

Výroba ferozliatin.

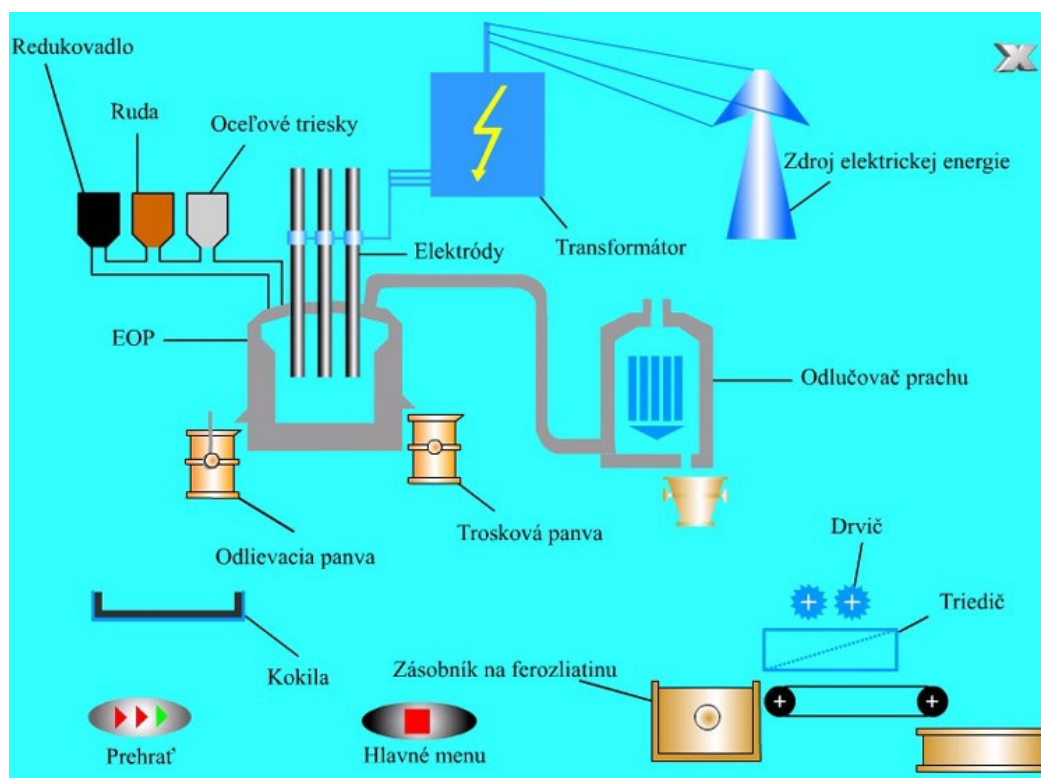


Ferozliatinami nazývame zliatiny železa s kremíkom, mangánom, chrómom, vanádom, titánom, molybdénom, berýliom, volfrámom, zirkónom, tantalom, nióbo a ďalšími prvkami, ktoré sa používajú pri výrobe ocele alebo liatin pre zlepšenie ich vlastností viazaním škodlivých prímiesí, za účelom dezoxidácie, odsírenia a legovania ocele, aj ako modifikačné a očkovacie činidlá.

Ferozliatiny sa získavajú **redukciou oxidov** príslušných kovov. Východiskovými surovinami sú buď rudy alebo koncentráty. Procesy výroby ferozliatin sú redukčnými procesmi, pričom je hlavný prvok redukovaný pomocou redukovača z jeho oxidu do kovového stavu. Spolu s prítomným železom potom tvorí zliatinu, ktorú nazývame ferozliatina (z latinčiny ferrum = železo).

Redukčné procesy prebiehajú pri vysokých teplotách. Pre ich priebeh je potrebné teplo. Podľa zdroja tepla, ktoré je potrebné pre priebeh redukčných reakcií výroby ferozliatin, delíme ich výrobu na dva druhy:

1. **Elektrotermický spôsob** (*obr. 1*), potrebné teplo je dodávané vo forme elektrickej energie. Proces prebieha najčastejšie v elektrickej oblúkovej peci (EOP), cca 97 % celkovej výroby elektrotermickým spôsobom. Malá časť ferozliatin sa vyrába aj v indukčných peciach. Ťažkotaviteľné ferozliatiny sa v súčasnosti vyrábajú v elektrónových peciach. V elektrickej oblúkovej peci sa vyrába napr. ferosilícium, ferrochróm, feromangán, silikomangán.

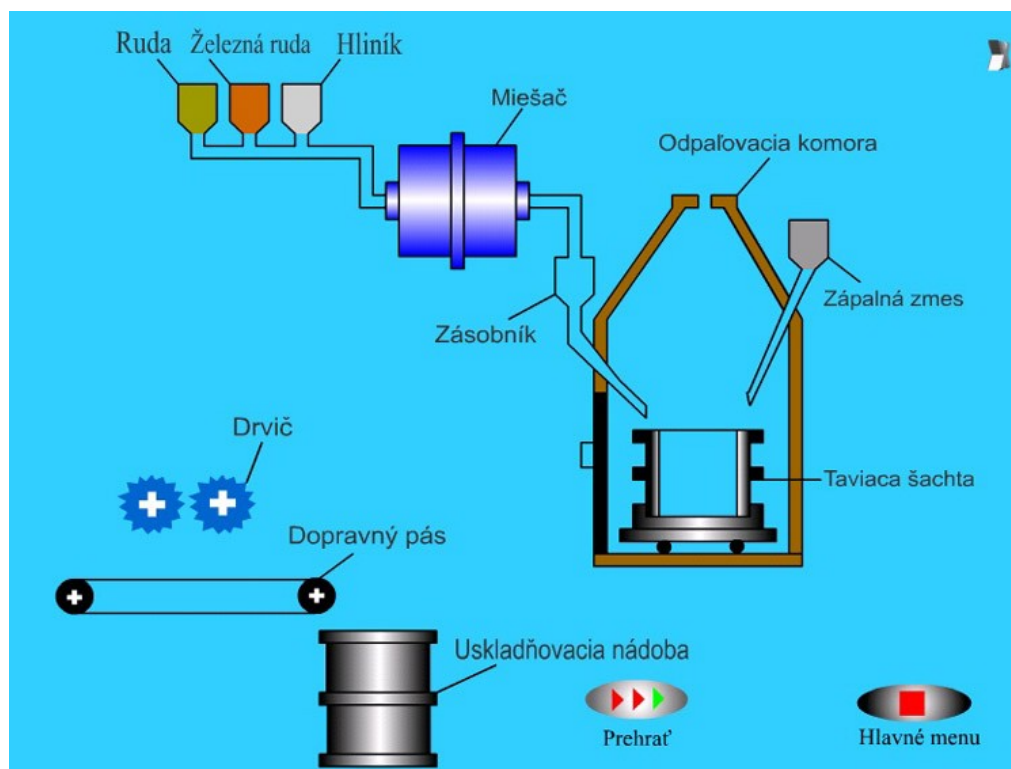


Obr. 1 Schéma elektrotermickej výroby ferozliatin

Každá ferozliatina obsahuje hlavný prvok, za účelom ktorého sa vyrába. Ten sa do EOP dávkuje v podobe rudy, aglomerátu alebo obohatenej trosky. Ako redukovoadlo do EOP je možné použiť uhlík (koks, polokoks, uhlie, drevené uhlie), kremík alebo hliník. Uhlík sa používa pri výrobe uhlíkatých ferozliatin karbotermickým spôsobom. Kremík a hliník sa používajú pri výrobe nízkouhlíkatých a stredneuhlíkatých ferozliatin. Ďalšou časťou vsádzky sú oceľové triesky (zdroj železa). Pre výrobu ferozliatin sú potrebné aj troskotvorné prísady (napr. vápenec, dolomit).

Po naplnení pece prostredníctvom zavážacích rúr sa zapne transformátor (hlavná časť silového elektrického obvodu) a pomocou elektród prebieha ohrev, redukcia a tavenie vsádzky. Po roztavení určitej časti nasleduje odpich a potom odlievanie ferozliatiny do kokíl. Po stuhnutí ferozliatiny sa uskutoční úprava jej granulometrického zloženia (drvenie, mletie) a následne uskladnenie v zásobníkoch.

2. **Metalotermický spôsob** (obr. 2), zdrojom potrebného tepla je samotná redukčná reakcia. Podľa druhu použitého redukovoadla rozdeľujeme tento spôsob na silikotermický (redukovoadlo je kremík) a aluminotermický (redukovoadlo je hliník).



Obr. 2 Schéma metalotermickej výroby ferozliatin

Metalotermický proces bez prítomnosti elektrickej energie sa používa, ak je potrebné vyrobiť ferozliatinu bez obsahu uhlíka a teplo, ktoré vznikne pri redukcii oxidov kovov je dostatočné na roztavenie vyredukovaných kovov.

Metalotermický proces prebieha v taviacej šachte, ktorá je umiestnená v odpaľovacej komore. Pec sa plní zo zásobníkov po homogenizácii jednotlivých zložiek vsádzky (napr. kovonosný koncentrát, železná ruda alebo oceľové triesky, hliníková krupica a vápno). Po naplnení taviacej šachty sa pridáva zápalná zmes, ktorá sa zapáli a vyvinutým teplom spustí reakciu redukcie. Redukčné reakcie za prítomnosti hliníka alebo kremíka sú exotermické reakcie. Po redukcii oxidov kovov a roztavení kovových zložiek nasleduje ochladenie vyrobenej ferozliatiny v taviacej šachte. Nakoniec sa ferozliatina vyberie, odstráni sa z nej troska a upraví sa jej granulometrické zloženie.

Ferozliatiny rozdeľujeme do niekoľkých kategórii. Ferozliatiny na báze kremíka, chrómu, mangánu a hliníka označujeme ako veľkoobjemové alebo masové. Tie slúžia na dezoxidáciu, odsírenie, očkovanie a legovanie a používajú sa hlavne pri spracovaní ocele a v zlievarňach ocele a liatin. Zliatiny, ktoré používame hlavne na legovanie a na rafináciu kovov, označujeme ako špeciálne.

Špeciálne ferozliatiny sa používajú nielen pri výrobe ocele, ale v posledných rokoch stúpa ich využitie v chemickom priemysle a v priemysle výroby hliníka. Zliatiny, ktoré sú tvorené viacerými hlavnými prvkami, nazývame komplexné ferozliatiny. Ku ferozliatinám môžeme zaradiť aj plnené profily, ktoré predstavujú moderný prostriedok na zlepšenie vlastností ocelí.

Ferosilícium, (obr. 3):

Je dôležitou dezoxidačnou prísadou u všetkých druhov ocelí. Ako legujúci prvok zvyšuje pružnosť ocele. S nízkym obsahom hliníka a vápnika sa používa pre výrobu transformátorových ocelí. V zlievárenstve sa používa ako grafitizačná prísada a očkovadlo pri výrobe sivej liatiny. Tiež sa používa pri príprave obalov zvarovacích elektród.



Obr. 3 Ferosilícium FeSi

Silikokalcium, (obr. 4):

Používa sa pri grafizačnom očkovaní tvárnej liatiny a sivej liatiny. Používa sa tiež ako silné komplexné dezoxidovadlo v metalurgii legovaných ocelí, na odsírenie a odplynenie ocele a liatiny, na grafitizáciu a výrobu šedej liatiny rovnomerného zloženia.



Obr. 4 Silikokalcium SiCa

Ferochróm, (obr. 5):

Používa sa ako legovacia prísada pri výrobe ocele a liatiny. Zvyšuje pevnosť, tvrdosť, odolnosť proti oteru a prekaliteľnosť ocele. U vysokolegovaných ocelí zvyšuje odolnosť proti korózii a chemickým vplyvom. Používa sa pri výrobe žiarupevných ocelí, kde sa vyžadujú vysoké mechanické vlastnosti.



Obr. 5 Ferrochróm FeCr

Feromangán, (obr. 6):

Je dezoxidačnou a legovacou prísadou. Ako legúra zvyšuje samokaliteľnosť ocele, hĺbku jej kalenia, tvrdosť a oteruvzdornosť. Významný je vplyv na znižovanie obsahu síry v oceli a zliatinách. Ocele s obsahom mangánu nad 10 % majú zvýšenú oteruvzdornosť a vysokú húževnatosť, preto sa používajú k výrobe súčastí mlecích zariadení, pružín, výhybiek a pod.



Obr. 6 Feromangán FeMn

Ferovolfrám, (obr. 7):

V oceliarenstve sa používa ako legujúca prísada do rôznych druhov ocelí. Slúži pre väzbu karbidov v rýchlorezných a nástrojových oceliach. Volfrámové ocele majú veľkú odolnosť proti opotrebovaniu, preto je volfrám dôležitou legúrou rýchlorezných a nástrojových ocelí. Ďalej zvyšuje stálosť ocele pri vyšších teplotách a znižuje rast zrna pri ohreve.



Obr. 7 Ferovolfrám FeW

Ferotitan, (obr. 8):

Používa sa pri výrobe ocele ako legujúca prísada, niekedy aj ako dezoxidovadlo. Vytvára veľmi stály karbid, viaže kyslík a dusík a tak zvyšuje mechanické vlastnosti ocele. Prísada titanu do korozivzdorných ocelí stabilizuje tieto ocele proti medzikryštalickému vylučovaniu karbidov a tým proti medzikryštalickej korózii. Zliatiny na báze titanu s prídavkom hliníka, vanádu a molybdénu majú široké použitie v leteckom priemysle, vojenskej technike a pri kozmických letoch.



Obr. 8 Ferotitán FeTi

Výroba ferozliatin v Slovenskej republike.

Na Slovensku sa ferozliatiny vyrábajú v spoločnosti OFZ a.s. Istebné, závod Široká, *obr. 9*. V roku 2014 sa vyrábali tieto produkty:

▪ Ferozliatiny:

- FeSi 75 (Si >72,0 %; Al < 1,5 %); FeSi 65; FeSi 45
- FeSi 75 raf. (Si >74,5 % Al < 0,8 % Ti < 0,1 %); FeSi raf. (Si > 68 %, Al < 0,2 %)
- CaSi (Si > 60 %; Ca > 25 %)
- FeSiMn (Mn > 65 %; Si 14-16 %; P < 0,25 %)
- FeMnC (Mn > 75 %; P < 0,20 %)
- skúšobné kampane výroby FeSi 90, Si kov, FeMnMC, Mn kov, FeMnC/FeSiMn P0,1(0,15), FeCr separovaný.

▪ Plnené profily:

- CaSi, C, S, CaFeAl, FeSi, Ti

▪ Vedľajšie produkty:

- Microsilica-Sioxid®, CaSi úlet, Grasimat, Simat P a Simat R.

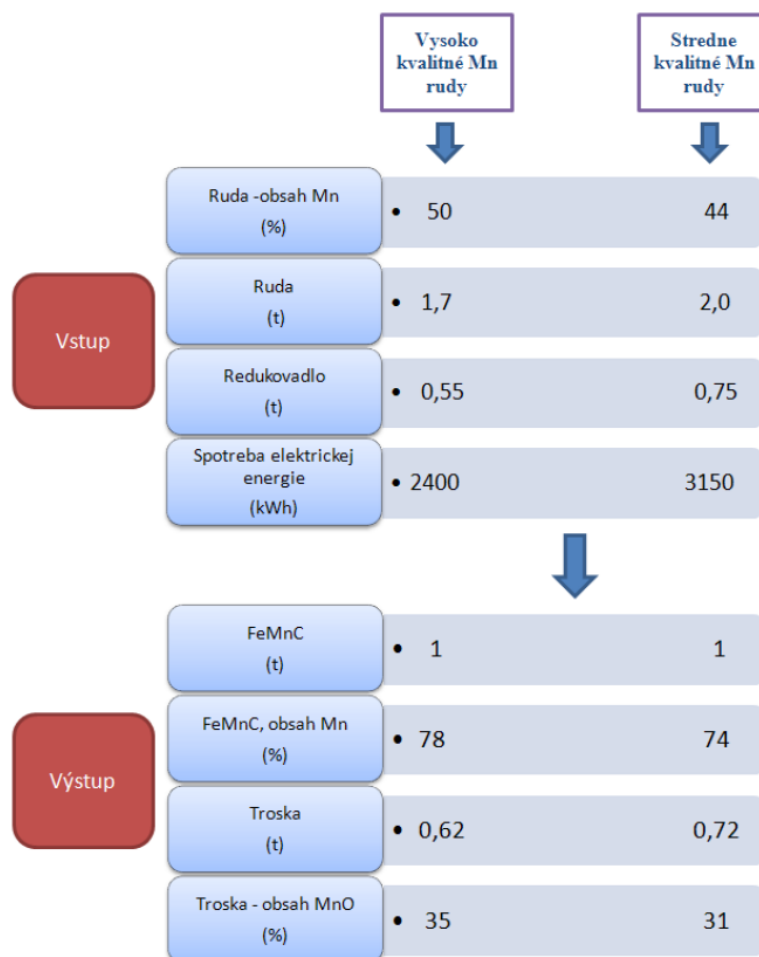


Obr. 9 Výroba, odpich a odlievanie ferozliatin v OFZ, a.s. <http://www.ofz.sk/>

Nové smery vo výrobe ferozliatin.

V dnešnej dobe sa vedecké výskumy sústreďujú na vývoj nových druhov ferozliatin – hlavne rafinovaných – s nízkym obsahom sprievodných prvkov – hlavne fosforu (napr. nízkouhlíkový feromangán a ferochróm). Nové smery vo výrobe ferozliatin:

- vývoj nových druhov elektród (kompozitné elektródy– grafit + elektródová hmota),
- využitie redukovadiel s vysokou reaktivitou a vysokým merným elektrickým odporom (napr. polokoksy- char),
- optimalizácie elektrického režimu (hlboké posadenie elektród),
- bezodpadové technológie a rekuperácia odpadného tepla,
- úprava rudných surovín, *obr. 10*.



Obr. 10 Vplyv kvality Mn rudy na vstupno – výstupné parametre výroby FeMnC

(model Nórsko – Eramet)