskać analogię między sprawdzianami do śrub i do nakrętek, polegającą na tem, że jedne jak i drugie sprawdziany mogą być wykonywane i mierzone w sposób nie następujący większych trudności i wystarczająco dokładny.

Zagadnienie organizacyjne wyrobu narzędzi nieznormalizowanych.¹⁾

Nap. inż. Antoni Kunicki — P. F. A. (Skarżysko)

Treść: Trudności organizacyjne zakładu, wytwarzającego w znacznej ilości, pojedynczo lub małemi serjami narzędzia nieznormalizowane i specjalne, przyrządy, uchwyty, sprawdziany i t. p. dla potrzeb fabryki jednego koncernu, jako narzędziownia centralna, oraz na zamówienia prywatne. Rozwiązanie podobnego zagadnienia.

Organizacja zakładu fabrykującego narzędzia, uchwyty, sprawdziany i dokładne przyrządy o jakości nie ustępującej zagranicznej jest zadaniem w naszych warunkach trudnym z punktu widzenia handlowego i skomplikowanym z punktu widzenia technicznego.

Mała pojemność rynku krajowego i nieprzeprowadzona normalizacja zmusza nas do uniwersalności. Postawione zadanie wysokiego poziomu wymaga pierwszorzędnie inwentarza.

Warsztaty winny być uniwersalne i bogato wyposażone — więc duże. Powstałe stąd niebezpieczeństwo niewyzyskania inwentarza jesteśmy zmuszeni zwalczać intensywną i częstokroć niewybredną akwizycją.

Taki duży zakład narzędziowy z dziesiątkami i setkami tysięcy najróżnorodniejszych zamówień i terminów, bez specjalnej, przemyślanej i żywotnej organizacji może z łatwością stać się środowiskiem chaosu, szmelcu i deficytu.

Aczkolwiek omawiana organizacja winna w szczególności być dostosowana do miejscowych warunków, których nie da się uogólnić, pewne zasady pozostają jednak niezmiennione. Zasady te wymienię w niniejszym referacie. Mojem zdaniem, racjonalne prowadzenie nowoczesnej narzędziowni uniwersal-

nej na dużą skalę winno być oparte na następujących zasadach organizacyjnych:

1. *Sprawa rysunków.* Rysunki jakie otrzymujemy od klienta winny posiadać wymiary z tolerancjami. Jeśli brak tychże, należy je wystawić w porozumieniu z zamawiającym. W ten sposób z jednej strony unikniemy kosztów nadmiernej precyzji, z drugiej zaś zagwarantujemy sobie wyraźne warunki odbiorcze.

2. *Sprawa kalkulacji i rachunkowości warsztatowej.* Kalkulacja winna wskazać kolejność czynności (t. zw. fachów, naprz. Tk, Fr, Szl i t. d.) i wyznaczyć czas na 1 szt. i czynność. Ponieważ wyznaczenie czasu ścisłego w omawianych warunkach jest problematyczne, najpraktyczniejszy będzie system premjowy o ograniczonej zachęcie. Prócz powyższego wyznacza się materiał w określonej ilości kawałków. Wszystko to razem winno figurować na jednej karcie roboczej, która towarzyszy przedmiotowi(om) od magazynu surowców do ostatecznego odbioru włącznie.

3. *Sprawa magazynu surowców.* Magazyn surowców winien być urządzonym jaknajdalej od warsztatu. Z krawędzi tego magazynu otrzymuje się

¹⁾ Referat wygłoszony na IV-ym Zjeździe Inż. Mech. w dn. 2—4 maja r. b.

materiały w pociętych kawałkach określonych w karcie roboczej. Magazyn podręczny lub kralnia stali przy warsztacie jest źródłem dezorganizacji, nadużyć i szmelcu.

4. *Sprawa magazynu półfabrykatów.* Rola tego magazynu w omawianej narzędziowni jest tak ważna, że można go nazwać sercem warsztatu. Nazwiemy go „Rozdzielnią”.

Rozdzielnia sprowadza z magazynu surowce na każde zamówienie, wydaje półfabrykaty na każdą czynność, przyjmuje, sprawdza i eliminuje braki po każdej czynności, reguluje ruch robót terminowych, prowadzi ewidencję wszystkich zleceń w ruchu i w każdej chwili winna wiedzieć z tablicy rozdzielczej, co, gdzie i na jakiej czynności się znajduje.

Rozdzielnia utrzymuje cały porządek i odciąża majstrów od funkcji administracyjnych, pisarskich i pamięciowych, pozostawiając im tylko jeden obowiązek nadzorczo-instruktorski.

5. *Sprawa odbioru ostatecznego.* Aczkolwiek produkt sprawdza się po każdej czynności w rozdzielni, jednak ze względu na nieodpowiednie warunki dla dokładnych pomiarów i na korzyści osobnego aparatu odbiorczego, ostateczny oficjalny odbiór i cechowanie winno dokonywać się w t. zw. „Izbie Pomiarowej” należycie wyposażonej.

6. *Sprawa obróbki termicznej.* Aczkolwiek sprawy techniczne narzędziowni nie są poruszane w niniejszym referacie, jednak nie można pominąć milczeniem hartowni — tego najważniejszego działu, od którego najbardziej zależy poziom narzędzi. Hartownia winna być oparta na zasadach naukowych, mieć światły i czysty lokal, nowoczesne piece elektryczne z dokładnymi pirometrami, aparat do mierzenia twardości i instrukcję na każdą używaną markę stali, wymieniające temperaturę, środowisko i twardość hartowania, odpuszczania i wyżarzania.

Wymienione instrukcje nie mogą być sporządzone na podstawie przepisów hut stali, empirycznych i niekompletnych, lecz winny być oparte na ścisłych orzeczeniach specjalnych laboratoriów. U nas takie orzeczenia między innymi wydaje Centralne Laboratorium Państwowych Wytwórni Uzbrojenia.

7. *Sprawa organizacji ogólnej kontroli.* Kierownictwo winno mieć jasne i pewne dane dla ujęcia całości i pewności działania i przewidywania przyszłości. Do tego niezbędne są następujące urządzenia i wykresy:

a) barometry pracy — tablice z ruchomymi wskaźnikami obciążenia w godzinach i zapasu pracy dla każdego fachu warsztatowego. Wskaźniki nastawiają się w/g salda godzin wyznaczonych przez kalkulację na kartach roboczych wysłanych na warsztat i zwróconych jako ukończone.

b) Szafa kontroli terminów, gdzie kartki do półeczek pod odpowiednią datą wkłada i wyjmie kalkulacja.

c) Wykres personelu, wykazujący co miesiąc zmiany w ilościach ludzi w każdym dziale, wypłatę, przeciętne zarobki i t. p.

d) Wykres stanowisk pracy, wykazujący co miesiąc zmiany w ilościach stanowisk w każdym dzia-

le, ilość stanowisko-godzin urzędowych i rzeczywistych, stopień wyzyskania stanowisko-godzin i t. p.

e) Wykres produkcji, wykazujący co miesiąc w szt. i kg netto ilość wykonanych nowych i osobno przerobionych lub naprawionych narzędzi, sprawdzianów, uchwytów i różnych przyrządów i przedmiotów, kapitał pracy razem godzin na 1 szt. przeciętnie, ilość braków w szt., kg. i % od produkcji i t. p.

f) Wykres współpracy ze stałymi klientami, wykazujący co miesiąc ile klient zamówił, ile mu wykonano i ile jeszcze pozostało.

g) Wykres kosztów produkcji, wykazujący w złotych co miesiąc wszystkie koszty dodatkowe produkcji w/g odpowiednich kategorii, koszty warsztatowe i ogólne w zł. razem i w % i t. p.

8. *Sprawa dostawy narzędzi na produkcję masową.* Obsługa produkcji masowej winna być tak zorganizowana, by przy minimalnych kosztach zagwarantować ciągłość produkcji. Winna być ujęta i kontrolowana całość, by jednych narzędzi nie dostarczono za wiele, a drugich nie zabrakło. W tym celu sporządza się program wyczerpujący uporządkowany według kolejności operacji, ze specyfikacją wszystkich narzędzi i wyszczególnieniem dla każdej pozycji:

a) Remanent w dniu rozpoczęcia programu,

b) Przewidywana norma zużycia na jednostkę produkcji,

c) Przewidywana całkowita ilość zużycia w okresie programu,

d) Przewidziany żelazny zapas-rezerwa, która powinna pozostać po ukończeniu programu.

Wykonanie programu kontroluje się na podstawie ksiąg magazynu narzędzi, co pewien okres (przybyło, ubyło i stan). Powyższe dane wciąga się na wykres Ganta, najlepiej dwukolorowy. Przychód ciągnie się linią czerwoną, rozchód po linii poprzedniej — czarną.

Jeden rzut oka wystarczy, nawet przy ilości kilku tysięcy pozycji, dla skontrolowania jakie pozycje nie czynią zadość programowi, lub posiadają mały zapas (krótka czerwona linja).

Na zakończenie niniejszego referatu pozwolę sobie nadmienić, że aczkolwiek wymienionych 8 zasad organizacji uniwersalnej narzędziowni na dużą skalę nie wyczerpuje wszystkich potrzeb racjonalizacji, są one dostateczne, by zapewnić porządek, podział pracy i ujęcie całości. Te zasady mogą być zastosowane do każdego dużego zakładu o skomplikowanej różnorodnej produkcji. Niestety, takie zakłady u nas istnieją i będą istnieć dotąd, dopóki normalizacja i duże rynki zbytu nie pozwolą na specjalizację i fabrykację masową.

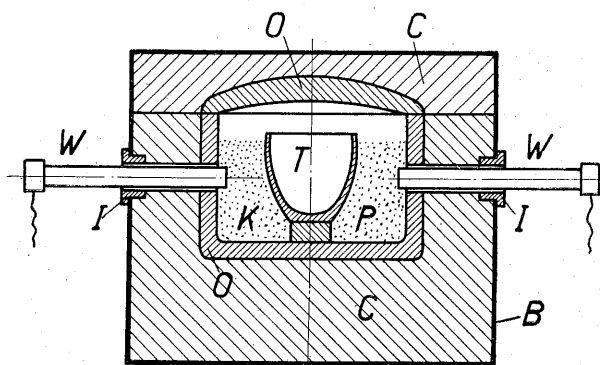
Sprostowanie. W artykule p. t. „Żeliwo wysokowartościowe”, zamieszczonym w № 6, należy sprostować następujące omyłki druku: na str. 168 w treści powinno być „metoda d-ra Schütza”; na str. 168 w 15-ym wierszu powinno być „hartownia i odlewnia”; napisy pod rys. 5 i 6 należy przestawić; na str. 174 w 7-ym wierszu od dołu powinno być „Krupp”; rys. 24 — wykres pomocniczy został podany przez fabrykę Esslingen.

Elektryczne piece oporowe do obróbki termicznej.

Nap. Jan Obrębski — Instytut Badań Inżynierji M. S. Wojsk. (Patrz Mechanik zeszyt 4, kwiecień 1930 r. str. 106).

Treść: Piece elektryczne oporowe kryptolowe, silitowe i inne.

Mimo to, że piece kryptolowe nie stosuje się normalnie do obróbki termicznej, to jednak wspomniemy o nich słów parę ze względu na to, że piece te pozwalają na osiągnięcie wysokich temperatur (do 1600°), zaś konstrukcja ich odznacza się niezwykłą prostotą. Kryptol (po polsku gryzik) jest tłuczonym i przesianym koksem. Grubość ziaren zależna jest od wielkości pieca, natężenia prądu i t. p. Luźno nasypany kryptol przewodzi prąd względnie słabo przy niskich temperaturach. W miarę jednak rozgrzewania się kryptolu przewodnictwo jego wzrasta szybko, co zawsze należy mieć na uwadze przy puszczeniu w ruch pieców kryptolowych.



Rys. 1. Piec kryptolowy z elektrodami węglowymi.

Najbardziej prymitywny piec tego rodzaju uwidoczniony jest na rys. 1. Tygiel *T*, ustawiony na podstawce *P* otoczony jest kryptolem *K*. Prąd elektryczny doprowadzany jest przez elektrody węglowe *W*, wpuszczone przez cegłę izolacyjną *C* i odizolowane izolatorami *I* od płaszcza z blachy żelaznej *B*. Kryptol styka się z wysokoognotrwałą wyprawą *O*. Jak wskazuje rysunek piec zamykany jest pokrywą.

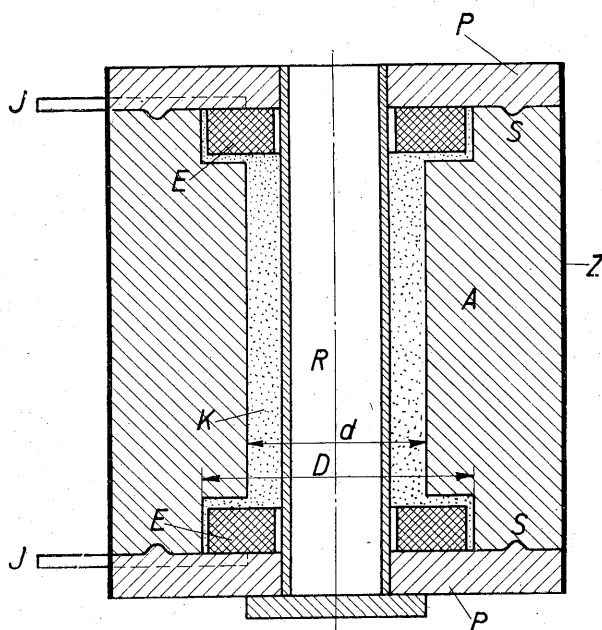
Przy średnicy komory kryptolowej 100 do 150 mm i grubości elektrod 35 do 40 mm piec taki pochłania około 100 amp. przy napięciu 80 V. Uzyskuje się wtedy temperatura około 1500° w ciągu 30 do 60 minut. Piec tego typu jest niezwykle kapryśny i niewygodny. Funkcjonowanie jego uzależnione jest od właściwego dosunięcia elektrod, właściwej grubości warstwy kryptolu, więcej, lub mniej luźnego nasypania tegoż i t. p. Wyjęcie tygla demoluje właściwie całe urządzenie. Kryptol trzeba ostudzić i wysypać, aby, po ponownym ustawieniu tygla znów go wsypać na dawne miejsce.

Mały piecyk kryptolowy konstrukcji autora podany jest na fot. rys. 19 w zeszytce 3 str. 76 czasopisma Mechanik (1928 rocznik).

Na rys. 2 uwidoczniony jest schemat pieca kryptolowego rurowego.

Korpus pieca *A*, wykonany z glinki szamotowej otoczony jest płaszczem z blachy żelaznej *Z*, oraz

wzmocniony, nie pokazanymi na rysunku, żelaznymi obręczami. Wewnątrz biegnie otwór o średnicy *d* przechodzący w górnej i dolnej części w rozszerzenia o średnicy *D*. Dolna i górna pokrywa *P* centrowane są na korpusie występami pierścieniowymi *S*. Rura z masy wysokoognotrwałej *R*, centrowana w pokrywach otoczona jest kryptolem *K*. Prąd do kryptolu doprowadzany jest za pomocą węglowych, lub żelaznych (górne rozwiązanie) elektrod *E* z odgałęzieniami do przyłączenia przewodów *I*. Zalety takiego urządzenia są następujące: Posiadamy rurę grzejącą, do której możemy wkładać przedmioty ogrzewane względnie pyrometr.



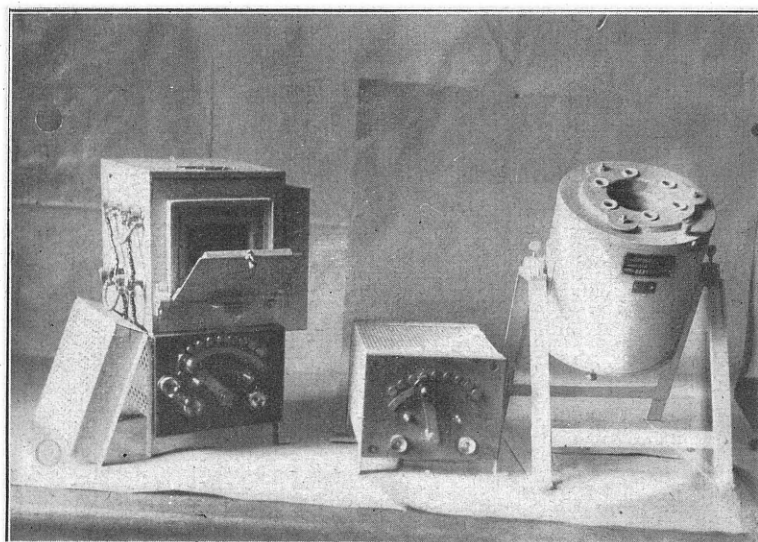
Rys. 2. Piec kryptolowy rurowy.

Przekrój warstwy kryptolu jest stały na części grzejącej rury, co zapobiega lokalnemu przegrzewaniu i stopianiu materiałów ogniotrwałych, kryptol dociskany jest własną wagą do elektrody dolnej, zaś elektroda górna dociska się też własną wagą do kryptolu, co zapewnia stałe i dobre kontaktowanie, elektrody stykają się z kryptolem na dużej powierzchni, co zabezpiecza od tworzenia się łuku i grzania się, zbytowego, elektrod, na koniec przestrzeń zawierająca kryptol jest zamknięta, co zapobiega zapalaniu się gazów i przenikaniu ich do rury wewnętrznej.

Piec taki jest łatwy w prowadzeniu i wygodny w użyciu, jednak wymaga urządzenia do regulowania prądu. Ze względu na wielkie natężenie (dziesiątki amperów) jedyną racjonalną regulacją jest transformowanie napięcia. Piec, sam przez się, jest bardzo tani. Urządzenie do regulacji wynosi zwykle znacznie drożej i czyni całkowite urządzenie kosztownym. Jest też charakterystyczną rzeczą, że firmy, produkujące takie piece nie podkreślają

w swych prospektach konieczności instalowania transformatorni. Wprowadza to w błąd odbiorców.

Do temperatur 1300°C stosowane są piece silitowe (z pałeczkami silitowymi). Na fot. rys. 3 pokazane są takie piece: muflowy i rurowy. Pałeczki silitowe wprowadzone są, przez izolatory porcelanowe, nad i pod muflą i to w taki sposób, aby nie dotykały zupełnie (w swej cieńszej części grzejącej) materiału ogniotrwałego. Mufelka jest zwykle ażurowa, co sprzyja ogrzewaniu jej wnętrza ciepłem promieniowania.



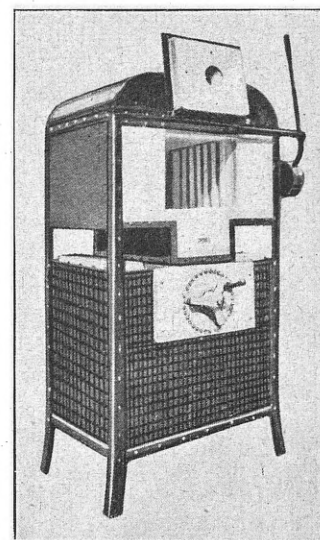
Rys. 3. Piece silitowe: muflowy i rurowy.

Tabela poniższa daje pojęcie o zużyciu energii elektrycznej w tego rodzaju piecykach.

Wymiary mufl cm	Ilość silitów	Zużycie energii elektr.
6 × 10 × 15	8	4 KW
7 × 18 × 30	14	18 KW

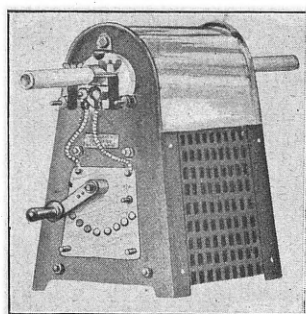
Tabela ta wzięta jest z prospektu jednej z firm niemieckich.

Dla orientacji podajemy też tabelkę wziętą z prospektu firmy francuskiej (Fours électriques analis).



Rys. 4. Piec silitowy hartowniczy.

Zgrubione końce silitów są wyprowadzone na zewnątrz (siatka osłaniająca te końce jest zdjęta na fotogr.) i chłodzone powietrzem. Do tych zgrubionych końców doprowadza się też prąd. Pod piecem znajduje się opornik, służący jedynie do regulacji precyzyjnej. Regulacja zgrubna (skokami) uskutecznia się przez łączenie odpowiednie silitów



Rys. 5. Piecyk silitowy z rurą o małej średnicy.

(szeregowo po 2 lub 4), a wreszcie przez łączenie gałęzi w gwiazdę, lub trójkąt.

W piecu silitowym rurowym mamy rurę wewnętrzną, następnie przestrzeń wolną do silitów, rurę zewnętrzną, izolację i płaszcz metalowy. Opornik do regulacji precyzyjnej nie stanowi całości z piecem. Zamiana pałeczek silitowych jest nader łatwa jednak kosztują one dość drogo (od 10 do 25 zł. sztuka).

TYP	Wymiary mufl			Sility		Temperat. maximum	Zużycie KW		Waga w kg
	głębok.	szerok.	wysok.	ilość	typ		max.	1000° C	
M.S. 110	110	165	90	4	8 × 150(85)	1100°	3,4	1,7	30
" 220	220	165	90	8		1300°	5	2,5	45
" 330	330	165	90	12		1350°	7,6	3,8	70
" 440	440	165	90	16		1350°	10	5	100
" 550	550	165	90	20		1350°	12	6	130
" 660	660	165	90	24		1350°	14	7	170
" 770	770	165	90	28		1350°	16	8	200
" 880	880	165	90	32		1350°	18	9	280
" 990	990	165	90	36		1350°	20	10	350
M.S. 11016	110	165	160	4		8 × 150(85)	1000°	3,8	1,9
" 22016	220	165	160	8	1200°		5	2,5	55
" 33016	330	165	160	12	1300°		8	4	80
" 44016	440	165	160	16	1350°		10,4	5,2	110
" 55016	550	165	160	20	1350°		12,8	6,4	150
" 66016	660	165	160	24	1350°		15	7,5	200
" 77016	770	165	160	28	1350°		17	8,5	250
" 88016	880	165	160	32	1350°		19	9,5	330
" 99016	990	165	160	36	1350°		21	10,5	450
M.S. 11020	110	165	200	4	8 × 150(85)		800°	3,8	1,9
" 22020	220	165	200	8		1150°	7	3,5	70
" 33020	330	165	200	12		1300°	11,8	5,9	95
" 44020	440	165	200	16		1300°	13	6,5	130
" 55020	550	165	200	20		1300°	15	7,5	180
" 66020	660	165	200	24		1350°	17	8,5	230
" 77020	770	165	200	28		1350°	19	9,5	300
" 88020	880	165	200	32		1350°	21	10,5	400
" 99020	990	165	200	36		1350°	23	11,5	500

Hartowniczy piec silitowy o większych wymiarach widzimy na fot. rys. 4, zaś na fot. rys. 5 pokazany jest zupełnie mały piecyk silitowy (na 2 sility)

z rurą porcelanową. Tego typu piecyki znajdują zastosowanie w laboratoriach chemicznych (piecyki Marsa), gdyż sility zastępują tu w zupełności uzwojenie platynowe.

Wątpliwą jest rzeczą, czy piece silitowe znajdują w hartowniach także rozpowszechnienie jakie znalazły piece z uzwojeniami metalowymi. Temperatury powyżej 1000° stosowane są jedynie do stali narzędziowych szybko tnących. Te ostatnie hartują się lepiej w piecach solowych, gdyż nagrzewanie w soli jest nader równomierne, a skład soli może być tak dobrany, że powierzchnia narzędzia zupełnie nie ulega odwęglaniu. W piecach solowych do wysokich temperatur sama sól służy oporem, nagrzewanym przez prąd elektryczny. Jak już było wskazane uprzednio piec taki wymaga rozrusznika, czyli przewodnika metalowego, zanurzanego do solnej kąpieli przed zatrzymaniem pieca. Puszczanie pieca rozpoczyna się od nagrzania rozrusznika aż do stopienia soli, poczem prąd do rozrusznika przerywa się, a puszcza się prąd przez sól stopioną. Piece solowe do temp. maximum 950 ÷ 1000° ogrzewają się od zewnątrz, czyli, że naczynie z solą ogrzewane jest za pomocą uzwojenia, ułożonego dookoła tego

naczynia w odpowiednich cegielkach ogniotrwałych.

Dotąd braliśmy pod uwagę jedynie znaczne temperatury, zwróćmy jednak uwagę na tę okoliczność, że w racjonalnie prowadzonej hartowni, niemałą uwagę poświęca się t. zwanemu wzmacnianiu stali, czyli odpuszczaniu. Podczas gdy nagrzanie do temperatury odpowiedniej i szybkie oziębienie (hartowanie) jest (teoretycznie) zależne jedynie od osiągnięcia przemiany α (β) — γ dla stali węglistych, to odpuszczanie stanowi całą gamę możliwości i nie jest operacją, że tak powiemy, jednoznaczną. Możemy tu manipulować czasem i temperaturą w granicach nader szerokich wywołując pożądane własności mechaniczne w stali „wzmocnionej“.

Temperatury odpuszczania wahają się w granicach 100° do 500° C i muszą być ściśle przestrzegane jeżeli chcemy otrzymać jednolitą produkcję. W zakresie tych temperatur elektryczne grzejniki są nie do zastąpienia, gdyż ustalenie zupełnie określonej temperatury na czas nieograniczony jest zupełnie łatwe.

Przy niskich temperaturach uzwojenia pracują nader długo (praktycznie nie zużywają się wcale), a zużycie prądu jest małe.

Najnowsze metody wyrobu narzędzi do obróbki metali.¹⁾

Nap. inż. Jan Szczęsnowicz — P.F.A. Skarżysko.

Treść: Materiał na narzędzia. Obróbka mechaniczna i obrabiarki do wyrobu narzędzi. Obróbka termiczna i piece do hartowania. Obróbka szlifierska i najnowsze szlifierki. Pomiary i odbiór narzędzi.

Materiał na narzędzia. Jeżeli mamy mówić o narzędziach do obróbki metali, musimy przedtem zaznaczyć, że pod tą nazwą rozumiem wszystkie przyrządy dodane do obrabiarki, umożliwiające na niej obróbkę różnych lub jednego przedmiotu, czyli że, do narzędzi o których będzie w referacie mowa zaliczam wszystkie uchwyty, zaciski, wrzeciona, matryce, stemple, narzędzia tnące, przeciągające, tłoczące i cały szereg innych.

Przystępując zatem do wykonywania wyżej wymienionych narzędzi do obróbki metali dla masowej produkcji wielu różnych przedmiotów, których części składowe muszą być wykonywane bardzo dokładnie i szybko z różnych metali i na setkach różnych typów maszyn, to najpierwszą i w wielu wypadkach najważniejszą czynnością będzie dobór stali o odpowiednim składzie chemicznym na każdy poszczególny typ i rodzaj narzędzi.

Wiemy wszyscy bardzo dobrze z praktyki, że fabryka, zamawiająca narzędzia, od których jest zależna jej produkcja, stawia zwykle jak najwyższe wymagania wykonawcy, nie wnikając w to, z jakiej stali dane narzędzia będą wykonane.

Dlatego kierownictwo fabryki, czy też warsztatu wykonywującego narzędzia musi sobie zdawać całkowicie sprawę z tego, że dobór odpowiedniej stali należy wyłącznie do niego.

O ile dobór stali na narzędzia normalne nie przedstawia wielkich trudności, o tyle dobór stali na narzędzia specjalne, jakich używa się przy ma-

sowej produkcji przedstawia bardzo duże trudności i dlatego w nowo uruchomionej fabryce muszą się tą sprawą zająć technicy z długoletnią praktyką w tej dziedzinie. W fabrykach, w których od dłuższego czasu produkuje się pewien masowy artykuł, uskutecznia się dobór stali na narzędzia drogą doświadczeń, których wyniki są dokładnie notowane i dopiero z czasem po długiej i żmudnej pracy laboratoryjnej i praktycznej osiągają zadowalniające rezultaty. Jednak wszystkie próby i doświadczenia na nic się nie przydadzą, o ile huty, dostarczające stal narzędziową, nie będą ściśle przestrzegały, aby marka wybita na prętach stali oznaczała każdorazowo ten sam skład chemiczny i dawała nam pewną gwarancję, że operujemy tą samą stalą.

Zatem każda fabryka produkująca narzędzia, czy to dla użytku własnego, czy dla innych fabryk, musi uskutecznić bardzo ścisły odbiór stali narzędziowych, które powinny odpowiadać z góry określonym warunkom technicznym, gdyż nie odbierając stali narzędziowych laboratoryjnie, można się narażać na bardzo przykre konsekwencje, całkowitego zahamowania produkcji, co za sobą pociąga kolosalne straty, a nawet bankructwo.

Obróbka mechaniczna i obrabiarki do wyrobu narzędzi. Przystępując do mechanicznej obróbki narzędzi, warto się zastanowić na jakich obrabiarkach

¹⁾ Referat wygłoszony na Zjeździe Inż. Mech w dn. 2—4 maja r. b.

powinno się pracować, aby osiągnąć wymaganą dokładność. Jeżeli wykonywamy narzędzia tnące, w małych ilościach o wielu różnych kształtach i wymiarach, wtedy musimy je wykonywać na obrabiarkach uniwersalnych niekoniecznie bardzo dokładnych, biorąc pod uwagę, że po hartowaniu będą jeszcze szlifowane.

Jednak do wyrobu uchwytów i przyrządów do wiercenia otworów musimy mieć obrabiarki uniwersalne i przytem bardzo nawet precyzyjne. Do wykonywania narzędzi normalnych, lub znormalizowanych dla jednej fabryki, o ile możemy wykonywać je w dużych ilościach, nie potrzebujemy do wyrobu tych narzędzi bardzo drogich maszyn uniwersalnych, ponieważ w tym wypadku powinniśmy się dostosować do masowej produkcji, wykonyując poszczególne operacje na tanich obrabiarkach, służących tylko do jednego celu.

Drobne narzędzia, których zapotrzebowanie i zużycie jest bardzo duże, powinny być robione tylko na automatach normalnych, a w wielu wypadkach na automatach specjalnych, a w przeciwnym razie, cena ich będzie za wysoka co kolosalnie wpłynie na podrożenie produkcji. Pozatem w ostatnich dwóch wypadkach nie potrzebny nam jest wykwalifikowany rzemieślnik, o którego w wielu miejscowościach trudno, nawet za wysokim wynagrodzeniem.

Reasumując powyższe, przyjdziemy do wniosku, że do mechanicznej obróbki (przed hartowaniem) znormalizowanych narzędzi produkowanych w dużych ilościach nie będziemy potrzebowali, ani uniwersalnych precyzyjnych obrabiarek, ani też specjalistów-rzemieślników.

Obróbka termiczna i piece do hartowania. Do niedawna hartownik narzędziowy w fabryce był magikiem, którego nikt nie mógł i nie chciał zastąpić, ale i też nie dziwmy się temu, a przypomnijmy sobie, w jakich on warunkach pracował.

Hartownia była zwykle raczej podobna do piekła, aniżeli do lokalu fabrycznego, w którym dokonywa się jednej z najważniejszych czynności przy wyrobie narzędzi. Piece z hałaśliwymi palnikami, przy którym hartownikowi bębunki w uszach pękały, dawały tyle ciepła nazewnątrz, co do wewnątrz, hartownik zaś, któremu pot z twarzy ściekał strumieniem, mierzył temperaturę na oko, a twardość pilnikiem.

Dlatego przez nowoczesne zelektryfikowanie hartowni narzędziowych z pyrometrami przy każdym piecu, hartownie takie stają się podobne do sal laboratoryjnych, w których mogą z przyjemnością pracować inżynierowie i technicy. W nowoczesnych hartowniach narzędziowych hartownicy otrzymują pisemnie instrukcje dla każdej marki stali, w których są wymienione temperatury nagrzewania stali, temp. odpuszczania i twardość w/g Brinella i w/g tych instrukcji muszą pracować. Po hartowaniu i odpuszczeniu, narzędzia idą do piaskowania i tym sposobem zostają oczyszczone od oliwy i zendry. Po piaskowaniu narzędzia są sprawdzane na aparacie Rockwella lub na durometrze, czy otrzymała odpowiednią twardość w/g instrukcji i tu się kończą czynności nowoczesnych hartowni narzędziowych, do których nawet nie są potrzebni hartownicy specjaliści, gdyż pracę według instrukcji mogą wykonywać i robotnicy niewykwalifikowani.

Obróbka szlifierska i najnowsze szlifierki. Do wyrobu precyzyjnych narzędzi, konieczna jest dobrze urządzona szlifiernia, która powinna się znajdować, o ile możliwości, w osobnym pomieszczeniu i być zaopatrzona w sztuczne wyciągi. Szlifierki muszą być dość często kontrolowane na dokładność, ponieważ robota na nich jest zwykle wykonywana z tolerancją w mikronach. Pasy do szlifierek powinny być sklezione, a nie zszywane lub łączone innymi sposobami, dlatego, że przy szybkich obrotach powodują szkodliwe drgania we wrzecionach. Do smarowania wrzecion szlifierek do wewnętrznego szlifowania, w których wrzeciono robi kilka tysięcy obrotów na minutę, używa się specjalnego oleju wrzecionowego lub oleju kostnego. Szlifierki muszą być dobrze ustawione i przymocowane do dobrej, silnej podłogi, lub fundamentu, by nie drgały podczas pracy. Najlepsze są szlifierki bez przestawek z motorem wbudowanym wewnątrz. Najnowsze szlifierki są obecnie budowane z posuwami hydraulicznymi i z hydraulicznie napędzanym wrzecionem, co daje gwarancję jaknajmniejszych wstrząśnień, przez co osiąga się bardzo dużą dokładność szlifowania.

Nowością są też szlifierki do szlifowania różnych kształtów wewnętrznych i zewnętrznych po krzywce.

Pozatem mamy już szlifierki do szlifowania gwintowników o bardzo dokładnym skoku gwintu, a nawet szlifierki do zataczania zębów przy frezach ślimakowych.

Przy robotach szlifierskich nawet najlepiej skonstruowanych szlifierkach bardzo ważną rolę odgrywają tarcze szlifierskie. Tarcze szlifierskie niestety dotychczas nie są znormalizowane w żadnym kraju i dlatego dobór tarcz szlifierskich należy obecnie do najpoważniejszych zagadnień dla fabryk produkujących narzędzia ponieważ źle dobraną tarczą szlifierską psuje się najlepsze narzędzia, kiedy one są już prawie gotowe. Największe trudności w dobru tarcz szlifierskich sprawia to, że każda z firm, produkujących tarcze oznacza ich twardość spojenia inną literą. Mając zatem wypróbowaną tarczę oznaczoną literą „N” z jednej firmy którą dała w pracy bardzo dobre rezultaty, nigdy nie osiągniemy tych samych rezultatów z tarczą „N” z drugiej firmy.

Wyrób tarcz szlifierskich wymaga długoletnich prac laboratoryjnych, odpowiedniego materiału, i umiejętności jego spawania.

Ziarno tarczy szlifierskiej powinno mieć formę ostrego kryształu i musi być tak spojone (zależnie od twardości) by po stępieniu się przy pracy samo odpadało, w przeciwnym razie stępione ziarenka nie ścinają powierzchni szlifowanego materiału, a tylko tarciami rozgrzewają szlifowany przedmiot, powodując deformacje lub małe pęknięcia na powierzchni. Pęknięcia takie są narazie niewidoczne i występują dopiero po jakimś czasie, dlatego w wielu wypadkach narzędzia były brakowane nie z powodu nieodpowiednich tarcz, a z powodu złego hartowania. Przy szlifowaniu części cementowanych, w których powierzchnia utwardzona jest bardzo cienka, pęknięcia takie powodują odpryskiwanie utwardzonej powierzchni.

Z wyżej przytoczonych powodów, robienie jakichkolwiek oszczędności przy zakupowaniu tarcz szlifierskich nigdy się nie opłaca, tak samo ciągle

zmiany i zakupywanie tarcz szlifierskich w innych firmach utrudnia w najwyższym stopniu pracę w narzędziowniach.

Pomiary i odbiór narzędzi. Do wyrobu narzędzi, jako ostatnie stadium, należy jeszcze mieć dobrze wyposażoną w instrumenty miernicze izbę pomiarową, w której powinien być dokonywany ostateczny odbiór narzędzi.

Odbioru narzędzi powinni dokonywać technicy-specjaliści, którzy znają przeznaczenie każdego narzędzia, oraz produkcję, do której te narzędzia będą użyte.

Pozatem odbiór narzędzi powinien się uskutecznić według z góry opracowanych i ustalonych warunków technicznych, jak każda inna produkcja,

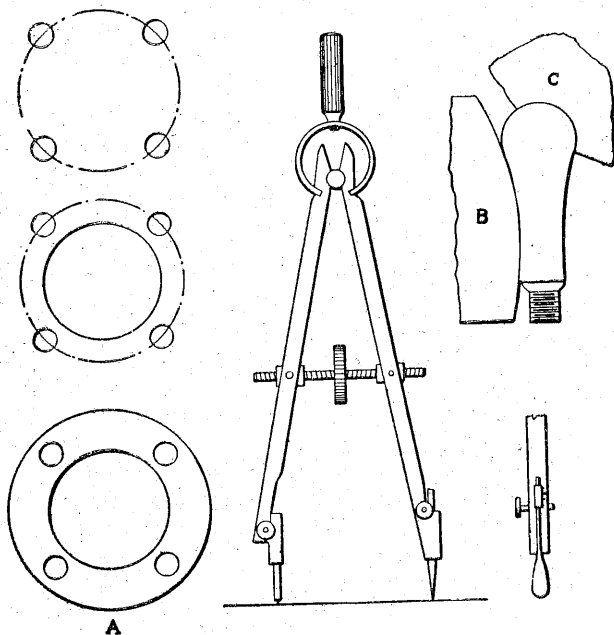
w przeciwnym razie warsztat wykonywujący narzędzia może się spotkać z wymaganiami warsztatu produkcyjnego, którym nigdy nie będzie mógł za-
dość uczynić.

Kończąc mój krótki referat na temat „Najnowsze metody wyrobu narzędzi do obróbki metali”, nadmieniam, że jest to tylko bardzo krótkie streszczenie tego, co by się dało na ten temat powiedzieć, jednak jestem przekonany, że poruszyłem sprawy bardzo ważne, które mogą wzbudzić chęć u kogoś ze szanownych słuchaczy, do napisania i wydania obszernego dzieła na powyższy temat, ja z mojej strony mogę służyć w tej sprawie bardzo bogatym materiałem, zdobytym w mojej praktyce.

PRZYRZĄDY I UCHWYTY.

Przyrząd do wycinania krążków z papieru.

Do wycinania okrągłych podkładek z papieru może służyć zwykły cyrkiel, do którego zamiast ołówka zakłada się odpowiedni nożyk. Cyrkiel z takim nożykiem przedstawiony jest na załączonym rysunku. Nożyk w tym wypadku może być wykonany z drutu fortepianowego w ten sposób, że jeden jego koniec, jest spłaszczony i po zahartowaniu zaszlifowany, drugi zaś pozostaje okrągły. Naj-



Rys. 1. Cyrkiel z nożem i wycięte zapomocą niego krążek i szablon.

lepiej szlifować nożyk w taki sposób, aby płaski jego koniec był zaokrąglony. Pozatem na załączonym rysunku przedstawiony jest wycięty krążek (lit. A) oraz wskazane szablony do rączek (lit. B i C).

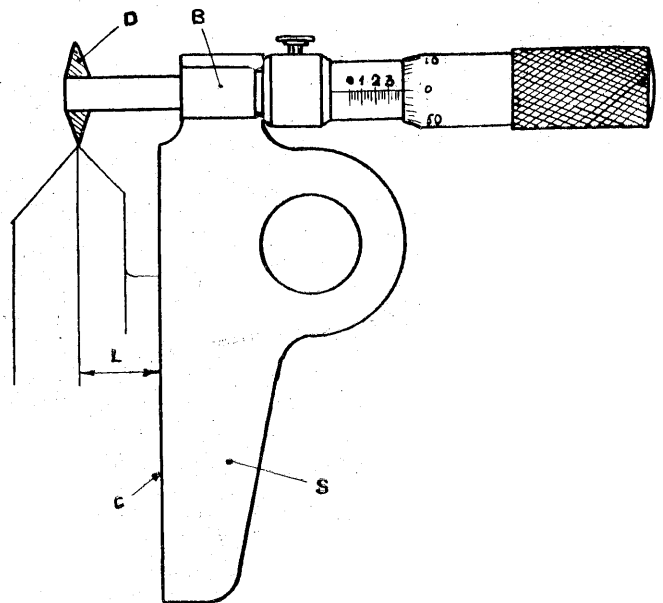
Wycinanie papieru w ten sposób może być przeprowadzone bardzo dokładnie, przyczem narzędzie jest stosunkowo niedrogie i posługiwanie się nim jest bardzo łatwe.

POMIARY WARSZTATOWE.

Mikromierz do mierzenia kół stożkowych.

Jeśli chcemy zmierzyć dokładnie odległość L od podstawy stożka, tworzącego koło stożkowe do brzegu piasty w kierunku osiowym można użyć do tego celu mikromierza przestawionego na załączonym rysunku.

Tarczę D nakłada się na trzpień mikromierza na gorąco i po nałożeniu szlifuje się zwykłą oselką, używaną do szlifowania noży. Tuleja B jest krótsza



Rys. 1. Mikromierz do mierzenia kół stożkowych.

o około 4 mm niż u mikromierzy, służących do mierzenia głębokości zębów kół zębatych. Skrócenie tulei jest konieczne dlatego, aby tarcza mogła osiągnąć punkt zerowy. Część S wykonywa się z miękkiej stali i zamocowuje się sztywno na trzpieniu mikromierza w ten sposób, aby powierzchnia C była prostopadłą do osi trzpienia. Zapomocą takiego mikromierza można mierzyć odległości do 25 mm.

Mikromierz ten można używać również w wielu innych wypadkach. Pomiary wykonane zapomocą tego mikromierza posiadają dokładność do 0,5 mm.

OBRÓBKA TERMICZNA.

Stosowanie solnych kąpeli.

Stosowanie podczas obróbki termicznej solnych kąpeli jest wskazane z następujących przyczyn:

- 1) aby ochronić powierzchnię materiału od utleniania się i odwęglania,
- 2) aby wytworzyć na powierzchni materiału rodzaj powłoki,
- 3) aby zapewnić bardziej jednostajny stopień ogrzania materiału.
- 4) aby zwiększyć wydajność i otrzymać czystą powierzchnię materiału.

Przy hartowaniu stali w tyglu lub piecu kowal skim, niemożliwym jest ustrzec powierzchni materiału od wytwarzania się na niej pewnego rodzaju łuski, powstającej wskutek utleniającego działania gazów piecowych. Łuska ta niszczy powierzchnię materiału, zmiękcza ją i odwęglą. Przedmiot, hartowany w ten sposób, należy potem poddawać szlifowaniu lub grubemu polerowaniu.

Przez użycie natomiast solnej kąpeli zapobiega się powyższym wadom. Płyn, pozostając w zetknięciu z powierzchnią ogrzewanego przedmiotu, chroni ją od niszczącego działania gazów. Powierzchnia przedmiotu w tym ostatnim wypadku pozostaje czysta i wymaga potem tylko lekkiego polerowania.

Dawniej dla łagodnego hartowania ogrzewano albo węglem drzewnym, albo stosowano kąpiel w nagrzanym piasku, albo wreszcie ogrzewano za pomocą gorących płyt. Jednakże te metody są bardzo żmudne i wymagają bardzo dużo uwagi jeśli chcemy, żeby dany przedmiot został nagrany jednakowo w całej swej masie.

Przy stosowaniu solnych kąpeli należy przedmiot uprzednio oczyścić w gorącym roztworze sody kaustycznej, potem wypłukać w wodzie i wreszcie znowu oczyścić w rozcieńczonym kwasie siarkowym. Te operacje przygotowawcze muszą być wykonane bezpośrednio przed zanurzeniem danego przedmiotu w solnej kąpeli. Zanurzenie do kąpeli musi być przeprowadzone bardzo ostrożnie ze względu na to, że płyn burzy się i bryzga.

Jak już było wyżej wspomniane, ogrzewanie w zwykłym piecu nie daje zadawalających wyników, gdyż jest rzeczą bardzo trudną osiągnięcie nagrzania do jednakowej temperatury przedmiotu w całej jego masie. Nierównomierne zaś ogrzanie przedmiotu może przy raptownym jego ochłodzeniu, spowodować nierównomierne kurczenie się, wskutek czego mogą nastąpić pęknięcia.

Ogrzewanie przedmiotu przez zanurzenie go w kąpeli solnej, szczególnie, gdy płyn jest w ruchu, całkowicie usuwa tę wadę, zapewniając otrzymanie przedmiotu nagrzanego równomiernie.

Inną zaletą stosowania kąpeli solnych jest obniżenie kosztów, gdyż wskutek lepszego przenikania ciepła przy ogrzewaniu za pośrednictwem kąpeli, można tą samą ilością ciepła ogrzać większą ilość przedmiotów. Również oszczędza się na obróbce przedmiotu poddanego kąpeli solnej, gdyż przedmiot ten wtedy wymaga zaledwie nieznacznego oczyszczenia.

W praktyce używane są najczęściej cztery gatunki kąpeli solnych, zależnie od tego jakie chcemy otrzymać wyniki, a więc, czy hartowanie ostre,

łagodne, z zabezpieczeniem odwęglania, nawęglaniem (cementowanie).

Sole używane do kąpeli muszą być czyste, wolne od utleniania się i nie zawierać soli kwasu siarkowego i siarkawego. Domieszki bowiem tych ciał przyczyniają się do nagryzania stali i powodują pęknięcie powierzchni hartowanych przedmiotów. Również naczynie, w którym przygotowuje się kąpiel musi być starannie oczyszczone. Jednakże praktyka wykazała, że nawet przy bardzo uważnym przygotowaniu zarówno naczynia jak i samej kąpeli zawsze znajdują się domieszki wpływające szkodliwie na hartowany przedmiot.

Podczas ogrzewania należy co pewien czas zdejmować z powierzchni płynu tworzący się tam żużel, przez co zapobiega się obniżeniu temperatury oraz zanieczyszczeniu płynu. Wiadomo, że gdy ogrzejemy np. nóż ze stali węglistej do temperatury większej o około 30° C od temperatury krytycznej i raptownie ostudzimy go, to nóż ten zahartuje się. Hartowanie będzie dobre, gdy studzenie począwszy od temperatury 800° C aż do 400° C będzie dość szybkie, wtedy karbid zostaje w roztworze, zaś od 400° C do 100° C winno odbywać się nie za szybko. Gdy natomiast studzenie to będzie szybkie, jak to ma miejsce przy studzeniu w wodzie, to może zająć wypadek, że hartowany materiał popęka. Odnosi się to szczególnie do przedmiotów o nieregularnym kształcie.

Z tego względu zatem należy przeprowadzać chłodzenie w cieczach, w których to chłodzenie będzie się odbywać wolno. Do takich cieczy można zaliczyć właśnie mieszaninę solną o niskim punkcie topliwości. Mieszanina ta musi posiadać duże ciepło właściwe i małą lepkość, aby mogła dobrze odbierać ciepło.

Można polecić z wielu względów używanie do tego celu mieszaniny o składzie wagowym następującym:

Azotan potasu	28%
Azotyn „	27%
Azotan sodu	25%
Azotyn „	20%

Punkt topliwości tej mieszaniny wynosi 128° C.

W celu uniknięcia plam na hartowanym przedmiocie powstałych przy hartowaniu oraz w celu otrzymania łagodniejszego hartowania podnosi się punkt topliwości mieszaniny do 222° C. Maximalna temperatura tego rodzaju kąpeli wynosi 370° C.

Jeżeli chcemy otrzymać łagodne hartowanie trzeba zwrócić dużą uwagę na temperaturę kąpeli, nie należy więc określać jej podług koloru, gdyż sposób ten nie jest ścisły i łatwo się można omylić. Ścisłemu określeniu koloru mieszaniny przeszkadza w dużym stopniu warstwa tłuszczu pokrywająca przedmiot, wskutek czego zmienia się kolor mieszaniny.

Zwykle wanna zaopatrzona jest w pirometr, wobec czego możemy dokładnie regulować temperaturę i w ten sposób przeprowadzić łagodne hartowanie. Jednostajne łagodne zahartowanie przedmiotu jest funkcją czasu i temperatury hartowania.

Jak wiadomo przybieranie przez stal przy hartowaniu pewnego koloru jest wynikiem utlenienia się powierzchni danego przedmiotu. Może zająć wypadek, że powierzchnia będzie miała np. żółty

kolor, który odpowiada pewnej twardości, zaś wewnętrzne warstwy hartowanego przedmiotu będą miały inną twardość, oznacza to, że przedmiot nie został zahartowany nawskroś jednostajnie. Hartowanie przedmiotu w kąpeli solnej pozwala na ogrzewanie go w stałej temperaturze tak długo, aż zahartowany zostanie nawskroś jednostajnie. Minimalny czas trwania hartowania wynosi zwykle 20 minut.

W celu otrzymania łagodnego hartowania używa się do kąpeli mieszanin azotanów potasu i sodu. Sole te są stosunkowo bardzo tanie i dają dobre wyniki.

Rys. 1 przedstawia krzywe topnienia tych mieszanin, w zależności od ich składu. Najczęściej używa się dwóch z tych mieszanin, których skład podany jest poniżej.

Mieszanina 1: azotan potasu 32%
" sodu 68%

Punkt topliwości tej mieszaniny wynosi 242° C.

Mieszanina 2: azotan potasu 50%
" sodu 50%

Punkt topliwości jej wynosi 220° C.

Mieszaniny solne o wysokiej temperaturze topliwości użyte do ogrzewania przy hartowaniu nie dają tak dobrych wyników, jak mieszaniny o niskiej temperaturze topliwości. Wadą tych pierwszych jest przede wszystkim to, że przy temperaturze około 850° C mają tendencję do ulatniania się, a pozatem sole, które nie wywołują odwęglania, łączą się z dwutlenkiem i tlenkiem węgla i tworzą węglany.

Obecność zaś węglanów jest szkodliwą z tego względu, że powierzchnia hartowana staje się miękka. Miękką powierzchnię otrzymuje się również jeśli dany przedmiot będzie przez dłuższy czas ogrzewany w kąpeli chlorkowej.

Jednakże używanie do ogrzewania przy hartowaniu mieszanin solnych ma tę wyższość, że przedmioty nawet o skomplikowanych kształtach i nierównomiernym rozłożeniu mas nie ulegają podczas hartowania odkształceniom co zachodzi podczas hartowania w piecach. Cieńsze części przedmiotu nie nagrzewają się szybciej i wskutek tego zapewniona jest większa równomierność nagrzania.

Można polecić podgrzanie przedmiotu przed zanurzeniem go do kąpeli solnej do temperatury około 500° C.

Mieszanina najczęściej używana do ogrzewania przy hartowaniu posiada skład następujący:

Chlorek baru	43%
„ potasu	17%
„ sodu	40%

Punkt topliwości tej mieszaniny wynosi 655° C, zaś używa się ją w temperaturach 720° — 890° C.

Ponieważ sole wchodzące w skład powyższej mieszaniny posiadają własności hygroskopijne, przeto należy je przechowywać w naczyniach szczelnie zamkniętych, chroniących je od wpływów powietrza.

Przy długim ogrzewaniu pozostają często na powierzchni przedmiotu miękkie miejsca zgrubiające ten przedmiot w danych miejscach o około 0,075 mm, które należy potem zeszlifować.

Jedną z największych zalet cementowania cementem płynnym, jest to, że stal znajduje się w ciągłej styczności z czynnikiem cementującym, co zapewnia dobrą i jednostajną cementację.

Ten sposób jest bardzo odpowiedni do cementowania przedmiotów o skomplikowanych kształtach, gdyż płyn znajduje się w zetknięciu z przedmiotem przez cały czas ogrzewania i daje w ten sposób jednostajną cementację jednocześnie na całej powierzchni, czego nie otrzyma się jeśli do cementacji użyć cementu stałego.

Często wymagane jest aby grubość warstwy cementowanej wynosiła więcej niż 0,4 mm.



Rys. 1. Krzywe krzepnięcia.

Wymagany przytem czas zanurzenia w kąpeli wynosi dla stali średniowęglistej aż do 1,3 godziny przy temperaturze mieszaniny około 850° C.

Zgrubienie warstwy o dalsze 0,4 mm wymaga już 2,5 godzin.

Mieszanina płynnego cementu składa się głównie z cjanku sodu oraz w małych stosunkowo ilościach innych soli sodowych.

Najczęściej używany skład wagowy takiej mieszaniny jest następujący:

Cjanek sodu	75%
Chlorek sodu	12,5%
Węglan sodu	12,5%

Mieszaninę tę przygotowuje się w ten sposób, że naprzód roztopia się i miesza ze sobą dwa ostatnie czynniki a dopiero dodaje się do nich cjanku.

Przy hartowaniu w kąpeli cjankowej trzeba nakładać na twarz ochronne maski, gdyż pary cjanku działają szkodliwe na błony śluzowe.

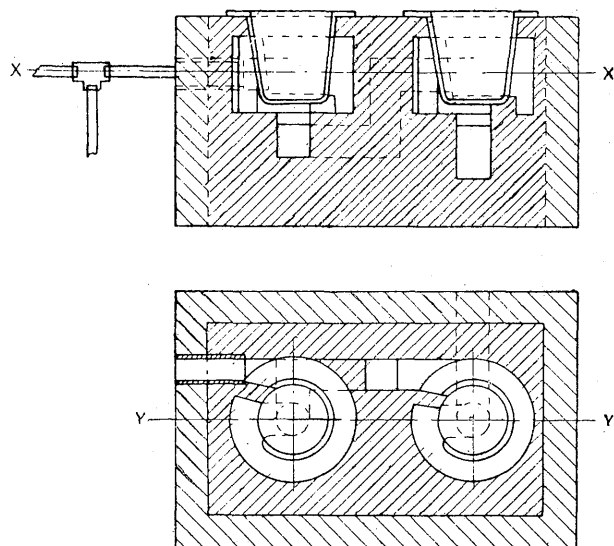
Aby zabezpieczyć mieszaninę, w skład której wchodzi cjanek, od parowania trzeba przykrywać naczynie szczelnie dopasowaną pokrywą oraz zachować czystość, tak zresztą, jak i przy używaniu innych solnych kąpeli.

Nie można w żadnym wypadku używać naczyń żeliwnych, które dzięki swej budowie są bardzo wrażliwe na działanie soli i stają się gąbczaste, wskutek czego przeciekają. Najodpowiedniejszymi naczyniami są w tym wypadku naczynia ze stali prasowanej, pokrytej warstwą aluminium. Dzięki temu nakryciu zwiększa się w znacznym stopniu czas używalności takiego naczynia.

Wszystkie przedmioty, które mają być poddane obróbce termicznej, muszą być uprzednio dokładnie oczyszczone z tłuszczu przez obmycie ich w gorącym roztworze sody kaustycznej. Po wypłukaniu należy je dobrze osuszyć aby nie zanieczyszczać mieszaniny solnej i zabezpieczyć ją przed burzeniem się.

Przy kąpielach cjankowych niema ten ostatni warunek tak wielkiego znaczenia, jak przy kąpielach w innych solach.

Każda wanna musi być zaopatrzona w druciane kosze, w których zanurza się przedmioty. W ten



Rys. 2. Wanny do hartowania za pomocą kąpeli solnych; rzut górny — przekrój Y—Y; rzut dolny — przekrój X—X.

sposób nie potrzeba przywiązywać ich do drążka, jak się czasem praktykuje.

Pozatem przez posługiwanie się koszami unika się strat mieszaniny, gdyż po wyjęciu przedmiotów w koszu z wanny, zawieszają się one nad nią i pozwalają zcieknąć pozostałym na przedmiotach i koszu kroplom mieszaniny z powrotem do wanny.

Nie należy używać tych samych wanien do różnych kąpeli, gdyż jeśli np. cjanek połączy się z azotanem, to ogrzewanie będzie postępowo bardzo powoli. Należy tak umieszczać w piecu naczynie z kąpielą solną, aby płomień nie obmywał wprost naczyń lecz aby ogrzewanie odbywało się przede wszystkim za pomocą promieniowania ścian pieca.

Ponieważ sól przy ogrzewaniu rozszerza się, to powstałe wskutek tego rozszerzenia ciśnienie może spowodować uszkodzenie, a nawet pęknięcie naczyń. Należy z tego powodu umieszczać naczynie w takim miejscu, aby w wypadku jego pęknięcia, ciecz nie zalała paleniska. Palenisko musi być dostatecznie duże i posiadać kanał do

odprowadzenia spalin. Musi ono być dość duże, aby nie zachodziły duże wahania temperatury.

Rys. 2 przedstawia wanny służące do hartowania. Ogrzewanie kąpeli składa się z dwóch okresów: w pierwszym następuje rozpuszczanie się mieszaniny, w drugim wzrost jej temperatury. W wielu wypadkach lepiej opłaca się nawet podczas przerwy w pracy utrzymywać ogień niż pozwolić zastygnać roztopionej mieszaninie. Podczas ogrzewania należy sól mieszać, aby zapewnić ogrzewanie jednostajnie. Kontrolowanie za pomocą pirometru jest konieczne. Termoparę trzeba umieścić na połowie głębokości naczynia i w odległości około 50 mm od jego ścianek.

Zachowując przy stosowaniu kąpeli solnej ostrożność oszczędzamy na czasie, przestrzeni i opale, a przytem otrzymujemy dobre wyniki.

KONSTRUKCJE I OBLICZENIA OGÓLNE.

Czas potrzebny na wywołanie działania sprężyny.

W niniejszym artykule podamy równania, na mocy których można obliczyć czas potrzebny na wywołanie działania sprężyny. Obliczenie tego czasu potrzebne jest bardzo często przy konstruowaniu maszyn, posiadających szybkie ruchy. Zdarza się np. że chcemy obliczyć czas potrzebny na przesunięcie jakiegoś przedmiotu za pomocą sprężyny. Chcąc rozpatrzyć taki przykład weźmy pod uwagę rys. 1, gdzie

W — ciężar przedmiotu, który ma być przesunięty w kg.,

T_1 — siła początkowa sprężyny T w kg., działająca na dany przedmiot o ciężarze W ,

T_2 — siła końcowa sprężyny T w kg., działająca na tenże przedmiot,

d — odległość w cm., o którą przesunął się przedmiot,

α — kąt, którego sinus równa się

$$\sqrt{\frac{T_1 - T_2}{2 T_1}},$$

wyrażony w stopniach, czyli

$$\sin \alpha = \left(\sqrt{\frac{T_1 - T_2}{2 T_1}} \right)^0$$

t — czas w sek. potrzebny do przesunięcia ciężaru W po drodze d .

Siłę tarcia należy obliczyć bardzo dokładnie i wielkość jej odjąć od siły T_1 i T_2 . Jeśli sprężyna posiada stosunkowo dość znaczny ciężar, to należy trzecią część tego ciężaru dodać do ciężaru przedmiotu. Po uwzględnieniu tych warunków możemy napisać

$$t = 0,00114 \cdot \alpha \sqrt{\frac{W \cdot d}{T_1 - T_2}}$$

Należy przytem pamiętać, że kąt α musi być wyrażony tylko w stopniach np. $\alpha = 20^\circ 42' = 20,7^\circ$.

Podobnym równaniem posługujemy się również w wypadku, gdy chcemy obliczyć czas przesunięcia przedmiotu za pomocą sprężyny spiralnej po kole.

Wypadek taki przedstawiony jest na rys. 2, gdzie W — ciężar przedmiotu poruszanego w kg, K — promień obrotu dokoła osi obrotu w cm, β — kąt w stopniach, o który obraca się przedmiot,

T_1 — początkowy moment skręcający wywierany przez sprężynę T na przedmiot W w kgcm,

T_2 — także moment końcowy,

α — kąt w stopniach którego

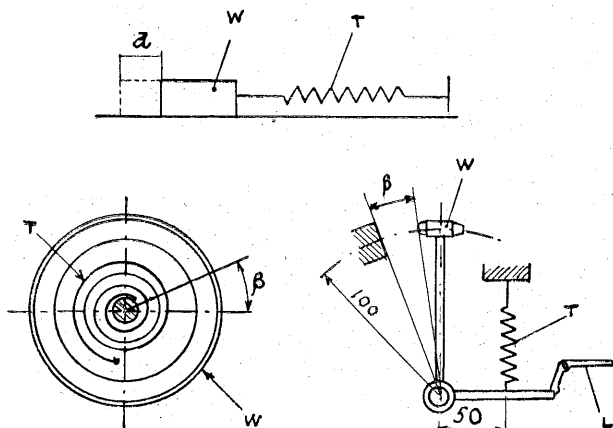
$$\sin \alpha = \left(\sqrt{\frac{T_1 - T_2}{2 T_1}} \right)^0$$

t — czas w sekundach potrzebny na obrócenie przedmiotu W o kąt β .

Zależność między temi wielkościami można wyrazić w sposób analogiczny do poprzedniego

$$t = 0,0001506 \cdot \alpha \sqrt{\frac{\beta \cdot W \cdot K^2}{T_1 - T_2}}$$

Poniżej rozwiązany jest przykład liczbowy. Znajdziemy czas potrzebny na to aby młotek W ude-



Rys. 1—3. Schematy do obliczania sprężyny.

rzył w kowadełko rys. 3 t. j. aby przesunął się o kąt β . W tym wypadku siła bezwładności ramienia, na którym osadzony jest młotek nie gra roli. Siłę z jaką sprężyna działa na młotek na początku i na końcu określamy doświadczalnie. Siła początkowa wynosi w danym wypadku 9,072 kg. Po przesunięciu ramienia o kąt $\beta = 11^\circ$ siła ta wynosi 6,804 kg. Ponieważ długość ramienia, na którym działają te siły wynosi 5,08 cm., więc początkowy moment skręcający $T_1 = \sim 46$ kgcm. zaś końcowy moment $T_2 = \sim 34,5$ kgcm.

Pozatem ciężar młotka $W = 0,4536$ kg. Długość ramienia $K = 10,16$ cm.

Trzeba jeszcze określić wartość kąta α w sposób następujący:

$$\sin \alpha = \sqrt{\frac{T_1 - T_2}{2 T_1}} = \sqrt{\frac{46 - 34,5}{2 \cdot 46}} = 0,354$$

z tablic znajdujemy $\alpha = 20^\circ 34' = 20,73^\circ$.

Po znalezieniu powyższych wielkości, możemy obliczyć czas mianowicie:

$$t = 0,0001506 \cdot 20,73 \sqrt{\frac{11 \cdot 0,4536 \cdot 10,16^2}{46 - 34,5}} = 0,02 \text{ sek.}$$

Powyższe równania podane są już w ostatecznej formie, wyprowadzone one były na podstawie rozważań matematycznych, których dla braku miejsca w niniejszym przytoczyć nie będziemy. Wyniki obliczone na podstawie tych wzorów różnią bardzo niewiele od wyników otrzymanych przy pomocy oscylografu.

WIADOMOŚCI OGÓLNE.

Jakiego chłodzenia używać przy obróbce?

W ostatnich czasach zostały przeprowadzone badania nad sprawą chłodzenia podczas obróbki. W tym celu zebrano materiał doświadczalny w 75 warsztatach mechanicznych o bardzo różnej produkcji. Te dane statystyczne można wobec tego uważać za zupełnie ogólne. Okazało się, że stosowanie chłodzenia wogóle oraz rodzaj tego chłodzenia zależą od bardzo wielu czynników, jak wytrzymałość obrabianego odlewu, jakość i wielkość powierzchni obrabianej i t. d.

Przeprowadzone badania nie wyjaśniły jednak w dostatecznej mierze wielu rzeczy. I tak, trudno jest odpowiedzieć, dlaczego dany warsztat stosuje podczas obróbki na tokarce pewnego typu inny czynnik chłodzący, niż w wypadku użycia tokarki innego typu. Niektóre z zebranych danych statystycznych przedstawiają się jak następuje.

Toczenie zgruba stali małowęglistej przeprowadzone było bardzo różnie, mianowicie: 17 warsztatów wykonywało tę operację bez chłodzenia, 27 warsztatów używało do chłodzenia różnego rodzaju emulsji wodnych, 19 zaś warsztatów używało do chłodzenia olejów.

Toczenie zgruba stali węglistej dało następujące dane: 17 warsztatów wykonywało tę operację na sucho, 21 warsztatów chłodziło wodną emulsją, 20 warsztatów chłodziło mieszaniną olejów. Oczywiście mowa tu o pracach wykonywanych na tokarkach.

Przy toczeniu odlewów stalowych wyniki były jeszcze inne, a mianowicie: 17 warsztatów toczyło na sucho, 21 używało emulsji wodnej oraz 14 warsztatów chłodziło mieszaninami olejów.

Planowanie z gruba stali o małej zawartości węgla 34 warsztaty wykonywały na sucho, 1 warsztat chłodził wodną emulsją i 10 warsztatów używało mieszaniny olejów.

Struganie odbywało się w 31 wypadkach na sucho, w 1 z wodną emulsją oraz w 4 z emulsją olejów. Jak widać struganie odbywało się przeważnie na sucho, co się daje wytłumaczyć tem, że ponieważ operacja ta jest przerywana, więc można nie stosować chłodzenia.

Obróbka na automatach nigdzie nie odbywała się bez chłodzenia; w 4 warsztatach używano emulsji wodnej, zaś 51 warsztatów stosowało oleje.

Toczenie na rewolwerówkach odbywało się w 1 tylko warsztacie na sucho, w 29 używano wodnej emulsji oraz w 35 oliwy.

W wyniku badań stwierdzono, że chłodzenie zależy od bardzo wielu czynników.

Aby obróbka była przeprowadzona należyście, musi być zachowana podczas tej pracy pewna granica temperatur, różna dla różnych metali. Przekroczenie pewnej dozwolonej temperatury podczas obróbki daje wyniki niezadawalniające. I właśnie chłodzenie ma na celu niedopuszczenie do przekroczenia tej krytycznej temperatury.

Jak wiadomo, temperatura skrawania zależy od szybkości skrawania, od głębokości wióra, od kształtu noża, od drgań przedmiotu obrabianego lub noża, a także od własności wytrzymałościowej skrawanego materiału.

Np. przy jednej szybkości skrawania chłodzenie może być niepotrzebne, podczas gdy przy innej szybkości, chłodzenie staje się koniecznym.

Aby ciecz chłodząca była odpowiednia musi posiadać dostateczną płynność oraz zdolność odbierania ciepła. Jeżeli zaś czynnikiem chłodzącym jest olej, to musi posiadać on odpowiednią oleistość i lepkość.

Istnieje dużo olejów mineralnych, zwierzęcych lub roślinnych, żaden z nich jednak nie posiada wszystkich warunków czyniących go zupełnie odpowiednim do chłodzenia. Jeden jest za mało lepki, inny nie posiada w dostatecznym stopniu zdolności pochłaniających ciepło i t. d. Z powyższych powodów używa się zwykle mieszaniny kilku z tych olejów.

Podstawowymi składnikami wszystkich emulsji, używanych do chłodzenia są: woda, alkalje, tłuszcze zwierzęce, oleje roślinne oraz mineralne, nafta, terpentyna, mydło, wosk pszczelniczy, talk, sadza, siarka i t. p.

Rozpatrzmy po kolei wszystkie te ciała, a więc alkalja używa się, gdy trzeba zneutralizować kwaśne tłuszcze, pozatem ciało to chroni metal od rdzewienia.

Tłuszcze zwierzęce używa się w wypadkach, gdy konieczna jest duża oleistość cieczy chłodzącej. Używanie jednak tych ciał do tego celu jest, z powodu ich wysokiej ceny, stosunkowo niewielkie. Zamiast więc tłuszczów zwierzęcych używa się często tłuszczów roślinnych lub mineralnych.

Olej roślinny posiada bardzo dobre własności smarujące. Olei tych należy używać przede wszystkim, jeżeli chcemy otrzymać dobrze wykończoną powierzchnię. Wadą natomiast olejów roślinnych jest to, że są złemi przewodnikami ciepła, a więc nie dość szybko odbierają ciepło podczas obróbki. Pozatem wadą ich jest, ich szybkie utlenianie się oraz zanieczyszczanie maszyny.

Wyjątkiem pod względem tych wad jest olej rycynowy. Posiada on największą lepkość oraz nie schnie tak szybko jak inne oleje. Posiada on również w dużym stopniu oleistość, a zatem dobrze smaruje się i przylega do powierzchni metalu. Rycyna nie rozpuszcza się w naftcie ani też w żadnym innym oleju mineralnym. Z naftą oraz domieszką tłuszczu świńskiego lub oleju rzepakowego, tworzy stałą mieszaninę.

Terpentyna zmywa wszelkie tłuszcze. Siarka, podobnie jak i terpentyna, przeciwdziała własnościom smarującym ciał. Używa się jej jako składnika przy obróbce stali o dużej wytrzymałości na

rozerwanie. Mydło, talk, wosk pszczelniczy są ciałami o wybitnych własnościach emulsyjnych.

Wszystkie metale możemy podzielić na dwie grupy, metale twarde i kruche oraz miękkie i ciągliwe. Zaliczenie danego metalu do jednej z tych grup można skutecznie na podstawie zachowania się wióra tworzącego się podczas obróbki. Gdy wiór łamie się zaraz za nożem, to skrawany metal jest metalem twardym.

Jeśli natomiast otrzymuje się wiór długi to skrawany metal zaliczamy do metali ciągliwych.

Przy obróbce materiałów twardych nóż łamie się zwykle wskutek drgań przedmiotu obrabianego. Przedmiot drga, uderza w krawędź tnącą wskutek czego ta ostatnia tępi się i ściera, oraz nagrzewa. Przy obróbce materiałów miękkich nóż łamie się tylko wskutek nagrzewania się. Nóż nagrzewa się nie tylko wskutek tarcia krawędzi tnącej o obrabiany przedmiot, lecz również wskutek uderzeń i tarcia długiego, skręcającego się wióra o tylną powierzchnię tego noża.

Przy stosowaniu dużego posuwu i dużej głębokości skrawania, powierzchnia noża jest niewystarczająca do odprowadzania ciepła. Nóż się nagrzewa w wielkim stopniu i psuje się. Twardy materiał rozprasza ciepło szybciej, niż materiał miękki.

Drgania przy obróbce twardego metalu pochodzą, jak wiadomo, wskutek posuwu. W pierwszej chwili nóż opiera się naciskowi materiału, następnie wchodzi weń, czyli zaczyna się skrawanie i wreszcie odskakuje wskutek sprężynowania. Ruchy te powtarzają się bez przerwy. W chwili, gdy siła naciskania noża zwiększa się przekraczając dozwoloną granicę, nóż łamie się.

Okres drgań noża przy obróbce materiałów ciągliwych jest o wiele dłuższy, niż w wypadku tylko co opisanym.

Obróbka materiałów ciągliwych wymaga cieczy chłodzących takich, któreby nie pozwalały na wchodzenie noża w materiał zbyt głęboko, a przez to samo zmniejszały wielkość odskoku tegoż. A zatem ciecz chłodząca, używana w tym wypadku, musi być dostatecznie oleista i przylegać dobrze do metalu, wytwarzając w ten sposób powłokę. Prócz tego ciecz ta musi być lepka, aby mogła skutecznie odprowadzać od rozgrzanego i krawędzi tnącej noża ciepło.

Metal twardy i kruchy nie wymaga przy obróbce płynów smarujących, niekiedy tylko potrzebne są cieczy wyłącznie chłodzące.

Należy więc używać do chłodzenia smarów, któreby poza właściwym chłodzeniem, jeszcze amortyzowały drgania noża. Dobór takiego chłodnika jest rzeczą bardzo ważną i bardzo często używa się cieczy, która dobrze chłodzi lecz nie amortyzuje drgań lub odwrotnie. Ścisłe zachowanie nawet tego warunku, nie zapobiega pęknięciom noża.

Drgania powstałych z przyczyn czysto mechanicznych, jak nieodpowiednie zamocowanie noża lub skrawanie okresowe nie będziemy tu rozpatrywali.

Toczenie zgruba dużych masywnych odlewów i wałów stalowych odbywa się zwykle bez użycia cieczy chłodzących i smarów gdyż zwykle nóż jest wystarczająco mocny i duży, aby odprowadzić należyście ciepło, a szybkość jest stosunkowo mała.

Stosując chłodzenie wodą, można powiększyć szybkość skrawania o 40% i w dodatku otrzyma się powierzchnię bardziej gładką. Im szybkość skrawania jest większa tem mniejsze zachodzą drgania noża.

Użycie wody, która poza własnościami chłodzącymi, posiada, choć w małym stopniu jeszcze własności smarujące, zmniejsza okres drgań noża.

Używając zamiast wody zwykłego oleju maszynowego powierzchnię obrobioną otrzymujemy gładszą, gdyż olej ten tamuje częściowo drgania, zmniejszając ich amplitudę. Nóż mniej zagłębia się w materiał, a więc i na mniejszą odległość się cofa. Te dwa przykłady przedstawiają wpływ chłodzenia i smarowania na obróbkę przedmiotu.

Można powiedzieć, że idealną cieczą chłodzącą, używaną, przy obróbce metali, będzie taka ciecz, która będzie jednocześnie chłodziła i smarowała przy dużych szybkościach i małych posuwach, lub małych szybkościach i dużych posuwach.

Używając do chłodzenia emulsji wodnej i stosując dużą szybkość skrawania możemy otrzymać bardzo gładką powierzchnię. Zmniejszając szybkość skrawania i stosując oliwę zamiast emulsji wodnej, można otrzymać powierzchnię jeszcze gładszą niż poprzednio.

Istnieje zdanie, że najlepszą cieczą chłodzącą jest mieszanina oleju rycynowego i nafty. Ciała te nie tworzą związku chemicznego, lecz wprost mieszaninę mechaniczną. Nafta jest płynem o wybitnych zdolnościach chłodzących, zaś olej rycynowy posiada największą lepkość i oleistość z pośród wszystkich olejów naturalnych. Nafta więc działa jako czynnik chłodzący, odprowadzając ciepło, zaś olej rycynowy działa jako czynnik smarujący i amortyzujący drgania noża. W wyniku otrzymujemy bardzo gładką powierzchnię.

Do płynów chłodzących, w skład których wchodzi woda można dodawać jakieś inne ciała, przez co można oleistość tych płynów zwiększyć lub też nie.

Do płynów smarujących nie możemy, w celu zwiększenia ich własności chłodzących, dodać nafty, nie zmniejszając jednocześnie ich własności sma-

rujących. Oleje takie bowiem rozpuszczają się w naftie i otrzymuje się w rezultacie albo ciężką naftę albo lekki olej. Wyjątek z tego stanowi o czym już była mowa, olej rycynowy.

Nacinanie gwintu zapomocą jednego noża wymaga jak wiadomo dużej dokładności. Trzeba używać przy tej operacji płynów zarówno o dużych własnościach chłodzących jak i smarujących. Najlepiej nadaje się w tem wypadku roztopiony tłuszcz świński.

Przy nacinaniu gwintu zapomocą narzynek, zjawisko skrawania jest trochę odmienne niż w poprzednim wypadku.

Ponieważ cała operacja nacinania gwintu przy pomocy narzynki trwa bardzo krótko, wobec tego chłodzenie nie jest tutaj bardzo potrzebne. Natomiast bardzo ważną rzeczą jest używanie cieczy smarujących. Należy używać w tym wypadku ciężkich olei, które posiadają dużą lepkość. Olej ciężki ograny posiada takie same własności smarujące, jak olej lekki na zimno. Przy tym rodzaju obróbki niema właściwie drgań, a ciepło powstaje wskutek dużego nacisku.

Złamanie się gwintu jest spowodowane zwykle tem, że przedmiot gwintowy niema miejsca na rozszerzanie się. Zmniejszyć drgania noża można, stosując noże odpowiedniego kształtu.

Na to, jaki płyn chodzący, w jakim wypadku należy używać, trudno dać konkretną odpowiedź. Stoją temu na przeszkodzie bardzo różne własności skrawanych metali, różne używane szybkości i posuwu i t. p.

Najlepszym wyjściem jest przeprowadzenie w każdym poszczególnym wypadku szeregu prób z różnymi cieczami chłodzącymi. W tym celu można umieścić na tokarce pręt z danego materiału i zacząć skrawanie naprzód na sucho, potem przy użyciu wody, emulsji wodnej, olejów lekkich i ciężkich i wreszcie znowu na sucho. Oczywiście doświadczenie to należy przeprowadzać na tym samym pręcie. Wyniki będą widoczne przy obserwacji powierzchni tego pręta.

S P I S T R E Ś C I.

Zjawiska starzenia się pewnych stali naazotowanych, *nap. inż. Andrzej Wójcik.*
 Sprawdzanie gwintów przy produkcji masowej, *nap. inż. W. Ugniewski.*
 Zagadnienie organizacyjne wyrobu narzędzi nieznormalizowanych, *nap. inż. Kunicki.*
 Elektryczne piece oporowe do obróbki termicznej, *nap. Jan Obrębski.*
 Najnowsze metody wyrobu narzędzi do obróbki metali, *nap. inż. Jan Szczęsłowicz.*

Przyrządy i uchwyty. — Przyrząd do wycinania krążków z papieru.
Pomiary warsztatowe. — Mikromierz do mierzenia kół stożkowych.
Obróbka termiczna. — Stosowanie solnych kąpeli.
Konstrukcje i obliczenia ogólne. — Czas potrzebny na wywołanie działania sprężyny.
Wiadomości ogólne. — Jakiego chłodzenia używać przy obróbce.

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 zmiany tekstu, udziela się następujących zniżek: za 3 krotne ogłoszenie 10%, za 6 krotne 15%, za 12 krotne 20%.

Dla poszukujących pracy 20% ustępstwa.

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

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

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

Redaktor odp. *inż. Edmund Ośka.*

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