

Лекція 4. ПРОДУКТИ І НАПІВПРОДУКТИ МЕТАЛУРГІЇ.

Основним (цільовим) продуктом металургії є кольорові метали і сплави у вигляді злитків, чушок, прокату, гранул, порошоків, катодів, губки і так далі. Деякі підприємства металургії, окрім металургійної продукції, випускають у великих кількостях як товарну продукцію:

- будівельні матеріали (шлаковий щебінь, мінеральну вату, гіпс, цемент, і так далі);
- мінеральні добрива (томас-шлак, суперфосфат, аммофос);
- хімічну продукцію (сода, купорос, сірку елементну, сірчаний ангідрид, кислоти і так далі);
- гази атмосфери (кисень, азот, аргон, гелій та ін.);
- теплову і електричну енергію.

У кольоровій металургії залежно від вживаної технології і хімічного складу розрізняють *чорнові і рафіновані* метали. Товарною продукцією, що поступає до споживача для подальшого використання по прямому призначенню, як правило, являються рафіновані метали.

Чорновими називають метали, що забруднені домішками. До числа домішок входять *шкідливі і цінні* елементи – супутники основного металу. *Шкідливі* домішки погіршують характерні для цього металу властивості (пластичність, корозійну стійкість, електропровідність і тому подібне) і роблять їх непридатними для безпосереднього використання. *Цінні* супутники – благородні метали, селен, телур, галій, індій, кобальт, вісмут та ін. - необхідно попутно витягати.

До *чорнових* умовно відносять метали, в яких масова частка основного металу складає від 95 до 99 %, їх обов'язково піддають очищенню від домішок – *рафінуванню*.

За ступеням чистоти *рафіновані метали* умовно ділять на: метали *технічної чистоти* (99,0...99,9 % Me), *високої чистоти* (99,9...99,999 % Me), *особливої чистоти* (> 99,999 % Me). Кольорові метали та сплави мають різноманітну класифікацію і маркування які зазначені у відповідних ДСТУ.

Під час плавки можуть утворюватися різноманітні продукти серед яких *шлаки і штейни*.

Штейном називається сплав сульфідів важких кольорових металів з сульфідом заліза. Штейни є проміжними металвмістними продуктами, які отримують у пірометалургійних технологіях міді, нікелю і свинцю. Вони утворюються в рідкому виді при плавлі шихти, що складається з сульфідних концентратів, флюсу і оборотних матеріалів.

Кольорові метали і залізо рудних мінералів сульфідного концентрату утворюють штейн, а мінерали порожньої породи і флюсів переходять у сплав оксидів – *шлак*.

Штейни утворюються в рідкому стані, мають високу щільність і практично не змішуються з рідкими шлаками, що дозволяє відділяти їх один від одного відстоюванням.

Шлаком називається сплав оксидів порожньої породи, флюсів, золи вуглецевого палива, компонентів вогнетривкого футерування і продуктів хімічних реакцій, що протікають при плавці.

Окрім шлакоутворюючих компонентів, реальні заводські шлаки обов'язково містять деяку кількість металів що витягують. При відносно низькому вмісті цінних компонентів, що виходять в більшості рудних плавок, шлаки є відвальним продуктом, тобто відходами металургійного виробництва.

У окремих видах металургійних плавок і особливо в рафінувальних процесах шлаки виходять дуже багатими. Такі шлаки вимагають обов'язкового збіднення. Їх часто використовують як оборотні матеріали основного металургійного процесу або піддають спеціальній переробці.

Більшість пірометалургійних процесів характеризуються утворенням значних кількостей *газів і пилу*. Як правило, ці два продукти видаляються з печей спільно.

Металургійні гази, що відходять, класифікують на технологічні, тобто такі, що утворюються за рахунок протікання хімічних реакцій, і паливі, що є продуктами спалювання палива.

Основними компонентами технологічних газів є вуглекислий газ (CO_2), оксид вуглецю (CO), сірчистий ангідрид (SO_2), і пари води (H_2O). При спалюванні палива переважно утворюються CO_2 , CO і H_2O .

Пил, що утворюється в металургійних процесах, умовно можна класифікувати на *грубий* і *тонкий*.

Утворення *грубого пилу* пов'язане з дією газового потоку на дрібні частки шихти, що переробляється, або продукту металургійної переробки. Зазвичай грубий пил має форму осколків, розміри часток яких складають від 3...10 до декількох сотень мікрометрів. Хімічний склад грубого пилу зазвичай ідентичний складу початкового матеріалу, з якого вони утворилися, тому їх повертають в оборот або об'єднують з продуктом цього процесу.

Тонкий пил (возгони) утворюється переважно за рахунок сублимації легколетючих компонентів. Пари, що виходять при цьому, відносяться газовим потоком і при наступному охолодженні газів конденсуються з утворенням твердих часток або рідких крапель. Розмір часток тонкого пилу у

момент утворення складає десяти і соті долі мікрометру. Надалі можливе утворення більших агрегатів за рахунок коагуляції часток.

Суміш сировинних матеріалів, що підлягає переробці в металургійних агрегатах, називається *шихтою*. Основними складовими шихти є *рудні матеріали* - *руда, концентрат або агломерат*. Як правило, в шихті присутні оборотні матеріали і, при необхідності, в неї вводять відновник. Часто в шихту додають флюси.

До металургійної шихти пред'являються наступні вимоги:

1. постійність хімічного складу;
2. однорідність за хімічним, мінеральним складом;
3. певний гранулометричний склад;
4. оптимальна крупність і оптимальна вологість.

Для підготовки шихти до плавки використовують *механічні і хімічні засоби*. До *механічної підготовки* відносяться складування і зберігання шихтових матеріалів, дроблення і подрібнення руд, флюсів, кускових оборотів, сортування матеріалів за крупністю, обезводнення, сушка (іноді, навпаки, зволоження), окускування дрібних матеріалів; приготування шихти шляхом змішування її компонентів.

Хімічна підготовка зводиться до випалення або агломерації початкових рудних матеріалів.

Кускування дрібних матеріалів проводять за допомогою *грануляції, брикетування і агломерації*.

Грануляцією називається операція укрупнення дрібних фракцій руд, концентратів і порошків, при якій матеріал скачується в кулясті майже геометрично правильні міцні окатиші (гранули), що зберігають свою форму і розміри при подальшій переробці.

Брикетуванням називається процес окускування шляхом пресування рихлих і пилоподібних матеріалів в шматки правильної і однотипної форми – брикети.

Агломерацією називається процес спікання дрібної руди або концентратів в міцний, кусковий і пористий матеріал – агломерат. Спікання відбувається за рахунок часткового розплавлення легкоплавких компонентів шихти, які при наступному охолодженні як би зварюють інші частки.

Паливом називають горючі речовини, які вживають для отримання теплової енергії при спалюванні.

Основною горючою частиною палива є вуглець, інший основний компонент – водень. Паливо використовується також як сировина в хімічній і металургійній промисловості.

Усі види палива діляться за агрегатним станом на *тверді, рідкі і газоподібні*; за походженням – на *природні і штучні*.

До складу будь-якого палива входять пальні складові – вуглець, водень, сірка, вуглеводні, наприклад, метан CH_4 і інші, описувані в загальному вигляді формулою C_nH_m , а також негорючі – мінеральні речовини і волога.

У вугіллі знаходиться від 80 до 95 % суми вуглецю і водню, в нафті і природному газі – від 90 до 99 %. Обов'язковими домішками в цих видах палива є сірка і азот. Для зіставлення різних видів палива введено поняття *умовного палива*, теплота згорання якого дорівнює 29,3 МДж/кг.

У металургії прагнуть використовувати тільки високоякісне паливо з високою теплотою згорання і низьким вмістом золи. Цим вимогам найбільшою мірою задовольняють *природний газ, мазут, кокс і висококалорійне кам'яне вугілля*.

Природний газ (теплота згорання 30...38,5 МДж/кг.) є найефективнішим і зручнішим видом палива. Його легко транспортувати і підводити до місць споживання за допомогою трубопроводів. Перед спалюванням газ не вимагає ніякої підготовки.

Мазут (теплота згорання 40...42,5 МДж/кг.) - залишок від перегонки нафти, є суміш різних вуглеводнів. Мазут є цінною сировиною для отримання мастильних масел і гудрону, тому застосування його у якості палива нині обмежене.

Кам'яне вугілля (теплота згорання 13...20,5 МДж/кг.) є продуктом природної мінералізації рослинних залишків. У металургії, як правило, використовують тільки високоякісне вугілля з малим вмістом золи (не більше 15 %) і високим вмістом летких компонентів - вуглеводнів (бажано > 25 %).

Антрацит (теплота згорання 26...28 МДж/кг.) – різновид кам'яного вугілля з вищою теплотою згорання горючої маси. Вміст вуглецю в антрациті 94...97 %, об'єм виходу летких речовин - менше 0,22 м³ / кг

Кокс (теплота згорання 28...32,5 МДж/кг.) відноситься до штучних видів палива. Його отримують шляхом сухої перегонки спеціальних (що коксуються) сортів кам'яного вугілля при 900...1000 °С в герметично закритих камерах – коксових батареях. Кокс є найдорожчим і дефіцитним видом палива.

Внутрішнє захисне облицювання кладки металургійних печей і агрегатів називається вогнетривким *футеруванням*.

Вогнетривкими називають будівельні матеріали, здатні протистояти дії високих температур (не менше 1600 °С) і зберігати при цьому необхідну механічну міцність і стійкість проти дії газів, шлаків і рідких металів. За хімічним складом вони, в основному, представляють оксидні системи: Al_2O_3

(температура плавлення 2050 °C), SiO_2 (1713 °C), MgO (2800 °C), CaO (2570 °C), Cr_2O_3 (2275 °C).

Хімічна природа цих оксидів різна: CaO і MgO мають основні властивості, SiO_2 - кислотні, а Al_2O_3 , Cr_2O_3 - амфотерні.

Основними властивостями вогнетривів є наступні.

Вогнетривкість - здатність матеріалу протистояти тривалій дії високих температур. За мірою вогнетривкості вогнетривкі матеріали підрозділяють на три групи: вогнетривкі (що мають вогнетривкість в межах 1580...1770 °C); високовогнетривкі (від 1770 до 2000 °C) і вищої вогнетривкості (більше 2000 °C).

Температура початку розм'якшення під навантаженням (чи будівельна міцність) - здатність матеріалу витримувати механічне навантаження при високих температурах. Це та температура, при якій зразок вогнетривкого матеріалу під навантаженням 0,2 МПа втрачає свою міцність і стискується на 40 % від первинної довжини.

Термічна стійкість - здатність матеріалу витримувати різкі коливання температури, не руйнуючись.

Хімічна стійкість - здатність матеріалу чинити опір хімічній дії пічних продуктів.

За хімічною стійкістю до взаємодії зі шлаками вогнетриви підрозділяються на *кислі* (вогнетривка основа SiO_2), основні (MgO , CaO) і нейтральні (Al_2O_3).

До кислих відносяться вогнетриви, які здатні протистояти дії кислих шлаків (з великою кількістю кремнезему), але швидко роз'їдаються основними, такими, що містять CaO , MgO , FeO .

Основні вогнетриви стійкі до дії основних шлаків, але руйнуються кислими.

Нейтральні вогнетриви стійкі як до кислих, так і основних шлаків.

З теплоізоляційних матеріалів виконують ізолюючий шар у кладці печей, завдяки якому знижуються втрати тепла і економляться паливо або електроенергія. Як правило, вони не є вогнетривкими (їх вогнетривкість нижче 1580 °C). Розрізняють жорсткі, волокнисті, засипки і мастики, а також природні і штучні теплоізоляційні матеріали.