

## Топене на стоманата: история и съвременност

Какво е необходимо, за приготвянето на едно ястие? Определена температура! Ако преди няколко века храната се приготвяла на пряк огън, на дърва или въглища, то днес в нашите кухни използваме газови или електрически печки.



В металургичната „кухня“ топенето на стоманата се извършва по аналогичен сценарий: в огромна „тенджер“ се изсипва суровината (шихтата) и се „вари“ при високи температури по определена технология (рецепта). А нужната температура се постига или с газ, или с електроенергия.

Днес в света се използват три основни промишлени метода за топене на стоманата:

- мартенов;
- кислородно-конверторен;
- електрометалургичен.

### История на топенето на стомана

Още през Средновековието хората се научават да добиват желязо. Но чак до средата XIX век това били неголеми обеми нискокачествен материал. Обикновено за тази цел се използвали мадани (огнища за получаване на метал от руда), след което полученият материал бил подлаган на допълнителна обработка в ковачниците, където майсторите изработвали единични изделия. Интересното е, че на територията на днешна Украйна са открити останки от средновековни мадани (известни още като хамарни). Но още по-интересно е, че те са открити в западните области на страната, където днес металургията не е развита.

Но използваните до XIX век технологии за производство на изделия от желязо имали един съществен недостатък. На практика, произвежданото желязо било или много меко, или пък стоманата, получавана след допълнителна обработка на желязото в ковачниците, била доста крехка. Невъзможно било тези материали да се използват в чист вид – произвежданите от тях изделия бързо се притъпявали или лесно се чупели.

Днес знаем, че желязната сплав притежава свойството еластичност. Това свойство се проявява само при формирането на ясна кристална структура от стопилката. А при използваните през Средновековието технологии при топенето на метала било невъзможно да се осигури правилното съотношение между желязото и въглерода. За тази цел била необходима непостижимата за онези времена температура от 1450 C°.

Индустриалната революция води до рязко нарастване на търсенето на нови материали за направата на конструкции и оръжия: здрави, издръжливи и подаващи се на механична обработка.

В резултат на това през XIX век е положено началото в използването на трите съвременни метода за топене на стомана.

### Мартеново производство на стомана: предимства и модернизация

Чак до средата на XX век основната технология, използвана за топене на стомана, били мартеновите пещи. За първи път методът е използван от французинът Емил Мартен през 1864 година. Тази

технология имала следните предимства: възможност за използване на стоманен скрап в шихтата (имало големи количества такъв скрап поради стремителното развитие на железниците) и голям асортимент от качествени марки стомана, които се произвеждали благодарение на дългото време на топене (до 13 часа).

Първите мартенови пещи на територията на днешна Украйна били построени от уелсеца Джон Хюз през 1879 година. В средата на XX век с помощта на тази технология, според различни оценки, били произвеждани от 50% до 80% от стоманата в света.

Но, поради дългото време на топене (плавка), необходимостта от постоянно външно нагряване на пещта, посъкпването на природния газ, неблагоприятното влияние на технологията върху екологията и други трудности, мартеновите пещи постепенно отстъпват място на новите технологии.

В повечето функциониращи мартенови цехови се използват не класическите мартени, а така наречените двуванни стоманотопилни агрегати. Те съчетават елементите на конверторната и мартеновата технологии. Грубо казано, това са две мартенови пещи, комбинирани помежду си, което позволява нагряването на стопилката от желязо да се извършва отвътре с кислород, а не само чрез нагряване на външната част на пещта с природен газ. По този начин се постига значителна икономия на ресурси и възможност да се съкрати времето на топене до 3-4 часа.



### **Конверторно производство на стомана: в търсене на кислород**

Предтеча на конверторния метод за топене на стомана, Бесемеровият процес, се появява преди мартеновата технология. Англичанинът Хенри Бесемер през 1856 година получава патент за това свое изобретение. Характерното за него е, че разтопеният чугун бил продухван със съгъстен въздух, с което се намалявало съдържанието на въглерод. Но, в същото време, в стоманата попадал азот, който понижавал температурата на топене и частично преминавал под формата на примеси в стоманата. Това, а и не само, станало причина методът да не получи широко приложение. В крайна сметка, по-ниската температура на топене ограничавала възможността за използване на скрап, възникнала потребност от висококачествена суровина – чугун, получаван от желязна руда без вредни примеси в нея. Бесемер знаел за този недостатък, но в онези времена било на практика невъзможно да се получат големи количества чист кислород. В Украйна бесемеровите пещи се използват чак до 1983 година.

През 1878 година друг един англичанин, Сидни Гилкрист Томас, успява да усъвършенства изобретението на своя сънародник. Томасовите пещи позволяват от разтопения материал да се отстранят част от вредните примеси, като например фосфорът. Благодарение на това технологията получава разпространение в Белгия и Люксембург, където бил развит добивът на високофосфорни железни руди.

И при двете технологии, обаче, качеството на стоманата остава ниско в сравнение с мартеновата чак до началото на 30-те години на миналия век. Именно тогава започват опитите за вдихване на кислород. При бесемеровите конвертори продухването на разтопената стомана не ставало с въздух, а с чист кислород, получаван в криогенни инсталации. Смята се, че едни от първите опити за използване на тази технология били проведени от Николай Мозгов в Киевския завод Болшевик. Успоредно с това били извършвани топилни проби в Германия и Австрия. Но Втората световна война забавя развитието на технологичните процеси в металургията.

Едва след края на войната, с развитието на криогенните технологии, кислородните конвертори започват постепенно да изместват мартеновото производство. Първите производствени цехове започват да работят през 1952 година. Производството на конверторна стомана се оказва по-производително и икономично. Известно време съществувала практиката остарелите бесемерови цехове да бъдат приспособявани към тази технология, но все по-често били изграждани нови и по-съвършени производствени линии.

Съвременните кислородни конвертори представляват стоманени крушообразни съдове. Отвътре те са облицовани със специален огнеупорен материал. От горната страна на конструкцията им са разположени отвори (дюзи), през които под високо налягане се подава чист кислород. С помощта на този газ въглеродът се доизгаря до достигането на нужното ниво в стоманата.

### **Електродъгови стоманодобивни пещи: силата на тока**

Още през 19 век става ясно, че не само газта, но и постоянният електрически ток може да се използва за възстановяването на металите от окиси, както и за топенето им с помощта на електрическа дъга.

Липсата на мощни електроенергийни източници, обаче, забавя развитието на технологията за топене на стомана с помощта на електрически пещи.

Едва през 30-те години на 20 век започва строителството на мощни електроцентрали, което навежда на мисълта за внедряване на електрометалургията в промишлеността. Първоначално, тази технология намерила приложение в цветната металургия. След това идва ред и на черната металургия. Един от най-ярките примери за внедряване на електрометалургията е Запорожие. През 1932 година в този град за първи път били пуснати в експлоатация турбините на Днепровската хидроелектростанция (ДнепроГЭС). След което едно след друго тук се появяват електрометалургични предприятия, произвеждащи алуминий, титан, феросплави и специални стомани.

Днес електродъговите пещи (EAF) намират приложение не само за топенето на специални, но и обикновени марки стомана. От тях, по правило, се произвеждат квадратни заготовки и

#### дългомерни стоманени продукти

. В запълнена с шихта пещ се потапят три огромни графитни електрода, към които се подава променлив или постоянен ток. Възниква електрическа дъга, която създава висока температура вътре в пещта и разтапя металния скрап. На базата на EAF обикновено се строят така наречените мини-фабрики (mini-mills) – малки металургични предприятия с годишен производствен капацитет 0.5-2 млн. тона стомана. Те са често срещани в страни с достъпна електроенергия и големи източници на скрап.



Както и при кислородните конвертори, в електрометалургията времето на плавка е достатъчно кратко – 40-60 минути. На първите етапи от развитието на тези технологии скоростта била и основният недостатък – възниквали трудности с усвояването на по-голям брой марки стомана. Та нали при мартеновите пещи в продължение на няколко часа топене, в шихтата постепенно добавяли флюс, откислители, легиращи елементи, които влияели на характеристиките на материала. А през това време заводските лаборатории успявали да направят анализ на получения продукт и да дадат нужните препоръки на стоманолепарите. Но днес вече предимството на мартеновата технология е на практика изравнено с въвеждането на извънпещната обработка. Стоманата от конверторите и електродъговите пещи допълнително се обработва във вакуумни камери и в устройствата пещ-кофа до достигане на необходимите състояние и химичен състав, и едва след това постъпва в машините за непрекъснато леене.

### **Суровина: как да намерим правилното съотношение на шихтата**

И при трите основни метода на топене на изхода на процеса се получава един и същ продукт – разтопена стомана. За производството ѝ се използват различни суровинни компоненти в различни съотношения.

В мартеновите пещи при класическо топене около 33% от шихтата е скрап от черни метали. Останалото е разтопен чугун от доменните пещи. В отделни случаи дялът на скрапа достигал до 66%. Това е, така нареченият, скрап-процес, активно използван при мартеновите пещи и в предприятията за производство

на тръби и машиностроенето. Та нали при тях по време на обработката на металните продукти се образувало огромно количество стоманен скрап. Но колкото повече били отпадъците от метали, толкова по-висока температура е била необходима за неговото топене. Така мартеновите пещи, благодарение на външното нагряване с природен газ, осигурявали необходимото ниво на топлина.

В същото време, при кислородните конвертори няма възможност за външно нагряване. Затова и делът на отпадъците от метали в шихтата тук е значително по-нисък – около 15-25%. В противен случай температурата на стопилката ще бъде прекалено ниска. Освен това, този метод на топене на стоманата започва активно да се прилага успоредно с непрекъснатото леене, довело до намаляване на рециклирания скрап в металургичните предприятия. За да не се закупува отвън, наложило се да се увеличи делът на горещия чугун.

При електрическите металургични пещи няма трудности за достигането на необходимата температура. Затова при тях до 100% от шихтата може да бъде получена от отпадъци от черни метали. Някои съвременни електродъгови пещи, обаче, били построени на мястото на мартеновите в състава на интегрирани металургични заводи с действащо доменно производство. Затова конструкцията им позволява използването на до 40% разтопен чугун в състава на шихтата. Но страните, в които се използват електродъговите пещи, имат свои специфики. Например, в САЩ топенето на около 70% от стоманата се извършва по тази технология. За това допринася високото ниво на формиращите се метални отпадъци: американците често сменят автомобилите си и битовата техника, страната има силно развито машиностроене. В Турция около 68% от произвежданата стомана е електротехническа, но там има много по-малко източници на метален скрап. Затова тази страна от Близкия Изток е най-големият вносител на скрап в света.

Топенето на стомана в Украйна се извършва с помощта на всичките тези три метода, които представихме тук. Съгласно резултатите за 2019 година по данни на [www.worldsteel.org](http://www.worldsteel.org) производството на стомана в света възлиза на 1,87 млрд. тона. От тях – почти 72% в конвертори, малко под 28% - в дъгови електротопилни пещи, и само 0,3% - в мартенови. Пълният списък на страните с показателите по произведена стомана може да се види на сайта на асоциацията

[worldsteel](http://worldsteel.org)

Така или иначе, с увереност можем да кажем, че в съвременната металургична „кухня“ при спазване на технологията (рецептата) и съответната подготовка на компонентите (суровините) може да бъде приготвено качествено ястие... тоест стомана. И не е важно, в каква печка ще бъде то приготвено – електрическа или газова.

А фактът, че на металурзите от Украйна това им се удава доста добре, се потвърждава от географията на износа на техните продукти от метал – от най-близките съседни страни до най-отдалечените места на Земята.