

MOSTY ŻELAZNE.

Przystępując do mostów żelaznych, należy uprzednio zapoznać się z właściwościami materiału, a raczej materiałów, które tu w grę wchodzi. Mowa - oczywiście - o metalach. Jest ich zasadniczo trzy, mianowicie: żeliwo, żelazo i stal; w małych ilościach używa się jeszcze dla pewnych drugorzędnych celów i ołów. Wszystkie trzy pierwsze metale są jednego wspólnego pochodzenia. Pierwotnem źródłem ich jest ostatecznie ruda żelazna, będąca, jak wiadomo, chemicznem połączeniem czystego żelaza z innemi ciałami /tlen, wodór, węgiel, mangan, krzem, fosfor, siarka, miedź, glin i t.d./. Ruda, uprzednio wyprażona w piecach, zwanych "prażakami", - idzie następnie do "wielkich pieców". - Tam zmieszana z węglem lub koksem oraz z pewnemi chemiczalniami /węglan wapnia, tlenek glinowy, bezwodnik krzemowy, tlenek żelaza, fosforan wapnia/, których ilość i jakość zależne są od chemicznego składu rudy, zostaje poddana działaniu wysokiej temperatury, osiąganey za pomocą wdmuchiwanego nagrzanego i sprężonego powietrza. W rezultacie powyższego procesu topienia otrzymuje się t.zw. "surówkę", - produkt, którego składnikami - poza głównym, czyli żelazem, - są: jeszcze niewielkie /po parę procent lub w ułamkach pro-

centu/ ilości węgla, krzemu, manganu, siarki, fosforu, glinu.

Surówka jest tym właśnie wspólnym pnem, z którego wychodzą wszystkie wymienione wyżej metale, w zależności mianowicie od tego, jakiemu procesowi poddamy następnie ten surowy materiał. Jeżeli bowiem będziemy go przetapiać w "kopulakach" - z domieszką węgla, żelaznego, oraz kamieni wapiennych, - pod działaniem powietrza, wtłaczanego pod niewielkim sprężeniem, - to otrzymamy t.zw. "żeliwo", produkt, który prócz czystego żelaza - zawiera w sobie jeszcze: węgiel - w ilości ok. 2-3 % - nie więcej w każdym razie nad 6 %, - oraz drobne stosunkowo domieszki krzemu, fosforu, manganu i siarki, - których obecność posiada jednak duży wpływ na fizyczne własności metalu.

Jeżeli natomiast poddamy surówkę specjalnemu procesowi topienia w piecach systemu Bessemera, wzgl. Tomasa, lub też Siemens-Martina, to otrzymamy t.zw. żelazo zlewne, czyli poprostu żelazo, które obecnie ma powszechne prawo obywatelstwa w technice wogóle, w mostownictwie - w szczególności. Zasadnicza różnica między nim a żeliwem - co do składu chemicznego - jest ta, że zawiera ono nie więcej jak 0,5 % węgla - przy odpowiednio również małej zawartości innych domieszek. Jak widać więc, treścią pomysłów Bessemera-

-Tomasa oraz Siemens-Martina jest umiejętne oddzielenie od surówki węgla wraz z innymi dodatkowymi składnikami. Osiąga się to u Bessemera - przepuszczaniem przez roztopione w kopulaku i wlane do specjalnego - kształtu gruszki - naczynia żeliwo, - gorącego i silnie sprężonego powietrza, przyczem wewnętrzne boki naczynia /t.zw. "konwertora"/ wykładane są mieszaniną kwarcu i gliny. Odrębność systemu Tomasa polega na tym, że dla wyłożenia boków gruszki stosuje się inny materiał, mianowicie: wypalony dolomit, z domieszką wapnia, nazywamy ten ostatni proces zasadowym, poprzedni zaś kwaśnym. Wyższość zasadowego nad kwaśnym wyraża się w tym, że dzięki obecności tlenku magnezowego, zawierającego się w dolomicie, oddziela się od żelaza fosfor i spala się, podwyższając tym samym wewnętrzną temperaturę przetapianej masy. Jest to ważne dlatego, że nadmierna /ponad 0,1 % / zawartość fosforu powoduje wyraźną łamliwość żelaza przy temperaturach poniżej zera.

Przez dodatkowe następnie wprowadzenie pewnej ilości wapna, wytwarza się - drogą połączenia tego ostatniego z fosforem, - szlaka, która pod nazwą "żużli Tomasa" stosowaną jest w rolnictwie jako nawóz sztuczny.

Zasadniczą cechą systemu Siemens-Martina jest to, że zamiast wtłaczania sprężonego powietrza - potrzebną wysoką temperaturę osiąga się przez spalanie "płomieniaków", w których się odbywa topienia, płomieniem gazów, otrzymywanych z gazownicy /t.zw. osad/, przy czem ciepło odchodzących spalin zużywane jest jeszcze dla uprzedniego podniesienia temperatury powyższych gazów, jak również dla ogrzania powietrza, idącego do płomieniaków. /Specjalny system Siemens-Martina, zwany regeneratorem/. W tych ostatnich właśnie następuje połączenie się gorących gazów z gorącym powietrzem, wynikiem czego jest spalanie się mieszaniny przy bardzo wysokiej temperaturze.

Pozatem odrębność procesu Siemens-Martina polega jeszcze na tem, że do przetapianej surówki dodaje się pewną ilość czystego żelaza /w postaci starego łomu/, albo nawet rudy; pomaga to znakomicie do zmniejszenia procentu zawartości żelaza, o co właśnie przedewszystkiem chodzi.

Boki płomieniaków - tak samo jak i w piecach Bessemera-Tomasa - wykładane są bądź zaprawą krzemową /sposób kwaśny/, bądź dolomitową /sposób zasadowy/.

Nasze krajowe rudy odznaczają się zazwyczaj znaczną zawartością fosforu i dlatego dla otrzymania pro-

duktu wysokiej jakości wskazanym jest u nas raczej proces Martinowski.

Zanim jeszcze wyżej zaznaczone ulepszone sposoby fabrykowania żelaza pozyskały prawo obywatelstwa, - to znaczy: przed jakimiś trzema - czterema dziesiątkami lat, był w użyciu inny - mniej doskonały sposób, t.zw. "puddlingowy", który polegał na wytapianiu żelaza z surówki w piecach przy znacznie niższej temperaturze, jaką tylko można było wtedy uzyskiwać, nie stosując sprężonego wdmuchu, tak że masa metalowa dochodziła nie do stanu płynnego, jak obecnie, lecz zaledwie do ciastowatego. To też - dla uzyskania czystego produktu musiano następnie poddawać żelazo skomplikowanej mechanicznej obróbce pod młotami i nawet pod walcami, aby usunąć nieoddzieloną jeszcze szlakę. Żelazo to przyjęto wówczas nazywać zlipnym, albo spawalnym, - zapewne dla odróżnienia od żeliwa, które oczywiście w najmniejszym stopniu własności spawania się nie posiada.

W porównaniu z żelazem Martenowskim lub Bessemerowskim, które znów - dla zaznaczenia, iż otrzymuje się w stanie płynnym - przyjęto nazywać "zlewnym"; żelazo spawalne różni się przedewszystkiem swoją strukturą, raczej włóknistą, gdy tanto ma przekrój ziarnisty; pozatem jest ono mniej wytrzymałe na

ciągnięcie i ciśnienie, zwłaszcza w linii prostopadłej do walcowania.

Rzecz godna uwagi - żelazo zlewne późno zaczęto stosować do mostów /w Austrii, na przykład, dopiero w r.1904/ - obawiając się, że może ono okazać się zbyt kruchem - przy znacznej swojej wytrzymałości na rozerwanie. Oczywiście, te uprzedzenia rozwiały się bardzo prędko, i obecnie żadne inne żelazo już nie jest w mostownictwie używane na dźwigary prócz zlewego. Wymagane jest przytem, żeby ono posiadało wytrzymałość na zgniecenie - względnie rozerwanie - w granicach od 36 do 42 - nawet 45 kg/mm²., ciągliwość zaś w granicach od 18 do 25 % .

Przy zawartości węgla poniżej 0,5 % nazywamy produkt "żelazem", posiada on wyżej podaną wytrzymałość; przy zawartości węgla 0,5 % albo i więcej otrzymujemy t.zw. "stal", której wytrzymałość wzrastać może do 600 kg/cm² i wyżej, zato ciągliwość spada do 10 % i niżej.

Do konstrukcji mostowych żelazo używane jest w postaci:

1/ blachy różnych wymiarów i grubości, 2/ kształtowników takich, jak: dwuteówki i kątowniki, 3/ wreszcie wstęgowników szerokich /od 200 do 600 mm./ i wąskich /do 200 mm./. W pewnych wypadkach używane są

jeszcze takie specjalne kształtówki, jak wspomniane w swoim miejscu: blachy nieckowe, żelazo Zaures i Vauterin'a, oraz blacha falista.

Różne państwa, a nawet poszczególne wielkie huty posiłkują się jako obowiązującymi dla fabrykacji pewnymi asortymentami, które ustalają, w jakich poszczególnych wymiarach wszelkie wyżej wymienione rodzaje są lub mogą być wyrabiane i dostarczane do użytku. Aczkolwiek skale są dosyć rozległe, - to jednak pamiętać należy, że część tylko wymiarów należy do kategorii t.zw. "kurantowych" - pozostałe można mieć tylko na specjalne zamówienie - naturalnie, po wyższych cenach. Naprzykład: blachy grubości do 10 mm. mają normalną szerokość do 1520 mm., długość zaś pozostaje w pewnym określonym stosunku do szerokości; im większą jest pierwsza, tym mniejszą druga; przy szerokości naprzykład 1500 mm. najwyższa długość nie przekracza normalnie 7 mtr. /przy grubości do 10 mm./.

Kątowniki znów, naprzykład, bywają wprowadzane równoramienne i nierównoramienne, ale te ostatnie mogą być tylko przeważnie na zamówienie. I wogóle nie wszystkie podawane w asortymentach wymiary kątowników są kurantowe; do tych ostatnich należą tylko: 50 x 50 x 6-7 mm.; 60 x 60 x 6-8; 70 x 70 x 7-8 mm.;

80 x 80 x 8-10 mm.; 90 x 90 x 10 ; 100 x 100 x
x 10-12 mm. i 120 x 120 x 10-12 mm.

Żelazo okrągłe stosuje się przeważnie do wymia-
rów od $\phi \frac{5}{8}$ " - 16 mm. do ϕ 1" - 25 mm.

We wspomnianych wyżej tabelach asortymentowych,
podawane są również wartości różnych charakterystycz-
nych funkcji przekrojów poszczególnych kształtowni-
ków. Funkcjami temi są: pole przekroju, położenie
środka ciężkości, momenty bezwładności i wytrzyma-
łości - względem osi, równoległych do wysokości i
szerokości, oraz względem osi głównych. - Znajomość
tych funkcji jest konieczną przy projektowaniu kon-
strukcji żelaznych z powyższych kształtowników. -
Podawana jest również w asortymentach waga tych
ostatnich, jak również wstęgowników w klgr, na 1 mtr.
bieżący, zaś blach - w kg. na 1 mtr².

Wiadomości te niezbędne znów są przy obliczaniu
ogólnego ciężaru i - co za tem idzie - kosztu pro-
jektowanych konstrukcji żelaznych.

Przy zamawianiu - względnie: przy nabywaniu żela-
za, trzeba się kierować tem, aby ono odpowiadało
pewnym normalnym wymaganiom, ustanawianym na ten cel
przez organa państwowe. Te t.zw. "warunki technicz-
ne" w różnych państwach nie są zupełnie jednakowe,
aczkolwiek różnią się między sobą niewiele. Dla

stwierdzenia, że nabywane żelazo odpowiada właśnie wymaganiom tak co do wymiarów, jakości i gatunku, jak i co do granic wytrzymałości i rozciągliwości - muszą być dokonywane nad nim - w pewnej przepisanej ilości - różne specjalne próby na zimno i gorąco.

U nas w Polsce własnych urzędowych przepisów jeszcze nie posiadamy, w razie potrzeby posługujemy się normami rosyjskimi i austriackimi.

Mosty żelazne mniejsze mają w przekroju przeważnie kształt t.zw. "dwuteowy". O konstrukcjach odmiennych, stosowanych w pewnych szczególnych wypadkach, będzie osobna wzmianka w końcu.

Wymieniony przekrój ma swoje uzasadnienie logiczne w tem, że, jak wskazuje wzór

$$k \leq \frac{M \cdot z}{J}$$

naprężenia przy zginaniu wzrastają w miarę oddalenia włókien od osi obojętnej - proporcjonalnie mianowicie do odległości. Skrajne zatem części przekroju muszą mieć znacznie większą powierzchnię i - co za tem idzie - moment wytrzymałości, niż środek, gdzie naprężenie zginające normalne - jak wiadomo - równa się zeru. Zato tu mamy do czynienia z największym naprężeniem ścinającym, które - jak wskazuje wzór $k_t \leq \frac{Q \cdot s}{J}$ - jest wprost proporcjonalne do mo-