**Лекція № 4 Металургійний комплекс**

4.1. Загальні відомості про складові металургійного комплексу

Металургія - галузь науки і промисловості, яка пов'язана з первинним отриманням металів. Тобто металургія займається виробництвом металів із руд та інших видів сировини.

Металургійний комплекс займається видобутком руд, виплавлянням металів, їх сплавів та виробництвом прокату, який є базовим для розвитку машинобудування. Комплекс складається з гірничовидобувної промисловості, чорної та кольорової металургії (рис. 4.1).

**Гірничовидобувна галузь** видобуває рудну та нерудну сировину для її подальшої переробки.

**Чорна металургія** виплавляє чавун, сталь, а також надає їм відповідну форму (прокат).

**Кольорова металургія** займається виплавлянням легких, важких, благородних, рідкоземельних металів та виробництвом сплавів.

**4.2. Чорна металургія**

Чорна металургія - одна з провідних базових галузей господарського комплексу нашої держави. Металомістке машинобуду­вання - основний споживач її продукції. Україна посідає VI місце у світі за виплавлянням чавуну та сталі. Вітчизняні труби великого діаметра експортують до різних країн світу.

Виробництва, в яких представлено всі головні ланки чорної металургії (виробництво чавуну, сталі та прокату), називають комбінатами повного циклу. Територіально вони розміщені в трьох металургійних районах: Придніпров'ї, Донбасі та Приазов'ї (табл. 4.2).

Таблиця 4.2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ПРИДНІПРОВСЬКИЙ | ДОНЕЦЬКИЙ | ПРИАЗОВСЬКИЙ |
| Дніпровський вузол:Дніпропетровськ, Новомосковськ, Дніпродзержинськ. Запорізький вузол: Запоріжжя (2 комбінати). Криворізький вузол: Кривий Ріг, Нікополь. | Донецько-Макіївський вузол:Донецьк, Макіївка. Єнакіївський вузол:Єнакієве.Алчевсько-Алмазницькийвузол: Алчевськ, Луганськ, Стаханов. Харцизький центр Краматорський центр | Маріуполь: 3 комбінати, в т. ч. "Азовсталь" (50 цехів) |

***4.2.1. Виробництво чавуну***

Виробництво чавуну - складний технологічний процес, що крім, доменного процесу охоплює підготовку вихідних матеріалів для доменного плавлення і первинного перероблення отриманих продуктів - чавуну, шлаку та доменного газу (рис. 4.2). До доменного процесу належить також виробництво кам'яновугільного коксу - основного палива для доменної плавки чавуну.

Чавун - це високовуглецевий нековкий сплав заліза з вуглецем, містить у собі 2,14-6,3% С, а також домішки Мп - до 3%, Si - до 4,5%, S - до 0,12%, P - до 2,5 відсотків. Чавун - найважливіший первинний продукт металургії, частка якого в сучасному машинобудуванні становить 75% від загальної маси заготовок. Чавун, отриманий з доменних печей, поділяють на переробний, ливарний та феросплав доменний.

Одержання чавуну можна описати загальною схемою: підготовка руди - завантаження печі - доменний процес - чавун.

Вихідними матеріалами для отримання чавуну є залізорудні матері­али (руда, агломерат, окатки), флюси і кокс. Їхню суміш, складену у відповідних пропорціях, називають доменною шихтою.



Рис. 4.2. Спрощена технологічна схема виробництва чавуну

та сталі:

а) чавуну: 1 - кокс; 2 - агломерат; 3 -шихта; 4 - подавання шихти у доменну піч; 5 - доменна піч; 6 - очищення колошникового газу; 7 - кисневий компресор;

8 - повітронагрівачі; 9 - розлив чавуну; 10 - міксер б) сталі: 1 - розливання чавуну; 2 — кисневий конвертор (зниження вмісту вуглецю в чавуні); 3 - розливання сталі; 4 - ківш; 5 - транспортування сталі; 6 - агрегат безперервного лиття та виготовлення прокату; 7 - прокат



Рис. 4.3. Переріз доменної печі місткістю 3000 м :

1- під печі; 2 - чавунний ливник; 3 - горно; 4 - заплечики; 5 - розпар; 6 - шахта; 7 - газоходи; 8 - апарат для завантаження шихти у піч; 9 - конвеєр; 10 - колошник; 11 - кільчастий повітропровід; 12 - фурмовий пристрій; 13 - шлаковий ливник

Умовно доменний процес, що перебігає в доменній печі, можна поділити на етапи: горіння палива - вуглецю (коксу); розкладання компонентів шихти; навуглецювання заліза; шлакоутворення.

Для виготовлення чавуну використовують такі руди:

магнітний залізняк (основна складова Fe3 О4);

червоний залізняк (Fe2О3);

бурий залізняк - водні окиси заліза 2Fe2 О3\* 3Н2О;

шпатовий залізняк - карбонат заліза Fe СО3.

Крім цих руд використовують комплексні руди: хроміти (містять крім заліза до 37,5% Сг), хромонікелеві (1,5% Сг та 0,5% Ni), титаномаг­нетити (0,4% Vа та до 13% ТіО2). Для оплавлення важкоплавких порожніх порід та золи палива використовують флюси - вапняк Са СО3, доломіт Са СО3 . Mg СО3, кварц, піщаник тощо.

***4.2.2. Виробництво сталі***

*Сталь* - це сплав заліза з вуглецем та іншими хімічними елементами (домішками), розчиненими в залізі. Домішки впливають на властивості сталі як позитивно, так і негативно. Тому їх поділяють на корисні та шкідливі.

Корисні домішки - це Mn (0,3-0,6%), Si (0,15-0,3%), Cr, Ni, Co, W.

Шкідливі домішки - S; P; N; O, які обмежуються сотими і тисячними відсотка.

Змінюючи вміст вуглецю, можна отримати сталі з різними механічними властивостями. Але фізичні властивості сталі поліпшують додаванням легуючих елементів, при цьому отримують особливі фізико- хімічні властивості, яких вуглецеві сталі не мають. Такі сталі називають

легованими.

За призначенням сталь поділяють на:

* конструкційну - використовують для виготовлення металевих конструкцій (для спорудження будинків і мостів, виробництва різних машин). Конструкційна сталь може бути як проста вуглецева, так і легована. Легована сталь дорожча, але має кращі механічні властивості;
* інструментальну - використовують для виготовлення інструментів, валків прокатних станів, деталей ковальського і штампувального устаткування. Інструментальна сталь, зазвичай, містить велику кількість вуглецю (іноді до 2%), а в деяких марках - легуючі елементи: хром, вольфрам, молібден та ін.;
* топкову та котельну - низьковуглецеву сталь, яку використову­ють для виготовлення парових котлів і топок. Вона повинна мати певні пластичні властивості в холодному стані, добре зварюватися, не старіти;
* для залізничного транспорту - для виготовлення рейок, осей, бандажів залізничних коліс. Це середньовуглецева сталь, до якої ставлять високі вимоги, наприклад на втому та на суцільність структури металу;
* підшипникову - для виготовлення кулькових і роликових підшипників. До цієї сталі, що містить близько 1% С і 1,5% Сг, ставлять дуже високі вимоги за вмістом неметалевих вкраплень. Існує декілька принципових технологічних процесів отримання сталі, основними з яких є:

**Мартенівський спосіб** - випалювання надлишку вуглецю в чавуні відбувається за рахунок не лише кисню повітря, а й кисню оксидів заліза, які додаються у вигляді залізної руди та іржавого залізного брухту.



Рис. 4.4. Мартенівська піч:

1 - повітря; 2 - газ; 3 - регенератори; 4 - сталь; 5 - продукти горіння

Мартенівські печі, як і конвертори, працюють періодично. Після розливання сталі піч знову завантажують шихтою і так далі. Процес переробки чавуну в сталь у мартенах відбувається відносно повільно протягом 6-7 годин. На відміну від конвертора у мартенах можна легко регулювати хімічний склад сталі, додаючи до чавуну залізний брухт та руду в тій чи іншій пропорції. Перед закінченням плавлення нагрівання печі припиняють, зливають шлак, а потім додають розкиснювачі. У мартенівських печах можна одержувати і леговану сталь. Для цього в кінці плавлення додають до сталі відповідні метали або сплави.

**Конверторний спосіб.** Суть конверторного способу полягає у тому, що через рідкий чавун, залитий у конвертор, продувається повітря, кисень якого окиснює вуглець та домішки. Існує два види конверторного процесу:

Кислий - бесемерівський.

Основний - томасівський та киснево-конверторний.

Бесемерівський процес одержання сталі здійснюється в конверторах,

внутрішню кладку яких зроблено з кислої вогнетривкої цегли - динасу. Суть цього процесу полягає в тому, що кисень повітря, яке вдувається через рідкий чавун, окиснює його домішки і при реакціях з інтенсивним перебігом утворюється така кількість тепла, якої цілком досить для перетворення чавуну на сталь протягом 10-13 хвилин. Разом з тим, бесемерівський спосіб має такі недоліки:

бесемерівська сталь погано піддається електрозварюванню;

ця сталь має підвищену крихкість;

бесемерівська сталь піддається старінню внаслідок виділення нітридів заліза.

Томасівський процес отримання сталі дає можливість переплавляти чавун з високим вмістом фосфору (до 1,5-2,5%) і низьким вмістом кремнію (від 0,2 до 0,9%). На відміну від бесемерівського томасівський конвертор викладено не кислим, а основним вогнетривом - доломітом. Фосфор у томасівському процесі відіграє вирішальну роль (аналогічну тій, яку відіграє кремній у бесемерівському), бо він під час вигоряння виділяє велику кількість тепла, потрібну для підвищення температури в конверторі. У томасівському конверторі виплавляють здебільшого низьковуглецеву сталь, бо вигоряння фосфору починається тільки після повного вигоряння вуглецю.

Під час хімічних реакцій утворюється така кількість тепла, якої цілком досить для перетворення чавуну на сталь протягом 10-13 хвилин. Процес виплавляння сталі у конверторі поділяють на три періоди.

Перший період - це окиснення основної маси рідкого заліза, а також кремнію, марганцю та вуглецю киснем повітря, що вдувається. Активне окиснення домішок спочатку призводить до вигоряння кремнію і марганцю. Внаслідок цього процесу починається шлакоутворення.

Другий період характеризується активним окисненням вуглецю за реакцією: Fe O + C = Fe + CO - Q. Вуглець вигоряє з великим вбиранням тепла (Q). Тому температура в конверторі трохи знижується. Утворений окис вуглецю згоряє і перетворюється на СО2. Вигоряння вуглецю триває 7-8 хвилин. У більшості випадків цим періодам закінчується плавлення, коли вміст вуглецю в сталі має дорівнювати 0,4-0,5 відсотка.

Третій період використовують у випадках, коли треба виплавити сталь з дуже малим вмістом вуглецю. У цьому випадку вигоряння вуглецю продовжують ще протягом 1-2 хвилин, але при цьому в розплаві знову з'являється велика кількість оксиду заліза (FeO). Ця домішка є шкідливою, тому сталь розкиснюють феросиліцієм, феромарганцем або алюмінієм. Після закінчення плавлення сталь випускають у ківш.

**4.3. Кольорова металургія**

Кольорову металургію в Україні представлено такими галузями: алюмінієвою, ртутною, нікелевою, титаново-магнієвою, свинцево- цинковою, мідною, електродною.

Умовно кольорові метали поділяють на важкі та легкі. До важких металів належать ртуть, нікель, свинець, цинк, мідь.

Легкими металами вважають алюміній, титан, магній. Їх виробництво потребує багато електроенергії, тому центри виплавлення металів зорієнтовано на потужні джерела електроенергії.

Провідною галуззю кольорової металургії України є алюмінієва промисловість. Вона дає близько 20% від загального виробництва кольорових металів, незважаючи на бідність власних ресурсів.

Для виробництва кольорових металів застосовують: газоподібне (природний газ), тверде (вугілля, кокс) і рідке (дизельне паливо, мазут) палива. В останні роки під час переробки деяких сульфідних руд почали широко використовувати теплоту згоряння самих сульфідів. Теплоти під час окиснювання сульфідів у багатьох випадках цілком достатньо для самостійного перебігу металургійних процесів. Це дозволяє заощадити велику кількість вуглецевого палива або електроенергії. Флюси вводять у процес плавлення для коригування складу та фізичних властивостей металургійних шлаків. Як флюси найчастіше використовують кварцити і вапняк, а також іноді залізну руду, соду, фториди.



Рис. Схема стадій виробництва кольорових металів та їх сплавів

Таким чином відбувається виплавляння металу і відокремлення від нього шлаку. Під час виробництва кольорових металів основні технологічні процеси поділяють на дві групи:

Пірометалургійні (які відбуваються за високих температур).

Гідрометалургійні (відбуваються у водних середовищах).

Окремою групою виділяють електрометалургійні процеси, в яких

електроенергія виступає як рушійна енергетична сила для їх перебігу.

**4.4. Вплив металургійних виробництв на довкілля**

*4.4.1. Вплив чорної металургії на довкілля*

Чорна металургія посідає друге місце із загальної кількості викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря - після теплоенергетики. Основними джерелами викидів в атмосферу у чорній металургії є: агломераційне виробництво, виробництво чавуну та сталі.

***Забруднення атмосфери.*** До основних джерел забруднення атмосфери відносяться агломераційне, коксове виробництво, доменне виробництво чавуну, сталеплавильне виробництво та ін.

Агломераційне виробництво. За агломераційного виробництва викиди шкідливих речовин в атмосферне повітря поділяють на технологічні, які утворюються у процесі спікання агломераційної шихти і охолодження агломерату, та неорганізовані, які утворюються у процесі дроблення шихтових матеріалів і агломерату, їх грохочення та перевантаження під час транспортування.

Коксове виробництво. Камерні печі для коксування (коксові батареї) використовують з метою отримання коксу внаслідок піролізу вихідних компонентів шихти за підвищених температур. За технологією використовують суміш вугілля різного складу, у процесі перемішування якого відбувається значне виділення пилу.

Доменне виробництво чавуну. На виробництво однієї тонни чавуну утворюється майже 2000 м доменного газу.

Сталеплавильне виробництво. Виплавляння однієї тони сталі пов'язано з викидами в атмосферу 40 кг твердих часток, 30 кг діоксиду сірки, близько 50 кг оксиду вуглецю. Пил містить сполуки Mn, Fe, Cu, Zn, Cd, Рв та ін. Під час виплавляння високолегованих сталей у довкілля надходять сполуки Va, Cr, Ni, Mo та ін.

**Забруднення гідросфери.** Чорна металургія країни споживає 13-15% кількості води від загальних витрат усіх галузей промисловості. Нині питома витрата води на виготовлення однієї тонни сталі, включаючи всі технологічні операції добування й підготовки руди, коксу та подальшої переробки чавуну на сталь, а потім - на прокат, труби, метизи, перевищує 260 м . До того ж у цей показник входить значна частина води із природних джерел. Незважаючи на існуючі заходи з ефективного використання оборотної води, понад 4% усього використання води із природних джерел припадає на чорну металургію.

Стічні води у процесі виробництва агломерату містять залізо, оксид кальцію та вуглець.

**Забруднення літосфери**. Під час технологічних процесів у чорній металургії утворюється велика кількість твердих відходів, які складуються на великих площах та в більшості випадків шкідливо впливають на ґрунт, рослинність, водні джерела та повітряний басейн. Звалища твердих відходів займають сьогодні тисячі гектарів корисного ґрунту. В них накопичено близько 500 млн тонн шлаків.

Шламопилові відходи утворюються практично на всіх стадіях металургійного виробництва. В нашій країні щорічно утворюється близько 80 млн тонн доменних, сталеплавильних та феросплавних шлаків, а також 1 млн тонн шламів, 110 тис. тонн пилу. Шлам містить велику кількість заліза (майже 50 відсотків).

4.4.2. Заходи охорони довкілля від шкідливого впливу підприємств чорної металургії

Для розв'язання проблем, пов'язаних з чорною металургією, слід впроваджувати нові технології плавлення металу, зводити очисні спо­руди, використовувати відходи металургії в інших виробництвах, коксовий газ - для синтезу азотних добрив, шлаки доменного виробництва у цементній промисловості тощо.

Шкідливий вплив підприємств чорної металургії на довкілля можна суттєво зменшити використанням різних технологічних заходів та спеціального для цих цілей обладнання.

Для зменшення шкідливих викидів передбачається:

механізоване завантаження шихти;

підвісні бункери для сипких матеріалів та феросплавів;

автоматизовані системи завантаження цих матеріалів;

обладнання для механізації робіт з обслуговування конверторів та міксерних пристроїв;

механізація прибирання шлаків під конверторами та сміття на робочих майданчиках;

механізація руйнування зношеного футеровання основних агрегатів та прибирання відходів;

- механізація підготовки та ремонту набивного футерування сталерозливних ковшів: обладнання ковшів шиберними затворами.

**4.5. Заходи з охорони довкілля від впливу підприємств кольорової металургії. Альтернативні рішення**

Охорона атмосферного повітря на підприємствах з виробництва кольорових металів полягає в очищенні та уловленні шкідливих газів. Для цього застосовують батарейні циклони, сухі електрофільтри, димососи, що встановлюють у кінці системи або перед електрофільтрами.

Аспіраційні гази вузлів пересипання і подрібнення опіку очищують в горизонтальних електрофільтрах. Гази електролізерів на алюмінієвих заводах очищають від газоподібного фтористого водню, пилу і смолистих речовин промиванням слабким содовим розчином (4-6%). Електролізери оснащені також пальниковими пристроями для допалювання оксиду вуглецю.

Уловлені гази очищають спочатку від пилу та смол у двопільних електрофільтрах, а потім у порожнистих скруберах зрошують розчином соди. Для очищення повітря застосовують здебільшого мокрі апарати, які мають крім переваг великі недоліки, а тому в останні роки почали застосовувати сухе сорбційне очищення.

Виробництво кольорових металів потребує багато води, водні ресурси витрачаються з використанням технології зворотного водопостачання, за допомогою якої стабілізація складу води, запобігання накипоутворенню і посиленню корозії досягається без скидання зі зворотної системи. Тобто, технологічна вода проходить кілька стадій виробничого процесу, а потім залежно від вимог тієї чи іншої стадії, подається на ту чи іншу переробку без попереднього очищення.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. З яких галузей складається металургійний комплекс?
2. Яка роль кожної галузі в складі металургійного комплексу.
3. Роль металургійного комплексу в народному господарстві України.
4. Який хімічний склад чавуну?
5. Які існують основні технологічні процеси під час виготовлення чавуну?
6. Які руди використовують для виготовлення чавуну? Склад руд.
7. Хімічний склад доменних газів.
8. Які шкідливі сполуки надходять в атмосферне повітря під час виготовлення чавуну?
9. Які методи виробництва чавуну відносять до найбільш перспективних з точки зору впливу на довкілля?
10. Хімічний склад конверторних газів.
11. Які використовують методи для виробництва сталі?
12. Які гази потрапляють в атмосферне повітря під час роботи електродугових печей? Хімічний склад газів.
13. Які методи виробництва сталі відносять до найбільш перспективних з точки зору впливу на довкілля?
14. Наведіть приклади техногенного впливу чорної металургії на гідросферу та ґрунти.
15. Назвіть загальні технологічні процеси виготовлення міді та алюмінію.
16. Якими викидами характеризується кольорова металургія?
17. Чим відрізняється техногенний вплив на довкілля підприємств чорної металургії від кольорової?
18. Викиди яких підприємств металургійного комплексу сприяють утворенню кислотних дощів?
19. Які можливі наслідки парникового ефекту?
20. З якою метою можна використовувати конверторні гази?