

ROZDZIAŁ II.

Materiał wyjściowy. — Wlewek.

3. Materiał wyjściowy.

W naszym kursie będziemy zajmowali się obróbką plastyczną tylko żelaza i jego stopów. Materiałem wyjściowym w tym wypadku będzie **wlewek żelazny (stalowy)**, otrzymany z procesu martenowskiego, bessemerowskiego lub jakiego innego.

Z kursu metalurgji wiemy, że **wlewek** jest to bryła stali, odlana w odpowiedniej formie — wlewnicy. Ponieważ stan wlewka, jego własności fizyczne, ukształtowanie się krystalizacji, mają ogromny wpływ na dalszą przeróbkę plastyczną i produkt gotowy, musimy przypomnieć sobie jak odbywa się proces odlewania i tężenia wlewka i jakie w zależności od tego nabywa wlewek własności fizyczne.

4. Kształt wlewków.

Kształt wlewków jest bardzo rozmaity, powodowany, po pierwsze, ich przeznaczeniem do kucia, czy do walcowania, po wtóre, walką z defektami, powstającymi przy odlewie (jama usadowa), po trzecie, tradycjami istniejącymi w danej hucie.

Do walcowania profilowego używają się wlewki o przekroju kwadratowym (rys. 5) i wysokości $H = (4-6) B$; krawędzie wlewka są zaokrąglone, aby uniknąć pęknięć w tych miejscach; poza tem zaokrąglenie to ma również pewne znaczenie i w procesie walcowania, jak zobaczymy dalej; każdy wlewek ma zbieżność (od 2% do 3%), by łatwiej można było wydostawać wlewki z wlewnicy. Do walcowania blach stosują się wlewki płaskie (rys. 6); do walcowania rur — wlewki o przekroju okrągłym.

W walcownictwie najmniejszy wlewek używa się o przekroju w grubszym końcu $ca\ 150 \times 150\ mm$. i o wadze $ca\ 150\ kg$., gdyż odlewanie jeszcze mniejszych wlewków nastęcza pewne trudności techniczne; największy wlewek ma wymiary $ca\ 650 \times 650\ mm$. przy wadze $ca\ 7\ tn$. Wlewki płaskie na blachy pancerne odlewają się o wadze do 50 tn. i więcej.

Do kucia używa się wlewków przeważnie 8-mio, lub wielokątnych (rys. 7); przy większych wlewkach boki robi się wklęsłe, by nie pękały przy stygnięciu (rys. 8). Średnica takich wlewków dochodzi do $2\frac{1}{2}$ mtr. przy wadze do 300 tn.

5. Sposoby odlewania.

Rozróżniamy wlewki:

- 1) z góry lane;
- 2) z dołu lane (syfony);
- 3) niespokojnie stygnące;
- 4) spokojnie stygnące.

Wszelką stal można odlać z góry do wlewnicy odkrytej ustawionej na spodku (rys. 9) wzgl. do t. zw. głuchej (rys. 10), lub też odlać od dołu syfonowo, t.j. doprowadzając płynną stal do wlewnicy od spodu za pomocą kanału uformowanego z odpowiednich drenów (rys. 11), ułożonych w spodku.

Kwestja lania w ten lub ów sposób zależy od pojemności pieców wytwórczych, jakimi dysponujemy, oraz od wielkości wlewków; im większa pojemność pieca, oraz im mniejsze są wlewki, tem trudniej je odlać z góry, gdyż nie zdążymy tego zrobić (stal w kadzi stężeje); dlatego też małe wlewki zawsze odlewają syfonowo po kilkanaście lub kilkadziesiąt sztuk na jednym spodzie. Co do większych wlewków to decydującą przeważnie jest tradycja danej huty.

Pozatem, jak już mówiliśmy, stal może być nieuspokojona i uspokoiona.

Wszelka stal miękka ($R < \text{ca } 45 \text{ kg/mm}^2$) z zawartością $C < 0,20 \%$ z natury rzeczy jest nieuspokojona, tj. wlana do wlewnicy przy stygnięciu wydziela energicznie zawarte w sobie gazy ($\text{CO}, \text{N}, \text{H}$). Dlatego też wlewek takiej stali po stężeniu będzie zawierał w sobie jeszcze całą masę pęcherzy wypełnionych gazami. Na rys. 12 mamy schematycznie pokazany taki wlewek w przekroju (syfonowo odlany), a na rys. 13 wlewek nieuspokojonej stali odlany z góry.

Jak widzimy w obydwu wypadkach pęcherze układają się koncentrycznie w pewnej odległości od powierzchni, zgęszczając się ku górze. O ile pęcherze te układają się na pewnej odległości od powierzchni (ca $> 25 \text{ mm.}$) to przez kucie lub walcowanie przy dobrym wygrzaniu wlewka zostaną spojone (zgrzane); o ile zaś leżą za blisko powierzchni, jak to pokazano na rys. 14, wlewek do użytku nie nadaje się, gdyż przy grzaniu w piecu powierzchnia wlewka opali się o parę milimetrów, pęcherze otworzą się, utlenią się i wskutek tego żadną miarą nie zgrzeją się, dając na gotowym produkcie rysy; nawet gdyby te pęcherze nie odkryły się, to podczas przeróbki plastycznej powierzchnia wlewka będzie się rwała, co spowoduje powstanie rys na powierzchni gotowego produktu.

Przy odlewaniu syfonem wąskich i długich wlewków stal miękka w górnych warstwach tak prędko tężeje, że gazy nie mogą swobodnie wydzielić się, skutkiem czego górna część wlewka robi się nadzwyczaj pęcherzysta (gąbczasta). Oprócz tego gęsta stal podnosi się nierównomierne: zgęszczona powierzchnia zastyga, następnie pęka; na powierzchnię wlewka wypływa płynna stal, która znów zastyga i t. d. w rezultacie w górnej części wlewka tworzy się t. zw. wyrostek głowa, która ma wygląd pokazany na rys. 15. Przy walcowaniu głowa ta pęka, strzępi się, a nawet nieraz całkowicie odpada, co sprawia pewne trudności, a nieraz jest przyczyną niebezpiecznych wypadków przy pracy. Dlatego też nie odlewają wlewków o przekroju mniejszym ca $150 \times 150 \text{ mm.}$ i nadmiernie wysokich.

Przy miękkiej, bardzo gazującej (stali mało odtlenionej), wydzielające się gazy, starając się wyjść do góry, powodują rośnięcie metalu we wlewnicy, następnie, gdy wytworzy się skórka przy ściankach wlewnicy, metal zaczyna opadać i powstaje t. zw. cholewka (rys. 16). Taki wlewek jest niedopuszczalny do walcowania, gdyż cholewka w robocie spłaszczy się, postrzępi się i będzie przyczyną wybijania kierownic w walcach, co pociągnie za sobą niebezpieczne skutki w procesie walcowania.

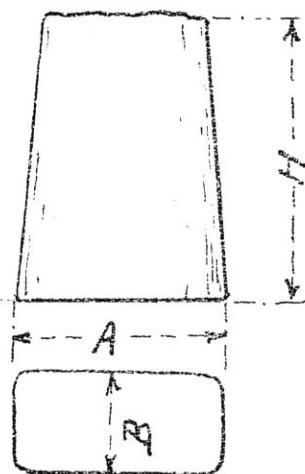
Stal uspokoiona — różni się od nieuspokojonej tem, że stygnie spokojnie, zawdzięczając to wprowadzonym do niej odtleniaczom, jak to Al, stopy krzemowe ($\text{Fe} - \text{Si}$), które odtleniają stal; jednocześnie metal stężeje, kurczy, a w miejscu które najpóźniej zastyga powstaje t. zw. jama usadowa, a około niej zbierają się również gazy, które nie zdążyły ujść z metalu lub nie zostały pochłonięte przez Al i Si.

Na rys. 17 pokazany wlewek stali spokojnej, odlany z góry. Wlewek takiej samej stali, lecz odlany syfonem posiada jamę usadową znacznie dłuższą (głębszą) wskutek dopływu z dołu gorącego metalu, jak to widzimy na rys. 18, gdzie ślady jamy usadowej idą przez $\frac{2}{3}$ wysokości wlewka.

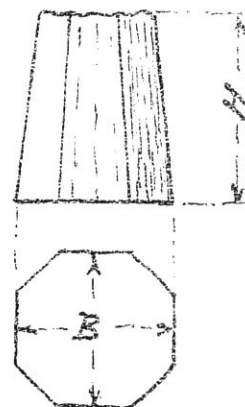
W celu zmniejszenia jamy usadowej i jej zlokalizowania, wlewki odlewa się z t. zw. nadlewkiem; nadlewek kształtuje się w formie glinianej, przeto ostyga powoli zasilając metalem krzepnące pod nim warstwy metalu oraz ściąga do siebie gazy; wlewek taki ma wy-



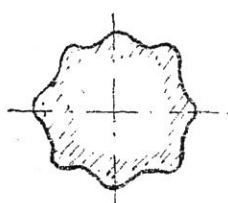
Rys. 5.



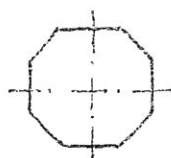
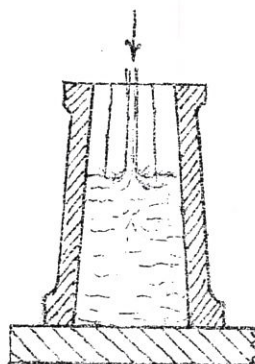
Rys. 6.



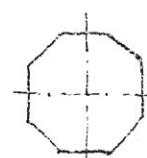
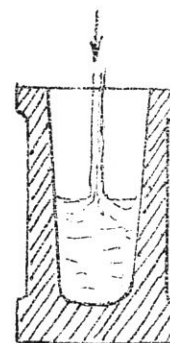
Rys. 7.



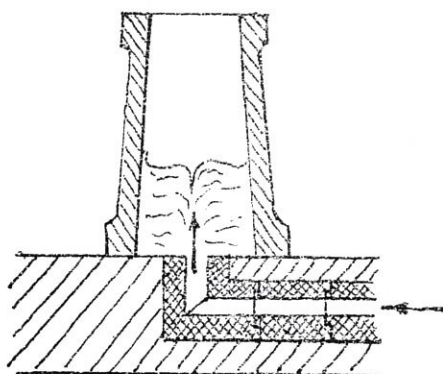
Rys 8



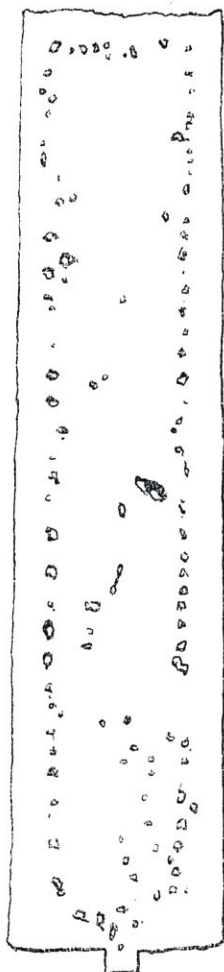
Rys. 9.



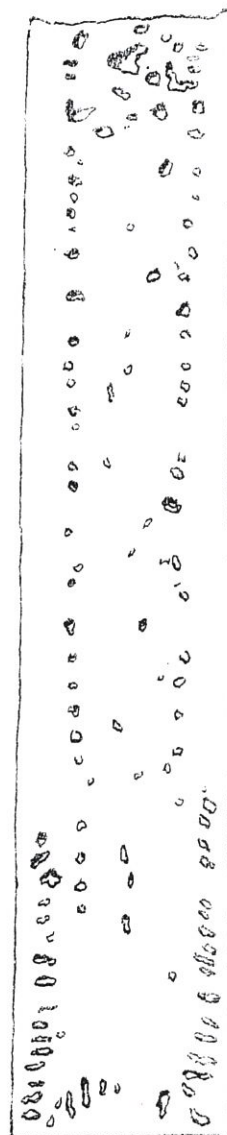
Rys. 10.



Rys. 11.



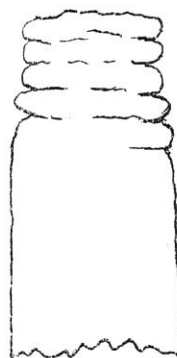
Rys. 12.



Rys. 13.



Rys. 14



Rys. 15.

gląd pokazany na rys. 19; z rysunku widzimy, że jama usadowa całkowicie umieszcza się w nadlewku. Przy walcowaniu jednak taki wlewek sprawia pewne trudności, jak zobaczymy dalej, gdyż tworzy rozstrzępiony koniec, co utrudnia wejście sztuki do walców. Dlatego też nadlewki powinien być usunięty przed walcowaniem (np. palnikiem acetylenowym, lub na zimno), lub po pierwszych przejściach w walcach (na t. zw. nożycy gorącej). Przy kuciu nadlewki przeszkody nie stanowią, bo może być pod młotem łatwo odcięty. Na rys. 20 mamy wlewki o wadze 45 tn. i przekroju 8-miokątnym przeznaczony do kucia, odlany z góry z nadlewkiem. Wadliwie odlane wlewki stali uspokojonej mogą mieć pewne defekty, złe wpływające na gotowy produkt. A mianowicie: często tworzą się bardzo małe, ale gęsto usiane, drobne, kuliste pęcherzyki pod bocznymi powierzchniami wlewka (rys. 21), tuż pod skórą. Przy walcowaniu lub kuciu pęcherze te wyciągają się i tworzą rysy. Przy wysokich wymaganiach pod względem czystości powierzchni gotowego wyrobu, wlewki takie skórują się przed przeróbką, względnie w procesie walcowania obtacza się półprodukt. Wreszcie, we wlewkach tak stali nieuspokojonej, jak i uspokojonej nieraz powstają poprzeczne pęknięcia powierzchniowe sięgające do kilkunastu milimetrów, powstające przy stygnięciu we wlewnicy, jeżeli wlewki nie ma swobody skurczu, np. przy bardzo zużytych kokilach, kiedy metal załazi w pęknięcia wlewnicy i tamuje kurczenie się wlewka. Tego rodzaju pęknięcia przed przeróbką plastyczną powinny być wyrąbane do zdrowego miejsca.

Jak wiadomo stalą nazywamy stop żelaza z węglem i innymi pierwiastkami, który jest obrabialnym plastycznie i cieplnie. Twardość stali jest przede wszystkim zależna od zawartości w niej węgla; im więcej jest węgla, tem więcej stal zawiera rozpuszczalnych w niej gazów, ponieważ reakcja $\text{FeO} + \text{C} = \text{Fe} + \text{CO}$ zachodzi ciągle w płynnym metalu i jest tak gwałtowna, że stal z zawartością węgla powyżej 0,20 % nie może być dobrze rozlewana do wlewnicy. To też chcąc otrzymać twardsze gatunki stali o wytrzymałości ponad 50 kg/mm², musimy stal płynną uspokoić za pomocą dodatku żelazokrzemu z tym wyrachowaniem, żeby w metalu było Si około 0,25%, co również podnosi jego twardość. Dlatego też odlew stali o wytrzymałości 45—50 kg/mm² jest bardzo utrudniony, gdyż dla stali nieuspokojonej jest to twardość za duża, dla stali zaś uspokojonej za mała.

Oprócz jamy usadowej (w stali uspokojonej) i pęcherzy (w stali nieuspokojonej) tworzy się we wlewkach strefa likwacyjna, t. j. pewna przestrzeń bezpośrednio przylegająca do jamy usadowej lub do strefy górnych pęcherzy w stali nieuspokojonej, zawierająca w sobie tlenki żelaza, manganu, siarczki żelaza, manganu i t. p. t. zw. zanieczyszczenia; zanieczyszczenia te ujemnie wpływają na jakość metalu.

Z powyższego widzimy, że górna część wlewka tak stali nieuspokojonej, jak i uspokojonej posiada materiał wadliwy, dlatego też górna część wlewka powinna być zawsze odcięta; odcięcie to może odbywać się przed przeróbką plastyczną, lub podczas takowej. Wielkość górnego obcinka wynosi do 35% dla stali odpowiedzialnych; może być jednak zmniejszona w zależności od sposobu odlewania, np. stosowanie nadlewków znacznie zmniejsza ten odcinek.

6. Struktura wlewka.

Mechanizm krzepnięcia stali polega na powstaniu w płynnym metalu kryształków iglastych (1—2) zwanych osiami dendrytów (rys. 22); osie dendrytów zaczynają formować się w części wlewka o najniższej temperaturze, tj. w powierzchni przylegającej do wlewnicy. Osie dendrytów są zwykle skierowane normalnie do powierzchni wlewnicy: na każdym odgałęzieniu kształtuje się znów odgałęzienie, co doprowadza do zagęszczenia się takiego utworu, przypominającego świerk. Gałązki obok znajdującego się dendrytu zazębiają się wzajem; zagęszczenie postępuje dotąd, aż utworzy się zestalona bryłka kryształit (rys. 23) ABCD, DCEF.¹⁾

¹⁾ Rys. 22—27 wykonane przez inż. J. Obrębskiego.

Sąsiednie krystality spotykają się i zrastają się (rys. 23) tworząc w końcu całą warstwę wydłużonych krystalitów, skierowanych prostopadle do powierzchni wlewnicy (rys. 24); taka warstwa nazywa się *transkrystalizacyjną*.

W obrębie samego krystalitu, istnieje pewna niejednorodność składu, mianowicie szkielet dendrytu, oś i para pierwszych odgałęzień są uboższe we wszelkie domieszki, a bogatsze w żelazo, natomiast dalsze warstwy, jako później krzepnące, są bogatsze w domieszki. Na rys. 25 pokazane jest to schematycznie; narysowany jest mianowicie wyobraźalny krystalit, zawierający jeden tylko dendryt i oznaczono poszczególne narastające warstwy. Ta różnica składu chemicznego między dendrytem a otaczającą go warstwą stanowi *likwację dendrytyczną*.

Wnętrze wlewka (rdzeń) stygnie znacznie wolniej i dlatego tutaj nie obserwujemy żadnej wyraźnej orientacji osi dendrytów w odniesieniu do ścianek wlewnicy, — krystality rozmieszczone są chaotycznie i posiadają prawie jednakowe wymiary we wszystkich kierunkach i zawarte w nich dendryty nie mają kształtów strzelistych, co przypomina bardziej gwiazdkę (rys. 26). Dendryty takie nazywamy *globolitami*.

Krystality rdzenia (rys. 27) mogą czasem krzepnąć tak niekorzystnie, że powstają między nimi szparki, pustki międzykrystalitowe, które pokazano schematycznie i oznaczono literami *a, b, c, d*. Szparki takie mogą działać jako karby i rozłupywać zdrowe kryształy, np. po linii *f-f*.

Ponieważ środkowa (i górna) część wlewka zastyga najpóźniej, przeto do tej części są wypychane wszystkie zanieczyszczenia i tutaj powstaje zgęszczenie tych zanieczyszczeń (tlenki żelaza, fosfaty, siarczki i t. p.) — to właśnie jest *likwacja pierwszego rzędu*, o której już mówieliśmy przy opisie kształtowania się jamy usadowej.

Z powyższego wynika, że najzdrowsza część wlewka jest właśnie warstwa transkrystalizacyjna, dlatego powinniśmy starać się otrzymać we wlewkach tę warstwę jak najgrubszą. Niestety nie łatwo to osiągnąć, gdyż warstwa ta formuje się w miejscach, gdzie stal najprędzej zastyga tj. przy zetknięciu się ze ścianą wlewnicy. Dlatego też im wlewek ma większe wymiary poprzeczne, tem względnie mniejsza będzie warstwa transkrystalizacyjna, a więc tem gorszy pod względem makrostruktury będzie ten wlewek, i naodwrot — im mniejszy wlewek tem większa będzie warstwa transkrystalizacyjna. Jednak przy bardzo małych wlewkach transkrystalizacja może dochodzić do samego środka (rys. 28) tworząc dwie płaszczyzny *AA* i *BB* wspólne dla wszystkich krystalitów. Przy kuciu takiego wlewka w kierunku *AA*, lub *BB* może nastąpić przesunięcie krystalitów, co objawi się na wlewkach w postaci pęknięć. Dlatego też do kucia nie używają wlewów o przekroju kwadratowym, a stosują wlewki o przekrojach bardziej zbliżonych do koła (6-cio, lub 8-miokątowe). Natomiast przy walcowaniu w kalibrach zamkniętych to nie stanowi niebezpieczeństwa, jednak trzeba z tem zjawiskiem liczyć się i dlatego, tak przy kuciu, jak i przy walcowaniu pierwsze zgnioty dawać małe — dopiero wtedy, gdy wydłużone krystality zostaną połamane i przekrystalizują się, (po zgniocie), na drobne i chaotycznie rozłożone, należy rozpocząć intensywną przeróbkę, sięgającą do środka wlewka.

Na fotografiach umieszczonych na końcu tego rozdziału pokazane są w przecięciu wlewki różnego rodzaju:

Fot. 1. Wlewek stali miękkiej (nieuspokojonej) z pęcherzami podskórnymi blisko powierzchni (zły odlew).

Fot. 2. Takież wlewek, lecz pęcherze rozmieściły się głębiej (dobry odlew).

Fot. 3. Wlewek stali miękkiej, syfonowo odlanej; pęcherze układają się koncentrycznie w dwóch kondygnacjach; daleko od powierzchni (odlew normalny).

Fot. 4. Wlewek stali uspokozonej, syfonowo lany; jama usadowa rozciągnęła się na $\frac{3}{4}$ wysokości (odlew wadliwy).

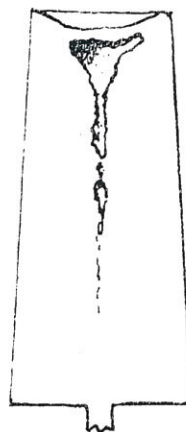
Fot. 5. Wlewek stali uspokozonej z góry lanej; jama usadowa skoncentrowała się w górnej części (odlew normalny).



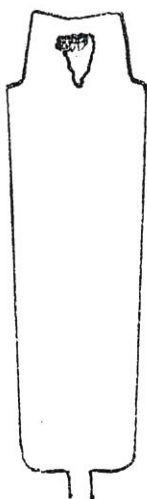
Rys. 16



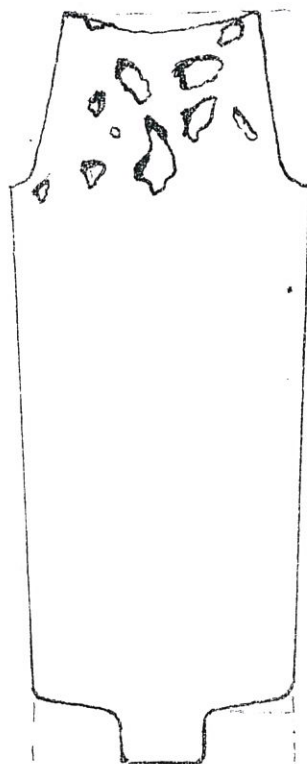
Rys. 17.



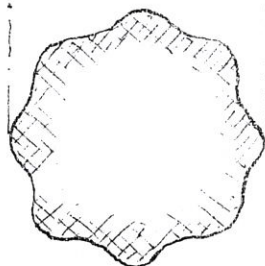
Rys. 18



Rys. 19



1430

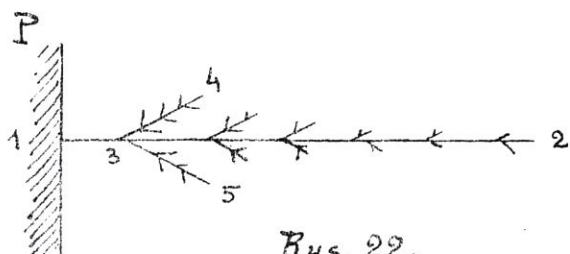


Rys. 20.

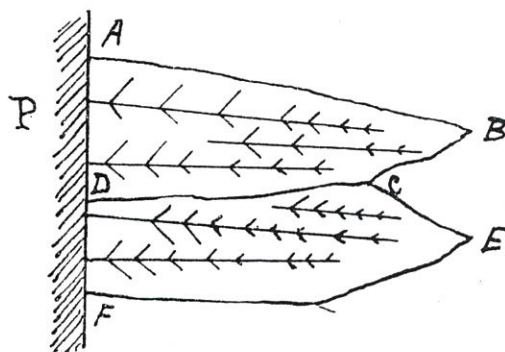
700
2800



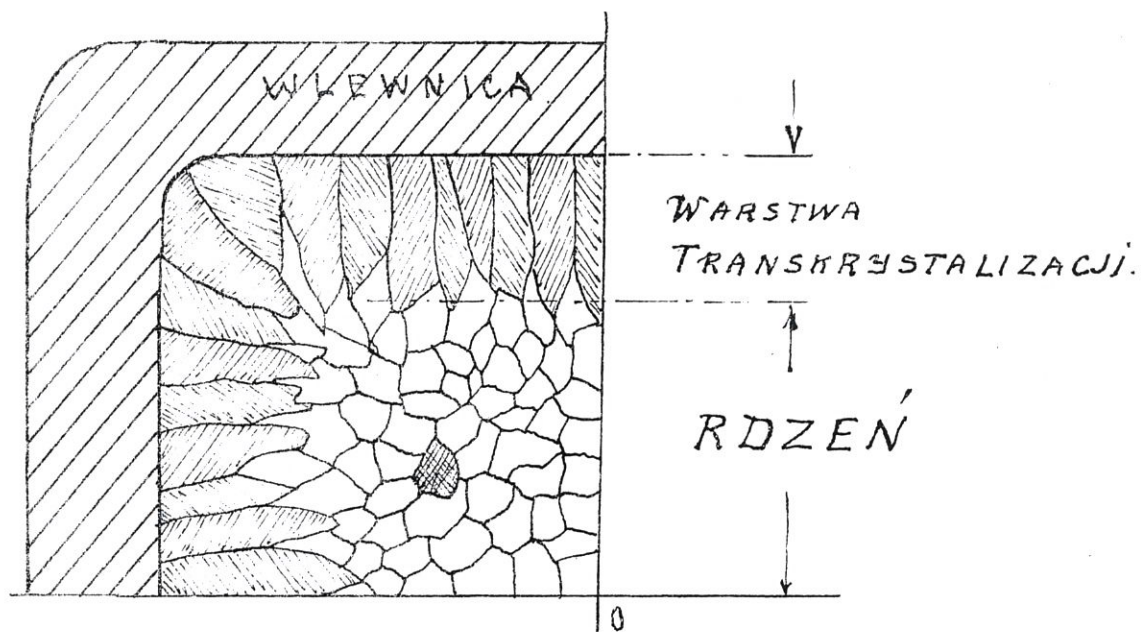
Rys. 21.



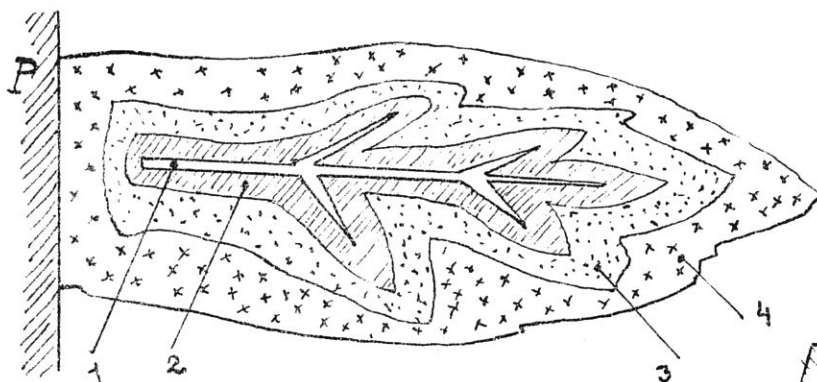
Rys. 22.



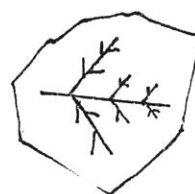
Rys. 23.



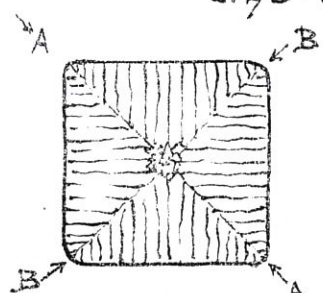
Rys. 24.



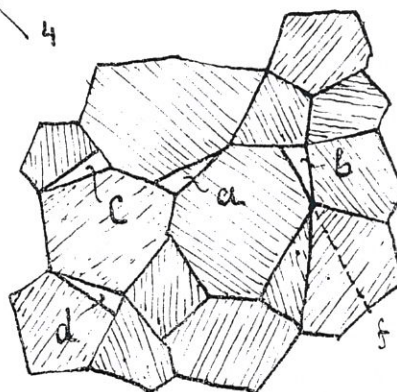
Rys. 25.



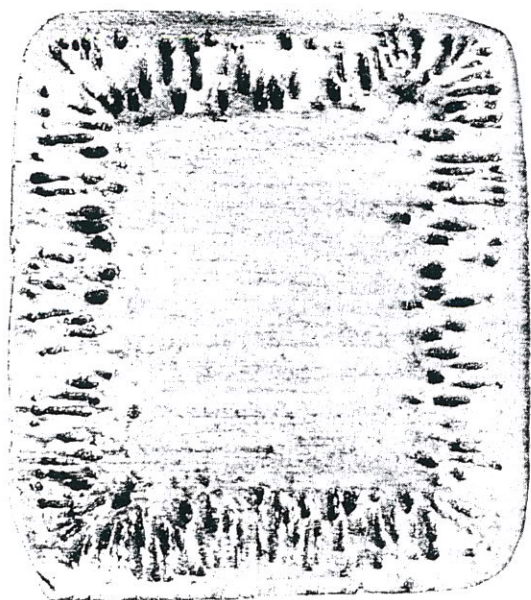
Rys. 26.



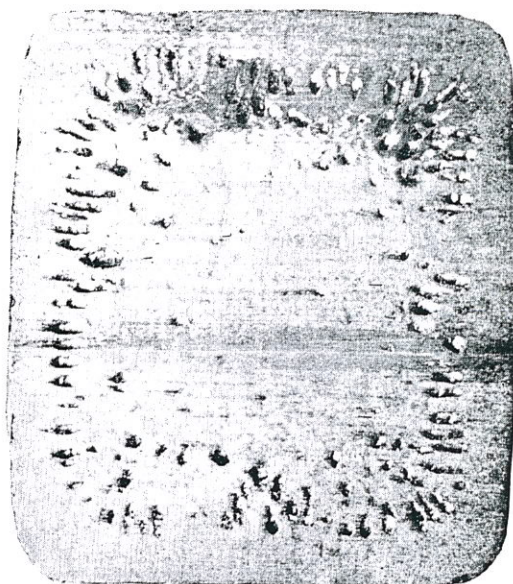
Rys. 28.



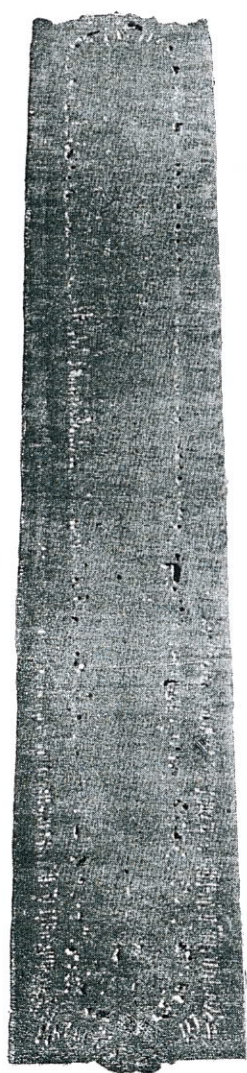
Rys. 27.



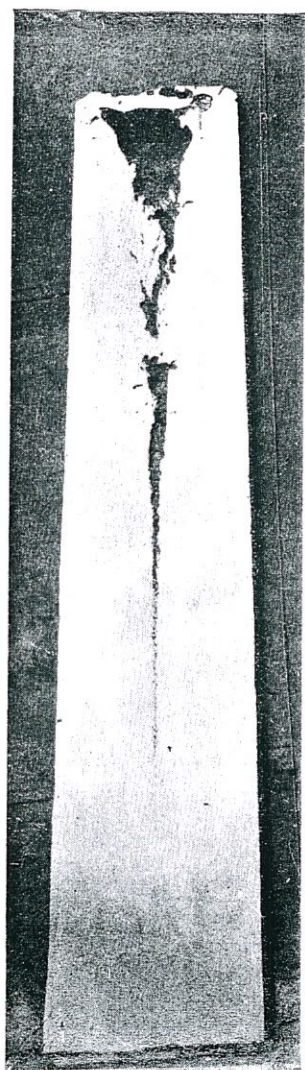
Fot. 1.



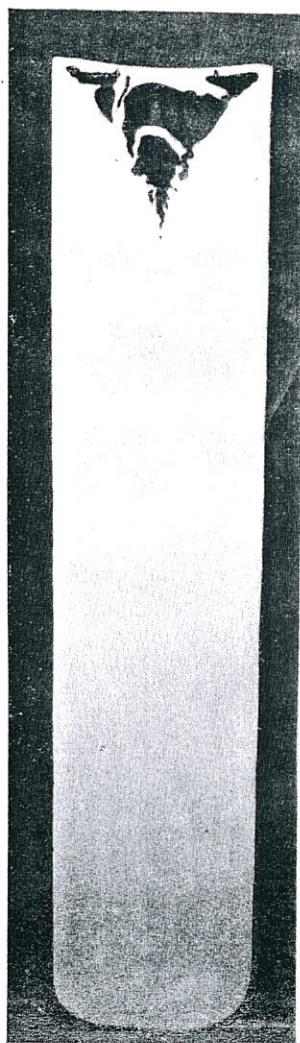
Fot. 2.



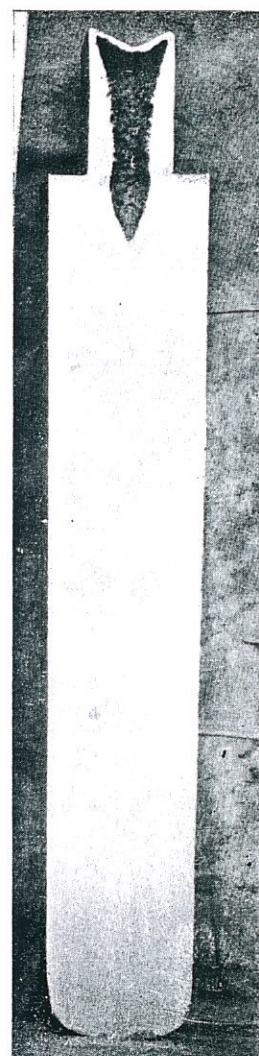
Fot. 3.



Fot. 4.



Fot. 5.



Fot. 6.

Fot. 6. Wlewek stali uspokojonej z góry lanej; jama usadowa skoncentrowała się w nadlewku (odlew normalny).

LITERATURA.

1. H. Brearley. — Blöcke und Kokillen. — Berlin — 1926.
 2. Czochralski. — Moderne Metallkunde in Theorie und Praxis. — Berlin — 1924.
 3. Granat i Żegałow. — Krystalizacja i strojenie stalnego slitka. — Moskwa — 1935.
 4. J. Obrębski. — „Mechanik” — 1928 — No. 10—12; 1932 — No. 5—8; 1932 — No. 11—12.
-