

Klasyfikacja stali i przykłady oznaczeń

Żelazo

Żelazo $_{26}\text{Fe}$ - pierwiastek chem. z bloku d, grupy 8; ciężki metal, aktywny chemicznie, posiada właściwości ferromagnetyczne. Stosowany w hutnictwie jako główny składnik stali, żeliwa i innych stopów; także pełni funkcję katalizatora (substytut platyny). Otrzymywane w tzw. wielkim piecu podczas redukcji rud żelaza węglem i tlenkiem węgla. Proces ten jest złożony i zachodzi w kilku stadiach, przy czym następuje stopniowe przechodzenie żelaza na coraz niższy stopień utlenienia.

Wytap żelaza

Rudy żelaza

Układ okresowy

Najważniejsze rudy żelaza:

magnetyt (72% wag. żelaza) - Fe_3O_4

hematyt (70% Fe) - Fe_2O_3

limonit (<52% Fe) - $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$

syderyt (<48% Fe) - FeCO_3

lepidokrokit - $\text{Fe}(\text{OH})_2$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$



Magnetyt

Magnetyt - minerał z gromady tlenków, zaliczany do grupy spineli (żelazowych). Należy do minerałów bardzo pospolitych i wyjątkowo szeroko rozpowszechnionych.

Kamień *magnetis* był już znany starożytnym Grekom. Nazwa pochodzi od dawnego greckiego miasta Magnesia (obecnie Manissa) - dziś na terenie Turcji.



Hematyt





**Figurka niedźwiedzia
wykonana z hematytu**



Hematyt

Hematyt- nazwa pochodzi od *gr. haema (haima) = krew* oraz *haimatites = krwisty*; nawiązując do czerwonej barwy tego minerału po jego sproszkowaniu. Jest minerałem bardzo pospolitym.

Limonit





Limonit - ruda darniowa

***Limonit (żelaziak brunatny)* - bardzo drobnoziarnista lub skrytokrystaliczna mieszanina minerałów (tlenków i wodorotlenków żelaza) – kiedyś była uważana za odrębny minerał. Według dzisiejszych podziałów jest to rodzaj skały. Substancja bardzo pospolita, rozpowszechniona i spotykana w miejscach występowania goethytu.**

Syderyt





Syderyt – minerał z gromady węglanów. Należy do minerałów bardzo pospolitych i szeroko rozpowszechnionych. Nazwa pochodzi od gr.*sídēros* = żelazo, nawiązując do składu chemicznego tego minerału, którego głównym składnikiem jest właśnie ten pierwiastek.



Żelazo

rok odkrycia starożytność

liczba atomowa 26

masa atomowa 55,847

elektroujemność 1,9

wartościowość +2, +3, +6

zawartość w skorupie ziemskiej

(litosfera + atmosfera + hydrosfera) 6,14%

temperatura topnienia (°C) 1536

temperatura wrzenia (°C, p = 1 atm) 2750

liczba znanych izotopów (w tym trwałe tzn.

o okresie półrozpadu ponad 1 mld lat) 15(4)

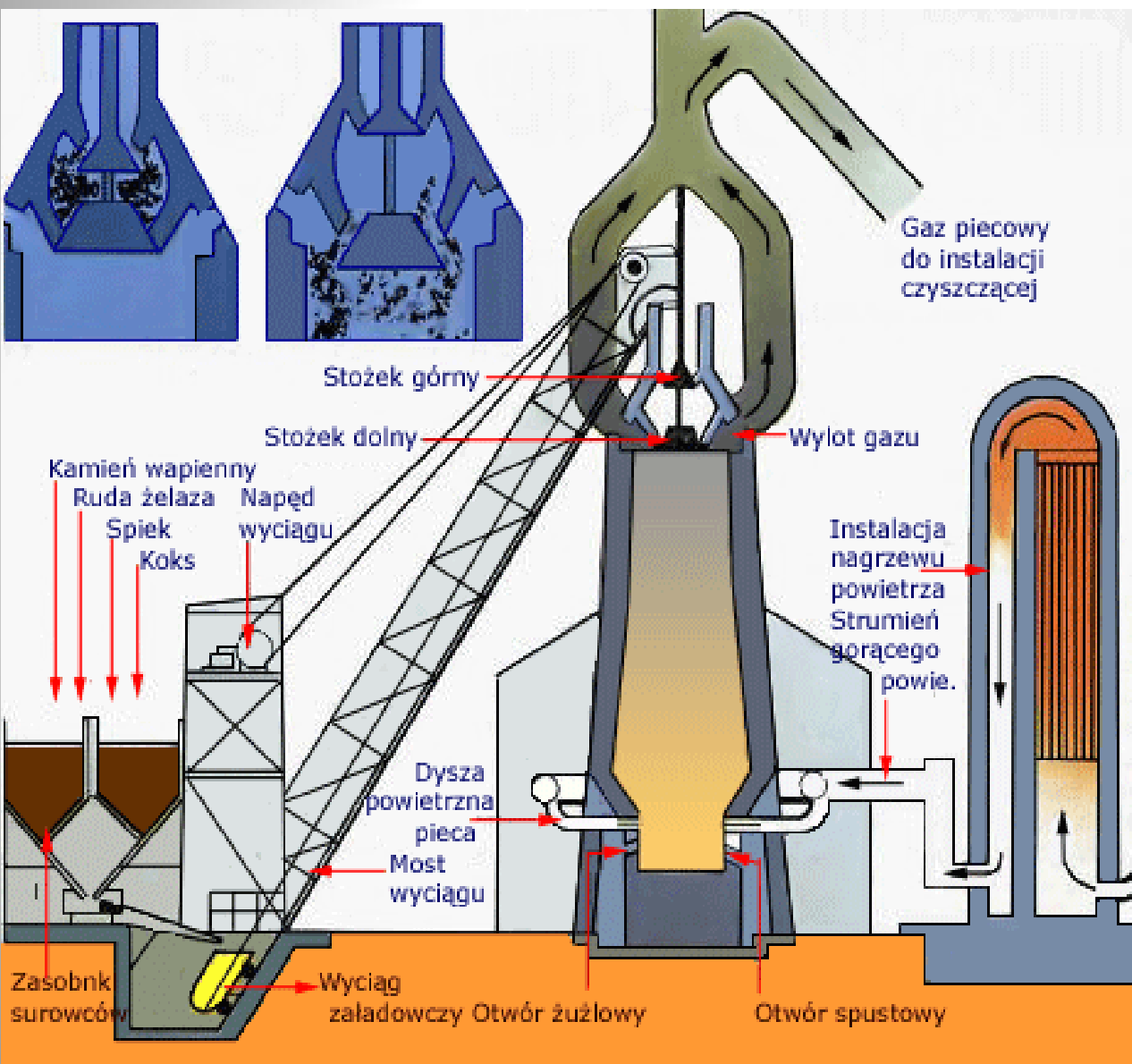
konfiguracja elektronowa stanu podstawowego:

[Ar] 3d⁶ 4s²

1s² 2s² 2p⁶ 3s² 3p⁶ 3d⁶ 4s²



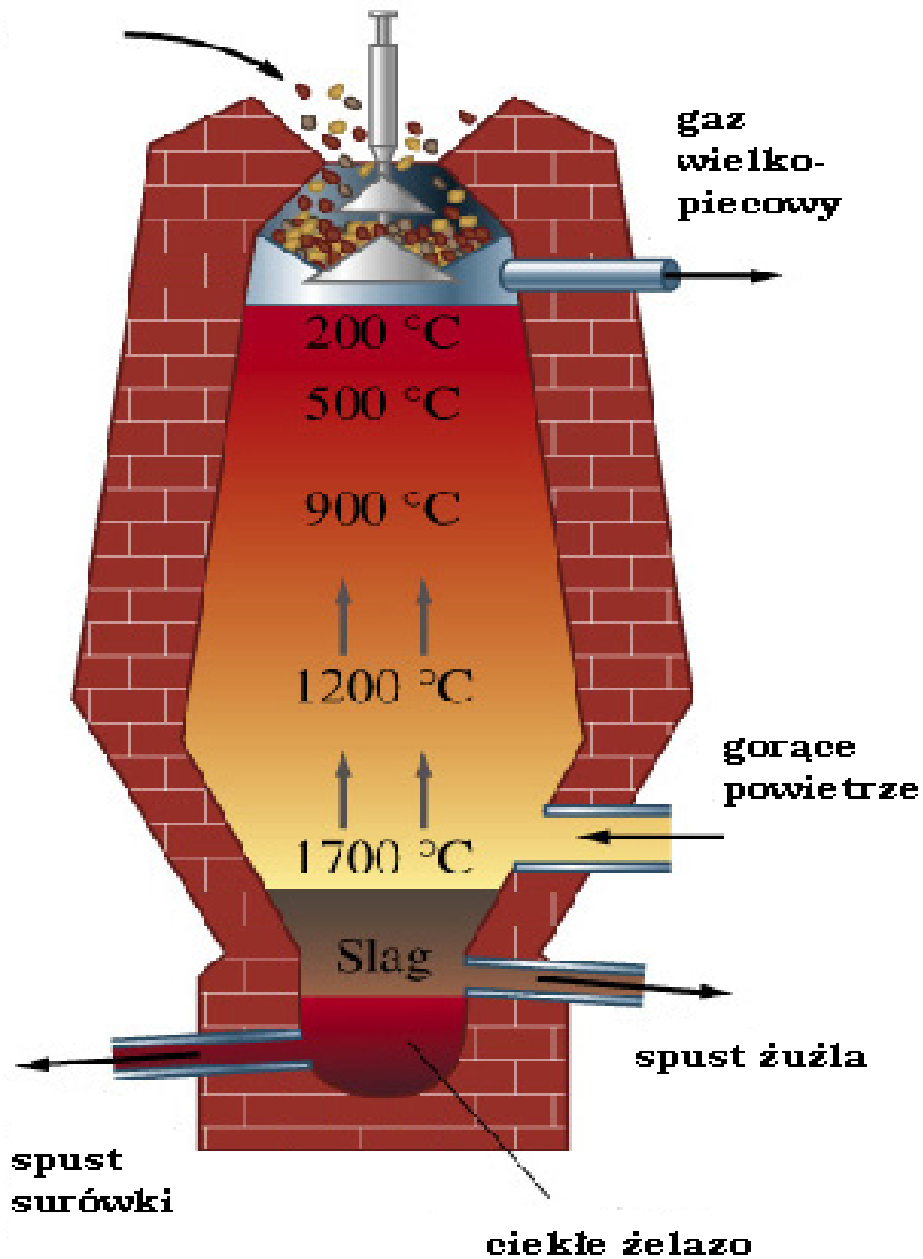
Wytop żelaza

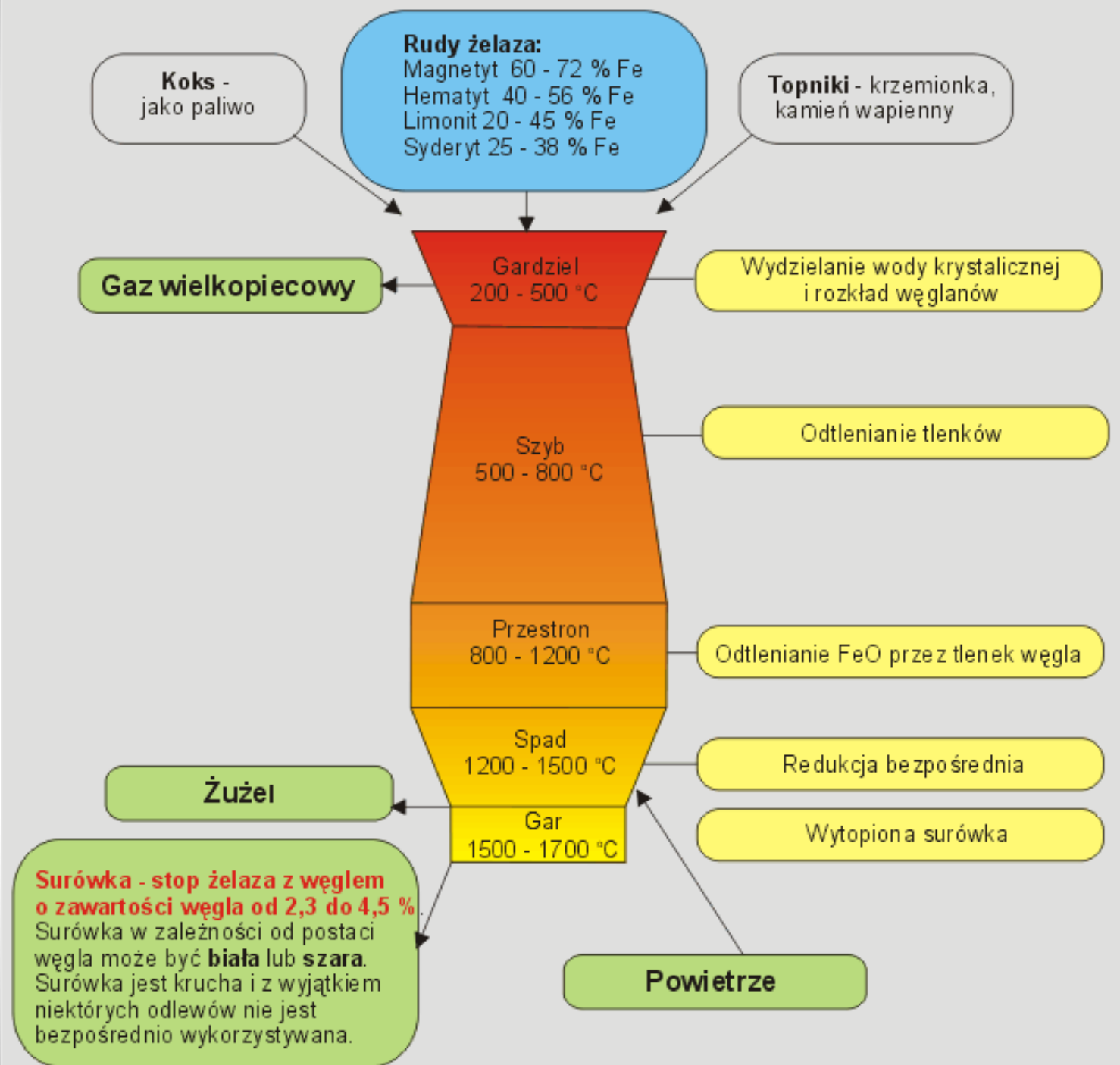


Wytop żelaza. Proces produkcji przeprowadza się w urządzeniu zwanym wielkim piecem. Jest to konstrukcja wykonana ze stali, wyłożona wewnątrz ceramicznym i węglowym (w dolnej części) materiałem ogniotrwałym

Żelazo

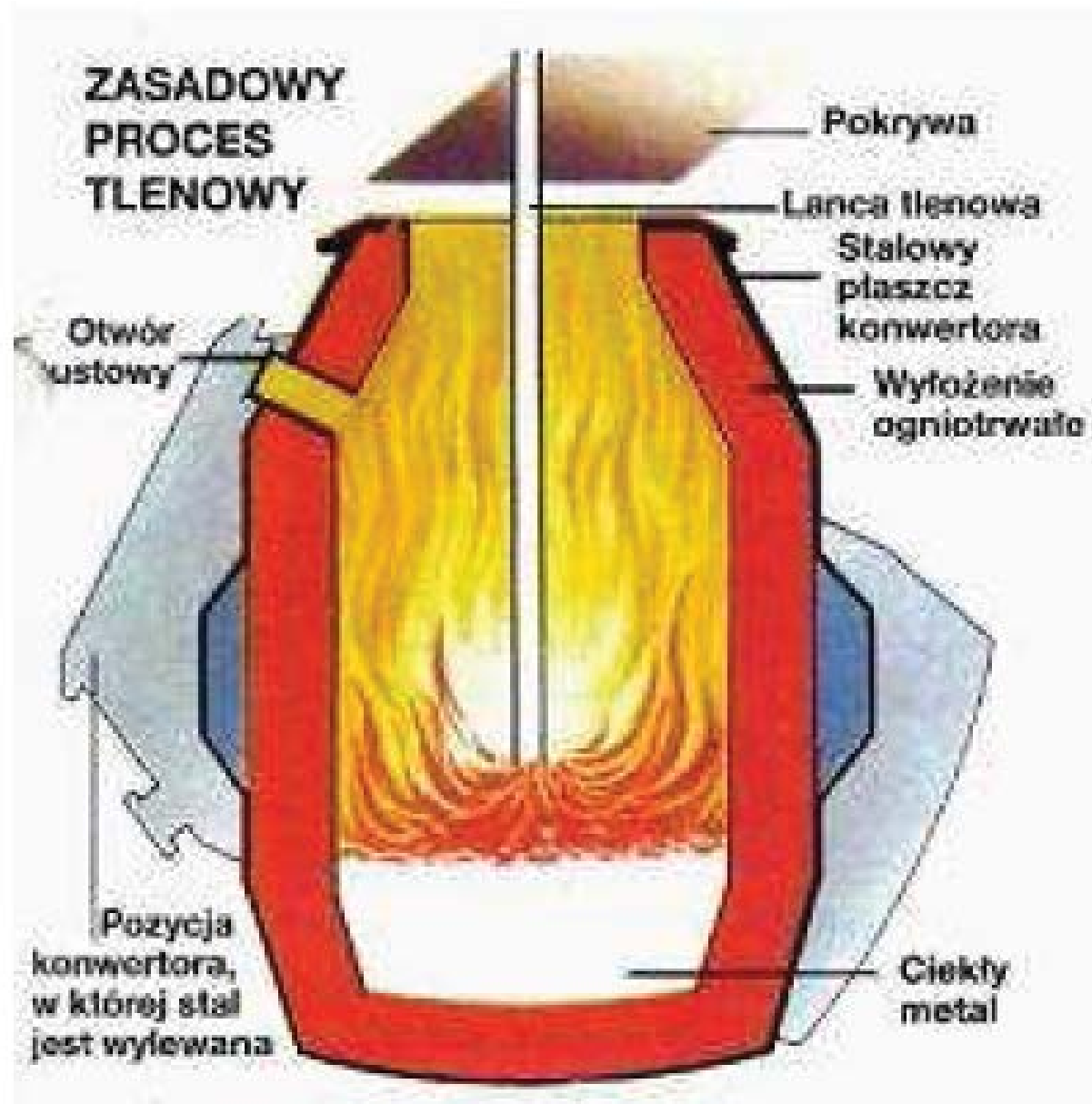
ruda, topniki,
koks







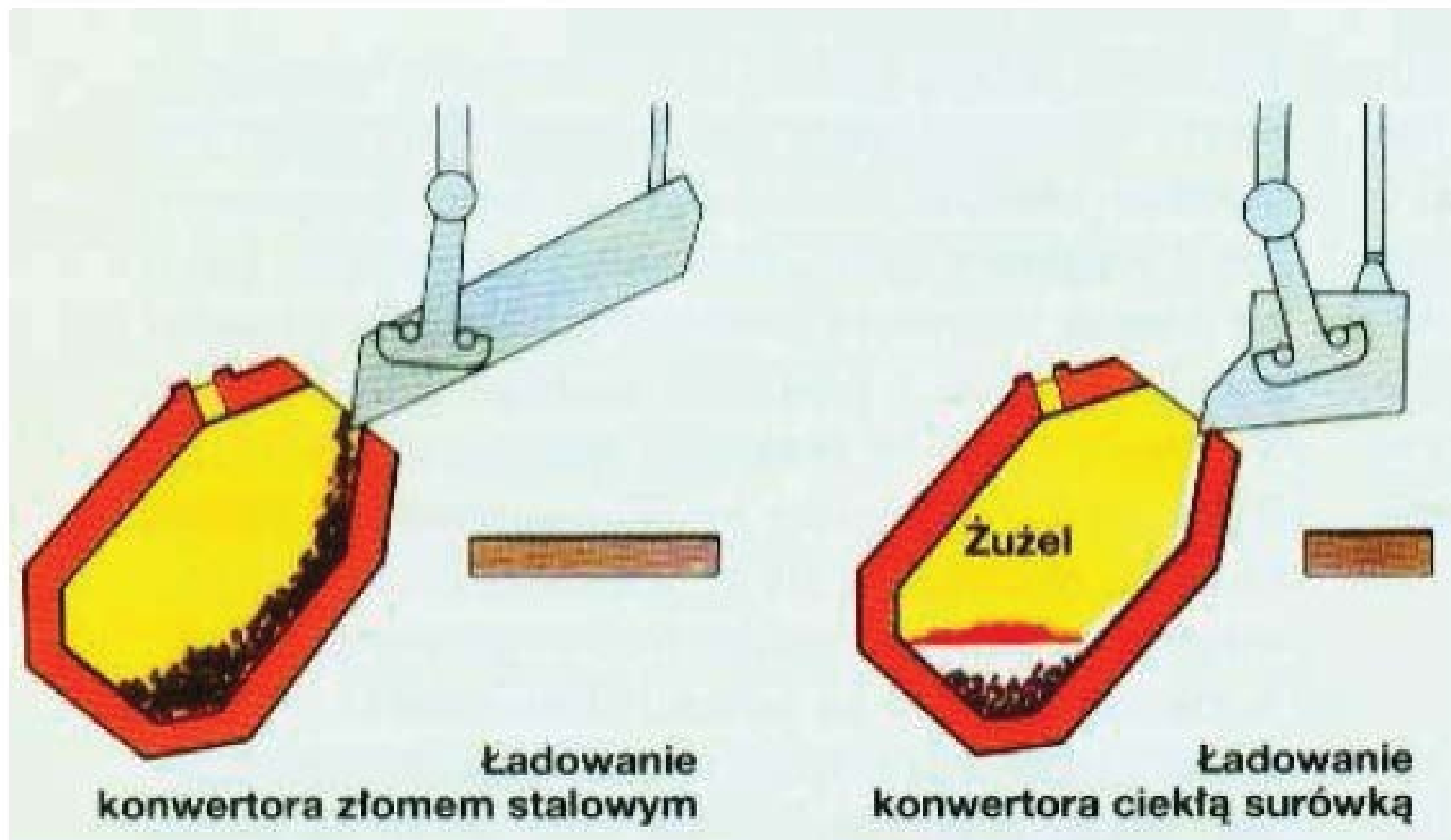
Zasadowy proces tlenowy



Zasadowy proces tlenowy

- ***Produkcja stali w zasadowym procesie tlenowym. Surowcami są tu surowka żelazna z wielkiego pieca oraz złom stalowy. Dodatek złomu zapobiega przegrzaniu metalu.***

Zasadowy proces tlenowy

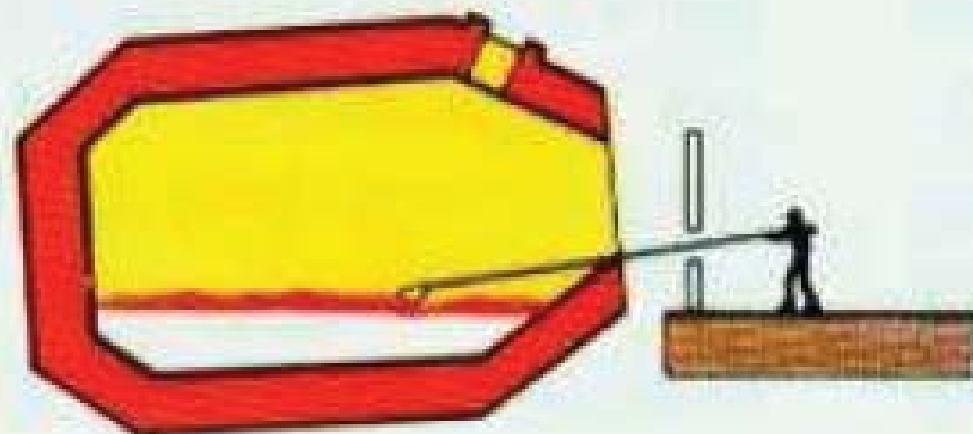


Zasadowy proces tlenowy

Lanca tlenowa



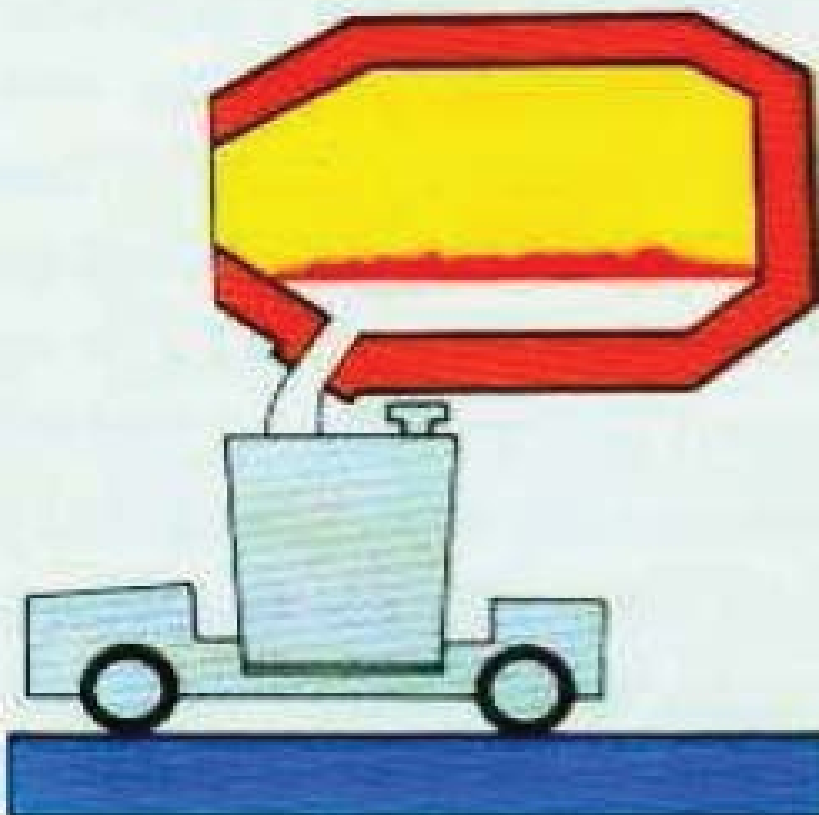
Wypalanie
zanieczyszczeń tlenem



Pobieranie
próbki stali

Zasadowy proces tlenowy

**Wylewanie
stali**

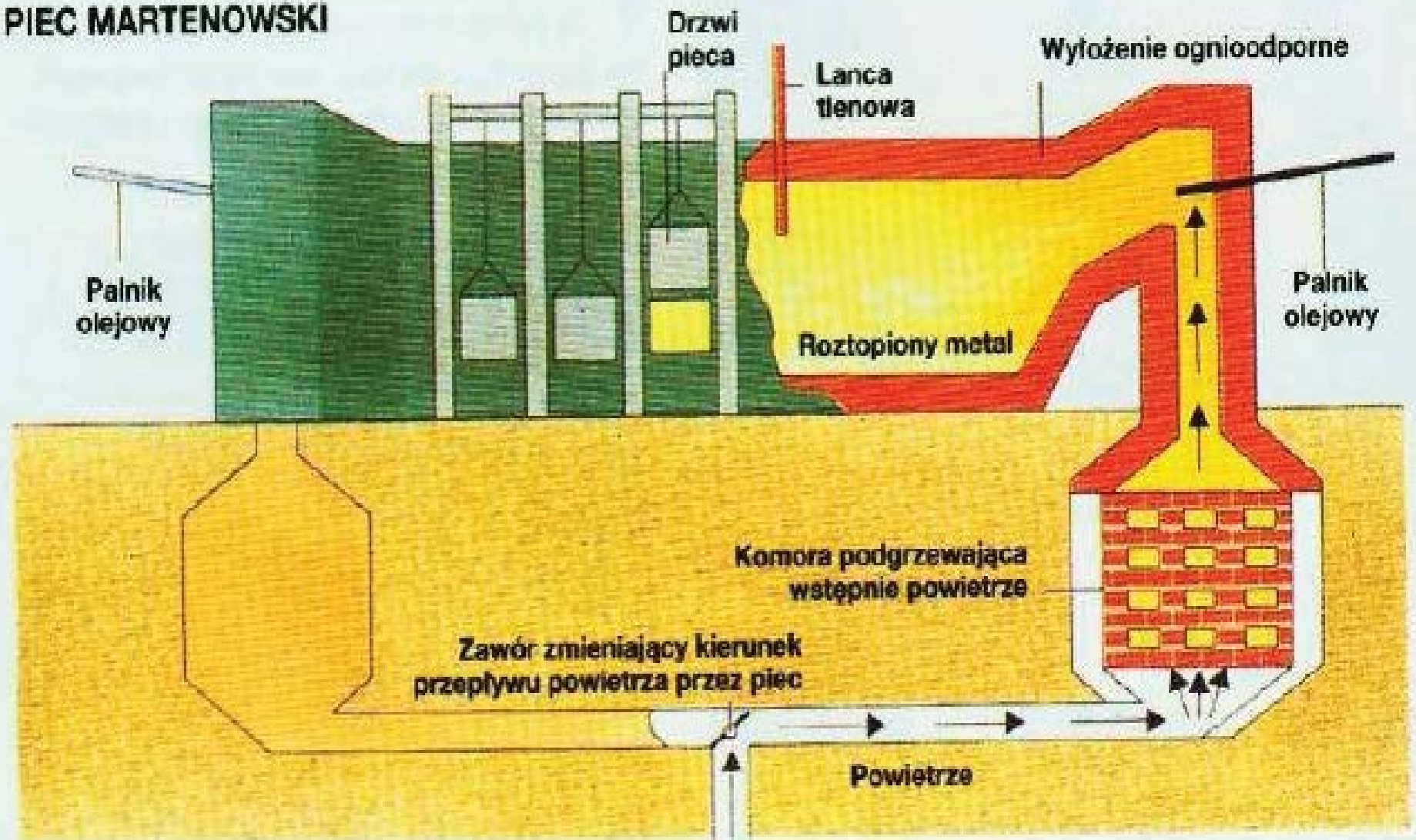


**Usuwanie
żużla**



Proces martenowski

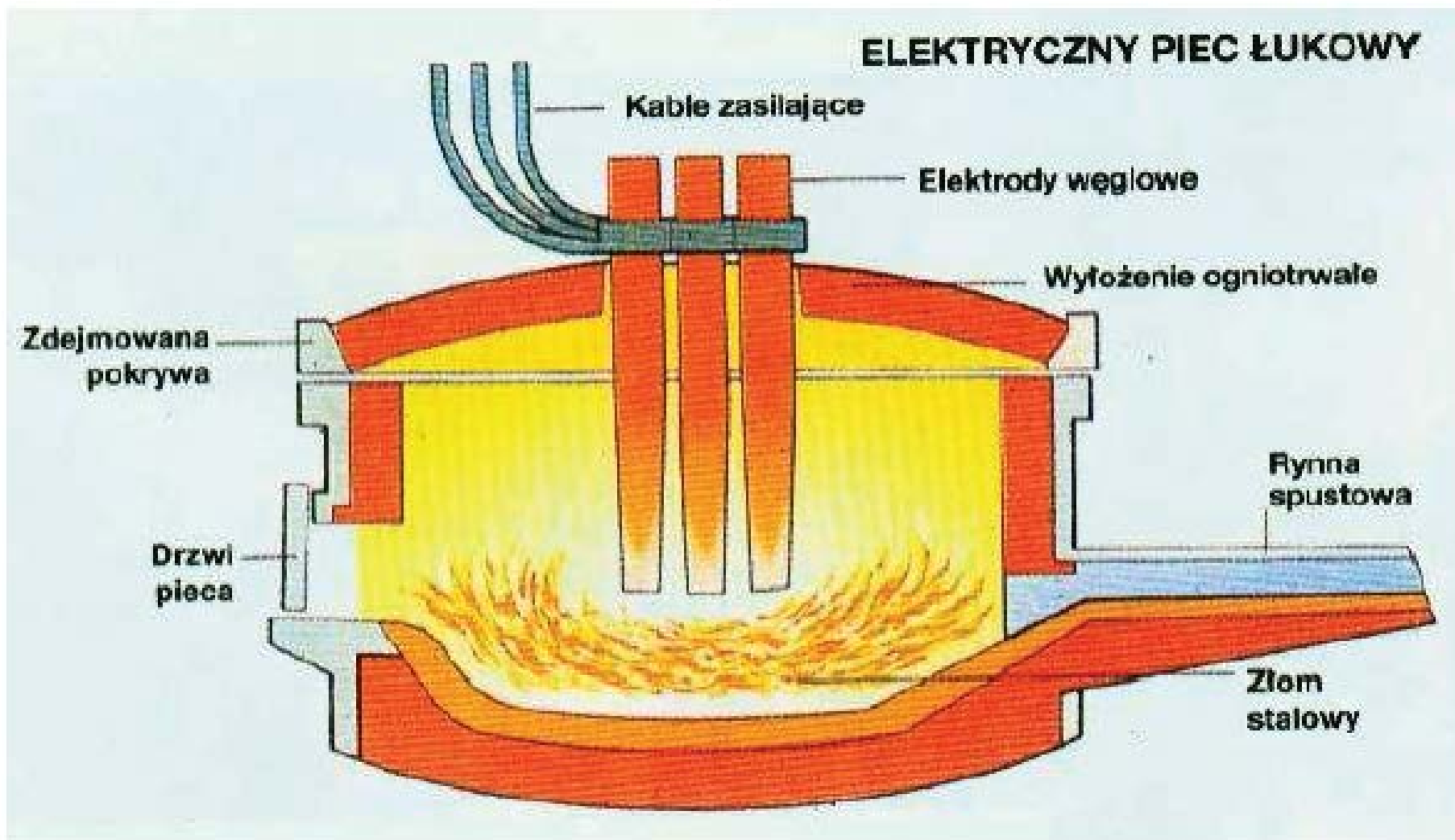
PIEC MARTENOWSKI



Proces martenowski zasadowy

- Wymurowanie pieca do linii nieco powyżej linii żużla zasadowe.
- Odmiany procesu zasadowego w zależności od rodzaju wsadu:
- Proces rudny – wsad ponad 75% ciekłej surówki i mniej niż 25% złomu stalowego – stosowany rzadko
- Proces złomowo – rudny – wsad- 25 – 50% ciekłej surówki. Dodawana jest ruda w ilości do 20%
- Proces złomowy – wsad – 30 –45% stałej surówki, 55 – 70% złomu, 5% rudy.
- Proces bezsurówkowy – wsad wyłącznie złom.

Piece elektryczne łukowe



Piece elektryczne łukowe

- Proces zasadowy:
- Istnieje możliwość otrzymywania zarówno stali węglowych o większych zawartościach węgla, jak i stali stopowych zawierających nawet mniej niż 50% żelaza.
- Wsad podobny jak i w piecu martenowskim
- Proces składa się z dwóch okresów:
 - - utleniającego, w czasie którego następuje odfosforzenie kąpieli,
 - - redukującego, zwanego także okresem rafinacji stali

Created with a
non-activated version
www.avs4you.com

Układ okresowy

Legenda:

Niemetale Półmetale

Metale

	1											18						
1	H											He						
2	Li	Be											Ne					
3	Na	Mg											Ar					
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	*	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	**	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Uun	Uuu	Uub						

Legenda:

Niemetale

Półmetale

Metale

*Lantanowce

La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

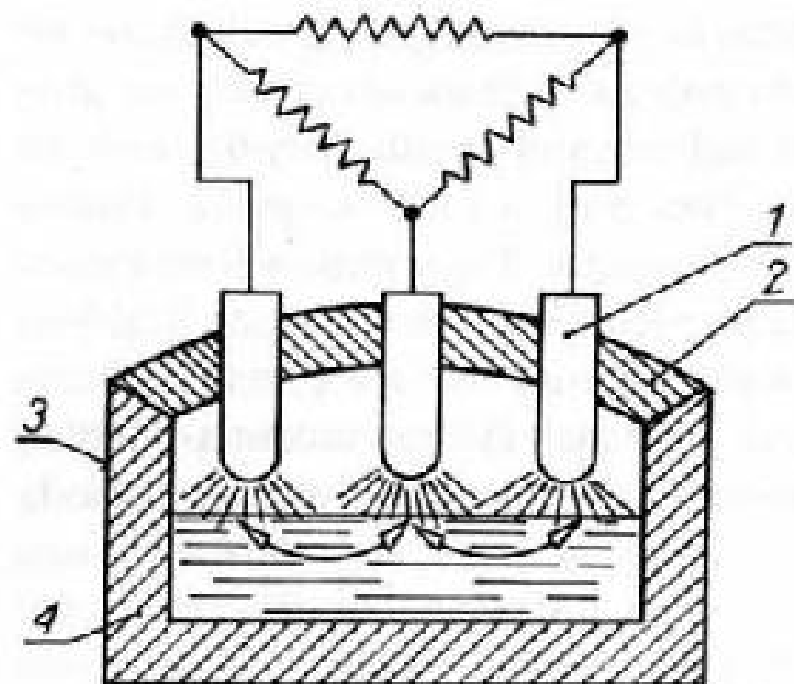
**Aktynowce

Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr
----	----	----	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

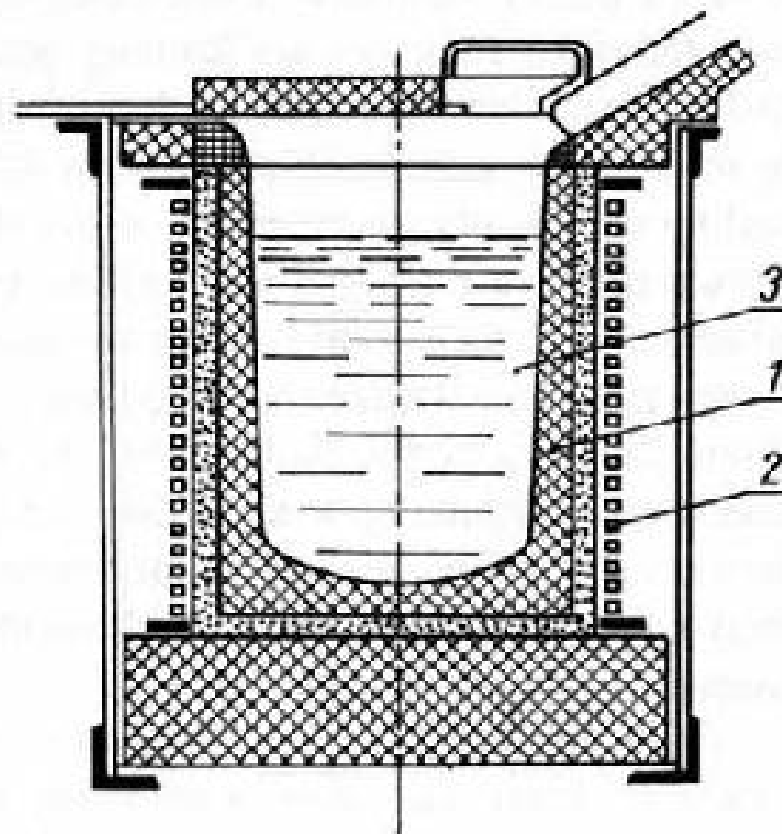
Otrzymywanie stali

✓ Stal otrzymuje się w wyniku przeróbki surówki, a ponieważ stal może zawierać **do 2% węgla**, gdy tymczasem surówka zawiera go 3,2-4,3%, głównym celem procesu jest odwęglenia surówki. Surówka zawiera również domieszki w postaci krzemu, manganu, siarki i fosforu. Podczas przerobu surówki na stal zarówno węgiel, jak i domieszki ulegają częściowemu wypaleniu. Otrzymana w ten sposób ciekła stal użyta na odlewy nazywa się **staliwem**, a odlana we wlewki i przewalcowana na walcarkach, zwanych zgniataczami, nazywa się **stalą**. Do wyrobu stali stosuje się metody:

- **Konwertową**
- **Martenowską**
- **Elektryczną** (stosowaną głównie do rafinacji stali)

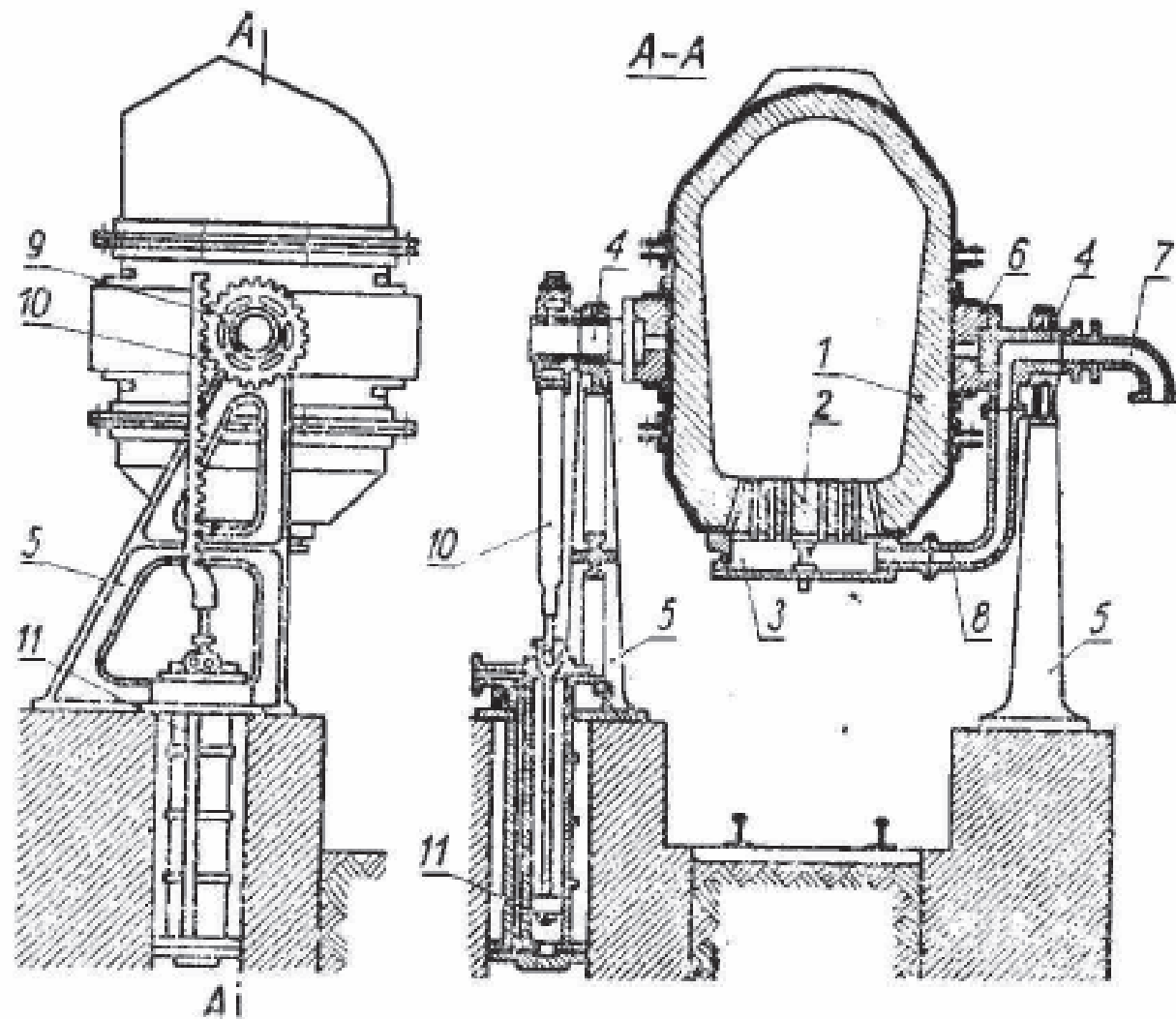


Rys. 13-5. Zasada konstrukcji pieca elektrycznego – elektrodowego

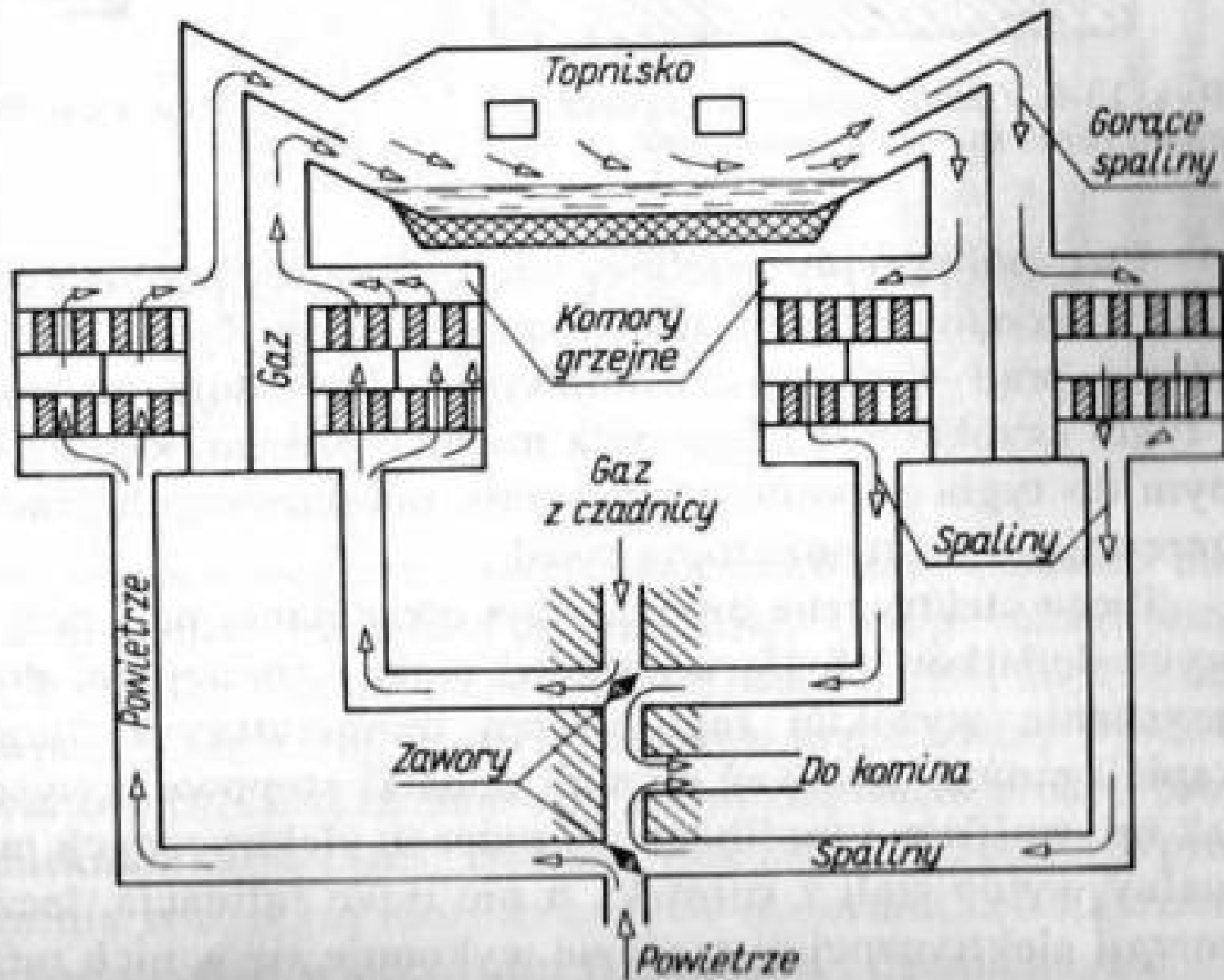


Rys. 13-6. Piec indukcyjny

Konwertor Bessemera



Konwertor Bessemera: 1 – wyłożenie pieca, 2 – dennica, 3 – skrzynka dmuchowa, 4 – czopy, 5 – stojaki, 6 – pierścień oporowy, 7, 8 – doprowadzenie dmuchu, 9 – koło zębate, 10 – zębatka, 11 – napęd hydrauliczny [4]



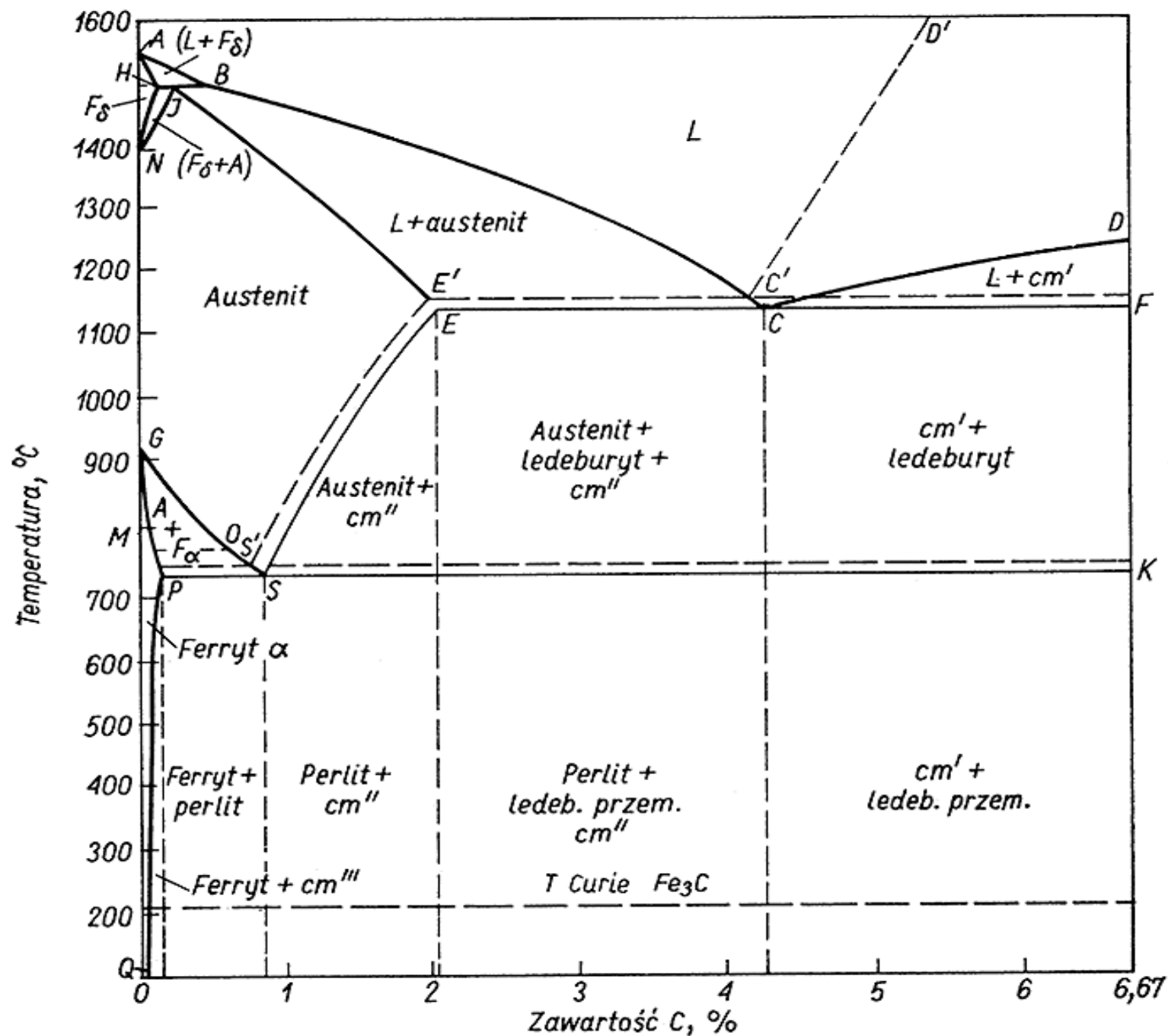
Definicja stali

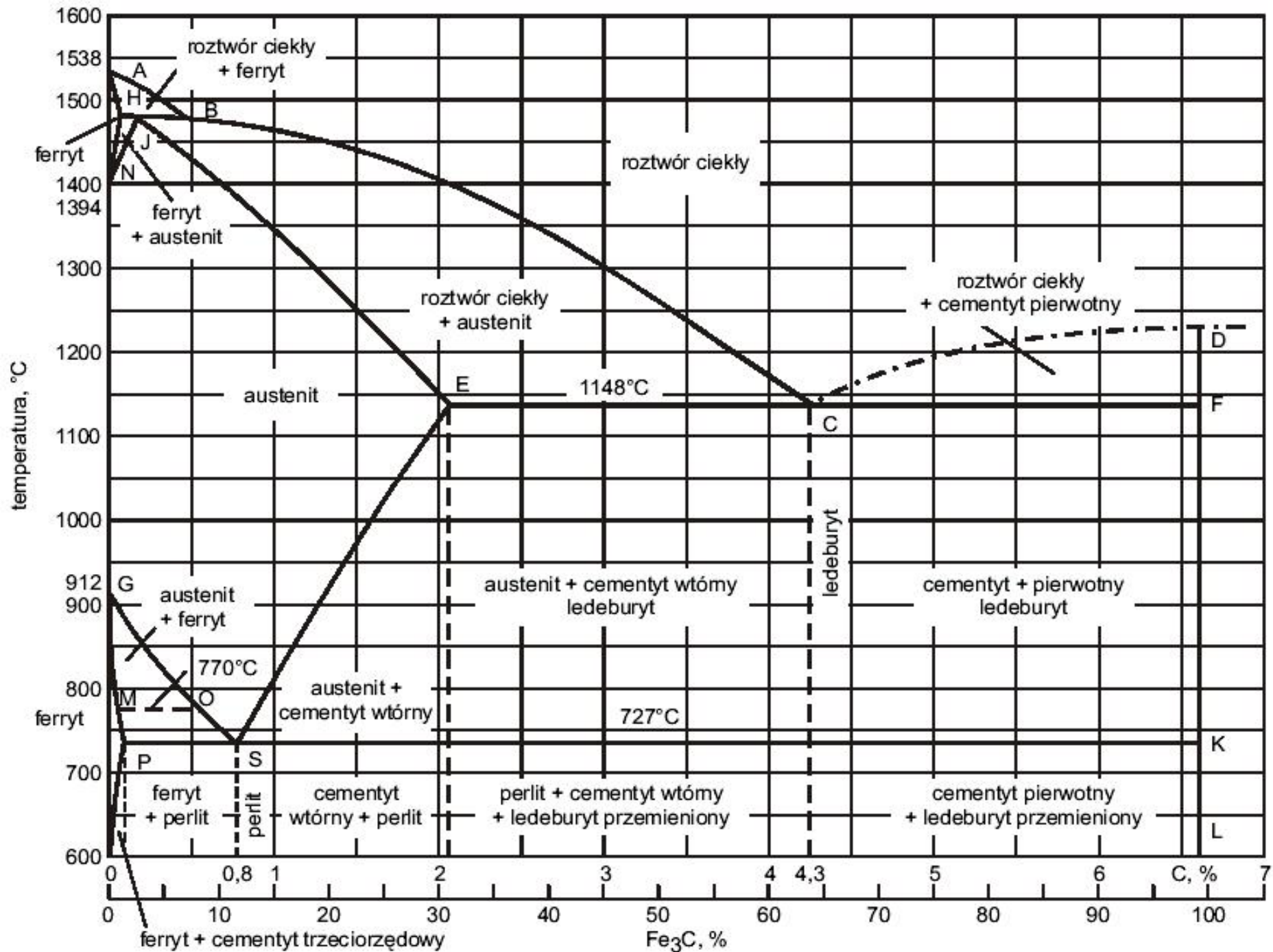
- **Stal** –wg normy europejskiej PN-EN 10020 obowiązuje następująca definicja stali:
"Stal to materiał zawierający masowo więcej żelaza niż jakiegokolwiek innego pierwiastka, o zawartości węgla w zasadzie mniejszej niż 2 procent i zawierający inne pierwiastki **poddany w procesie obróbce plastycznej**".

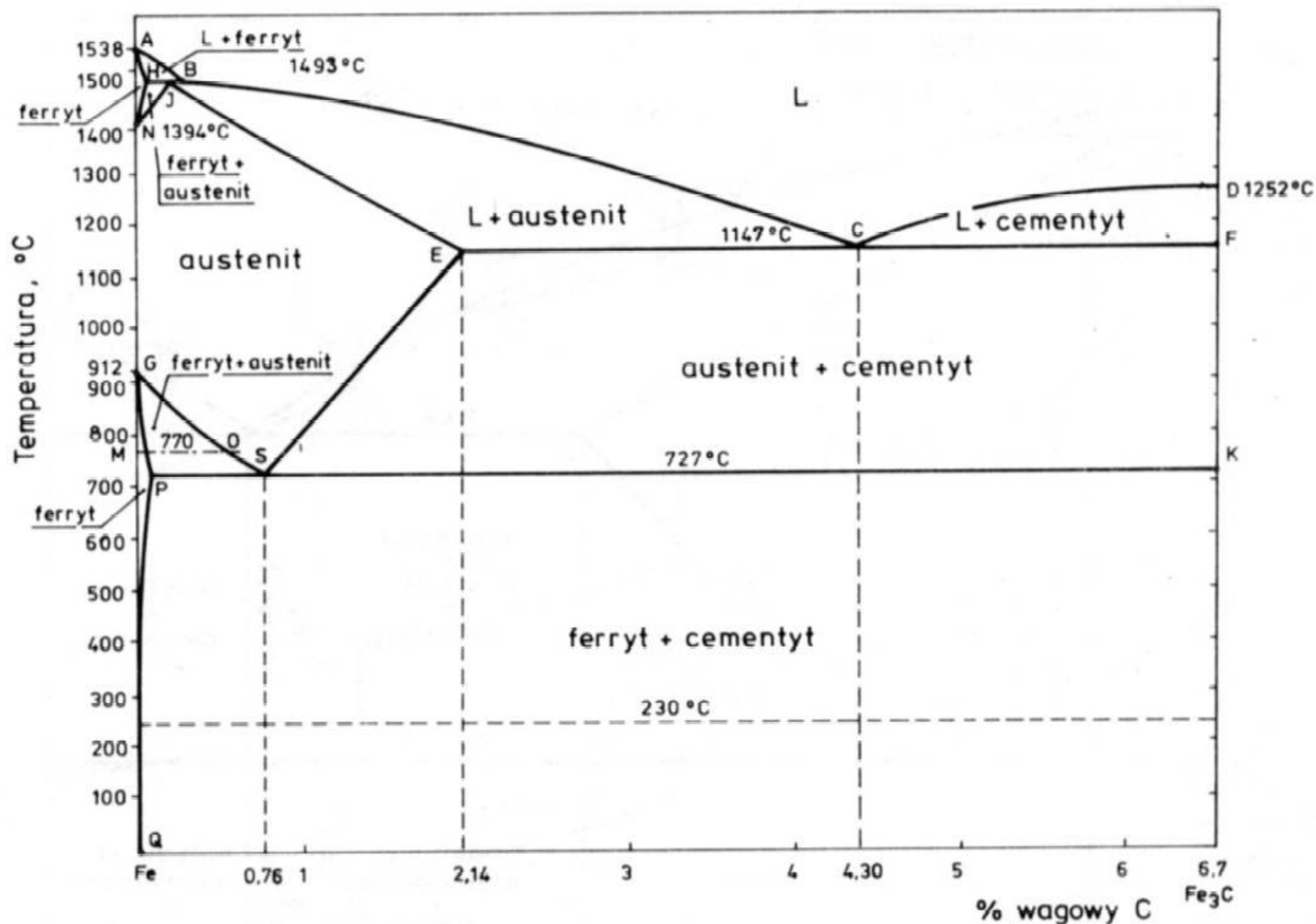
Zawartość domieszek w stali

- Si – 0,50%
- Cu, Pb – 0,4%
- Cr, Ni – 0,3%
- Al., Bi, Co, V, W -0,1%
- Mo- 0,08%
- Nb- 0,06%
- Ti, Zr -0,05%
- B -0,0008%

Wykres żelazo-węgiel

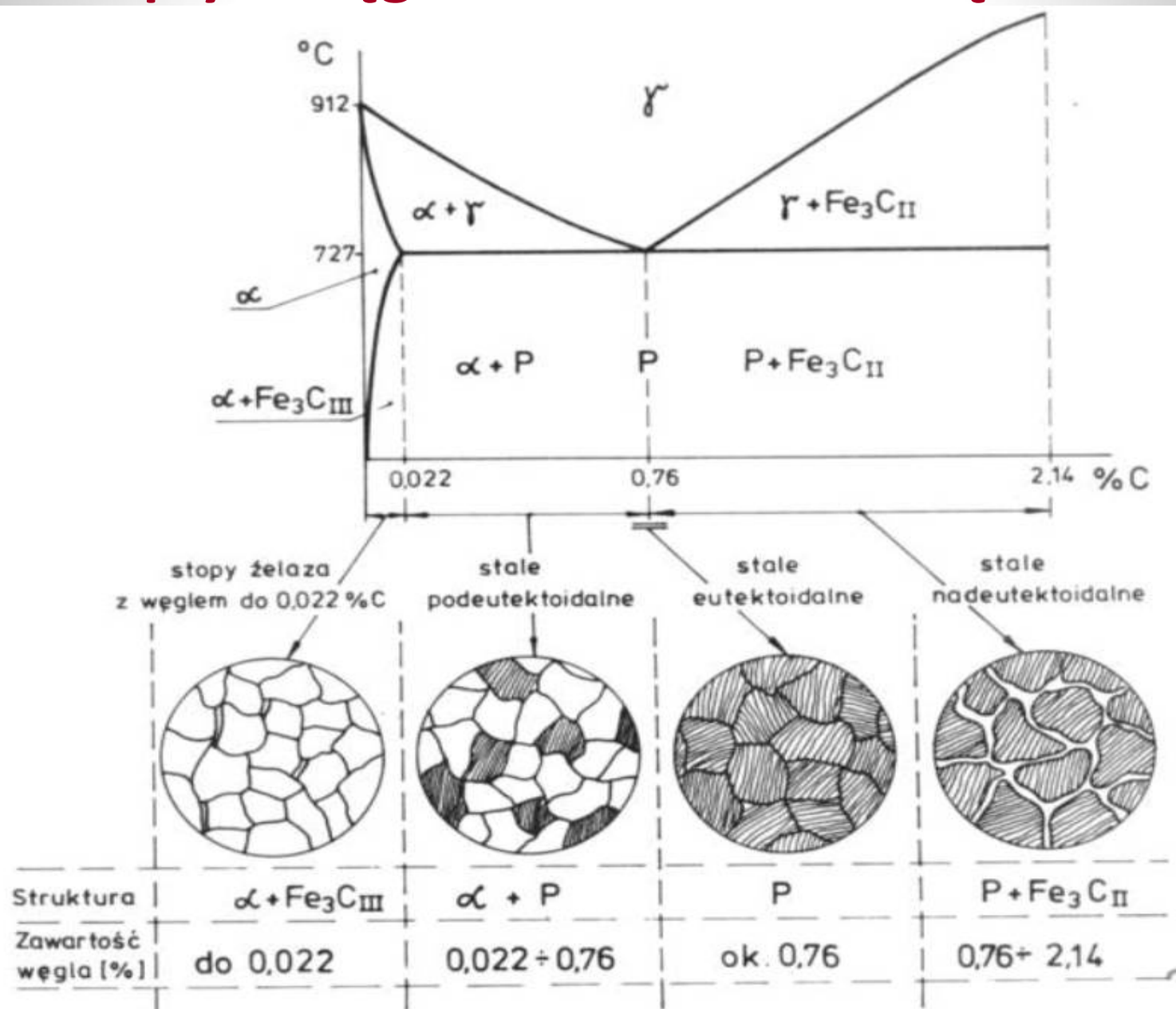






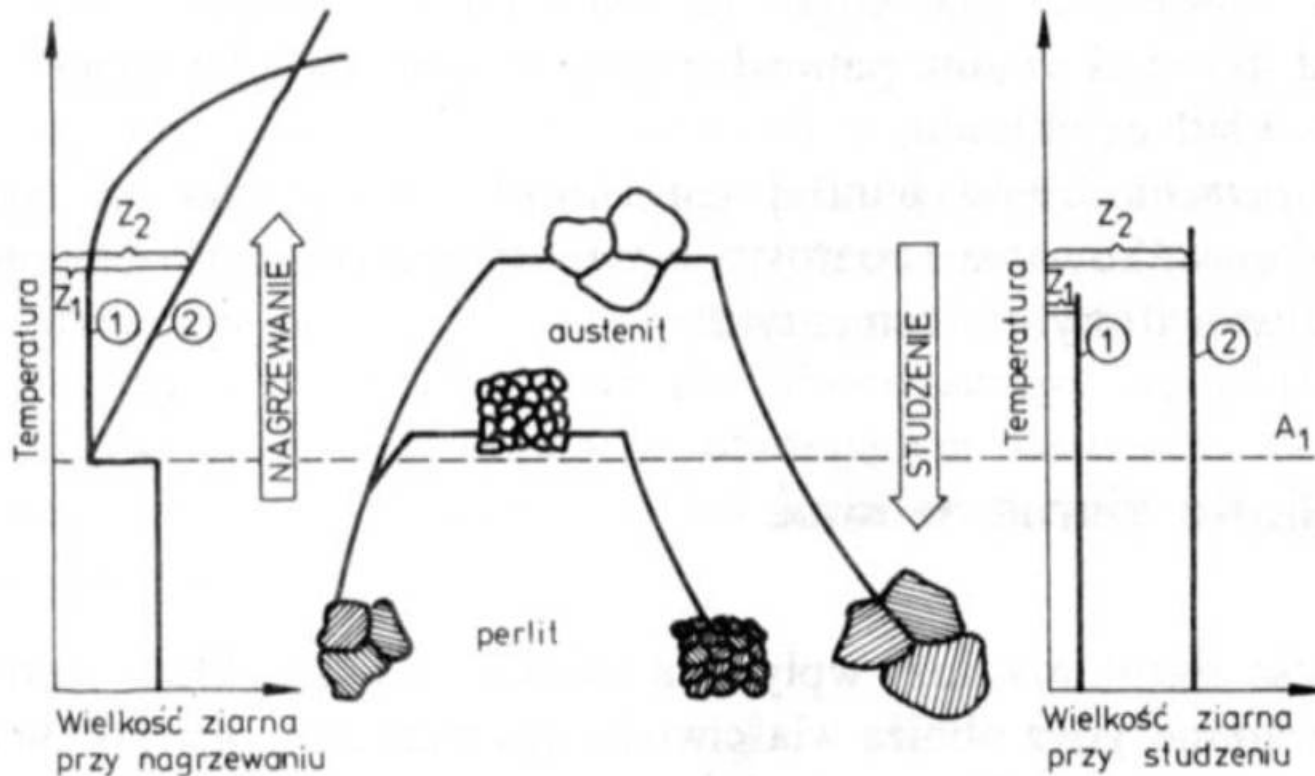
Rys. 4.1. Wykres układu równowagi fazowej Fe-Fe₃C (opis fazowy)

Wpływ węgla na mikrostrukturę stali



STALE NIESTOPOWE

Wielkość ziarna w stali

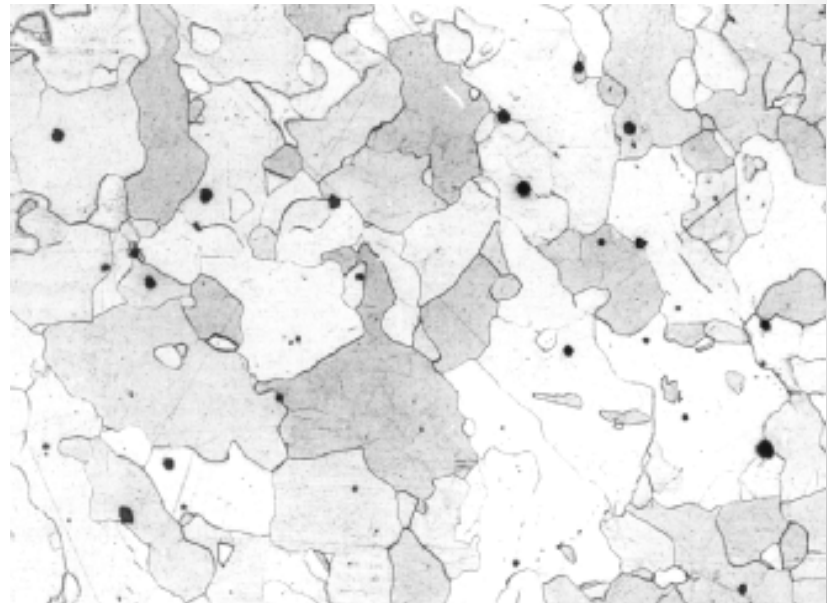
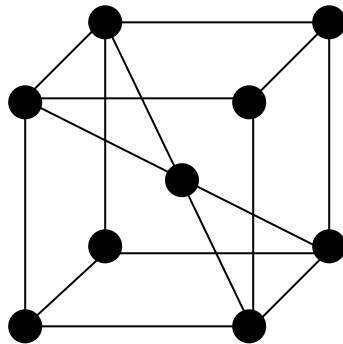
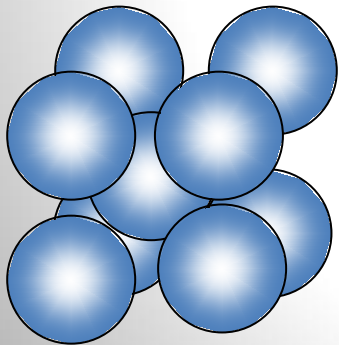


Rys. 6.9. Zmiany wielkości ziarna stali eutektoidalnej podczas grzania i chłodzenia; 1 – stale skłonne do drobnoziarnistości, 2 – stale skłonne do gruboziarnistości

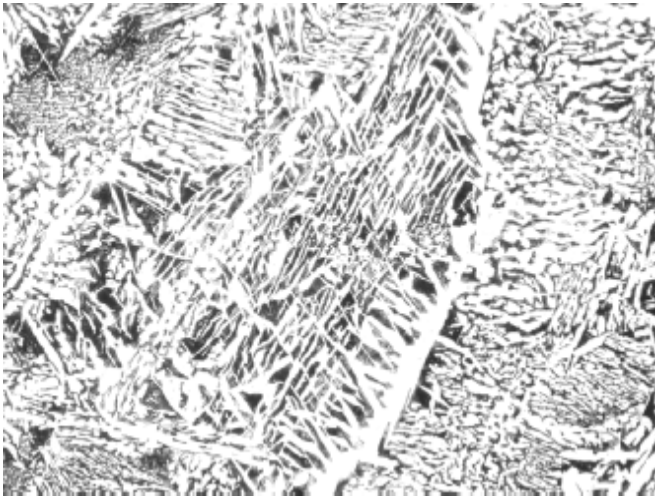
Wielkość ziarna ma duży wpływ na właściwości mechaniczne. Duże ziarno obniża właściwości mechaniczne, zwłaszcza udarność i granicę plastyczności.

Definicje faz układu Fe – Fe₃C

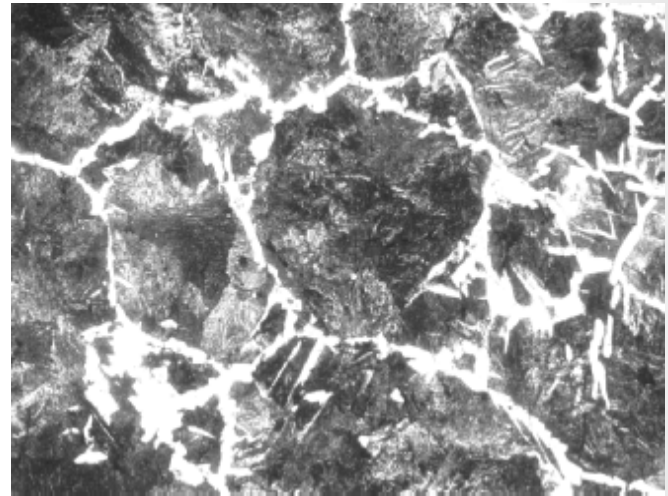
1. **Ferryt α** jest to roztwór stały graniczny węgla w żelazie Fe _{α} o maksymalnej rozpuszczalności węgla 0,0218 w temperaturze 727 °C. Twardość ferrytu waha się w granicach od 70 do 90 HB.



Ferryt



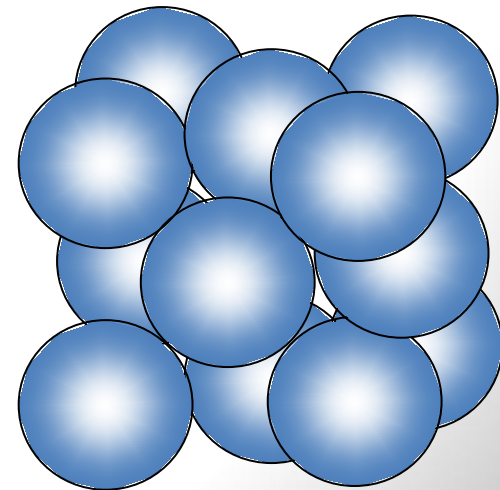
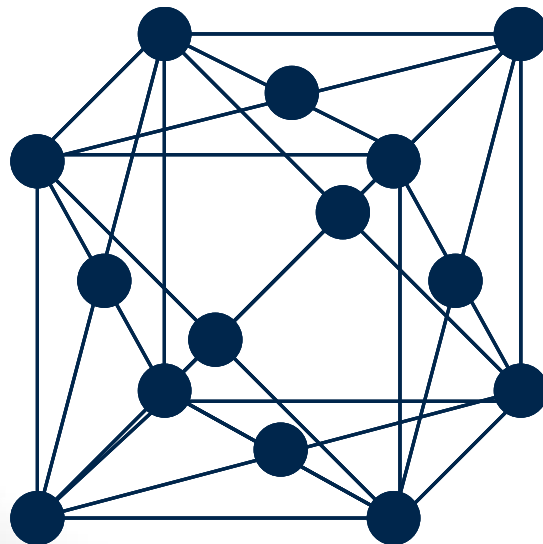
Ferryt iglasty



Ferryt siatkowy

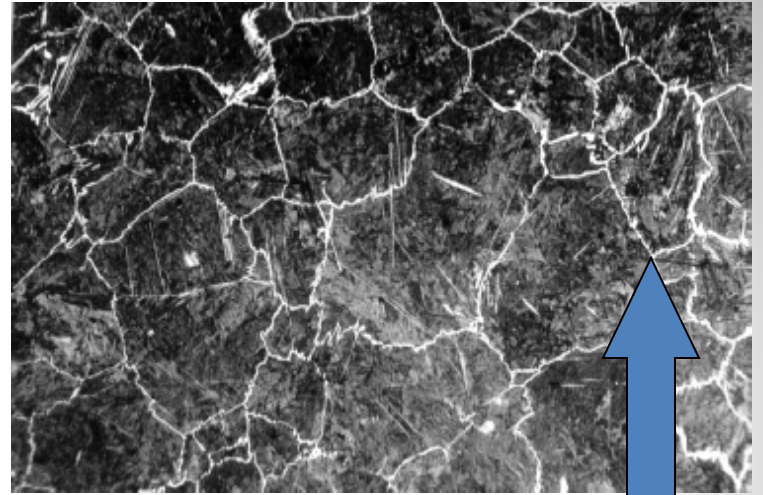
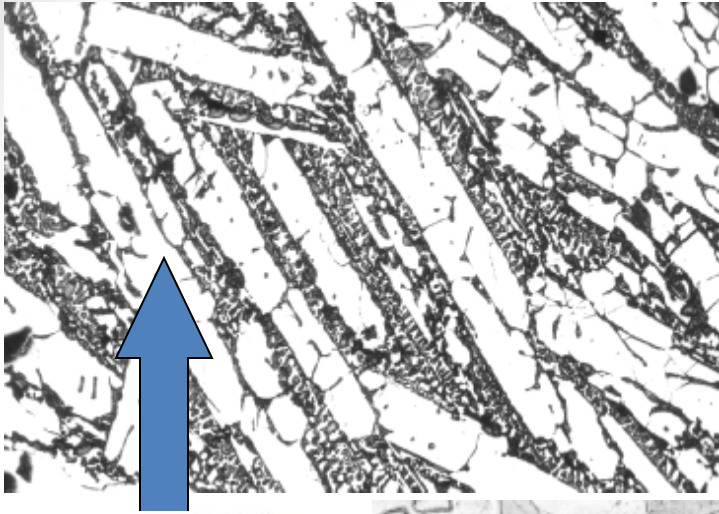
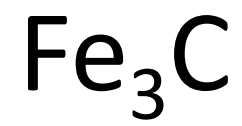
Definicje faz układu Fe – Fe₃C

1. **Austenit γ** jest to roztwór stały graniczny węgla w żelazie Fe _{γ} o maksymalnej rozpuszczalności węgla 2,11 w temperaturze 1148 °C. Faza miękka i plastyczna. Występuje w temperaturze powyżej 727 °C.

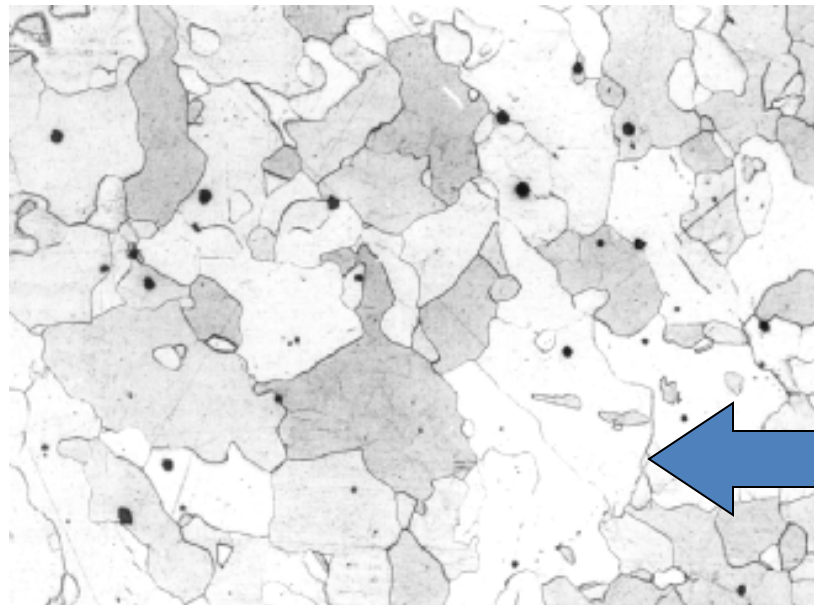


Definicje faz układu Fe – Fe₃C

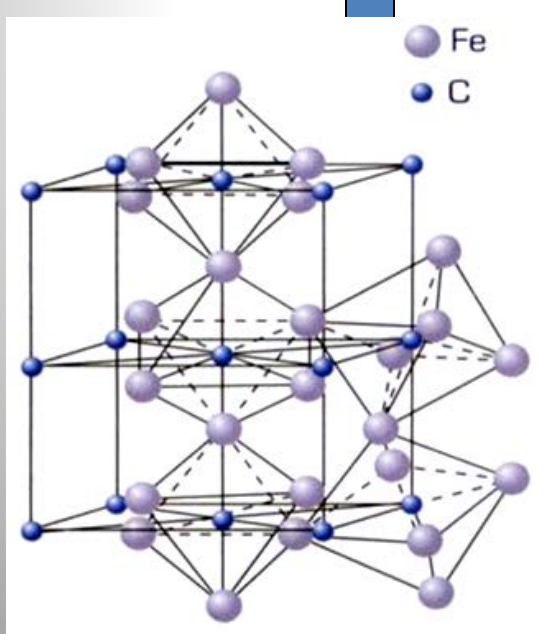
- **Cementyt Fe₃C** jest to faza międzymetaliczna (węglík żelaza) o wzorze stechiometrycznym Fe₃C. Zawartość węgla w cementycie wynosi 6,67%. Jest twardy i kruchy (twardość 750 HB). Wydziela się z cieczy przy chłodzeniu i wtedy oznaczamy go jako pierwszorzędowy I lub wydziela się podczas chłodzenia z austenitu i wtedy oznaczamy go jako II lub wydziela się z ferrytu podczas chłodzenia i wtedy oznaczamy go jako III.



II



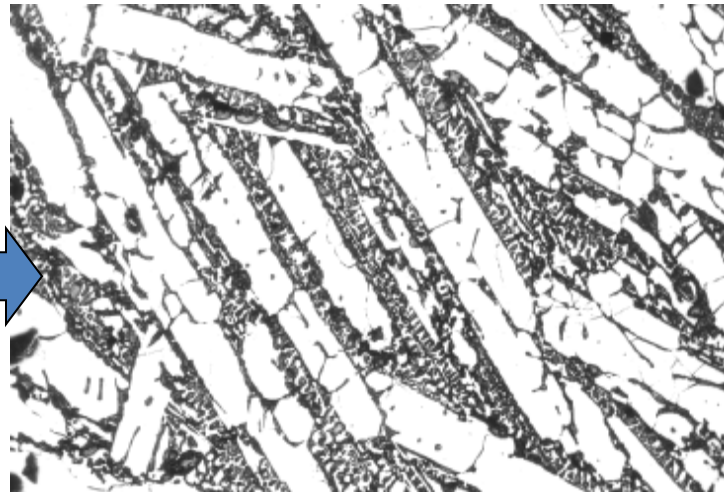
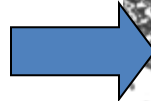
III



Definicje składników strukturalnych

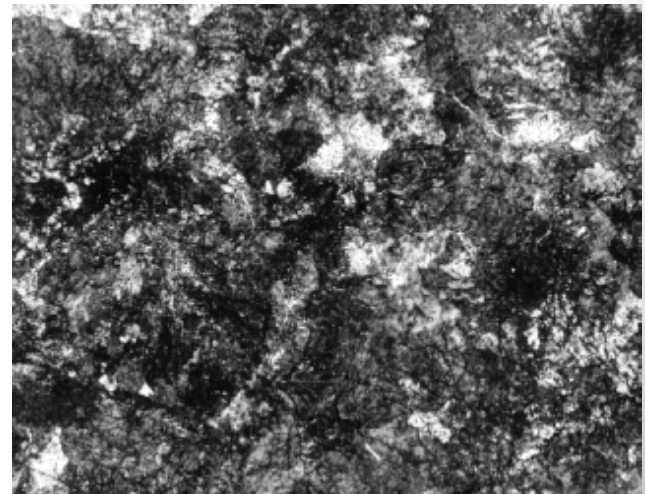
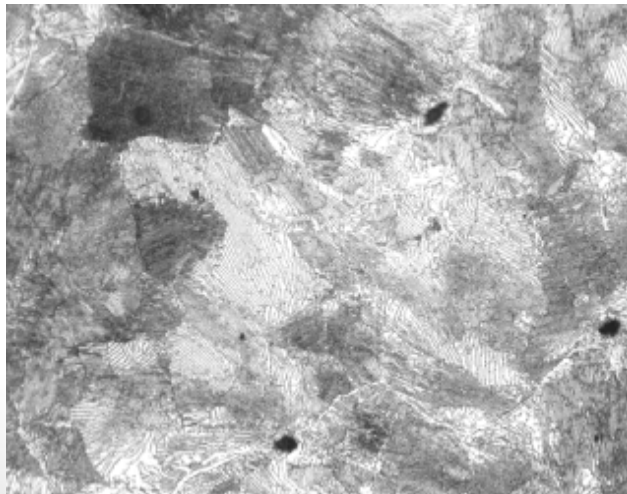
- **Ledeburyt** jest to mieszanina eutektyczna austenitu i Fe_3C powstały z cieczy o składzie chemicznym 4,3%C w stałej temperaturze 1148 °C.

ledeburyt

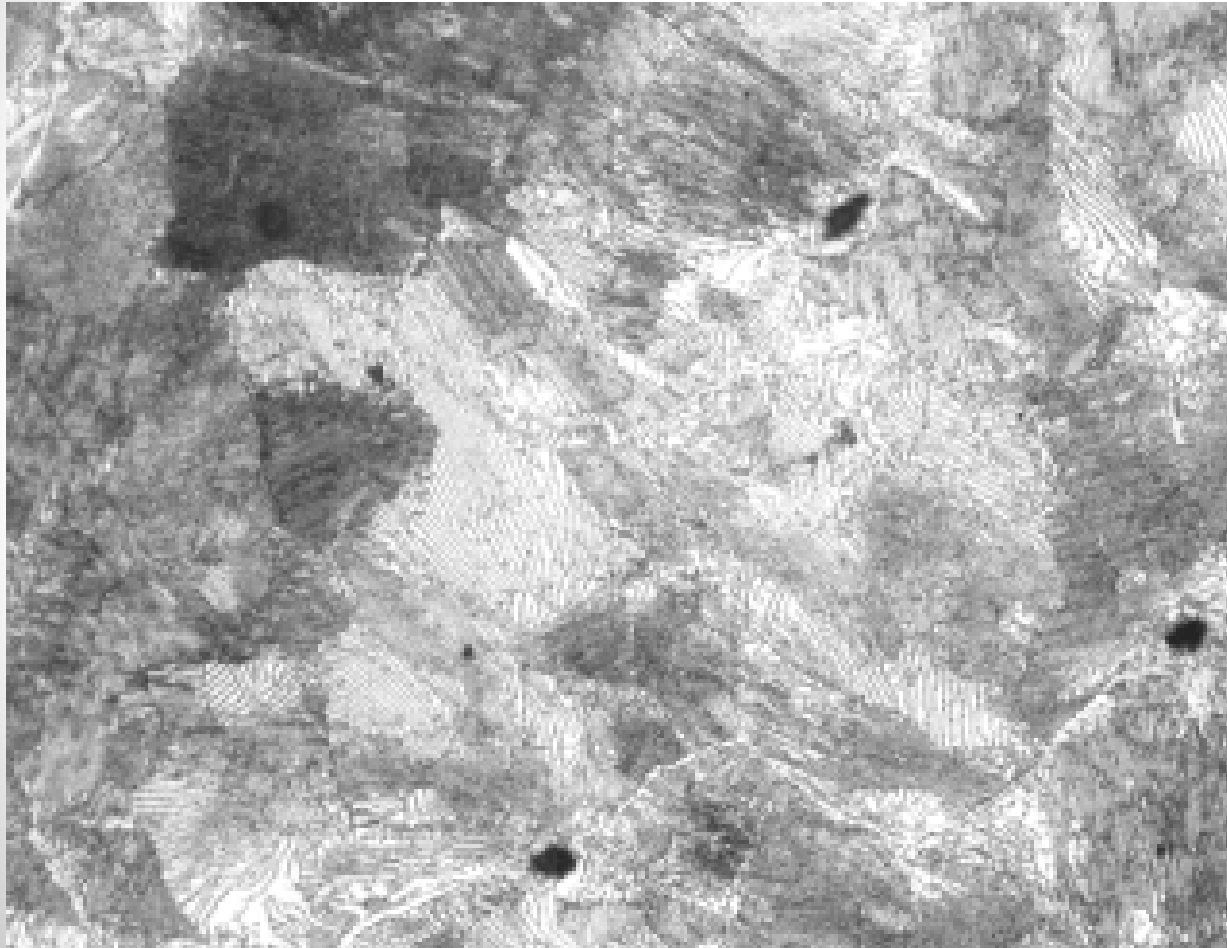


Definicje składników strukturalnych

- **Perlit** jest to mieszanina eutektoidalna (powstaje z fazy stałej) ferrytu i cementytu powstaje z austenitu o zawartości 0,77 %C w stałej temperaturze 727 °C.



Perlit



Płytki ferrytu
i cementytu.
Perli o małej
dyspersji
(rozdrobnieniu)

Kryteria klasyfikacji stali PN-EN 10020:2003

Kryterium podziału	Przykładowe rodzaje i grupy stali
Skład chemiczny	Niestopwa (węglowa), stopowa
Podstawowe zastosowanie	Konstrukcyjna, maszynowa, narzędziowa, o szczególnych właściwościach
Jakość (m.in. Stężenie S i P)	Jakościowa, specjalna
Sposób wytwarzania	Martenowska, elektryczna, konwertorowa itp.
Sposób odtleniania	Uspokojona, półuspokojona, nieuspokojona
Rodzaj produktów	Blachy, pręty, druty, odkuwki itp.
Postać	Lana, kuta, walcowana na gorąco, walcowana na zimno, ciągniona.
Stan kwalifikacyjny	Surowy, wyżarzony normalizująco, ulepszony cieplnie i inne

Żelazo i jego stopy

```
graph TD; A[Żelazo i jego stopy] --> B[Żelazo wysokiej czystości]; A --> C[Żelazo technicznej czystości]; A --> D[Stopy żelaza]; D --> E[Surówki]; D --> F[Stale]; D --> G[Staliwa]; D --> H[Żeliwa]; D --> I[Żelazostopy];
```

Żelazo wysokiej
czystości

Żelazo technicznej
czystości

Stopy żelaza

Surówki

Stale

Staliwa

Żeliwa

Żelazostopy

STOPY ŻELAZA

Definicje

Stal – Stal – wg normy PN-EN 10020 :

"Stal to materiał zawierający masowo więcej żelaza niż jakiegokolwiek innego pierwiastka, o zawartości węgla w zasadzie mniejszej niż 2 procent i zawierający inne pierwiastki, otrzymany w procesach stalowniczych i poddany obróbce plastycznej.

Stal węglowa (niestopowa) – stal niezawierająca specjalnie wprowadzonych dodatków stopowych, jedynie węgiel i ograniczoną ilość pierwiastków pochodzących z rudy i procesu hutniczego.

Stal stopowa – stal zawierająca pierwiastki stopowe, wprowadzone w celu zmiany właściwości w określonym kierunku.

Staliwo - stop żelaza z węglem i innymi dodatkami stopowymi, zawierający **do 2 % węgla**, otrzymany w procesach stalowniczych, przeznaczony na odlewy.

STALE NIESTOPOWE

Podział

W zależności od zastosowania:

- ✓ Konstrukcyjne (do ok. 0,85%C)
- ✓ Narzędziowe (0,6-1,3%C)
- ✓ O szczególnych właściwościach

W zależności od zawartości zanieczyszczeń (siarki i fosforu):

- ✓ Zwykłej jakości, P = 0,050% masy max., S = 0,050% masy max.
- ✓ Wyższej jakości, P = 0,040% masy max., S = 0,040% masy max.
- ✓ O określonym przeznaczeniu, w którym dopuszczalne zawartości zanieczyszczeń określają normy

STALE NIESTOPOWE

konstrukcyjne

Stale konstrukcyjne – stosowane w budownictwie oraz budowie urządzeń i maszyn pracujących w środowiskach mało agresywnych.

Obliczenia konstrukcyjne bazują na **granicy plastyczności**. Im większa jest zawartość C, tym większa jest granica plastyczności i zdolność stali do przenoszenia obciążeń.

Zastosowanie zależne od zawartości C:

0,10%	blachy do głębokiego tłoczenia (np. karoseryjne)
0,20%	części rowerowe, rurociągi
0,20-0,35	konstrukcje mostów, zbiorników, budynków
0,25-0,45	części maszyn w stanie normalizowanym lub ulepszonym cieplnie, np. sworznie, tuleje, wały korbowe, sprzęgła,
0,55-0,65	części maszyn o dużej odporności na ścieranie, np. ślimaki i koła zębate hartowane powierzchniowo.

STALE NIESTOPOWE

narzędziowe

Stale narzędziowe – przeznaczone do wyrobu narzędzi do kształtowania i dzielenia materiałów, zwykle w temperaturze pokojowej lub do 250°C.

Wymagane cechy: twardość i odporność na ścieranie

Obróbka cieplna: hartowanie i niskie odpuszczanie

Zawartość C: większa niż w stalach konstrukcyjnych

Zastosowanie zależne od zawartości C:

0,6% siekiery, narzędzia ślusarskie, murarskie, szewskie

0,7% młotki, śrubokręty, narzędzia kowalskie

>0,9% noże do cięcia blach, piły, wiertła, narzędzia grawerskie,
pilniki, igły, brzytwy, narzędzia do obróbki kamienia

Stal stopowa

- Stalami stopowymi nazywa się stale, do których celowo wprowadza się pierwiastki stopowe, aby nadać im wymagane własności. Najczęściej stosuje się: mangan, krzem, chrom, nikiel, wolfram, molibden, wanad. Rzadziej stosuje się aluminium, kobalt, miedź, tytan, tantal, niob, a w niektórych przypadkach i azot.

STALE STOPOWE

Podział

W zależności od zastosowania:

- ✓ **Konstrukcyjne**
- ✓ **Narzędziowe**
- ✓ **O szczególnych właściwościach**

Stale stopowe c.d.

- Ze względu na sumaryczne stężenie pierwiastków stale stopowe dzielimy na następujące grupy:
- **Niskostopowe** – stężenie jednego pierwiastka (oprócz węgla) **nie przekracza 2%**, a suma pierwiastków łącznie nie przekracza **3,5%**
- **Średniostopowe** – stężenie jednego pierwiastka (oprócz węgla) przekracza **2%**, lecz nie przekracza **8%** lub suma pierwiastków łącznie nie przekracza **12%**
- **Wysokostopowe** – stężenie jednego pierwiastka przekracza **8%** a suma pierwiastków łącznie nie przekracza **55%**.

Klasy jakości stali stopowych

Ze względu na klasy jakości stale stopowe dzielimy na:

- **Stale stopowe jakościowe,**
- **Stale stopowe specjalne** – obejmują one wszystkie gatunki stali, które nie zostały ujęte w klasie stali nierdzewnych oraz stopach jakościowych.

Stale stopowe jakościowe

Wyróżnia się następujące grupy:

- **Stale konstrukcyjne spawalne,**
- **Stale stopowe na szyny, grodzice, kształtowniki na obudowy górnicze,**
- **Stale stopowe na produkty płaskie walcowane na zimno lub na gorąco przeznaczone do dalszej obróbki plastycznej na zimno,**
- **Stale elektrotechniczne,**
- **Stale stopowe z miedzią.**

Stale stopowe specjalne

Stale stopowe specjalne dzielą się na podklasy:

- **Stale maszynowe (do budowy maszyn),**
- **Stale na urządzenia ciśnieniowe,**
- **Stale konstrukcyjne,**
- **Stale szybko tnące,**
- **Stale narzędziowe stopowe,**
- **Stale na łożyska toczne,**
- **Stale o szczególnych właściwościach fizycznych.**

Stale stopowe nierdzewne

Do klasy stali nierdzewnych należą stale zawierające co najmniej 10,5% Cr oraz co najwyżej 1,2% C.

Stale nierdzewne dzielone są na:

- **Stale odporne na korozję,**
- **Stale żaroodporne,**
- **Stale odporne na pełzanie (żarowytrzymałe)**

Oznaczanie stali

Obowiązują dwa systemy oznaczania stali:

- **Znakowy** (wg PN-EN 10027-1:1994); znak składa się z symboli literowych i cyfr,
- **Cyfrowy** (wg PN-EN 10027-2: 1994), numer stali składa się tylko z cyfr.

Przykłady oznaczania stali wg ich składu chemicznego

Grupa stali	Składniki symbolu głównego znaku stali
Stale niestopowe (bez stali automatowych) o średnim stężeniu $Mn < 1\%$	C i liczba oznaczająca średnie stężenie węgla w stali w setnych częściach % (np. C35)
Stale niestopowe o średnim stężeniu $Mn > 1\%$, stale niestopowe automatowe i stale stopowe (bez szybko tnących) o stężeniu każdego pierwiastka stopowego $< 5\%$	Liczba oznaczająca średnie stężenie węgla w stali w setnych częściach %, symbole chemiczne pierwiastków stopowych i na końcu liczby (rozdzielone kreskami), podające średnie stężenie głównych pierwiastków stopowych (w %) pomnożone przez odpowiedni współczynnik (4-dla Cr, Co, Mn, Ni, Si, W; 10-dla Al., Be, Cu, Mo, Nb, Pb, Ta, Ti, V, Zr; 100- dla Ce, N, P, S, ; 1000- dla B) (np. 33MnCrB5-2)

Przykłady oznaczania stali wg ich składu chemicznego

Grupa stali	Składniki symbolu głównego znaku stali
Stale stopowe (bez stali szybkoitnących) o stężeniu przynajmniej jednego pierwiastka stopowego >5%	X liczba oznaczająca średnie stężenie węgla w stali w setnych częściach %, symbole chemiczne pierwiastków stopowych i na końcu liczby (rozdzielone kreskami), podające średnie stężenie głównych pierwiastków stopowych w % (np. X8CrNiMoAl 15-7-2)
Stale szybkoitnące	HS i liczby (rozdzielone kreskami), podające średnie stężenie (w %) pierwiastków w kolejności: W, Mo, V, Co (np. HS2-9-1-8)

Oznaczenie stali wg numeru

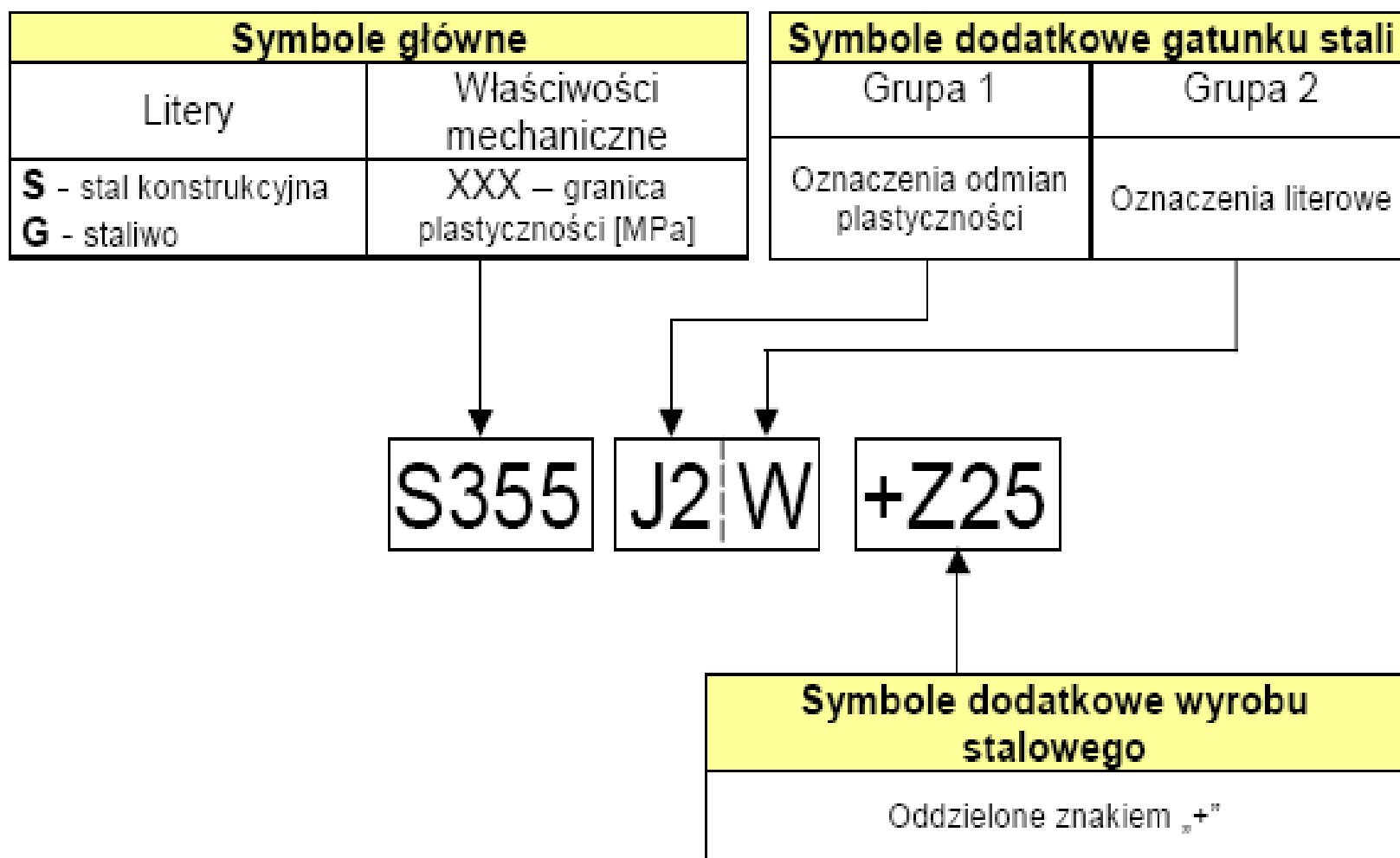
Zgodnie z PN-En 10027-2:1994 każdy gatunek stali jest oznaczony także numerem, który można podać zamiast znaku stali. Numer stali zawiera 5 cyfr. (np. 1.4507)

Oznaczenie literowe	Oznaczenie cyfrowe
S - stale konstrukcyjne P – pracujące pod ciśnieniem L – na rury przewodowe E – stale maszynowe	Liczba równa min. granicy plastyczności [N/mm ²] dla najmniejszej grubości wyrobu
B - stale do zbrojenia betonu	Charakterystyczna granica plastyczności N/mm ²]
Y - stale do betonu sprężonego	Minimalna wytrzymałość na rozciąganie N/mm ²]
R – stal na szyny lub w postaci szyn	Minimalna wytrzymałość na rozciąganie N/mm ²]
H - wyroby płaskie walcowane na zimno ze stali o podwyższonej wytrzymałości do kształtowania na zimno	Minimalna granica plastyczności [N/mm ²]
T – j.w.	Minimalna wytrzymałość na rozciąganie N/mm ²]
D - wyroby ze stali miękkich do	

Oznaczenia stali konstrukcyjnych.

Symbole główne		Symbole dodatkowe					
Litery	Własności mechaniczne	Dla stali grupy 1				Dla stali grupy 2	Dla wyrobów
G- staliwo S - stal	Minimalna granica plastyczności Re [MPa] dla najmniejszego zakresu wymiarów produkowanych elementów elementów	Udarność/praca łamania [J]			Temp. próby [°C]	C – do formowania na zimno D - do walcowania na gorąco E – do emaliowania F- do kucia L – do stosowania w niskich temperaturach T – na rury W odpornych na korozję atmosferyczną	Wg. załączników do normy
		27[J]	40 [J]	60 J			
		JR	KR	LR	20		
		J0	K0	L0	0		
		J2	K2	L2	-20		
		J3	K3	L3	-30		
		J4	K4	L4	-40		
		J5	K5	L5	-50		
		J6	K6	L6	-60		
		M-walcowanych termomechanicznie N- normalizowanych lub walcowanych normalizująco Q – ulepszanych cieplnie G inne cechy					

Budowa oznaczenia wg normy PN-EN 10027-1



Np.

- S185 – stal konstrukcyjna o $R_e=185$ [MN/m²] (N/mm²);
- S 355JR- stal konstrukcyjna o $R_e=355$ [MN/m²] (N/mm²), o udarności w temp. +20°C w wysokości min. 27 [J].
- S 355N- stal konstrukcyjna o $R_e=355$ [MN/m²] (N/mm²), normalizowana.

Stale konstrukcyjne niestopowe ogólnego przeznaczenia

Ozn.	Wytrż. na Rozc. Rm [MPa]	USA ASTM	ISO
St0S	320-570	~A366	E185
St3S	380-520	~1015	E235
St4S	440-580	-----	E275

Ozn.	Wytrz. na Rozc. Rm [MPa]	USA ASTM	ISO
250	250	40B	250
450-10	450	~65-45-12	450-10
P 50-05	500	340M2	P 50-05

Oznaczenia stali wg. składu chemicznego:

- Stale niestopowe (bez stali automatowej) o średniej zawartości manganu $Mn < 1\%$ (**podgrupa 2.1**).
- C50 – cyfra oznacza średnią zawartość węgla $[\%] \times 100$ (w tym przypadku zaw. węgla = 0.5%).

c.d.

- Stale o średniej zawartości manganu 1% i stale stopowe, bez szybkoitnających o zawartości każdego pierwiastka stopowego <5% (**podgrupa 2.2**).
- Ccc sssssssssss nn-nn-nn-nn-nn
- Gdzie : **ccc** – liczba = $100 \times \text{średnia zawartość węgla [\%]}$;
- **ssss** – symbole pierwiastków chemicznych – składników stopowych stali uporządkowane wg. malejącej zawartości , a gdy dwa mają taką samą zawartość – to wg. kolejności alfabetycznej;
- **nn**- liczby odpowiadające zawartości poszczególnych pierwiastków stopowych (średnio) $\times$ współczynniki z tab. 8. (zaokrąglone do najbliższej liczby całkowitej) oddzielone od siebie kreską poziomą.
- Przykładem może być stal, dawniej oznaczana jako 09G2Cu o zawartości:
- $C_{\max} = 0.12\%$; Mn1.2-1.8%; Cu<1%. Według nowej normy oznaczenie tej stali to:
- 9MnCu6-10

c.d.

- Stale stopowe (bez stali szybkołownych) zawierające co najmniej 1 pierwiastek stopowy w ilości 5% (**podgrupa 2.3**):
- X Ccc ssssssss nn-nn-nn-nn-nn
- Gdzie : **X** – symbol grupy stali
- **ccc** – liczba = $100 \times$ średnia zawartość węgla [%];
- **ssss** – symbole pierwiastków chemicznych – składników stopowych stali uporządkowane wg. malejącej zawartości, a gdy dwa mają taką samą zawartość – to wg. kolejności alfabetycznej;
- **nn**- liczby odpowiadające zawartości poszczególnych pierwiastków stopowych (średnio) $\times$ współczynniki z tab. 8. (zaokrąglone do najbliższej liczby całkowitej).
- Przykładem może być stal X7Ni36 o zawartości węgla średnio 0.07% (max.
- 0.1 %) i niklu średnio 9% (dawniej oznaczana jako X7Ni9).

Stale konstrukcyjne niestopowe wyższej jakości (mild steel)

Ozn.	Wytrz. na Rozc. Rm [MPa]	USA ASTM	ISO
10	335	~1010	C10
40	570	~1040	C40
55	690	1055	C55

Stale konstrukcyjne niestopowe wyższej jakości
o podwyższonej zaw. Mn (mild steel)

Ozn.	Wytrz. na Rozc. Rm [MPa]	USA ASTM	ISO
20G	450	~1022	----
45G	620	~1046	~C45 E4
60G	700	~1064	C60 E4

Stale konstrukcyjne stopowe (mild steel)

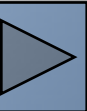
Ozn.	Wytrz. na Rozc. Rm [Mpa]	USA ASTM	ISO
18G2	460	~A 765 (IV)	---
60SG	1570	~9260	60 Si 7 (EU)
20H	780	~5120	~20Cr4

Stare i nowe oznaczenia stali

Porównanie gatunków stali:

PN	EN 10025
St0S	S185
St3S	S235JR
St4W, St4S	S275JR
18G2A	S355J0

Stale stopowe



Stale konstrukcyjne trudnordzewiejące

Stale konstrukcyjne trudno rdzewiejące wg **PN-EN 10025-5**:

Stale te mają podwyższoną odporność na korozję atmosferyczną, uzyskaną przez dodatek takich pierwiastków stopowych jak fosfor (P), miedź (Cu), chrom (Cr), nikiel (Ni), molibden (Mo) lub innych. Działanie składników stopowych objawia tworzeniem na powierzchni stali szczelnej warstwy tlenków, zabezpieczającej przed dalszym postępem korozji.

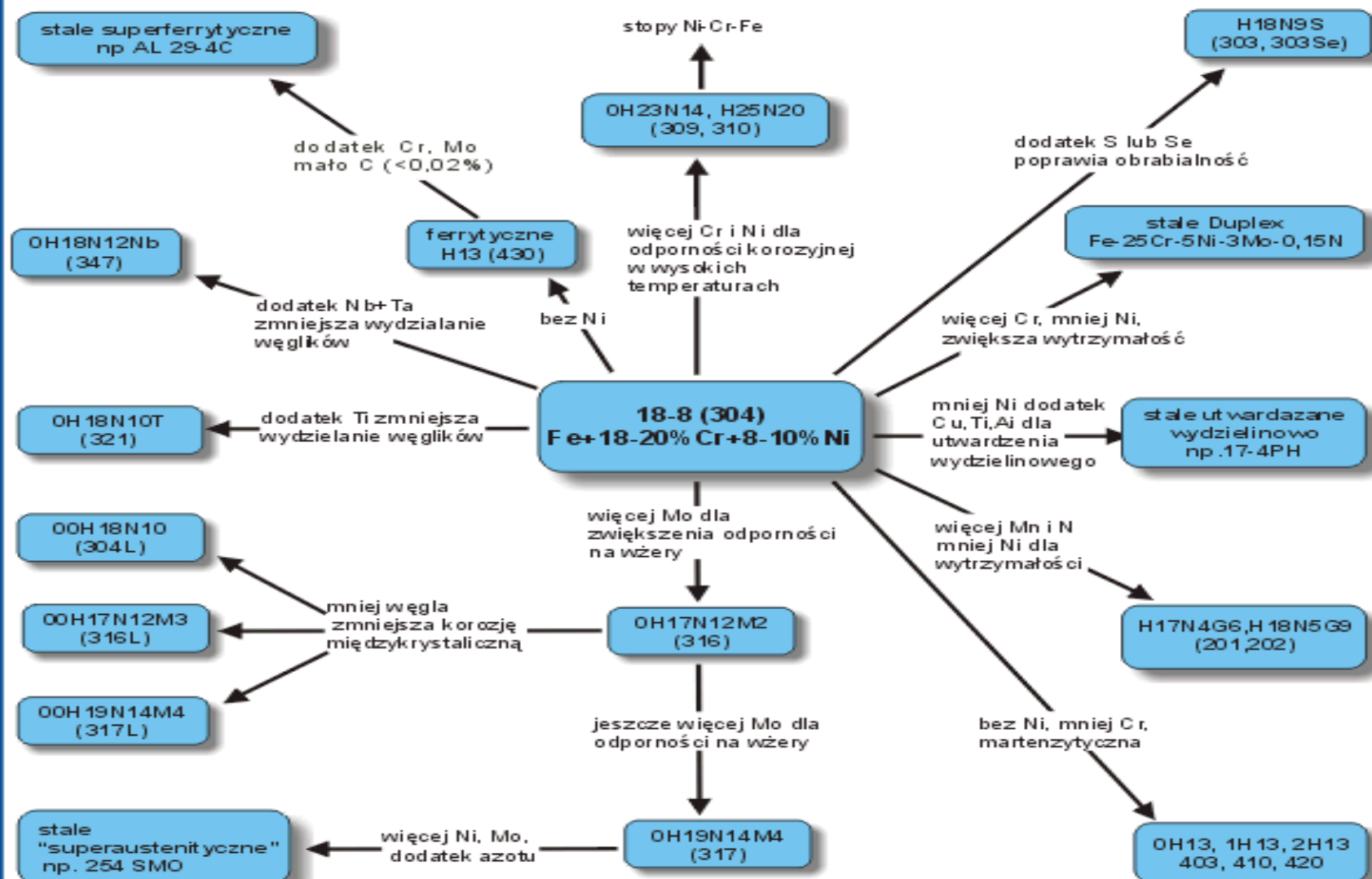
- Gatunki: **S235** oraz **S355**
- Odmiany: **S275** i **S355**: klasa jakości **J0**, **J2** i **K2**
dodatkowo **S355**: **klasa jakości W i WP**
- Stan dostawy: **+AR** lub **+N**
- Metody odtleniania: stale uspokocone lub półuspokocone

Własności technologiczne:

- Spawalność: utrudniona
- Obróbka plastyczna na zimno - utrudniona
- Obróbka plastyczna na gorąco

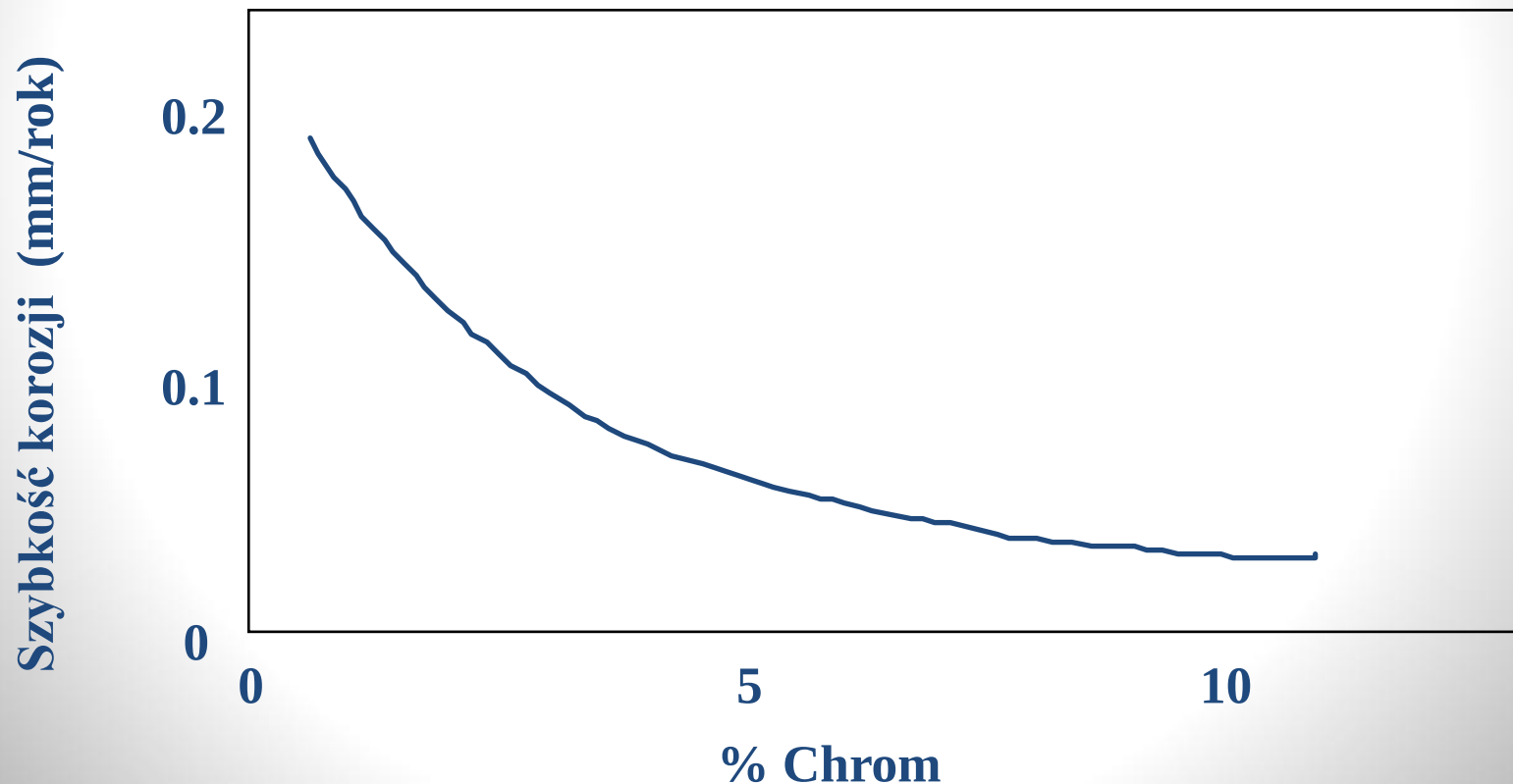
S235J0W S235J2W
S355J0WP S355J2WP
S355J0W S355J2W S355K2W

RODZINA STALI WYSOKOSTOPOWYCH



Dlaczego stale wysokostopowe?

Pasywacja stali stopowych.



Stale wysokostopowe pasywność.

- Warunki pasywności
 - Minimalna zawartość 10,5% Cr
 - Maksymalna zawartość węgla 1,2% C
 - Pasywność się poprawia gdy: zawartość chromu wynosi ~17%
 - Większość stali wysokostopowych zawiera 17-19% Cr
- Odporność korozyjna zależy od obecności warstwy pasywnej
- Możliwa optymalizacja do eksploatacji w różnych środowiskach dzięki dodatkom stopowych np. Ni, Mo, N, Cu....

Podział stali odpornych na korozję.

Stale odporne na korozję:	
według zawartości niklu:	nierdzewne
Ni < 2.5 %	żaroodporne
Ni > 2.5 %	żarowytrzymałe

Rodzina stali wysokostopowych

- Podział stali wysokostopowych
 - Ferrytyczne
 - Austenityczne
 - Martenzytyczne
 - Martenzytyczno-austenityczne
 - Ferrytyczno-austenityczne
- Różnice występują w strukturze

Staliwa

Staliwo, to stop żelaza z węglem w postaci lanej (czyli odlana w formy odlewnicze), nie poddana obróbce plastycznej. W odmianach użytkowych zawartość węgla nie przekracza **1,5%**, suma typowych domieszek również nie przekracza **1%**. Właściwości mechaniczne staliwa są nieco niższe niż własności stali o takim samym składzie po obróbce plastycznej. Wynika to z charakterystycznych dla odlewów: gruboziarnistości i pustek międzykrystalicznych. Staliwo ma natomiast znacznie lepsze właściwości mechaniczne od żeliwa, w szczególności - jest plastycznie obrabialne, a odmiany o zawartości węgla poniżej 0,25% są również dobrze spawalne. Ze względu na skład chemiczny rozróżnia się staliwa:

Ze względu na skład chemiczny rozróżnia się staliwa:

- ❖ **węgłowe** - zawierające tylko składniki zwykłe i zanieczyszczenia z przerobu hutniczego
- ❖ stopowe - zawierające dodatkowo wprowadzone celowo domieszki stopowe

Ze względu na własności fizyczne i związane z nimi możliwości praktycznego zastosowania, wyróżnia się staliwa:

- węgłowe
 - zwykłej jakości
 - wyższej jakości
 - najwyższej jakości

Jakość wyznaczona jest określonymi w normach parametrami

stopowe

- ✓ manganowe
- ✓ manganowo-krzemowe
- ✓ chromowe
- ✓ chromowo-molibdenowe
- ✓ chromowo-manganowo-krzemowe
- ✓ żaroodporne
- ✓ odporne na korozję (nierdzewne i kwasoodporne)
- ✓ konstrukcyjne do pracy w podwyższonych temperaturach

Želiwo

Żeliwo - stop odlewniczy żelaza z węglem, krzemem, manganem, fosforem, siarką i innymi składnikami zawierającymi od 2% do 3,6% węgla w postaci cementytu lub grafitu. Występowanie konkretnej fazy węgla zależy od szybkości chłodzenia. Chłodzenie powolne sprzyja wydzielaniu się grafitu. Także i dodatki stopowe odgrywają tu pewną rolę. Krzem powoduje skłonność do wydzielania się grafitu, a mangan przeciwnie, stabilizuje cementyt. Żeliwo otrzymuje się przez przetapianie surówki z dodatkami złomu stalowego lub żeliwnego w piecach zwanych żeliwniakami. Tak powstały materiał stosuje się do wykonywania odlewów.

Żeliwo charakteryzuje się niewielkim - 1,0% do 2,0% [skurczem odlewniczym](#), łatwością wypełniania form, a po zastygnięciu [obrabialnością](#).

Wyroby odlewnicze po zastygnięciu, by usunąć ewentualne ostre krawędzie i pozostałości [formy odlewniczej](#), poddaje się [szlifowaniu](#).

Odlew poddaje się także procesowi [sezonowania](#), którego celem jest zmniejszenie wewnętrznych naprężeń, które mogą doprowadzić do odkształceń lub uszkodzeń wyrobu.

Żeliwo dzięki wysokiej zawartości [węglu](#) posiada wysoką odporność na korozję.

Żeliwa dzieli się na następujące kategorie:

❖ żeliwo szare:

szare zwykłe (zawiera grafit płatkowy różnej wielkości)

żeliwo sferoidalne (zawiera grafit sferoidalny)

żeliwo modyfikowane (zawiera drobny grafit płatkowy)

żeliwo białe

❖ żeliwo połowiczne

❖ żeliwo ciągliwe (zawiera grafit postrzepiony(kłaczkowy))

❖ żeliwo stopowe