

Výroba železa

Surové železo

složitá slitina železa s uhlíkem (cca 4%) a dalšími prvky (P, S, O, Si, Mn a další), vznikající redukcí železných rud koksem ve vysoké peci

Obsahuje:

3-4 % C, 0,5 - 2,0 % Si, cca 1 % Mn, 0,05 % S, 0,1-2,5 % P

Železné rudy -

(*magnetit, křevel, hnědel, siderit, pyrit aj.*) obsahují hlušinu (SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , MgO apod.)

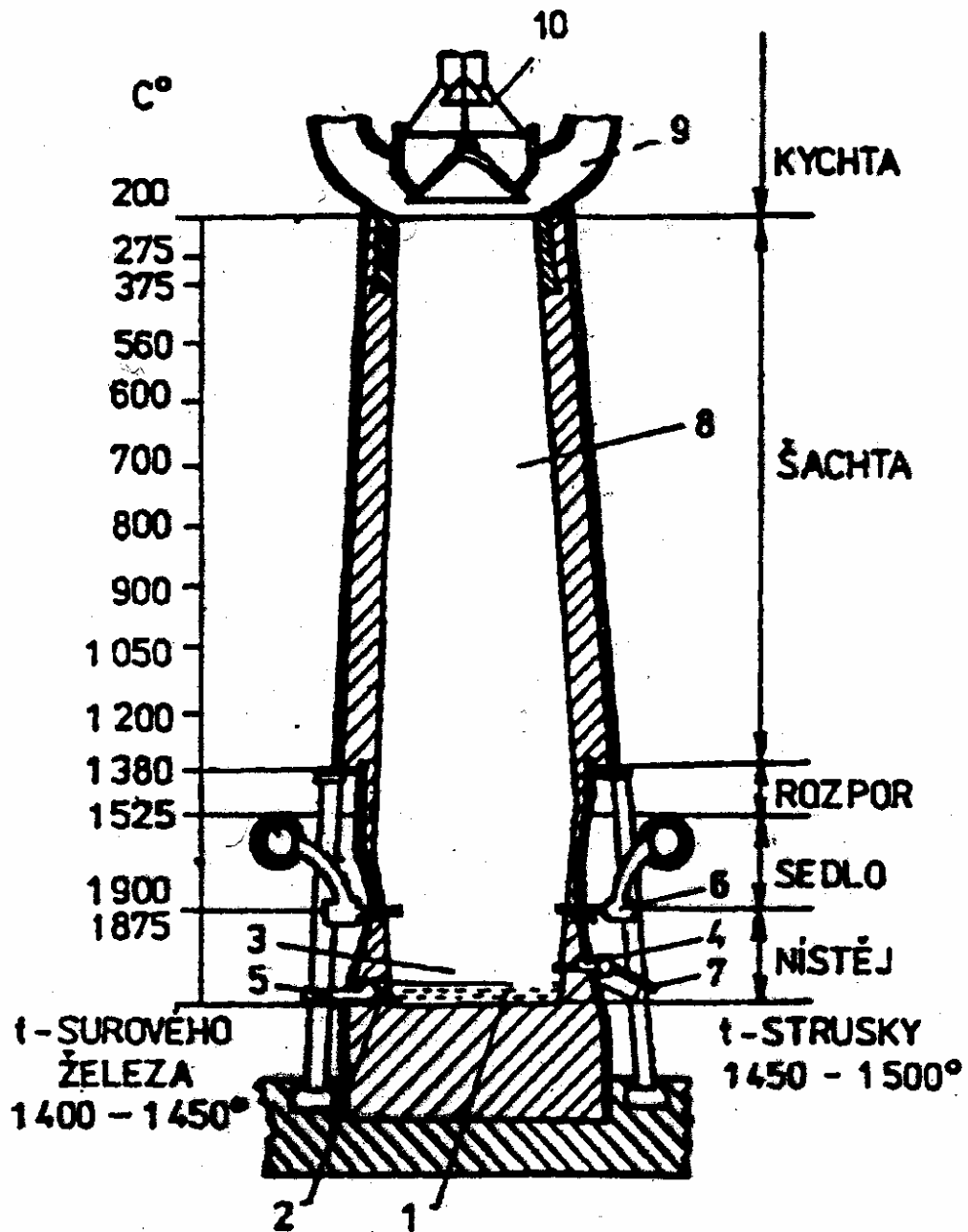
Metalurgický koks

- vzniká při karbonizaci černého uhlí. Má být kusový, bez prachu, s nízkým obsahem popela, vody a síry. Na výrobu 1 t železa je třeba 0,5 - 0,6 t koksu.

Struskotvorné látky

- přidávají se pro odstranění křemičitanů (*vápenec nebo dolomit*). Za vysokých teplot vzniká tekutá struska, která mj. zamezuje oxidaci železa.

Vysoká pec



Vyzdívka pece

šamotové tvárnice, zvenčí je
ocelový plášť z plechu
20 - 35 mm

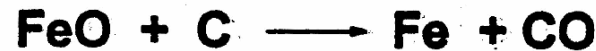
Průběh tavby

provoz nepřetržitý, doba průchodu jedné vsázky 10 - 20 hodin

- ♦ **Vysoušení vsázky** (100-500 °C) - odstranění těkavých látek z koksu
- ♦ **Redukce oxidů železa** (400-1000 °C)

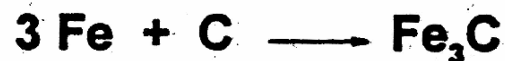


(do 900 °C probíhá jako nepřímá redukce CO)



(přímá redukce ve spodní části šachty při vyšších teplotách)

- ♦ **Redukce oxidů ostatních prvků** probíhá současně s redukcí oxidů železa, z fosfátů se redukuje fosfor ($3 \text{Fe} + \text{P} \longrightarrow \text{Fe}_3\text{P}$), ze síranů a sulfidů se do železa dostává síra a další prvky (*Ti, Cr, V, Ni apod.*)
- ♦ **Nauhličování železa** (900-1000 °C) - probíhá v tuhém stavu difuzí uhlíku či CO a CO₂



(karbid triželeza, cementit)

Cementit se rozpouští v kapalném i tuhém železe, s. rostoucím obsahem uhlíku klesá i jeho bod tání (vznik eutektika).

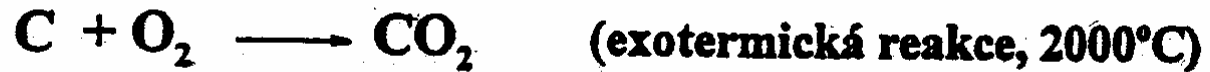
Bod tání [°C]	
Čisté železo	1 535
Železo s obsahem 4,3 % C	1 130

Nauhličování probíhá účinkem plynné fáze a stykem železa s koksem. Nauhličené železo se usazuje v nístěji, odkud se periodicky v několikahodinových intervalech odpichuje.

- ♦ **Tvorba strusky** oxidy nečistot reagují s CaO (z vápence vypáleným) za tvorby tekuté strusky, která se periodicky vypouští, prudce ochladí (vznik struskové vlny).

Vysokopeční struska je surovinou pro stavební průmysl, výrobu cementu a slouží jako izolační materiál. Poměr kyselých (SiO₂) a zásaditých (CaO, MgO) složek se volí 1,0 - 1,5.

- ♦ **Spalování paliva** probíhá v oblasti výfúčen vháněním předehřátého vzduchu



Další zpracování surového železa

zkujňování v ocelárnách

přetavování ve slévárnách na výrobky ze šedé nebo tvárné litiny

VÝROBA OCELI

Ocelářský proces snížení obsahu uhlíku a dalších nežádoucích prvků v surovém železe na takovou výši, aby ocel měla požadované vlastnosti. Současně lze zpracovávat i železný šrot.

OCELI UHLÍKATÉ

(konstrukční)

s max. obsahem C 1,7%,

obsahují malé množství Mn, Si, P a S.

OCELI UŠLECHTILÉ

(slitinové, legované)

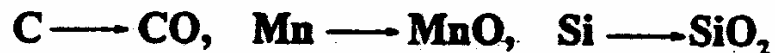
obsahují legující prvky.

Používají se pro speciální účely.

Základní operace jsou

zkujňování
desoxidace

ZKUJŇOVÁNÍ - oxidace příměsí surového železa vzdušným kyslíkem nebo kyslíkem přítomným v oxidech železa (ruda, okuje). Při oxidaci vzniká FeO, který je hlavním oxidovadlem příměsí.



SiO₂ se váže na FeO, CaO, MnO za vzniku strusky s nižší hustotou.

Odstranění fosforu může probíhat až po odstranění uhlíku; neboť vzniklý P₄O₁₀ by se přítomným uhlíkem redukoval zpět na fosfor. Odstranění fosforu v přítomnosti uhlíku je možné v přítomnosti nadbytku CaO.



Totéž se týká i odstranění síry :



DESOXIDACE - nastává po skončení zkujňovacích procesů. Cílem je maximální snížení obsahu FeO rozpuštěného v tavenině (způsobuje křehkost oceli). Odstraňuje se redukcí přidavkem ferrosilicia nebo ferromanganu.



MnO v roztavené oceli málo rozpustný a hromadí se na povrchu taveniny.

UKLIDŇOVÁNÍ OCELI

u některých ocelí se před odléváním odstraňují poslední zbytky oxidů přidavkem hliníku



KONTROLA PROCESU VÝROBY OCELI

kvantometry

ZAŘÍZENÍ:

- konvertory (Bessemerův , Thomasův)
- nístějové plamenné pece (Siemens-Martinské, Talbotovy, Campbellovy)
- elektrické obloukové nebo indukční pece
- kelímkové pece
- rotační ocelářenské pece
- elektrické vakuové pece
- *kokila* - tlustostěnná litinová forma ingot

MECHANICKÉ TVÁŘENÍ OCELI

válcovny, tažírny, kovárnny

TEPELNÉ ZPRACOVÁNÍ OCELI

ve výrobcích z oceli probíhají strukturní přeměny uvnitř materiálu (*tvar se nemění*)

Žihání oceli - ohřev na určitou teplotu následovaný pomalým chladnutím. Ocel je v rovnovážném stavu, odstraní se veškerá pnutí. Ocel má nízkou tvrdost a velkou houževnatost.

Kalení oceli - ohřev nad tzv. překryštalizační teplotu (723 °C), následuje rychlé ochlazení ve vodě, oleji nebo na vzduchu. V oceli vznikají metastabilní struktury (např. martensit), což způsobuje tvrdost, malou houževnatost, velkou křehkost a značné vnitřní pnutí.

Popouštění oceli - používá se pro kalenou ocel zahříváním na 200 - 700 °C, kdy dochází k určitým přeměnám ve struktuře kalené oceli a částečně se odstraní vnitřní pnutí i tvrdost, zvýší se však houževnatost oceli.

Chemicko-tepelné zpracování ocelí

- ♦ ***Cementace*** - povrchové nasycení ocelového výrobku uhlíkem do hloubky 0,6 - 1 mm. Používá se směs BaCO_3 + dřevné uhlí, event. solné lázně (soda + NaCN + KCl).
- ♦ ***Nitridování*** - sycení povrchu oceli dusíkem za pomoci NH_3 při teplotě 500°C nebo KCN, NaCN v solné lázni. Ocel získává povrchovou tvrdost.