

PRZEGLĄD TECHNICZNY

TYGODNIK POŚWIĘCONY SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU.

TREŚĆ:

Laboratorium Metalograficzne Politechniki Warszawskiej, nap. Prof. Dr. W. Broniewski.
Nowoczesne francuskie silniki lotnicze, (c. d.), nap. Inż. K. Księski.
Mechanizacja pracy w budownictwie, nap. W. Przegład pism technicznych.
Sprawozdania i prace Polskiego Komitetu Energetycznego.
Wiadomości Polskiego Komitetu Normalizacyjnego.

SOMMAIRE:

Laboratoire métallographique de l'Ecole Polytechnique de Varsovie (à suivre), par M. W. Broniewski, Dr., Professeur à l'Ecole Polytechnique de Varsovie.
Modernes moteurs français d'aviation (suite), par M. K. Księski.
Mécanisation du travail dans la construction des batiments et d'autres objets, par M. W. Revue documentaire.
Bulletin du Comité Polonais de l'Energie.
Bulletin du Comité Polonais de Standardisation.

Laboratorium Metalograficzne Politechniki Warszawskiej.

Napisał Prof. Dr. W. Broniewski.

Laboratorium metalograficzne przydzielone zostało na Politechnice Warszawskiej do Katedry Technologii Metali, obejmującej, na Wydziale Mechanicznym, wykłady Metalurgji i Metalografji.

Do tych wykładów dostarcza L. M. pomocy naukowych i prowadzi ćwiczenia z metalografji.

Pozatem studenci grupy technologicznej mogą wykonywać pracę dyplomową z dziedziny metalografji, profesor zaś i asystenci winni mieć możliwość prowadzenia laboratoryjnej pracy badawczej.

L. M., które za czasów rosyjskich należało do Wydziału Górniczego, zajmuje na parterze gmachu chemicznego Politechniki powierzchnię 720 m² (rys. 1). Z tego obszaru odstąpiono prowizorycznie, jeszcze w 1918 r., trzecią część Zakładu Technologji Chemicznej nieorganicznej, co utrudnia wykonywanie prac dyplomowych i naukowych.

Roczny budżet L. M. wynosi obecnie niespełna 15 000 zł., z czego przeszło trzecia część wpływa z funduszków pozadotacyjnych, mianowicie z opłat pracownianych i ekspertyz. Nieliczne tylko inwestycje opłacone zostały dodatkowo przez Ministerstwo W. R. i O. P. (walcarka i prasa). Wartość całego inwentarza wynosi około 120 000 zł. Personel

składa się z kierownika, adjunkta, trzech asystentów, mechanika i woźnego.

Pomoce naukowe do wykładów, posiadane przez L. M., są obecnie wystarczające. Kolekcje metalurgiczne (rys. 2) nie zostały przeważnie ewakuowane przez Rosjan, lecz pozostawione w stanie chaotycznym, tak że uporządkowanie ich wymaga-

ło dość dużo czasu. Natomiast zbiór tablic wykładowych należało całkowicie stworzyć, co też uczyniono jedynie siłami zakładowymi, tak że obecnie wykłady Metalurgji i Metalografji mają do dyspozycji około 150 nowoczesnych tablic.

I. Ćwiczenia studenckie.

Ćwiczenia praktyczne z metalografji organizowane były na początku z wielką trudnością z powodu braku wywiezionych w 1915 r. przyrządów i trudności ich nabywania przy zbyt szczupłych dotacjach. W 1920 r. zaledwie cztery ćwiczenia

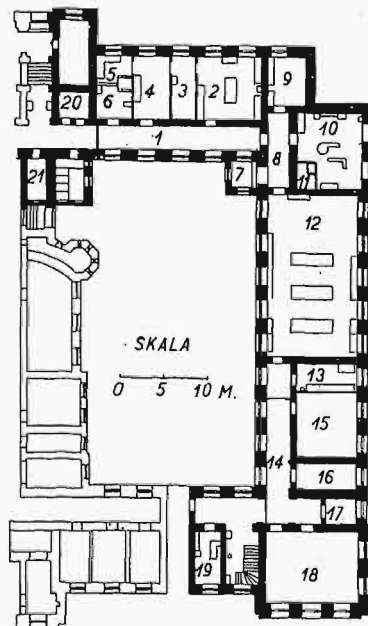
mogły być zorganizowane. Poświęcając znaczną część dotacji przez lat 5 na ten cel, udało się powiększyć ich liczbę do 20 (rys. 3).

Ćwiczenia te są podzielone na dwie serie. Pierwsza obowiązkowa jest dla wszystkich studentów VI semestru Wydziału Mechanicznego, po wysłuchaniu odnośnych wykładów w semestrze po-

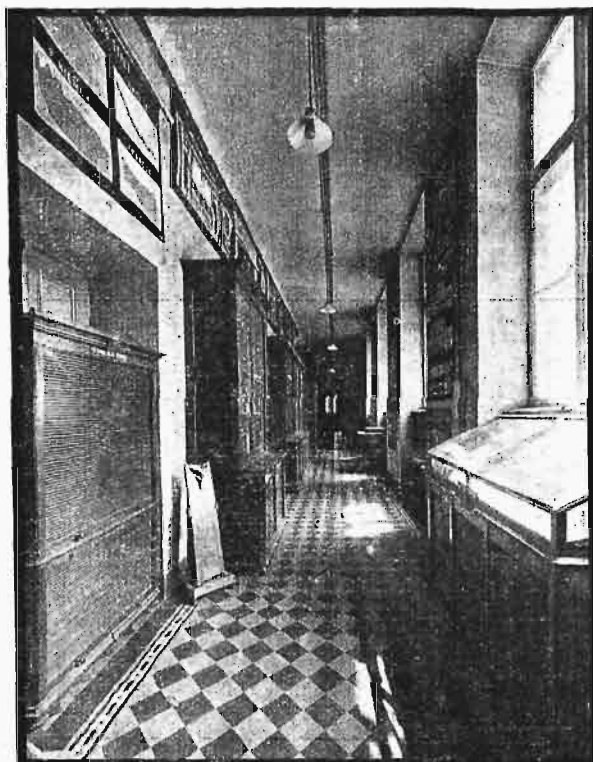
Rys. 1.

Plan Laboratorium Metalograficznego.

1. Korytarz z kolekcjami.
2. Pracownia profesora.
3. Biuro profesora i biblioteka podręczna.
4. Mikrografia, makroskopia i rozszerzalność.
- 5 i 6. Pomiary elektryczne i aparaty rejestrujące.
7. Pokój wagowy.
8. Szatnia.
9. Pokój asystentów.
10. Sala maszyn i pieców.
11. Ciemnia fotograficzna.
12. Sala ćwiczeń studenckich.
13. Pokój do analiz chemicznych.
- 14 — 18. Lokale zajęte przez Wydział chemiczny.
19. Warsztat mechaniczny.
- 20 i 21. Składy.



przednim. Ma ona na celu zapoznanie z techniką badania materiałów zapomocą mikroskopu i pary termoelektrycznej.



Rys. 2. Korytarz (Nr. 1 na planie) z kolekcjami metalurgicznymi i częścią tablic wykładowych.

Druga serja ćwiczeń, obowiązkowa jedynie dla studentów VII semestru grupy technologicznej, ma na celu zastosowanie praktyczne nabytych uprzednio wiadomości do potrzeb przemysłowych.

Pierwsza serja. Połowa ćwiczeń pierwszej serji poświęcona jest metalografii. Rozpoczynają się ćwiczenia od całkowitego montowania nader uproszczonego mikroskopu metalograficznego własnego wyrobu (ćw. 1-sze). Zmontowany mikroskop służy do obserwacji wypolerowanych i wytrawionych przez studentów próbek surowców białych pod- i nad-eutektycznych przy stosunkowo słabym powiększeniu, nie przekraczającym 100.

Przy następnym ćwiczeniu (2-gim) student rozporządza już prawdziwym mikroskopem metalograficznym typu warsztatowego, bez śruby mikrometrycznej. Badana bywa próbka surowca szarego inkludowana w szellaku i próbka stopu łożyskowego, w której mierzona jest wielkość kryształów zapomocą okularu podziałowego. Powiększenie dochodzi już do 250.

Potem (ćw. 3-cie) przechodzi student do badania stali wyżarzonej. Rozporządza on mikroskopem bardziej doskonałym, ze śrubą mikrometrycz-

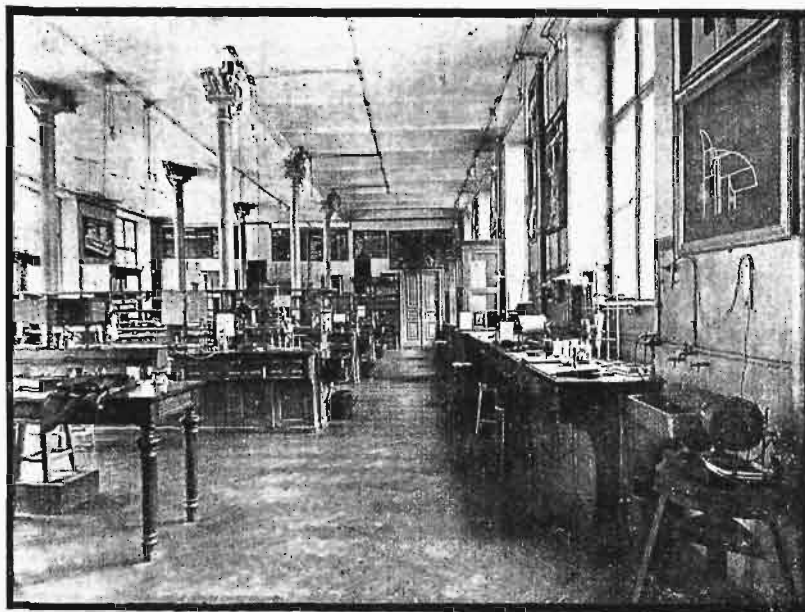
ną i oświetlaczem Retjő, pozwalającym na znaczniejsze powiększenia (około 500 tu stosowane). Próbki stali zostają tak nastawione, by mogły być badane w tem samym miejscu kolejno dwoma odczynnikami dla odróżnienia ferrytu od cementytu. Następnie w próbce stali podeutektoidalnej zawartość węgla ma być wyznaczona, z dokładnością 0,1%, zapomocą okularu siatkowego.

Ćwiczenie następne (4-e) poświęcone jest stopom miedzi, z których część podlega obróbce termicznej dla wykorzenia błędnego mniemania, iż tylko stale dają się hartować. Obserwowana jest przy tem zmiana budowy bronzu glinowego lub cynowego, zaś budowa mosiądzu i miedzi, mniej lub więcej utlenionej, odrysowywana zostaje zapomocą przystosowanego do mikroskopu aparatu rysunkowego.

Wreszcie, ostatnie ćwiczenie metalograficzne (5-e) odnosi się do hartowania stali. Obserwowana jest równocześnie zmiana budowy perlitycznej na martenzytyczną, ta zaś porównywana jest z budową austenityczną, otrzymywaną przy hartowaniu niektórych stali specjalnych. Używane są przy tem ćwiczeniu duże mikroskopy metalograficzne, zaopatrzone w komorę fotograficzną, na której student oblicza powiększenie ewentualnej fotografii.

Ćwiczenie 6-e, odosobnione pod względem treści, daje wiadomości z ważnej, pod względem praktycznym, dziedziny makroskopji. Próbki stali bada się kolejno odczynnikami kwaśnym, jodowym i miedziowym, w celu wyznaczenia stopnia segregacji zanieczyszczeń i warunków uprzedniej obróbki mechanicznej.

Ostatnie cztery ćwiczenia poświęcone są kalibrowaniu pirometrów i ich zastosowaniu. Rozpoczyna je (ćw. 7-e) elektryczne spawanie termopary konstantan-nichrom i kalibrowanie przy temperaturach wrzenia naftaliny (218°), siarki (444°)



Rys. 3. Ogólny widok sali ćwiczeń studenckich (Nr. 12 na planie).

i kadmu (778°). Wyprowadzone stąd wzory 2-go i 3-go stopnia ustalają stopień błędu przy używaniu interpolacyjnego wzoru parabolicznego.

Skalibrowana termopara użyta zostaje (ćw.8-e) do analizy termicznej mało skomplikowanych stopów, np. cyny z ołowiem. Na 6-ciu próbkach wyznaczone są krzywe topliwości, dające podstawy do wyprowadzenia wykresu krzepnięcia i odnośnych krzywych przystanków.

Następnie student przechodzi do wyznaczenia, metodą różnicową, termicznych punktów przełomowych w stali (ćw. 9-e). Jedna termopara wskazuje wtedy temperaturę próbki ogrzewanej w piecu elektrycznym, gdy druga podaje różnicę temperatur pomiędzy badaną próbką i wzorcem, nie wykazującym punktów przełomowych. Na podstawie otrzymanych danych, zostają obliczone i wykreślone krzywe Osmonda, Roberts-Austena i Rosenhaina, wskazujące temperatury objawów termicznych, towarzyszących punktom przełomowym.

Wreszcie, ostatnie ćwiczenie (10-te) dotyczy kalibrowania stożków Segera i pirometru optycznego. Zachowanie się stożków Segera, ustawionych w oporowym piecu elektrycznym, porównywane jest ze wskazówkami termopary. Pirometr optyczny, mianowicie luneta Ferry'ego, kalibrowany jest przez wyznaczenie za jego pomocą krzywych krzepnięcia srebra (961°), stopionego na mekerowskim palniku gazowym, i nikielu (1452°), stopionego w piecu kryptolowym (rys. 4). Zależność temperatury od wskazówek pirometru ujęta zostaje we wzór wykładniczy.

Druga serja. Ćwiczenia pierwszej serji dają studentom wystarczające wiadomości dla późniejszego stosowania mikroskopu metalograficznego i pirometru, nie poruszają jednak prawie zupełnie zastosowań do zagadnień przemysłowych. Jest to zadaniem serji drugiej.

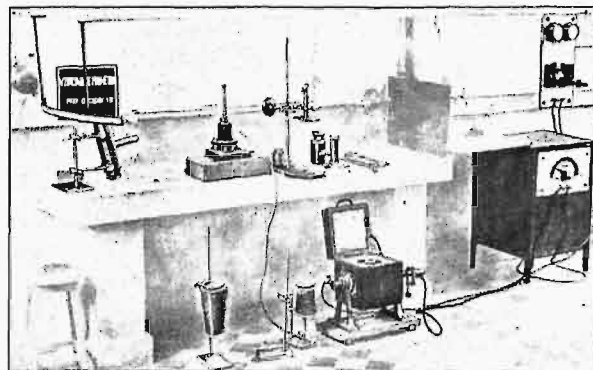
Pierwsza połowa ćwiczeń serji 2-giej stanowi również pewną całość przez zastosowanie w nich pomiaru twardości metodą Le Grix. Pomiar ten wykonywany jest kulką 1 mm (względnie 3 mm) pod ciśnieniem 12 kg , tak że może być stosowany nawet na małych inkludowanych próbkach. Średnicę odcisku mierzy się pod mikroskopem. Drugą serję ćwiczeń rozpoczyna więc kalibrowanie przyrządu do pomiaru twardości przez porównywanie jego wyników z normalnymi odciskami Brinella (ćw. 1-e).

Skalibrowany aparat znajduje zastosowanie przy termicznej obróbce stali (ćw. 2-ie). Stal perlityczna, uprzednio zahartowana, odpuszczona zostaje przy 400° , dając kolejno osmondyt i sorbit. Inną próbką, zahartowaną w oleju rzepakowym, wykazuje mieszaninę martenzytu i troostytu. Budowę próbek obserwuje się za pomocą obiektywu immersyjnego, dającego najwyższe osiągalne powiększenia (około 1300), równocześnie zaś badana jest zależność twardości od budowy.

Następne ćwiczenie (3-cie) poświęcone jest badaniu spoiny elektrycznej. Obliczona zostaje najpierw wydajność energetyczna spawania na jednostkę długości i wagi spoiny. Spoina ta ulega następnie badaniu, wykazującemu różnicę pomiędzy wynikami otrzymanymi za pomocą gołej elektrody i elektrody pokrytej powłoką odtleniającą. Badania te odbywają się przez makroskopję, mikrografję

i pomiar twardości samej spoiny oraz metalu spawanego, w pobliżu spoiny i w dalszej od niej odległości.

Termiczna obróbka stali narzędziowej i szybko kotnącej stanowi przedmiot ćwiczenia 4-go. Obserwowana jest budowa i mierzona twardość takiej stali w stanie surowym, po zaharowaniu przy 1250° i po odpuszczeniu pomiędzy 550° i 600° .



Rys. 4. Instalacja do kalibrowania pirometru optycznego.

Luneta pirometryczna skierowana jest na gazowy piecyk ze srebrem.
Na prawo widać piec kryptolowy.

Badaniom zgniotu żelaza poświęca się następne ćwiczenie (5-e). Próbkę zgniecionego przez młotowanie żelaza poddawane są ogrzewaniu w piecu elektrycznym przez czas określony w obrębie temperatur pomiędzy 450° i 950° . Po oziębieniu, badana jest ich budowa, wielkość kryształów i twardość. Dane te wskazują ważną, pod względem praktycznym, temperaturę rekrytalizacji oraz zależność wielkości kryształów od stopnia zgniotu i temperatury odpuszczania.

W 6-em ćwiczeniu ustalone zostają zanieczyszczenia surowca i stali. Elektroliza w łożu sodowym, zarówno jak i trawienie pikratem sodowym, wykazuje, pod mikroskopem, zawartość fosforu w surowcu. Odczynnik miedziowy Steada pozwala rozpoznać, również pod mikroskopem, segregację w stali i jej zanieczyszczenie fosforem i tlenkami żelaza. Wreszcie metoda Baumana uwydatnia siarczki przez kontaktową odbitkę próbki stalowej na papierze bromo-żelatynowym, zwilżonym słabym roztworem kwasu siarkowego.

Cementowaniu i odwęglaniu poświęcono dwa kolejne ćwiczenia. W pierwszym z nich (7-em) wykonywana jest szybka cementacja cjanami i powolna metodą Carona. Równocześnie odbywa się odwęglanie surowca białego na żelazo kuto-lane. Wyniki szybkiej cementacji badane są natychmiast przez pomiar głębokości warstwy nacementowanej i obserwację jej budowy. Takie same badania, dotyczące wyników powolnej cementacji i odwęglania, cdłożone zostają do następnego ćwiczenia (8-go), w którym poza tym odbywa się cementacja metalowa miedzi w parze cynku, dla powierzchniowego pokrycia jej warstwą mosiądzu.

Ostatnie dwa ćwiczenia (9-te i 10-te) dotyczą analizy mikrograficznej stopów żelaza z węglem. Student otrzymuje na każdym z tych ćwiczeń po 7 próbek, które mogą należeć do jednej z następują-

cych kategorii: surowiec biały podutektyczny, biały nadeutektyczny, surowiec szary, stal wyżarzona podeutektoidalna, stal wyżarzona nadeutek-

Instrukcja do ćwiczenia 4-go serii II. Obróbka termiczna stali narzędziowej szybko tnącej.

A. Materiał surowy.

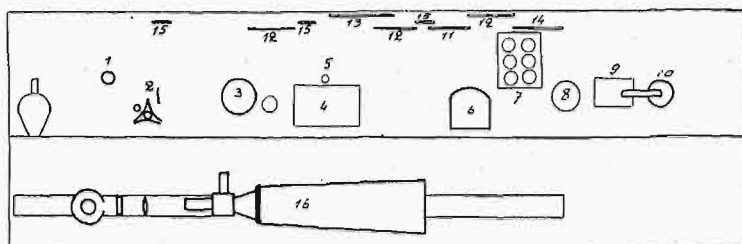
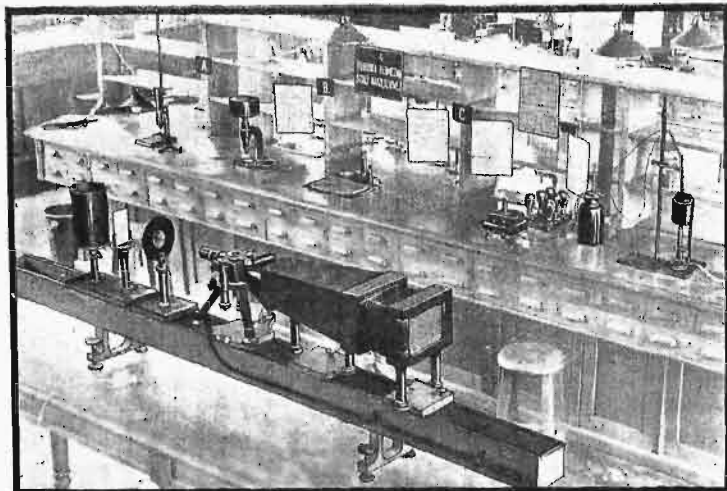
I. Ustawić mikroskop obserwacyjny i mikroskop pomiarowy, którego każda podziałka odpowiada 0,005 mm.

II. Wypolerować daną próbkę stali narzędziowej szybko tnącej, która została uprzednio wyżarzona przez ogrzanie do 850° i wolno oziębiana w ciągu 3 godzin. Zrobić 3 odciski twardości przy pomocy przyrządu Le Grix, wykonać ich pomiar pod mikroskopem pomiarowym, posługując się tablicą, obliczyć odpowiednią liczbę twardości.

III. Wytrawić próbkę kwaśnym odczynnikiem chromowym (1% $H_2CrO_4 + 10\%$ $HCl + aq.$), obserwować budowę, widzianą pod mikroskopem obserwacyjnym, zaopatrzonym w obiektyw Nr. 3. Zmienić obiektyw Nr. 3 na imersyjny Zeissa, umieścić na soczewce obiektywu kroplę olejku cedrowego, obserwować i odrysować otrzymany obraz. Po użyciu obiektywu imersyjnego, wytrzeć go płótnem, zlekką zwilżonym eterem.

B. Hartowanie.

I. Spoić zapomocą łuku elektrycznego daną próbkę stali szybko tnącej z prętem żelaznym i ogrzać ją w płomieniu dużego palnika gazowego z nadmuchiemy od sprężarki powietrznej, z początku powoli aż do jasno czerwonego żaru (około 800°), następnie szybko aż do temperatury białego żaru (około 1200°) i utrzymać przy tej temperaturze przez 5 min, by zdążyły się rozpuścić karbidki podwójne.



Rys. 5. Instalacja do obróbki termicznej stali narzędziowej.

1 i 2 — Mikroskop pomiarowy odcisków twardości; 3 — przyrząd Le Grix do wykonania odcisków twardości; 4 i 5 — próbki stali narzędziowej, przybory do polerowania i odczynnik do trawienia; 6, 7 i 8 — para termoelektryczna do pomiaru temperatury odpuszczania; 9 i 10 — kąpiel otwierana do odpuszczania; 11 do 15 — tablice i instrukcje; 16 — obserwacyjny mikroskop metalograficzny.

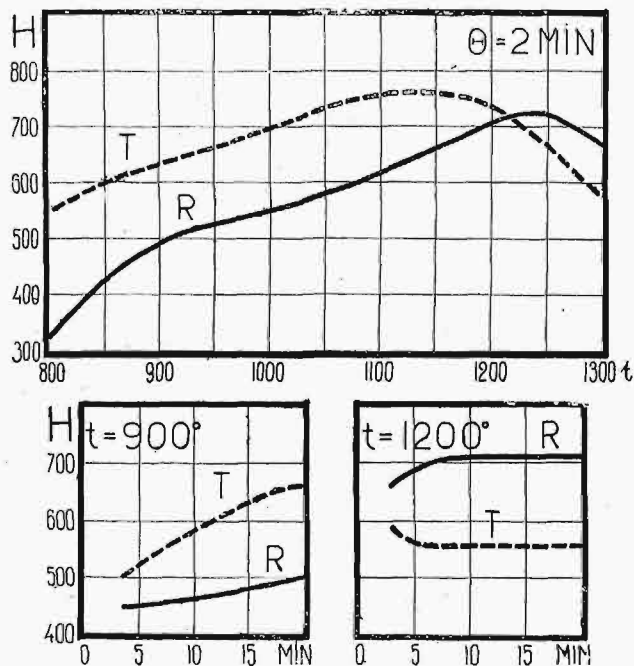
toidalna, stal o perlacie ziarnistym, stal hartowana austenityczna, hartowana martenzytyczna, hartowana o mieszaninie austenitu z martenzytem, hartowana o mieszaninie martenzytu z troostytem, stal odpuszczona o budowie osmondycyicznej lub sorbitycznej, stal narzędziowa o karbidach podwójnych. Analiza polega na ddiagnozie składnika, co w stalach węglistych daje poznać obróbkę, której podlegały.

Przykład ćwiczenia. Ćwiczenia odrabiane są przez grupę z 3 studentów. Uwzględniany jest jednak, o ile możliwości, pierwiastek pracy indywidualnej, tak że, w znacznej ilości wypadków, ćwiczenie bywa wykonywane przez każdego studenta niezależnie od innych, do grupy należących. Takich indywidualnych ćwiczeń jest w pierwszej serii — 8, w drugiej — 4.

Przy ćwiczeniach o charakterze zbiorowym, wymagających współdziałania całej grupy, podział pracy wskazany jest w instrukcji. Jako przykład takiego ćwiczenia, podamy obróbkę termiczną stali narzędziowej.

Na sali ćwiczeń zastają studenci potrzebne im przyrządy, ustawione według rysunku 5-go. Oddzielnie umieszczony jest piec do hartowania i polerka metalograficzna.

Na podstawie instrukcji, wywieszanej w 3 egzemplarzach, ćwiczenie odbywa się w sposób następujący.

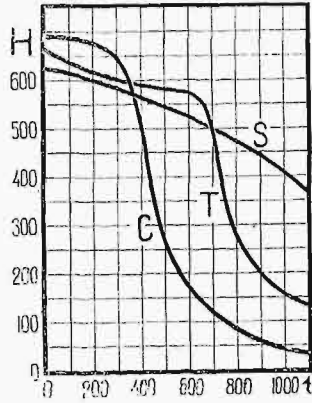


Rys. 6. Twardość stali narzędziowej szybko tnącej według prof. Guillet'a po zahartowaniu w oleju (T) i po odpuszczeniu stali hartowanej przez 40 minut przy 580° R. Na górze — zależność od temperatury po 2-minutowym ogrzaniu przy temperaturze t. Na dole — zależność od czasu ogrzania przed hartowaniem przy 900° i 1200°.

II. Zahartować w oleju rzepakowym, poczem odciać próbkę i wypolerować.

III. Zrobić 3 odciski (po 1 min) przy pomocy przyrządu Le Grix, dokonać ich pomiaru pod mikroskopem, obliczyć odpowiednią liczbę twardości i porównać z poprzednią (punkt II-A).

IV. Wytrawić próbkę kwaśnym odczynnikiem chromowym i narysować obraz, obserwowany pod mikroskopem, posiłkując się obiektywem Nr. 3 i imersyjnym.



Rys. 7. Zależność, według Robina, twardości od temperatury dla narzędzi ze stali węglistej (C), stali szybko hartownej (T) i stellitu (S).

C. Odpuszczanie.

I. Rozgrzać na palniku mekerowskim ołów, pod warstwą węgla drzewnego, do 600°, posiłkując się parą termoelektryczną do pomiaru temperatury.

II. Uwiązać próbkę stali na drucie i zanurzyć na 20 min do ołowiu przy temperaturze 550° — 600° C.

III. Wypolerować odpuszczoną próbkę, zmierzyć jej twardość na aparacie Le Grix, wytrawić kwaśnym odczynnikiem chromowym, obserwować i odrysować widzianą pod mikroskopem budowę, posiłkując się obiektywem Nr. 3 i imersyjnym.

IV. Wyciągnąć wnioski, dotyczące hartowania, odpuszczania i wyżarzania stali narzędziowej na podstawie pomiarów twardości i obserwowanej budowy.

PLAN PRACY.

Student A.	Student B.	Student C.
Ustawia mikroskopy	poleruje próbkę wyżarzoną	Bada twardość, poczem trawi
Ogólna obserwacja		
Poleruje próbkę hartowaną	Bada twardość, poczem trawi	Grzeje próbkę i hartuje
Ogólna obserwacja		
Bada twardość, poczem trawi	Odpuszcza próbkę w ołowiu	Poleruje próbkę odpuszczoną
Ogólna obserwacja.		

Obok instrukcji, wywieszane są przy ćwiczeniu 3 tablice, przypominające studentom znane im z wykładów metalografii zjawiska, dotyczące stali szybko hartownych.

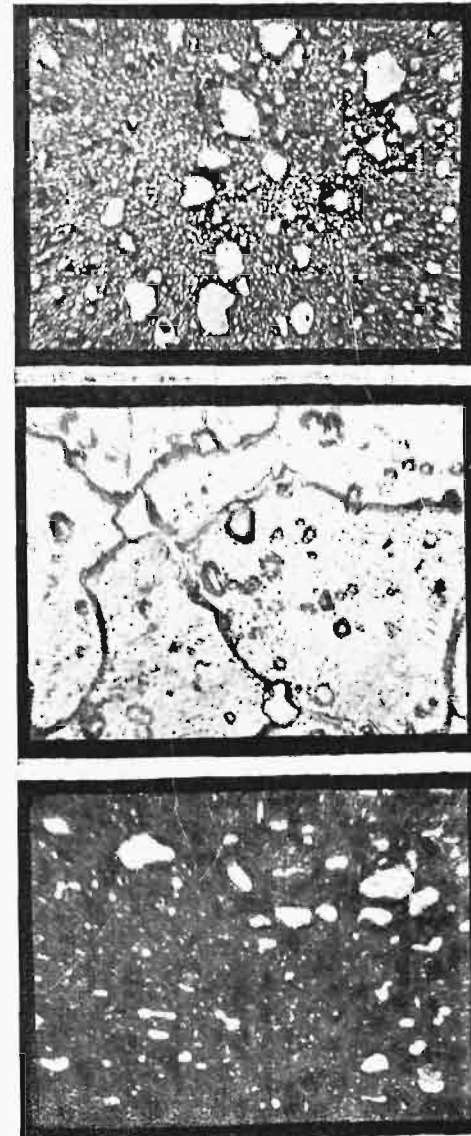
Na jednej z tych tablic przedstawiona jest zależność twardości stali szybko hartownej od temperatury i czasu ogrzewania przed hartowaniem, a także wpływ odpuszczania na twardość (rys. 6). Widać z tej tablicy, że odpuszczanie może, zależnie od warunków hartowania, albo zmniejszyć twardość, albo ją zwiększyć.

Druga tablica (rys. 7) wskazuje twardość stali narzędziowej węglistej (C), stali szybko hartownej (T)

i stellitu (S) w zależności od temperatury. Widać tu, że do 350° najtwardsza jest stal węglista, następnie, do 700°, stal szybko hartowna i dopiero przy wyższych temperaturach stellit. Wybór najlepszego w danych warunkach materiału narzędziowego zależy więc jest od maksymalnej temperatury, do której może się ogrzać ostrze pracującego narzędzia.

Trzecia tablica przedstawia zależność budowy stali szybko hartownej od jej obróbki termicznej (rys. 8). W stali niehartowanej, zbyt miękkiej, widać liczne jasne karbidy o wysokiej zawartości wolframu (około 60% W). Po zahartowaniu przy wysokiej temperaturze, przeważna część tych karbidów przechodzi do roztworu, resztę zaś widać na tle austenitycznym. Odpuszczanie zmienia austenit na ciemną mieszaninę martenzytu z osmondytem i nadaje stali narzędziowej odpowiednią twardość.

Pierwszą serję ćwiczeń odrabia zazwyczaj od 90 do 120 studentów, na drugą uczęszcza od 25 do 30.



Rys. 8. Budowa stali szybko hartownej o 18% wolframu. Na górze — przed obróbką termiczną. Po środku — po zahartowaniu przy 1250°. Na dole — po odpuszczeniu zahartowanej stali przy 600°. Powiększenie = 1000 X.

Trudność organizowania ćwiczeń metalograficznych polegała, w pierwszym rzędzie, na kosztach inwestycyjnych, gdyż np. w drugiej serii ćwiczeń czynnych jest 21 mikroskopów metalograficznych. Po drugie, trudności wynikały z braku w międzynarodowej literaturze metalograficznej podręcznika ćwiczeń, tak że trzeba było je układać i orga-

nizować od podstaw. O ile mogłem zebrać informacje w tej dziedzinie, nie są obecnie ćwiczenia metalograficzne na Politechnice Warszawskiej szersze w swym zakresie od ćwiczeń w jakimkolwiek wyższym Zakładzie Technicznym, nie wyłączając specjalnie poświęconych metalurgji.

(d. n.)

Nowoczesne francuskie silniki lotnicze.^{*)}

Napisał Inż. Kazimierz Księski.

III. Kształty głównych części silnika.

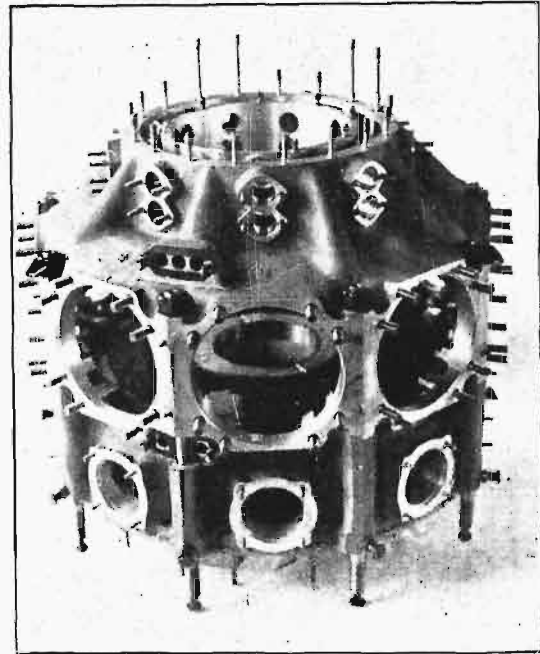
Rozpatrzmy obecnie pokrótce poszczególne części silnika i zastanówmy się nad formami, jakie im nadały wymagania nowoczesnej konstrukcji. Przez odpowiednią obróbkę, staramy się nadać częściom silnika kształty i przekroje jak najbardziej zbliżone do obliczonych teoretycznie, unikając starannie pozostawiania materiału zbędnego. Czopy stosuje się często drażone, korbowody — kształtu osiowego, lub podwójnego T. Celem uniknięcia gwałtownych zmian przekroju, stosuje się przy znaczniejszych zmianach przekrojów duże zaokrąglenia, przeciętnie $\frac{1}{12}$ średnicy. Powierzchnie obrabia się starannie i często szlifuje, dla zatarcia śladów narzędzia, które mogą być później źródłem rys i pęknięć. Te ostrożności pozwalają zwiększyć naprężenie w materiale aż do granic dopuszczalnych ze względu na stopień bezpieczeństwa.

Karter silnika tworzy podstawę, do której przymocowane są cylindry, skrzynia zawierająca główne mechanizmy silnika, oraz organy pomocnicze. Ze względu na smarowanie, karter powinien być zupełnie szczelny, a wewnątrz połączony jest z otaczającym powietrzem jedynie przez okienka wentylacyjne. Dla uzyskania możliwie dużej sztywności, przy zachowaniu koniecznej lekkości konstrukcji, posiada karter gęste uźebrowanie w płaszczyznach działania sił, oraz ścianki łagodnie zaokrąglone, przenoszące siły lepiej, niż ścianki proste. Dodatkowych naprężeń zginających unika się, przez umieszczenie śrub łączących w środku ciężkości powierzchni podparcia. Ze względu na możliwe niedokładności przy formowaniu oraz niedająca się czasem uniknąć porowatość materiału, grubości ścianek nie są mniejsze od 3—4 mm.

W silnikach szeregowych karter składa się z dwu części dzielonych w poziomej płaszczyźnie osi geometrycznej wału korbowego (patrz rys. 1). Część górna, do której przymocowane są zwykle cylindry (z wyjątkiem silników odwróconych i niektórych wielorzędowych), posiada listwy, służące do przytwierdzenia silnika do kadłuba samolotu. Część dolna tworzy koryto, do którego ścieka oliwa i zawiera system rur i kanałów, rozprowadzających świeżą oliwę do łożysk wału korbowego. Panele łożysk wału korbowego umieszczone są w obu połówkach karteru, co uniemożliwia wprawdzie

odjęcie dolnej części bez demontowania łożysk, tworzy natomiast konstrukcję nader sztywną i lekką.

W silnikach gwiazdowych karter ma kształt graniastosłupa wielościennego, o liczbie ścian zależnej od ilości cylindrów. Wykonanie może być z jednej sztuki, a wtedy karter posiada wykrój odpowiednio wielki dla przepuszczenia wału korbowego wraz z przeciwwagami, przyczem jedno łożysko wału jest w pokrywie; częściej jednak karter jest dzielony w płaszczyźnie gwiazdy cylindrów i złączony silnemi śrubami (rys. 4).



Rys. 4. Karter silnika gwiazdowego Jupiter, o mocy 380 — 420 KM.

Karter odlewany jest zazwyczaj z glinu lub alpacu, rzadziej prasowany z duraluminu (Jupiter VII). Jedynie silniki rotacyjne posiadają kartery stalowe. Montując silnik na samolocie, umieszcza się zwykle między listwami karteru a rusztowaniem samolotu warstwę fibry grubości 8 mm, celem tłumienia drgań przenoszonych się z silnika na samolot.

Cylindry nowoczesnych silników lotniczych, a przynajmniej te ich części, w których pracuje tłok, i które ulegają dużym ciśnieniom, wykonane są ze stali, najczęściej pół twardej, węglistej, lub niekiedy ze stali specjalnej. Zastąpienie stalą żeliwa, którego zaletą był znakomity spójcznik tarcia, oraz łatwość odlewania nawet skomplikowanych kształ-

^{*)} Ciąg dalszy do str. 934 w Nr. 47 r. b.