

Индустриално получаване на метали и рискове за околната среда

Индустрията за производство на метали се нарича металургия. Методите за производство на метали се разделят на два основни вида: пирометалургични и хидрометалургични. Пирометалургичните методи се основават на високотемпературни редукиционни процеси. При хидрометалургичните методи се работи главно с водни разтвори на съответните метали, а процесите се извършват при сравнително ниски температури.

Металургията се дели на два клона:

- черна металургия – производство на желязо и метали от групата на желязото.
- цветна металургия – производство на мед, алуминий, цинк, олово и други.

Цветна металургия.

Цветните метали се получават обикновено от сулфидни руди. Обобщената схема за тези производства е тази:

Обогатяване на рудата → пържене на сулфидите до оксиди → редукия на сулфидите до получаване на метала → пречистване на метала

Прочетете внимателно следващия текст, свързан с основните моменти при производството на мед. Направете схема за това производство. Определете съответствието между общатата схема и направената от вас схема.

Изходни суровини за получаване на мед са минералите халкозин (CuS), халкопирит (CuFeS₂). Те обикновено не се намират в чист вид, а комбинирани едни с други и с различни примеси (особено FeS). Тъй като съдържат голям процент (не по-малко от 95%) скална маса, изходните суровини се подлагат на обогатяване. Получава се т.нар. меден концентрат.

Превръщането на медните сулфида в оксиди и получаването на черна мед протича в няколко етапа:

- Пърженето на обогатените сулфидни руди (наричани вече концентрат) се извършва в пещи с кипящ слой с цел частично окисляване на пирита (FeS). Отпадните газове при този процес съдържат около 8% SO₂. В резултат се получава смес от сулфида и оксиди главно на медта и желязото.

- Отстраняването на железните оксиди се постига, като получената при пърженето смес от оксиди и сулфида се стапя в отражателна (когато се ползва природен газ) или електрическа пещ. Добавят се варовик и силикати (като топители – флюси). Между частично окислената мед и непревърнатия FeS протича обменна реакция – поради по-големия афинитет на меда към сярата и на желязото към кислорода.



Железните оксиди реагират със силициевия оксид от флюсите и образуват силикати, които са течни при използваните работни температури. На този етап също се отделя SO₂ (около 2% от освобождаваните газове). В пещта се образуват два течни слоя: долен, съставен от медни и железни сулфида (меден камък), и горен, съдържащ техните силикати (шлак).

- Стапянето на медния камък и получаването на черна мед се извършва в конвертор с продухване на въздух. Протичат процесите:



По такъв начин медта, съдържаща се в оксидите и сулфидите, се редуцира (при около 1100°C) до метал, като отново се отделя и вредният за околната среда гас серен диоксид (SO₂). Полученият продукт се нарича черна мед и съдържа около 3% примеси, които увеличават силно специфичното електросъпротивление на медта.

Черната мед се пречиства. Отначало се извършва т.нар. огнева рафинация чрез загряване на черната мед в окислителна атмосфера. При това примесите, които се окисляват по-лесно от медта (Fe, Co, Zn, As и др.), се отделят като оксиди (отново под формата на шлаки). Остатъците от сярата изгарят и се отделят като SO₂. По-благородните примеси (Au, Ag, Pt и др.) остават в медта. По този начин се получава мед с чистота 99,5%. Като краен продукт след електролитно рафиниране се получава мед с висока чистота (например 99,99%).

За получаване на олово и цинк най-често се използват сулфидни руди (например галенит PbS, сфалерит ZnS), които обикновено са полиметални. Рудите се подлагат на пържене в пещи с подвижна решетка или псевдокипящ слой. Получените газове, съдържащи до 6% SO₂, се използват, когато е възможно, за производство на сярна киселина.

Металното олово се получава чрез реакция, аналогична на тази при производството на черна мед:



За да се отдели цинкът от скалната маса, след окислителното пържене (до ZnO), получената угарка се обработва с разреден разтвор на сярна киселина. Образуваният се разтвор на цинков сулфат се подлага на електролизи, при което се достига до метален цинк.

Схема за производство на цинк:

Сулфидна руда ZnS \rightarrow O_2 \rightarrow Оксиди ZnO \rightarrow H_2SO_4 \rightarrow Сулфат $ZnSO_4$ \rightarrow Електролиза \rightarrow Цинк Zn

Серният диоксид SO_2 е най-характерният газообразен замърсител при производството на мед. Когато отделящите се газове съдържат повече от 4-5% серен диоксид, производството на сярна киселина е изгодно икономически. Отрицателен фактор за организирането на такова производство е евентуалната отдалеченост на предприятието от пазарите на киселина. При получаването на цветни метали важен химичен проблем е, че пържилните газове съдържат примеси (As_2O_3 , HCl , HF), които са каталитични отрови – пречат на каталитичното окисляване на SO_2 до SO_3 при производството на сярна киселина. Затова те трябва да се отстраняват от газовия поток.

Емисиите от SO_2 са опасни за околната среда преди всичко поради вредното им въздействие върху растителността, чиято гибел се съпровожда и с ерозия на почвата. Проблемът за улавяне на SO_2 на този стадий е свързан с периодичността на процеса. При осъществяване на непрекъснат процес могат да се получават газове, пригодни за синтез на сярна киселина.

Черна металургия.

В основата на черната металургия стоят високотемпературни редуционни процеси – от оксидните железни руди (лимонит Fe_2O_3 , магнетит Fe_3O_4) се получава сплав на желязото с въглерода (чугун). Редуциращото вещество е коксът (почти чист въглерод), получаван специално за металургични цели от антрацитни каменни въглища.

Кои са суровините за производство на чугун?

Тези процеси се провеждат в големи доменни пещи, които се зареждат отгоре

едновременно с руда, флюси (варовик и пясък) и кокс. Съставът на флюсите се подбира съобразно състава на скалната маса, така че да се осигури получаването на калциев силикат.

Скалната маса се отстранява от пещта под формата на шлак. Големите количества шлак създават екологични проблеми, защото за съхраняването им са нужни обширни площи. Затова напоследък се развиват методи за тяхното оползотворяване в производството на свързващи вещества и пътни настилки.

Обработката на рудите (агломериране) и зареждането на доменните пещи са източник на запрашване на атмосферата. Газовете, излизащи от пещите, са богати на въглероден диоксид и след пречистване могат да бъдат използвани за гориво (известно под името “домен газ”).

В долната част на доменната пещ се вдухва въздух, който поради недостига на кислород реагира с кокса до въглероден диоксид. Именно този газ изпълнява ролята на редуктор на железните оксид, а отделената при тази реакция енергия поддържа необходимата температура. В различните температурни зони на доменната пещ (температурата се повишава в посока отгоре надолу) се извършват окислително-редукционни реакции между железните и въглеродните оксиди. В долната част на доменната пещ се получава метално желязо (при температура около 1000°C).

В доменната пещ протичат следните окислително-редукционни процеси:

При температура 500°C: $3\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CO} \rightarrow 2\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{CO}_2$

При температура 900°C: $\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{CO} \rightarrow 3\text{FeO} + \text{CO}_2$

При температура 1000°C: $\text{FeO} + \text{CO} \rightarrow \text{Fe} + \text{CO}_2$

Желязото разтваря известно количество въглерод (от кокса), така че в действителност не се получава чисто желязо, а сплав между желязо и въглерод (4-5% въглерод), наречена чугун.

От доменните пещи се източват два течни продукта – чугун и шлак. Последният е богат на желязо и тежки метали. Съхраняването и евентуалното използване на този отпаден продукт е един от големите екологични проблеми на черната металургия. За охлаждане на доменните и другите видове пещи са нужни големи количества вода, която също се замърсява и е необходимо да бъде пречиствана в специални пречиствателни станции.

От получения чугун чрез намаляване концентрацията на въглерода (до 26%) и на другите примеси (Si, Mn, P, S) се получава стомана.

Според апаратурното оформление, източника и вида на използваната за тези процеси енергия методите за превръщане на чугуна в стомана се разделят на следните групи:

А. Конверторни – необходимата температура се поддържа за сметка на протичащите химични процеси;

Б. Мартенови – необходимата температура се поддържа за сметка на внасяне на топлина отвън;

В. Електрометалургични – температурата се поддържа чрез волтова дъга.

По-нататък чрез добавяне на легиращи елементи (Cr, Ni, V и др.) се получават различни видове стомани, широко използвани в промишлеността и бита.