

2/6 Železo a ocel

Suroviny pro výrobu železa

- rudy (magnetovec Fe_3O_4 , krevet Fe_2O_3 , hnědel $\text{Fe}(\text{OH})_3$, ocelek FeCO_3 , pyrit FeS_2) + vápenec, koks

Výroba železa

- redukcí z rud ve vysoké peci (je vyzděná žáruvzdorným materiálem, pracuje nepřetržitě více let) (viz níže)
- z rudy se odstraní příměsi, následuje redukce při $1600 - 1800^\circ\text{C}$ za přítomnosti struskotvorných přísad (vápenec), koks (A = ruda, koks, vápenec) a vzduchu (B); vznikají kychtové plyny (C) – CO , CO_2 , N_2 , H_2
- vápenec CaCO_3 se rozkládá na CaO (+ CO_2), CaO reaguje s příměsí (SiO_2), vzniká CaSiO_3 (základ strusky)
- $\frac{2}{3}$ železa se redukuje nepřímo s CO ($\rightarrow \text{CO}_2$), $\frac{1}{3}$ se redukuje přímo koksem (uhlík – C) $\rightarrow \text{Fe} + \text{CO}$
- zbylé oxidy z hlušiny reagují se struskotvornými přísadami
- přibližně každé 2 hodiny je odpich (vypouštění) surového železa
- struska (D; užití např. ve stavebnictví) se vypouští 3–4 krát mezi dvěma odpichy železa (E)
- surové železo: Fe + C (3 – 5%), Si (0,5 – 3%), Mn (0,2 – 5%), P (0,5 – 2%)...

Reakce ve vysoké peci

- IV: $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$; $\text{CaO} + \text{SiO}_2 \rightarrow \text{CaSiO}_3$
- III: $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$; $\text{CO}_2 + \text{C} \rightarrow 2\text{CO}$
- I: $\frac{2}{3}$ železa jsou redukovány nepřímo s CO
 - $3\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CO} \rightarrow 2\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{CO}_2$ ($\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{CO} \rightarrow 3\text{FeO} + \text{CO}_2$; $\text{FeO} + \text{CO} \rightarrow \text{Fe} + \text{CO}_2$)
- II: přímá redukce s rozžhaveným koksem
 - $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{C} \rightarrow 2\text{Fe} + 3\text{CO}$ ($\text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{C} \rightarrow 3\text{Fe} + 4\text{CO}$; $\text{FeO} + \text{C} \rightarrow \text{Fe} + \text{CO}$)
- uvolňují se i příměsi (MnO , SiO_2 ... $\rightarrow \text{Mn}$, Si ...), snižují jakost

Zkujňování železa, ocel

- surové Fe se zušlechťuje (zkujňuje) – odstraňuje se C a nežádoucí příměsi ($\text{C} < 1,7\%$) \rightarrow ocel
- nejstarším – tzv. pudlování (surové roztavené Fe se míchalo s krevetem Fe_2O_3 ; vzniklo svářkové Fe)
- Bessemerace (do 1910; patent 1856): roztavené Fe se v konvertorech profukovalo O_2 (vzduchem)
- Siemens-Martinův proces (ekonomičtější oproti Bessemeraci); oxidace byla v nástějové peci s kyselou nebo zásaditou vyzdívkou
- zásaditý kyslíkový konvertorový proces (ekonomičtější, časově méně náročný) – profukování roztaveného surového Fe čistým O_2 z trysek zavedených přímo do surového Fe
- Siemensovo zkujňování v elektrické peci – tavení Fe el. proudem, který se vede železem nebo el. obloukem nad povrchem Fe (energeticky náročné, využití pro vysoce kvalitní oceli)

Ocel

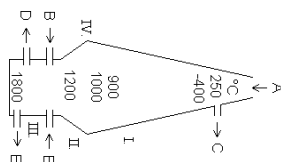
- vyrábí se zušlechťováním surového Fe a snížením obsahu uhlíku pod 1,7%
- ocel se lije do forem – pánví (tzv. kokily), nechá se ztuhnout, vyklápí se bloky (ingoty) a ty se dále zpracovávají (válcují, kovají, popř. se kalí); nejkvalitnější jsou legované oceli (tvrdé, pružné), dají se obrábět
- využití: strojírenství, auta, letadla, kolejnice, chirurgické a pracovní nástroje, stavebnictví (lešení, armování)

Kalení oceli

- pomalé ochlazování po zahřátí na určitou teplotu
- nejkvalitnější jsou legované oceli (legovat = přidávat): jsou tvrdé, pružné, nerezavějící, dobře obrábitelné (díky přísadám – Cr, Mn, W, V, Ni...); existuje více než 2000 druhů legovaných ocelí (konstrukční, betonářské, pružinové, žáruvzdorné, žárupevné, nástrojové...)
- nelegované (měkké; uhlíkové) oceli se kovají, ohýbají, vytahují

Recyklace oceli

- recyklace (zhruba ze 75 %) 1000 kg oceli ušetří: 1100 kg Fe rudy, 630 kg uhlí a 55 kg vápence



vysoká pec