

magającej bądź specjalnych noży przy skrawaniu lub szlifowania.

## R O Z D Z I A II.

### WAŻNIEJSZE MATERIAŁY KONSTRUKCYJNE I ICH WŁASNOŚCI

Szczegółowe poznanie pochodzenia i własności materiałów, stosowanych przy budowie części maszyn, należy do innych gałęzi nauk technicznych. Tutaj poprzestaniemy na omówieniu głównych materiałów, aby je sobie uprzytomnić i podkreślić ich zalety budowlane.

#### § 1. Ż e l i w o

Ż e l i w o./Ciężar gatunkowy -  $7,25 \text{ gr/cm}^3$ /. Produkt wielkiego pieca, otrzymywany z rudy żelaznej i następnie przeważnie przetapiany powtórnie w żeliwaku w mniejszych ilościach w celu otrzymania materiału więcej jednolitego. Materiał tani i plastyczny w sensie dobrego wypełnienia form odlewniczych, stąd na odlewy chętnie stosowany.

Skład chemiczny żeliwa, jego klasyfikację i własności wytrzymałościowe ilustruje poniższa tablica. Węgiel w surowce żelaza może znajdować się w postaci wolnego grafitu albo też w postaci związku chemicznego.

tak zwanego karbidu żelaza  $/Fe_3C/$ ; zależnie od tego żeliwo dzieli się na 1/ żeliwo białe /przeważa węgiel w postaci  $Fe_3C$  /, którego złom ma barwę białą i 2/ żeliwo szare /przeważa węgiel w postaci grafitu/ o barwie złomu szarej. Żeliwo białe w porównaniu z żeliwem szarem jest więcej twarde, kruche, trudno odlewalne i z powodu dużej twardości trudniej obrabialne; dlatego też żeliwo szare ma zastosowanie znacznie większe.

Prócz węgla w surówce znajduje się jeszcze krzem  $/Si/$ , mangan  $/Mn/$ , fosfor  $/P/$  i siarka  $/S/$ . Dużą rolę w żeliwie odgrywają krzem i mangan, zależnie od ilości których otrzymujemy bądź żeliwo szare, bądź białe, gdyż krzem sprzyja tworzeniu się grafitu, zaś mangan go usuwa. Na tworzenie się żeliwa białego wpływa też czas studzenia roztopionego metalu. Przy szybkim studzeniu karbid nie zdąży się rozłożyć na grafit i żelazo i otrzymujemy wtedy żeliwo białe. W budownictwie maszynowym wyzyskana jest ta własność do otrzymywania twardej powierzchni przedmiotów przez odlewanie ich do form metalowych /szybkie stygnięcie na powierzchni/; jest to tak zwane żeliwo utwardzone.

Fosfor i siarka znajdują się w żeliwie tylko jako pozostałości z wielkiego pieca, zawartość ich nie może być duża bez szkody dla własności produktu. Tylko

T a b l i c a   g ł ó w n y c h

| NN | Odlewy                        | Zastosowanie   | Najmniejsze                                    |                      |
|----|-------------------------------|--|--|----------------------|
|    |                               |  | Wytrzymałość do-<br>rażna w kg/cm <sup>2</sup> |                      |
|    |                               |  | rozciąg  | gięcie               |
| 1. | budowlany<br>i<br>handlowy    | słupy, ramy okienne,<br>kuchenne ruszty i pły-<br>ty: grzejniki, rury,<br>części kanalizacyjne                                 | -  | -                    |
| 2  | drobny i ar-<br>tystyczny     | słupy, drzwi, świeczni-<br>ki, posagi, wazy i t.d.   | -  | -                    |
| 3  | zwykły<br>maszy-<br>nowy      | maszyny rolnicze, maszy-<br>ny gospodarstwa domowe-<br>go, wózkównicze, osłony<br>i cienkościenne przy-<br>rządy elektroteczne | 1200   | 2400                 |
| 4  | maszyno-<br>wy spec-<br>jalny | obrabiarki, tłoki, cylin-<br>dry, sprężyny tłokowe:<br>a/ lekkie<br>b/ średnie<br>c/ ciężkie                                   | 1400<br>1800<br>2200                           | 2800<br>3400<br>4000 |
| 5  | wyso-<br>kowartoś-<br>ciowy   | odlewy odporne na wyso-<br>ką temperaturę i inne<br>nadzwyczajne wartości  | 2600   | 4600                 |
| 6  | żeliwo<br>utwar-<br>dzone     | a/walce drogowe, tłoki<br>hydrauliczne<br>b/bandarze<br>c/stemple  | -  | -                    |
| 7  | żeliwo od-<br>porne:          | a/na kwasy<br>b/ " zasady  | -  | -                    |
| 8  | odlew og-<br>niotwały         | retorty, ruszty pale-<br>nisk kotłowych i t.d.   | -  | -                    |

Tabli

gatunków żeliwa

| wartości       | Strzałka ugięcia w mm | Skład chemiczny w % |         |             |              |                   | Uwagi          |
|----------------|-----------------------|---------------------|---------|-------------|--------------|-------------------|----------------|
| Ilość Brinella |                       | C ogółem            | Si      | Mn          | P            | S <sub>max.</sub> |                |
| -              | -                     | 3,3-3,6             | 2,0-2,5 | 0,4-0,8     | 0,6-1,2      | 0,12              |                |
| -              | -                     | ponad 3,6           | 2,0-3,0 | 0,6-0,8     | 0,6-1,2      | 0,12              |                |
| 140-160        | 6                     | 3,4-3,6             | 2,0-2,5 | 0,6         | 0,8          | 0,12              |                |
| 140-160        | 7                     | 3,4-3,6             | 2,0-2,2 | 0,6         | 0,6          | 0,12              |                |
| 160-180        | 10                    | 3,2-3,4             | 1,8-2,0 | 0,8         | 0,5          | 0,12              |                |
| 180-200        | 10                    | 3,1-3,3             | 1,6-1,8 | 0,8         | 0,4          | 0,12              |                |
| 200-220        | 10                    | 2,8-3,2             | 1,2-1,8 | 0,8-1,2     | poniżej 0,30 | 0,12              |                |
| -              | -                     | 2,8-3,3             | 0,6-1,2 | 0,4-1,2     | 0,50         | 0,12              |                |
| -              | -                     | 3,0-3,4             | 0,5-1,0 | 0,4-1,2     | 0,1          | 0,05              |                |
| -              | -                     | 2,8-3,2             | 0,5-1,5 | 0,6-0,8     | 0,03         | 0,05              |                |
| -              | -                     | -                   | 12-14   | -           | -            | -                 | nikiel do 1-2% |
| -              | -                     | 3,0-3,4             | 1,2-1,6 | 0,8         | 0,2          | 0,12              |                |
| -              | -                     | 3,1-3,3             | 1,4-1,6 | poniżej 0,5 | 0,5          | 0,12              | chrom          |

ca II.

w niektórych rodzajach odlewów cienkościennych, jak np. rury żebrowe lub odlewy artystyczne, obecność fosforu jest pożądana i dopuszczalna do 1,2 %, sprzyjając ostremu krawędziom odlewu. Podkreślić należy, że wytrzymałość żeliwa przy rozciąganiu i ścisnieniu różnią się znacznie. Na ścisnienie wynosi  $R_c$  do 7500 kg/cm<sup>2</sup> i więcej, gdy na rozciąganie zwykłe żeliwo ma zaledwie  $R_r$  do 2400 kg/cm<sup>2</sup>. Kostka żeliwna pod obciążeniem ścisłającym nie spłaszcza się plastycznie, lecz po przekroczeniu pewnego naprężenia  $/R_c/$  gruchocze się na kawałki. Z powyższego wynika, że żeliwo ma i powinno mieć zastosowanie w elementach maszynowych, pracujących głównie na ścisnienie. Wśród ustrojów technicznych spotykamy na każdym kroku wszelkiego rodzaju płyty fundamentowe, podstawy, stojaki, odlane z żeliwa, których własna waga wynosi niekiedy po kilkadziesiąt tonn. Wspomniana plastyczność odlewnicza i taniść żeliwa gra tu również bardzo ważną rolę. W tych wypadkach, kiedy obciążenia są niskie i o wymiarach przedmiotu decydują raczej względy odlewnicze, rozpowszechnienie żeliwa jest bardzo duże wobec łatwości otrzymania większej ilości przedmiotów o kształcie onęsto bardzo złożonym, przy pomocy jednego modelu, aczkolwiek i tutaj liczyć się trzeba z jego kruchością, która

przy względnie cienkich ścianach wzrasta przez hartowanie się naskórka odlewu. Prostsze części maszynowe wykonują się niekiedy jako wyroby tak zwane "kutolane", to jest odlewy ze specjalnego gatunku żeliwa, wyżarzane z domieszką innych materiałów w celu utlenienia węgla zawartego w żeliwie; proces ten nadaje przedmiotom pewną gładkość, usuwając kruchość. W ten sposób wyrabiane są łączniki do rur gazowych.

W żadnym wypadku żeliwo z powodu swej małej wydłużalności  $[A = 0,6 \div 0,7\%]$  i uderności  $[ \sim 0,36 \frac{kg}{cm^2}]$ , a dużej kruchości, nie może być stosowane do części maszynowych, narażonych na obciążenia dynamiczne /uderzenia/.

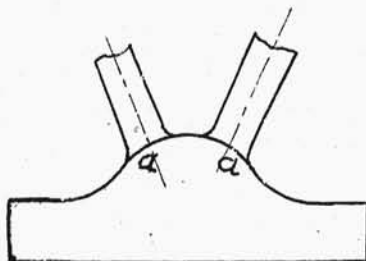
**Ż e l i w o p e r l i t y c z n e / staliste /.**  
Znacznie większą wytrzymałość i inne cechy konstrukcyjne posiada żeliwo perlityczne. Wytrzymałość jego na gięcie wynosi  $3600 \text{ kg/cm}^2$  i więcej. Jednocześnie nie jest materiałem zbyt twardym  $[H_B = 176]$ , daje się obrać nożem, jest trwałe na wpływy tarcia, mało ścieralne. Otrzymuje się je dla odpowiedniego składu przez regulowanie szybkości chłodzenia odlewu drogą podgrzewania form lub przegrzewania wlewu. Próby wytrzymałościowe na rozciąganie żeliwa zwykłego, cylindrycznego

i perlitycznego dały stosunek 1:1,44:1,92.

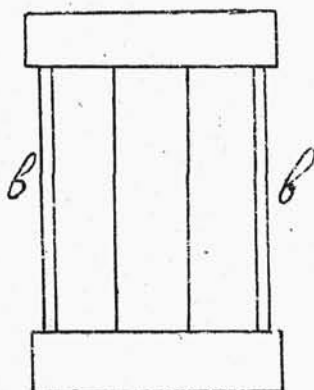
Zwykle odlewy żeliwne skłonne są do tworzenia pęcherzy i jam osadowych w przejściu od części stosunkowo cienkich do grubszych, wolniej stygnących. Miejsca

*a* na rys.12. Próbne odlewy perlityczne /rys.13/ nie

wykazały pęknięcia przy stygnięciu części *b*.



Rys.12.



Rys.13

Odlewy perlityczne wyróżniają się dużą jednolitością i ścisłością, co pozwala z nich budować żebrowe ekonomiczery na znaczne ciśnienia.

Ścieralność jest mała. Podczas gdy koła zębate wirówek ścierają się szybko przy zwykłym odlewie, z odlewu perlitycznego służą długo.

Jest to cenny materiał do części maszynowych, pracujących w piasku. Dobry na koła

śrubowe przy wałku sterującym silników spalinowych.

Żeliwo perlityczne ma jeszcze tę ważną cechę, że odlew z niego nie ulega pęcznieniu. Pęcznienie żeliwa polega na tem, że przedmiot ogrzany do kilkuset stopni C°



rozszerza się i po ostygnięciu nie powraca do swoich pierwotnych wymiarów. Spowodowane to jest obecnością dużej ilości grafitu w żeliwie; ponieważ w żeliwie perlitycznem ilość grafitu jest znacznie mniejsza /około 1 % /, więc pęcznienie jego jest minimalne. Odlewów perlitycznych nie można otrzymywać ze zwykłego żeliwaka. Otrzymuje się je zwykle z pieców elektrycznych.

## § 2. S t a l e

S t a l 1./Ciężar wł. 7,85 gr/cm<sup>3</sup> /. Przez stal zlew-  
ną rozumieć będziemy materiał, który w postaci surówki wielkopiecowej został częściowo w większym lub mniejszym stopniu odwęglony bądź w piecu S.Martina, bądź w gruszce Bessemerowskiej, tyglu lub piecu elektrycznym, a następnie poddany na gorąco przekuciu lub przewalcowaniu. Materiał stalowy, który nie uległ uszlachetniającej go obróbce kucia lub walcowania, będziemy nazywać staliwem /odlewem stalowym/ i traktować jako odrębny materiał konstrukcyjny. Tak zwane żelazo zgrzewane, otrzymywane dawniej w piecach pudlarskich, niezdolnych do wytworzenia temperatury potrzebnej do całkowitego roztopienia stali, dzisiaj, pomimo niektórych cennych swych własności, na rynku metalowym nie istnieje i nie może być brane w rachubę jako materiał konstrukcyjny.

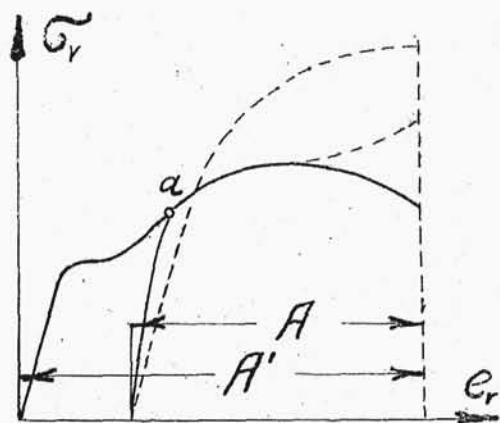


Odróżniamy stale zlewne węglowe i stopowe. Te ostatnie różnią się od pierwszych tem, że zawierają inne metale jak krzem, mangan, chrom, wolfram i t.p. czasem w znacznych ilościach; dodane celowo dla zapewnienia stali pewnych odrębnych cech wytrzymałościowych. Stale węglowe zawierają inne metale tylko jako pozostałości procesu metalurgicznego. W porównaniu do stali stopowych stanowią stale węglowe więcej rozpowszechniony materiał konstrukcyjny. Zawartość węgla i cechy wytrzymałościowe podaje poniższa tablica stali konstrukcyjnych węglowych.

Dla uniknięcia nieporozumień należy zwrócić uwagę, że słownictwo naukowe zarzuciło termin "żelazo", jako pojęcie materiału konstrukcyjnego. W życiu praktycznym spotykamy się z nim jednak niejednokrotnie. Trzeba wiedzieć, że przez żelazo rozumiano poprzednio stal miękką o zawartości węgla do 0,25 %, a więc jednocześnie materiał, którego  $R_v$  wynosi do 5000 kg/cm<sup>2</sup> i który daje się łatwo kuć i zgrzewać /szwajlować/, natomiast trudno hartować. Stalą nazywano dopiero materiał o wyższej zawartości węgla, większem  $R_v$ , łatwiej hartujący się, twardszy, nieodpowiedni do kucia i zgrzewania. Zamiast dawnych żelaza i stali odróżniamy dzisiaj stal miękką i stal twardą. Jak widać z tabli-

cy w miarę wzrostu zawartości węgla rośnie  $R_r$  i  $Q_r$  / granica wytrzymałości doraźnej i plastyczności/, zaś zmniejszają się: przydłużenie, przewężenie i uderność. Przy wyciąganiu na zimno materiał staje się twardszy, zwiększa swą  $R_r$ , traci wydłużalność. Do pierwotnego stanu daje się sprowadzić przez odpowiednią obróbkę cieplną - wyżarzanie powyżej temperatury  $730^{\circ}\text{C}$ , zależnie od zawartości węgla w stali. Zjawisko twarżenia stali, odkształconej powyżej granicy plastyczności, potęguje się, gdy stal była ogrzana do temperatury  $300^{\circ}\text{C}$  /temperatura niebieskiego nalotu/. Stąd pochodzi kruchość przebijanych blach w miejscach dookoła otworów na nity, osadzane przy temperaturze  $300^{\circ}\text{C}$ , wobec czego otwory w blachach kotłowych dla większych ciśnień powinny być wyłącznie wiercone. Znana jest wysoka twardość i kruchość cienkich drutów stalowych, przeciąganych przez diamentowe oczka; drut musi być wyżarzony. Rysunek 14 przedstawia wykres.

$\sigma, \epsilon$  / miękkiej stali



Rys.14.

Tablica stali

| Nr | węgier<br>C<br>w % | R <sub>r</sub><br>w kg/mm <sup>2</sup> | Q <sub>r</sub><br>w kg/mm <sup>2</sup> | A<br>% | przewęż.<br>C<br>w % | H <sub>B</sub><br>jedn. Brinell. | U<br>kg/cm <sup>2</sup> | Przecignię-<br>te                 |     |
|----|--------------------|--|--|--------|----------------------|----------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|-----|
|    |                    |  |  |        |                      |                                  |                         | R <sub>r</sub> kg/mm <sup>2</sup> | ε % |
| 1. | 0,1<br>mniej       | 30-40                                  | 20-25                                  | 25     | 80-70                | 84-110                           |                         | -                                 | -   |
| 2. | około<br>0,1       | 34-42                                  | 22-27                                  | 25     | 80-70                | 94-116                           | 14                      | 80-100                            | 5-4 |
| 3. | ponad<br>0,1       | 37-45                                  | 24-28                                  | 20     | 70-60                | 102-126                          |                         | -                                 | -   |
| 4. | 0,25               | 42-50                                  | 25-30                                  | 20     | 50-45                | 115-140                          | 9                       | 120-130                           | 4-2 |
| 5. | 0,3                | 45-52                                  | 24-35                                  | 20     | 60-50                | 120-145                          | 8                       | 130-140                           | 4-2 |
| 6. | 0,35               | 50-60                                  | 30-40                                  | 18     | 50-40                | 138-163                          | 7                       | 140-160                           | 4-2 |
| 7. | 0,45               | 60-70                                  | 30-45                                  | 14     | 55-45                | 166-205                          | 5                       | -                                 | -   |
| 8. | 0,60               | 70-85                                  | 40-50                                  | 10     | 40-30                | 205-250                          | 3                       | -                                 | -   |

Tabl1-

węglowych

| Temperatura<br>w °C. |                 | ZASTOSOWANIE   | U-<br>wa-<br>gi    |
|----------------------|-----------------|--|--------------------|
| Kucia                | Hartowa-<br>nia |  |                    |
| 1100/750             | 920             | Podręczne ogrodzenia   | Zatwa-<br>rzane    |
| "                    | "               | Zwykły materiał targowy. Drut na użytek pospolity. Części o dużej ciągliwości przy umiarkowanej wytrzymałości, jak śruby, pierścienie skurczone. Części cementowane, jak czopy, sworznie, tuleje.  |                    |
| "                    | "               | Obciążone części nieobrabiane. Dla obrabianych mniej właściwa.   |                    |
| 1050/750             | 880/900         | Części zmiennie obciążone, jak korby i korbowody; wałki i osie umiarkowanie ścierane i gięte. Części jak pod Nr. 2, lecz o większej wytrzymałości. Czyste gwinty, koła zębate mało obciążone. Części prasowane.  | Kuchno-<br>znawcze |
| "                    | 850/880         | Czopy i wały korbowe. Dźwignie, ciągną, korbowody. Koła zębate niehartowane.   |                    |
| "                    | 820/850         | Więcej obciążone części napędowe. Wałki wykorbione. Wałki szybkoobrotowe. Wałki turbinowe. Wrzeciona. Części wymagające naturalnej twardości, jak tłoki, trzony suwaków, części rozrządów, sworznie, pierścienie gwintowane. Śruby specjalne. Koła zębate.     |                    |
| 1000/750             | 800/820         | Jak pod Nr. 6 przy większych obciążeniach, dla oszczędzenia miejsca i ciężaru. Części o dużym docisku jednostkowym, jak kołki, kliny, ślimaki, koła zębate. Przy bardzo zmiennym obciążeniu zalecane ulepszenie stali.   |                    |
| "                    | 780/800         | Części o dużej twardości naturalnej, jak niehartowane części cierne rozrządów, twarde wałce. Części o b. wysokim obciążeniu stałym. Dla obciążeń zmiennych - stal ulepszona. Narzędzia o naturalnej twardości, jak matryce, stemple, obraczkę do przeciągania. |                    |

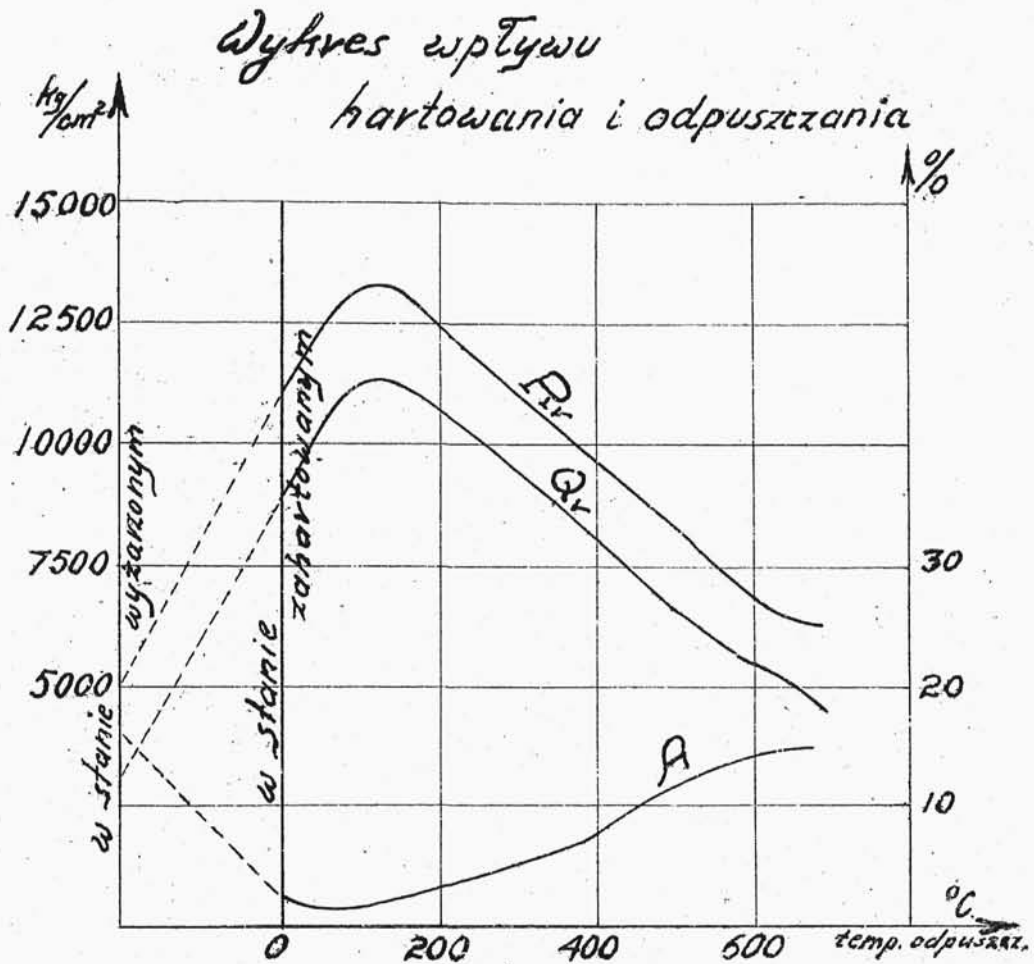
wyciągniętej powyżej 10 % wydłużenia, następnie odciążonej i po kilku dniach znowu obciążonej; widzimy wyraźny wzrost  $R_r$ .

Podane w tablicy stali węglowych temperatury wyżarzania przewidują studzenie w spokojnym powietrzu. Zarzenie przy tej temperaturze usuwa budowę gruboziarnistą, znamionującą kruchość i nadaje budowę drobnoziarnistą o większej ciągliwości.

W wypadki gdy chodzi tylko o zniszczenie naprężeń wewnętrznych, jak np. w odlewach stalowych, lub dużych sztukach kutech, które przy kształtowaniu nie mogą być całe, jednostajnie ogrzewane, wystarcza wyżarzanie do temperatury około 650 - 680°C, t.j. do temperatury, przy której sprężyste naprężenia wewnętrzne łatwo będą pokonane. Przy wskazanej temperaturze zachodzi obniżenie granicy sprężystości.

Obróbka termiczna jest cennym środkiem, zmieniającym prawie dowolnie cechy stali, wymaga jednak umiejętności i doświadczenia, gdyż łatwo można materiał przegrzać lub spalić, kiedy to w tym ostatnim wypadku staje się bezpowrotnie żarniwy i zdatny tylko do przetopienia /złom/. Ważnym zabiegiem termicznym jest hartowanie, dzięki któremu przez ogrzanie do wysokiej temperatury i następne mniej lub więcej szybkie studze-

nie nadajemy stali znaczną twardość. Droga następnego powrotnego ogrzewania do odpowiednio dobranej temperatury i ostudzenia, co razem nosi nazwę odpuszczania, możemy utrzymać  $R_v$  i  $Q_v$ , a także wydłużalność na żądanym poziomie. Wykres na rys.15 daje na osi odcię-



Rys.15.

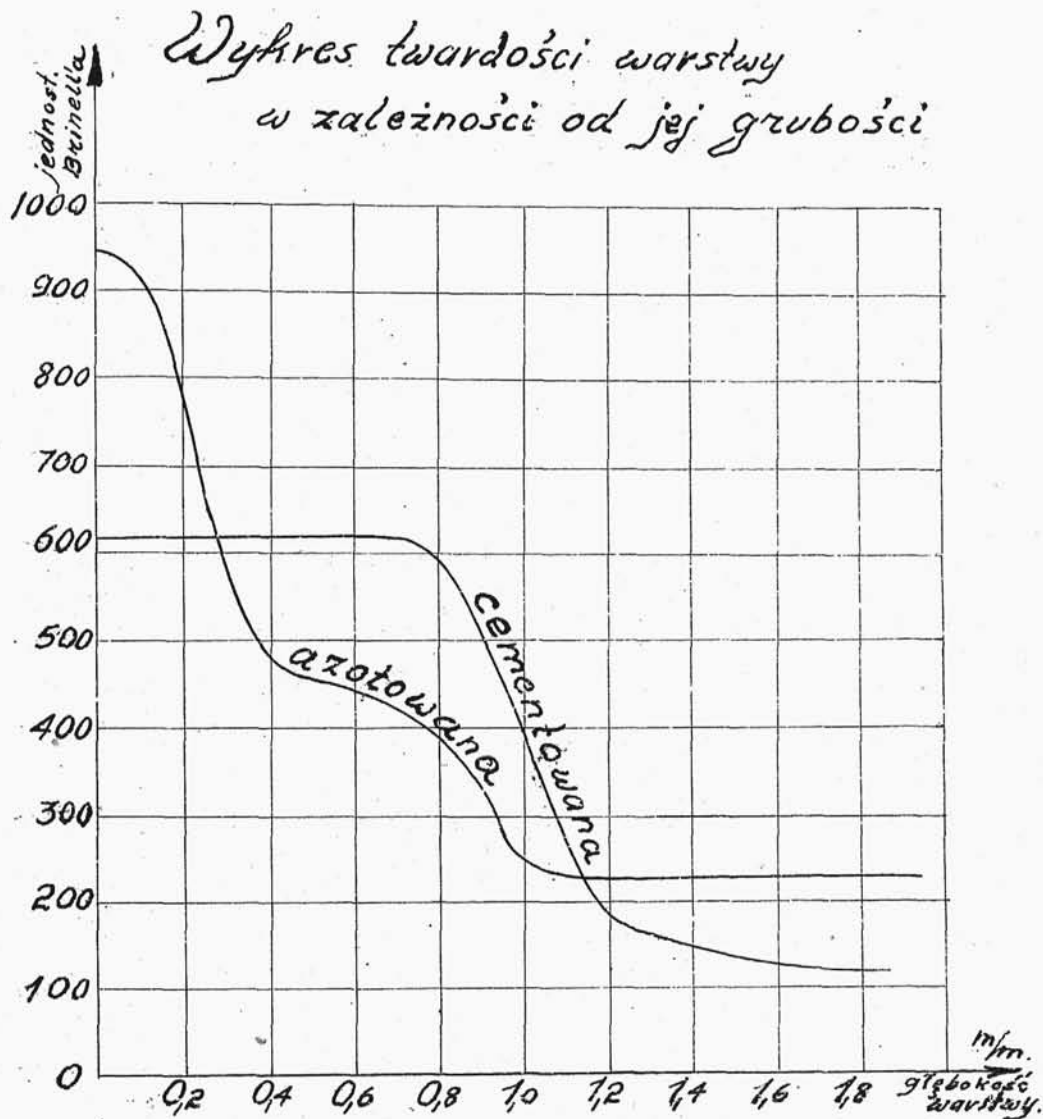
tych temperatury odpuszczania, a na osi rzędnych odpo-

wiednie wartości cech wytrzymałościowych, ustalonych drogą tego zabiegu dla stali węglowej o zawartości 0,3 % węgla.

**U t w a r d z a n i e.** Jak widzieliśmy wyżej, przez hartowanie zwiększamy twardość i wytrzymałość materiału, ale przytem zachodzi niepożądany wzrost kruchości i materiał traci na ciągliwości i udarności. Jeżeli chodzi o otrzymanie twardej powierzchni przedmiotu przy zachowaniu jego ciągliwości wewnątrz, stosujemy wtedy tak zwane utwardzanie metalu, które może być uskutecznione przez cementowanie albo azotowanie. Cementowanie polega na tem, że materiał /stal/ nawęglamy na powierzchni zapomocą proszku bogatego w węgiel w specjalnych piecach o wysokiej temperaturze. Azotowanie zaś uskutecznia się zapomocą przepuszczania amoniaku nad powierzchnią rozgrzanego przedmiotu również w odpowiednim piecu. Tak utwardzony przedmiot może posiadać na powierzchni twardość większą od 500 jednostek Brinella. Z powodu wysokiej temperatury przy cementowaniu, stal po cementacji musi być wyżarzona, czego nie potrzebuje stal utwardzona przez azotowanie. Utwardzanie przez azotowanie jest tańsze, ale ma tę wadę, że grubość warstwy nie może być duża i wynosi



zaledwie ułamek milimetra; przy większej grubości warstwy twardość gwałtownie spada, co pokazane na rys.16,



Rys.16.

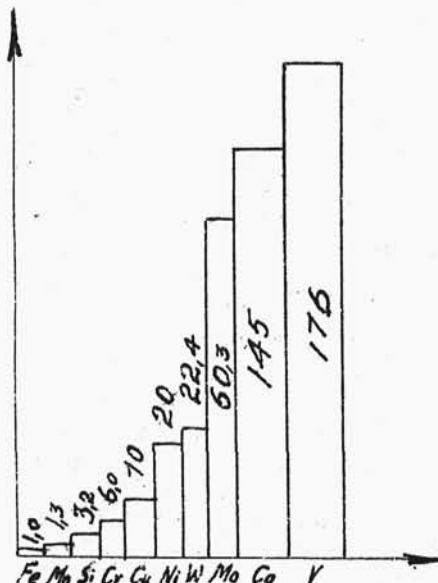
gdy przy nawęglaniu grubość warstwy dochodzi do 1 mm. Wobec tego przy dużych szybkościach względnych powierzchni

ciernych należy stosować dla powierzchni azotowanych mniejsze dociski w porównaniu z nawęglaniem.

**S t a l e s t o p o w e.** Stali stopowych nie zamierzamy rozpatrywać szczegółowiej. Jako stale konstrukcyjne stosuje się stale niklowe, przy zawartości niklu od 1,25 do 5,3 %, używane są na części maszyn wymagające cementacji; z nich te, które mają od 4,9 do 5,3%, nadają się szczególnie do części raptownie i zmiennie obciążanych. Stale chromowe rzadko służą do konstrukcji, jednak idą na łożyska kulkowe i kulki. Nikiel i chrom razem nadają ciągliwość /nikiel/, hartowność i przenikliwość hartowania /chrom/; budowa staje się drobnoziarnista, wysoki stosunek  $Q_r : R_r$ , odporność na uderzenia, sprężystość. Stale krzemowe mają zastosowanie w budowie mostów. Ze stali manganowych zasługuje na wymienienie tak zwana stal Hatfilda, bardzo twarda, używana do czepaków pogłębiarek, do miazdżarek, na skarbce i t.p. /1% C i 11 do 13% Mn/. Stale nierdzewne są to stale chromowe o zawartości 12-14 % Cr. Przy zamianie stali węglowych przez stale stopowe należy mieć na uwadze koszty. Wykres na rys.17 przedstawia w przybliżeniu ceny 1% poszczególnych dodatków stopowych używanych w stalach konstrukcyjnych przy

założeniu, że 1 % żelaza w stali przyjmujemy za jednostkę.<sup>x/</sup>

**K s z t a ł t o w n i -**  
k i. Stal, szczególnie  
zwykłą, targową, stal węglową,  
otrzymujemy na rynku tech-  
nicznym w postaci produktów  
walcowanych. Przejrzymy  
główne kształtowniki stalowe,  
uwzględniając ich sposób  
oznaczania. Stal w prętach  
okrągłych, znak np. -  $\varnothing$  10 mm;

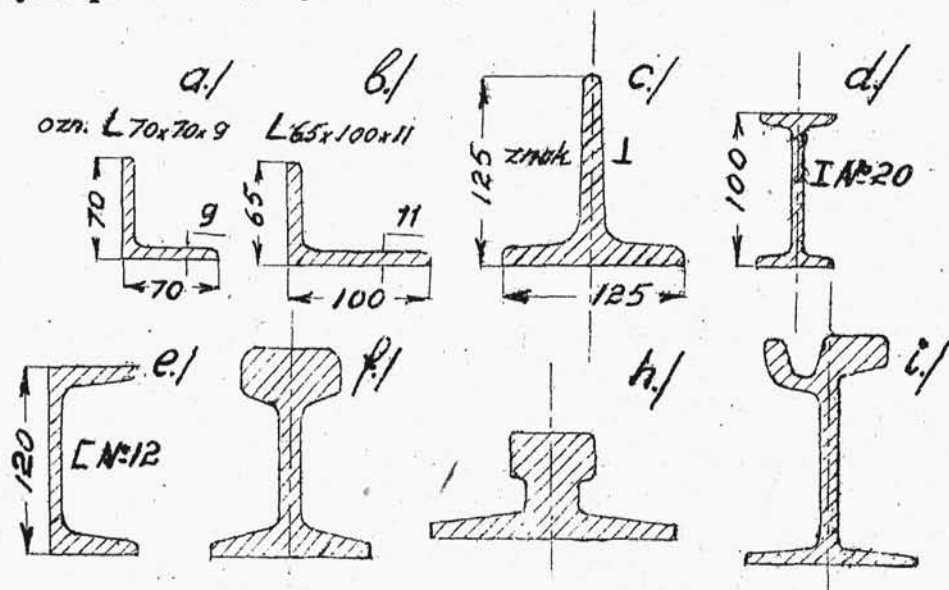


Rys.17.

przy grubości 5 mm nosi nazwę drutu walcowanego, jest to najmniejsza średnica walcowana na gorąco; z tej  $\varnothing$  przeciąga się mniejsze średnice już na zimno ze znacznym nakładem pracy mechanicznej. Stal o profilu półokrągłym  $\phi$  używana na zatyczki. Stal kratowa o przekroju kwadratowym np. -  $\phi$  20 mm. Stal o profilu prostokątnym, płaskowniki, przy mniejszych wymiarach zwane bednarką, oznacza się je dwoma wymiarami, szerokością i grubością, np. 80 x 8. Dalej idą profile więcej złożone /rys.18./. Kątowniki równoramienne /a./ i nierównoramienne /b./. Stal teowa /c./. Dwuteowniki /d./

<sup>x/</sup> Dane prof.Dr.Feszezenko-Czopińskiego

lub dźwigary. Ceowniki popularnie zwane korytkami / f/. W profilach c, d i f nazywamy podstawę - stopką, część zaś do niej prostopadłą - ścianką. Dwuteowniki i ceowniki oznaczamy jednym numerem, odpowiadającym liczbie centymetrów wysokości. Stopki dźwigarów o mniejszych profilach są dość wąskie - stąd nitowanie na nich



Rys.18.

niesco utrudnione. Pod tym względem bardzo wygodne są ceowniki. Dalej idą już profile specjalne, jak różnego typu szyny kolejowe, lżejsze / kolei dojazdowych / i cięższe / normalne /. Na uwagę zasługuje szyna, przeznaczona specjalnie na tory podsuwnicowe o szerokiej stopce / h/, o ile bowiem szyny kolejowe przytwierdza się hakami, o tyle tamte przy pomocy nitów. Szyny tramwajowego typu miejskiego / i. / są u-

mieszczono niżej poziomu ulicy, mają więc specjalne rowki do obrzeży kół. Dotychczas nie posiadamy jeszcze państwowego asortymentu wyrobów hutnich walcowanych, jednak poszczególne większe zakłady hutnicze polskie mają już swoje asortymenty, w których można znaleźć normalne wymiary walcowanej stali. Uporządkowanie tej dziedziny produkcji krajowej jest związane z dużymi kosztami, gdyż zmiana profilu wymaga zmiany walców.

### § 3. S t a l i w o

Odlewy stalowe otrzymuje się na podobieństwo odlewów żeliwnych przez zalanie staliwem z pieców odpowiednio przygotowanych form. Staliwa dostarczają oprócz gruszek Bessemerowskich i pieców Martynowskich, rozpowszechniające się dzisiaj coraz więcej, piece elektryczne rozmaitych typów. Odlewy stalowe dają przy stygnięciu znacznie większy skurcz w porównaniu z żeliwnymi. Gdy średnio skurcz żeliwa wynosi 1 % - to dla staliwa - 2 %. Stąd większe trudności odlewnictwa stalowego; między innymi skłonność do tworzenia jam usadowych i pęcherzy. Obecność wewnętrznych naprężeń sprężystych zmusza poddawać odlewy stalowe wyżarzaniu, o czym już była mowa wyżej. W budowie turbin parowych odlewy stalowe ulegają