

## Siderurgie: istorie și epoca modernă

De ce este nevoie pentru prepararea unui fel de mâncare? Temperatură. Acum câteva secole, sursa de căldură consta din flăcări deschise de lemn și cărbune, în timp ce bucătăriile de astăzi au cuptoare pe gaz sau electrice.



Topirea oțelului în „bucătăria” metalurgică se realizează într-un mod similar: materiile prime (șarja) sunt introduse într-o „oală” imensă și „fierte” la temperaturi ridicate conform unui anumit tip de tehnologie (rețeta). În același timp, temperatura potrivită este atinsă prin utilizarea gazului sau a electricității.

În prezent, există trei modalități industriale principale de topire a oțelului în lume:

- procesul OHF;
- procesul BOF;
- procesul electro-metalurgic.

### Istoria topirii oțelului

Omenirea a învățat să facă fier în Evul Mediu. Dar, până la mijlocul secolului al XIX-lea, era în cantități mici și din materiale de calitate scăzută. De regulă, era produs în cuptoare de pudlat și era rafinat în forje, unde producătorii obțineau articole pe bucăți. În mod remarcabil, pe teritoriul Ucrainei moderne au fost găsite rămășițe de cuptoare medievale de pudlat (cunoscute și sub numele de ateliere de forjare). Erau situate în special în partea de vest a țării, care nu este un centru al industriei siderurgice de astăzi.

Tehnologiile utilizate înainte de secolul al XIX-lea la fabricarea produselor din fier aveau un dezavantaj semnificativ: fie fierul foarte moale, fie oțel fragil din fier produs în forje. Materialele nu puteau fi utilizate în stare pură, deoarece produsele se toceau repede sau se rupeau ușor.

Astăzi, elasticitatea este o proprietate cunoscută a oricărui aliaj de fier. Se poate obține numai prin crearea unei structuri cristaline clare în topitură. Tehnologiile medievale nu erau capabile să topească metalul la proporția corectă de fier și carbon. Era nevoie de o temperatură de 1.450°C, imposibil de atins la vremea aceea.

Revoluția industrială a dus la creșterea rapidă a cererii de noi materiale pentru construcții și arme: materiale robuste, durabile și adecvate pentru prelucrarea mecanică.

Drept urmare, toate cele trei modalități moderne de topire a oțelului au apărut în secolul al XIX-lea.

### Procedură la cuptor cu vatră deschisă: Beneficii și îmbunătățiri

Până la mijlocul secolului al XX-lea, cuptoarele cu vatră deschisă erau principala tehnologie utilizată la topirea oțelului. Construite pentru prima dată de francezul Emile Martin, în 1864, cuptoarele cu vatră deschisă (cuptoare Martin) aveau, printre altele, următoarele avantaje: capacitatea de a include deșeuri de oțel în șarjă (și erau multe, provenite de la dezvoltarea activă a căilor ferate) și o mare varietate de calități de oțel bun care putea fi produs la un timp de topire lung (până la 13 ore).

Primele cuptoare cu vatră deschisă de pe teritoriul Ucrainei moderne au fost construite de galezul John Hughes în 1879. Conform unor estimări diferite, la mijlocul secolului al XX-lea, între 50% și 80% din oțelul din lume era topit folosind această tehnologie.

Dar, din cauza timpului lung de topire, nevoii de încălzire externă constantă a cuptoarelor, creșterii prețurilor la gazele naturale, proceselor nesustenabile și a altor probleme, cuptoarele cu vatră deschisă au cedat locul unor tehnologii noi.

Instalațiile existente cu vatră deschisă nu utilizează predominant OHF-ul clasic, ci așa-numitele turnătorii cu vatră dublă. Acestea combină elemente atât din tehnologia cu insuflare de oxigen, cât și din cea cu vatră deschisă. În general, sunt două cuptoare cu vatră deschisă interconectate, care permit încălzirea cu oxigen de la interior a fierului topit, și nu doar încălzirea părții exterioare a cuptorului cu gaze naturale. Oferă economii semnificative la resurse și capacitatea de a reduce durata unei singure încălziri până la trei sau patru ore.



### **Procedura BOF: în căutare de oxigen**

Precursorul BOF în topirea oțelului a fost procesul Bessemer, dezvoltat înainte de procedura cu vatră deschisă. Englezul Henry Bessemer a primit un brevet pentru această invenție în 1856. Producea metal fierbinte cu ajutorul aerului atmosferic folosit pentru a reduce conținutul de carbon. În același timp, oțelul era agitat cu azot, care scădea temperatura și intra parțial în compoziția oțelului sub formă de impurități. Din cauza acestui factor, printre altele, metoda nu este utilizată pe scară largă. Punctul de topire mai scăzut limita utilizarea deșeurilor metalice, ceea ce a dus la necesitatea de materii prime de înaltă calitate, cum ar fi fonta produsă din minereu de fier fără impurități nocive. Bessemer era conștient de acest dezavantaj, dar, pe atunci, era aproape imposibil să obții cantități mari de oxigen pur. Cuptoarele Bessemer au fost utilizate pe teritoriul Ucrainei moderne până în 1983.

În 1878, un alt englez, Sidney Gilchrist Thomas, a îmbunătățit invenția conaționalului său. Cuptoarele Thomas au făcut posibilă îndepărtarea din topitură a unor impurități nocive, cum ar fi fosforul. Din acest motiv, tehnologia a devenit răspândită în Belgia și Luxemburg, unde se extrăgea minereu de fier bogat în fosfor.

Dar calitatea oțelului produs prin ambele tehnologii a rămas scăzută în comparație cu OHF până la începutul anilor 1930. Atunci au început încercările de a introduce agitarea cu oxigen. Oțelul lichid nu era agitat cu aer în convertizoarele Bessemer, ci cu oxigen pur, produs în instalații criogenice. Se recunoaște că unul dintre primele experimente în utilizarea acestei tehnologii a fost realizat de Mykola Mozgov, la Kiev la Uzina Bolșevică. Concomitent, au fost efectuate probe cu șarje în Germania și Austria. Dar Al Doilea Război Mondial a încetinit progresul tehnologic în industria siderurgică.

Abia după sfârșitul războiului, odată cu dezvoltarea tehnologiilor criogenice, convertizoarele de oxigen au început să înlocuiască procedura cu vatră deschisă. Primele instalații industriale de acest tip au fost lansate în 1952. Procesul de fabricație a oțelului BOF s-a dovedit a avea o capacitate mai mare la costuri mai mici. Pentru un timp, instalațiile Bessemer depășite au fost renovate folosind această tehnologie, deși construirea unor linii de producție complet noi și mai avansate câștiga din ce în ce mai multă popularitate.

Cuptoarele moderne cu insuflare de oxigen sunt vase din oțel în formă de pară. Sunt căptușite la interior cu materiale refractare speciale. Gura de vânt a furnalului este imersată de sus pentru alimentarea cu oxigen pur la presiune ridicată. Acest gaz arde carbonul din oțel până la nivelul necesar.

### **Cuptoare cu arc electric: Puterea curentului electric**

Până în secolul al XIX-lea, a devenit cunoscut faptul că nu numai gazele, ci și curentul de tensiune continuă poate reduce metalele din oxizi și le poate topi cu un arc electric. Însă nu erau disponibile surse puternice de electricitate, ceea ce a împiedicat dezvoltarea tehnologiei de topire a oțelului în cuptoare electrice.

Abia în anii 1930 au început să apară centrale electrice mai puternice, făcând posibilă ideea introducerii în masă a procedeului electric în siderurgie. A început cu metale neferoase. Mai târziu, tehnologia a fost introdusă în industria siderurgică. Unul dintre cele mai proeminente exemple de introducere a procedeului electric în siderurgie

a fost în orașul Zaporizhia. Aici au fost lansate primele turbine ale centralei hidroelectrice Dnipro, în 1932. Aici au apărut, una câte una, întreprinderi siderurgice care aplicau procedeul electric și produceau aluminiu, titan, feroaliaje și oțel special.

Astăzi, cuptoarele cu arc electric (EAF) sunt utilizate nu numai la topirea de oțeluri speciale și oțeluri comerciale. De obicei produc țagle pătrate și

[produse lungi](#)

. Trei electrozi uriași de grafit, de curent alternativ sau continuu, sunt scufundați în cuptor, și încărcăți cu sarcină electrică. Este generat un arc electric, creând temperaturi ridicate la interiorul cuptorului și topind deșeurile. EAF sunt de obicei baza pentru așa-numitele mini-oțelării, adică întreprinderi metalurgice mici, cu o capacitate anuală de 0,5-2 milioane de tone de oțel. Sunt frecvente în țările cu tarife accesibile la electricitate și surse mari de deșeuri.



Ca la convertizoarele cu insuflare de oxigen, timpul de topire în electrometalurgie este destul de scurt și durează 40-60 de minute. În primele etape de dezvoltare ale acestor tehnologii, viteza era principalul dezavantaj și au existat dificultăți în producerea unei largi varietăți de grade de calitate a oțelului. În cele câteva ore de topire în OHF, fluxurile, agenții de dezoxidare, aliajele erau introduse treptat în șarjă și influențau proprietățile materialului. Între timp, laboratoarele fabricii aveau timp să analizeze produsul obținut și să ofere recomandări oțelurilor. Dar acest avantaj OHF a fost aproape negat după introducerea metalurgiei secundare. Oțelul de la convertizoare și EAF-uri este rafinat în degazatoare sub vid și cuptoare cu oală de turnare până la starea și compoziția chimică necesare și apoi este transferat la mașini de turnare continuă. Materii prime: Proporțiile corecte ale șarjei

Toate cele trei procese principale de topire dau la sfârșit unul și același produs, adică oțel lichid. Fabricarea lui implică variate materii prime în proporții diferite.

Aproximativ 33% din șarja tipică de topire la OHF constau din deșeuri de metal negru. Restul este metal fierbinte de la furnale-cuvă. În unele cazuri, ponderea deșeurilor este de până la 66%. Acesta este așa-numitul proces de topire a deșeurilor metalice, utilizat activ în OHF pentru construcția de mașini sau instalații de țevi. La urma urmei, prelucrarea produselor metalice a fost asociată cu o cantitate vastă de deșeuri de oțel. Dar, cu cât este mai mare cantitatea de deșeuri, cu atât este necesară o temperatură de topire mai mare. Nivelul necesar de căldură pentru OHF era asigurat prin încălzire externă cu gaze naturale.

Cuptoarele cu insuflare de oxigen nu pot fi prevăzute cu încălzire externă. Prin urmare, procentul de deșeuri din șarjă este semnificativ mai mic aici, de aproximativ 15-25%. Altminteri, topitura ar fi prea rece. În plus, această metodă de topire a oțelului a început să se răspândească rapid în paralel cu turnarea continuă, ceea ce a dus la o reducere a utilizării deșeurilor în oțelării. Pentru a evita cumpărarea de la terți, a fost necesară creșterea ponderii de metal fierbinte.

Cuptoarele cu arc electric nu au problema de atingere a temperaturii potrivite. Prin urmare, la ele șarja poate fi constituită până la 100% din deșeuri feroase. Însă au fost construite EAF-uri moderne ca să înlocuiască OHF-urile, ca parte oțelării integrate cu producția în furnalele-cuvă existente. Prin urmare, conceptul lor prevede utilizarea a până la 40% metal fierbinte în compoziția șarjei. Trebuie remarcat faptul că țările în care EAF-urile sunt frecvente există factori specifici implicați. De exemplu, aproximativ 70% din oțelul american este topit așa. Explicația poate fi nivelul ridicat de deșeuri produse: americanii își schimbă des automobilele și electrocasnicele, iar industria construcției de mașini este dezvoltată aici. Aproximativ 68% din oțelul din Turcia este fabricat prin procedeul electric, deși există mult mai puține surse de deșeuri. Prin urmare, această țară din Orientul Mijlociu este cel mai mare importator de deșeuri metalice din lume.

În Ucraina, oțelul este topit prin toate cele trei metode descrise. Potrivit [www.worldsteel.org](http://www.worldsteel.org), 1,87 de miliarde de tone de oțel au fost produse pe glob până la sfârșitul anului 2019. Aproape 72% din acestea provin din BOF, puțin sub 28% din EAF și doar 0,3% din OHF. Lista completă a țărilor cu topitorii de oțel se regăsește site-ul web al

[Asociației Mondiale a Oțelului](#)

În orice caz, putem spune fără să greșim că, în „bucătăria” oțelarului modern, care aderă la tehnologie (rețetă) și la buna pregătire a „ingredientelor” (materii prime), poate fi „gătit” un „preparat” de calitate (adică oțel), indiferent de cuptor - electric sau pe gaz.

Priceperea metalurgiștilor ucraineni este confirmată de destinațiile de export ale produsele metalice, mergând de la țările vecine, până la cele mai îndepărtate puncte de pe glob.

<https://metinvestholding.com/ro/media/news/viplavka-stali-istoriya-i-sovremennostj>