

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Дипломна робота

студента групи МТ-21

Ясинського Владислава Олександровича

на тему:

«Використання модифікуючих добавок в шихті огрудкування з метою покращення металургійних властивостей окатишів в умовах фабрики з річною продуктивністю 4,7 млн тонн на рік, основаністю 0,8»

Керівник роботи:

Плотніков Володимир Володимирович

м. Кривий Ріг

2025 рік

Реферат

_____ стор., _____ рис., _____ табл., _____ джерел.

Ключові слова: ОБКОТИШ, ПОДРІБНЕННЯ, КОНЦЕНТРАТ, ВИПАЛЮВАННЯ, ОГРУДКУВАННЯ, ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА.

Вивчено отримання високоякісних офлюсованих обкотишів з магнетитового концентрату.

Об'єктом розробки є технологія отримання високоякісних офлюсованих обкотишів основністю 0,8 з магнетитового залізорудного концентрату.

В технологічній частині виконані розрахунки шихти, технологічної схеми, та схеми ланцюга апаратів, також запропоновані основні проектні рішення.

В спеціальній частині розглянуто можливість використання модифікуючих добавок в шихті огрудкування з метою покращення металургійних властивостей окатишів

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								
Розроб.					Реферат				Літ.	Аркуш	Аркушів	
Перевір.										д		
Реценз												
Н.контр.												
Затвер												

ЗМІСТ

Вступ	
1. Загальна частина	
1.1 Характеристика підприємства.....	
1.2 Опис технологічної схеми виробництва обкотишів на ЦГЗКа і шихтових матеріалів.....	
1.3 Аналіз технологічної схеми фабрики огрудкування ЦГЗКа.....	
1.4 Обґрунтування й опис технологічної схеми на проєктованій фабриці.....	
1.5 Технологія виробництва окатишів.....	
2. Технологічна частина	
2.1 Вихідні данні для розрахунку шихти.....	
2.2 Розрахунок питомих витрат компонентів шихти.....	
2.3 Розрахунок хімічного складу обкотишів.....	
2.4 Розрахунок технологічної схеми виробництва обкотишів.....	
2.5 Вибір і розрахунок потреби в основному технологічному обладнанні.....	
2.6 Зведені дані по виробництву обкотишів річною продуктивністю 4,5 млн. т готової продукції в рік.....	
3. Спеціальна частина.....	
3.1. Вибір складу і кількості модифікуючих добавок.....	
3.2. Вплив модифікуючих добавок на фазовий склад і формування структури обкотишів	
3.3. Дослідження металургійних властивостей обкотишів при відновно-тепловій обробці	
3.4. Напівпромислові випробування досліджуваних обкотишів ЦГЗК	
4. Охорона праці.....	
4.1 Заходи безпеки в основних відділеннях агломераційної фабрики...	
4.2 Гігієна праці та виробнича санітарія у виробничих приміщеннях агломераційної фабрики.....	
4.3 Пожежна безпека.....	
5 Охорона оточуючого середовища	
Висновки	
Список використаної літератури	

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.					Зміст	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.						д		
Реценз								
Н.контр.								
Затвер								

ВСТУП

Велика кількість (83,2%) кількість обкотишів для доменної переробки виробляється з концентратів, отриманих при збагаченні залізистих кварцитів. Для виробництва обкотишів використовують концентрати різної глибини збагачення, які мають 62-68 %Fe та 12-5 % SiO₂ різних фракцій питомої поверхні. Основність обкотишів змінюється в досить широких межах . У широких межах змінюються і якісні показники виготовлених обкотишів. До обкотишів як до шихтового матеріалу, працюючому в інтенсивному режимі виплавки металу, висувають визначені вимоги, яким вони повинні відповідати як по хімічному складу і фізико-механічним властивостям, так і по властивостям в процесі відновно-теплової обробки .

Аналіз металургійних властивостей виготовлених обкотишів показав, що не по всім показникам металургійних властивостей вони відповідають вимогам доменної плавки. Так, на ПГЗКа, високий вміст SiO_2 у концентраті, на Пів.ГЗКа недостатня питома поверхня концентрату. Високий вміст дріб'язку в оточуючих обкотишах ЦГЗКа, в обкотишах Пів.ГЗКа, нижче потрібних значень міцності на удар і вище стирання. На всіх окомковуючих фабриках, обкотиші мають широкий (5-25 мм) діапазон крупності.

Таким чином, коло проблем, пов'язаних з виробництвом обкотишів з високими металургійними властивостями, якіб відповідали сучасним вимогам доменної переробки, достатньо широке. Воно включає в себе всі аспекти складу і властивостей шихти, отримання сирих обкотишів і режимів їх термообробки, формуючих металургійні оцінки готової продукції. Вони повинні задовольняти всьому приведеному комплексу металургійних властивостей. У зв'язку з цим виникає питання: якими повинні бути обпалені обкотиші за своїм фазовим складом і мікроструктурою, щоб вони задовольняли усім пред'явленим технологічним вимогам.

Встановили, що для забезпечення кращих показників металургійних властивостей структура обкотишів повинна бути рівномірною, мілко пористою, з об'ємною долею загальних і відкритих пор відповідно 20-30% і 15-25%.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата										
Розроб.					ВСТУП					Літ.	Аркуш	Аркушів		
Перевір.											д			
Н.контр.														
Затвер														

Рудна фаза повинна бути або однорідною, або з частково дисоційованим гематитом до магнетиту. Зональність у всіх випадках погіршує металургійні властивості обкотишів за рахунок дефекту структури на межі зон. У структурі обкотишів повинно бути від 5 до 15% скляної силікатної зв'язки рудних зерен, рівномірно розміщеної по всьому об'ємі.

Формування потрібних металургійних властивостей обпалених обкотишів починається з якості компонентів шихти і сирих обкотишів. Для отримання якісних сирих обкотишів залізорудний концентрат повинен мати питому поверхню 180 ± 10 м²/кг та містити >92-95% фракції <0,05 мм. Масова доля вологи у концентраті повинна бути оптимальною (в залежності від складу шихти). Для врівноваження фракційного складу сирих обкотишів на фабриках потрібно встановити трьох-продуктові роликові грохота для виділення готового класу або грохота для відсіву крупного класу із сирих обкотишів. Це дозволить підняти газо-проходження шару на обпалювальній машині та покращити металургійні властивості обкотишів (3). Аналіз всього складу обкотишів, отриманих з концентратів різної глибини збагачення та маючих різну ступінь офлюсування і металургійні властивості, дозволяє розділити їх, в першу чергу по діапазнам основностей: низько-основні – 0,3- 0,8 і високо-основні – 1,0-1,2.

Пред'явленому комплексу міцних властивостей в початковому складі і при низькотемпературному відновленні відповідають низько-основні обкотиші, виготовлені з концентратів різного ступеня збагачення (в межах досліджу вальних концентратів). Однак вони мають понижену ступінь відновлення, а також підвищену усадку і зміну тиску газу в шарі при високотемпературному відновленні.

Високо-основні обкотиші із збагачених (3-5 % SiO₂) концентратів задовольняють потреби доменного виробництва по всьому комплексу металургійних властивостей. Обкотиші, виготовлені з бідних (7-10 % SiO₂) концентратів не задовольняють потреби по міцності при відновленні, і, крім того, обпалення їх практично не здійснюється через вузький інтервал ($\pm 10-20$ °C) максимально допустимих температур обпалення на відміну від низько-основних.

Проблема покращення металургійних властивостей високо-основних обкотишів із бідних концентратів можливо вирішити двома способами: зміною хімічного складу обкотишів, впливаючи на їх фазовий склад; зміною режиму термообробки без зміни складу обкотишів. Доцільні шляхи обирають виходячи з їх чітких технологічних і апаратурних здібностей, існуючих на кожній фабриці огрудкування.

застосуванням більш бідних руд і при офлюсуванні. У перших двох випадках продукт складається головним чином з оксидів заліза, силікатів і склоподібного шлаків, крім того, можуть бути присутніми ще й ферити кальцію (силікати кальцію, заліза й магнію, а іноді й алюмосилікати).

Оптимальні металургійні властивості окатиші набувають при високо-температурній термообробці за участю рідких силікатних фаз. Таким чином, склад і властивості силікатного розплаву, що формує структуру окатишів, мають визначальне значення. Відомо вплив складу розплавів у системі $\text{FeO} - \text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{CaO} - \text{SiO}_2$ на їх в'язкість, поверхневий натяг, змочування і просочення окатишів.

Однією з важливих характеристик силікатного розплаву є його в'язкість. При рідиннофазному спіканні в'язкість силікатного розплаву обумовлює силу в'язкого опору, що перешкоджає розтіканню розплаву по поверхні частинок. Тому всяке зменшення в'язкості розплаву сприяє підвищенню швидкості спікання твердих частинок, яка значною мірою залежить від кількості залізосилікатного розплаву, швидкість формування якого визначається процесами твердофазного феритоутворення та умовами розчинення в феритному розплаві кремнезему шихти. При охолодженні в'язкість розплаву і характер її зміни від температури характеризують його здатність до склування. Чим вище в'язкість розплаву і плавніше характер її зміни від температури, тим більшу схильність до склування має розплав.

У процесі нагрівання і відновлення окатишів всі складові його фази (рудні, ферритні, силікатні) відновлюються, оскільки містять в своєму складі оксиди заліза. Від того, як довго, на скільки і за яких температурах буде відновлюватися силікатна зв'язка окатишів, залежить міцність окатишів у процесі відновлення. Кількість і властивості розплавів, а також склад зв'язок змінюється при використанні твердого палива в шихті для виробництва доменних окатишів. Формування їх складу відбувається в результаті розвитку окисно-відновних реакцій при окислюванні вуглецю твердого палива в окатишах. Вивченню процесу горіння вуглецю твердого палива в суміші з залізорудними матеріалами в умовах просасування теплоносія присвячено значне число робіт, узагальнених у монографіях.

Таким чином, незважаючи на значні досягнення щодо поліпшення металургійних властивостей залізорудної окускованої сировини для доменної плавки залишаються деякі явища, які вимагають подальших досліджень з метою наукового розуміння деяких процесів.

Зниження SiO_2 у шихті для виробництва обкотишів дозволяє розширити діапазон основностей обкотишів з металургійними властивостями, які відповідають сучасним вимогам доменного виробництва. Зниження SiO_2 у шихті дозволяє також розширити діапазон максимальних температур обпалення високо-основних обкотишів, що також покращує їх якість по висоті обпаленого на машині шару. У зв'язку з цим одним із основних шляхів покращення металургійних властивостей обкотишів є збільшення ступеня збагачення концентратів і виключення із складу шихти кремнезем-містимих домішок. Покращення технології отримання залізних кварцитів і їх збагачення дозволяє отримати концентрати для фабрик огрудкування з вмістом $\leq 3-6\%$ SiO_2 . Заміна у шихті для виробництва обкотишів бентоніту на органічне зв'язуючі і

використання кремнезмістих флюсів дозволить знизити у шихті на 0,6-1,0 % SiO_2 і більше.

Одним із шляхів покращення металургійних властивостей високо-основних обкотишів із високо-кремнезмістих концентратів є введення в їх склад домішок, змінюючи їх фазовий склад і мікро – структуру. Найбільш доцільним і проведеним в промислових умовах напрямком є введення до складу обкотишів MgO , що дозволить підвищити максимальну температуру їх обпалення, що покращить їх властивості. Крім того, MgO знижує в'язкість залізо силікатного розплаву в інтервалі 1250-1300 °С, що приводить до підвищення його скляності і інтенсифікує процес зміцнення обкотишів. У готових обкотишах MgO утворює магнезіальну шпинель (MgFe_2O_4), в результаті чого збільшується частка рудних фаз замість силікатних.

Наступні заходи, які дозволяють підвищити міцні властивості при відновленні високо-основних обкотишів із бідних концентратів, є введення до х складу Al_2O_3 . Введення у процесі обпалення обкотишів до складу силікатного розплаву, Al_2O_3 знижує абсолютні значення в'язкості розплаву, значно покращуючи його скляність. У високо-основних алюмініє-містимих обкотишах утворюється стійка скляна силікатна зв'язка, без помітних при знаків роз кристалізації. Це дозволяє отримувати обкотиші з високими металургійними властивостями (9). У якості глинозему - містимого матеріалу можна використовувати руди і концентрати.

Покращити технологічність виробництва і металургійні властивості високо-основних обкотишів із бідних концентратів дозволяють технології отримання огрудкованного продукту із різно-основних і різно-флюсових обкотишів. Значення першої технології визначається тим, що підготовлюють дві шихти основністю 0,3-0,7 і 0,8-1,8. До першої додають 0-1,2 % твердого палива (наприклад, антрациту), а до другої – 1,3-1,5 %. З кожної шихти виготовляють сирі обкотиші і рівномірно змішують їх в співвідношенні 0,11: 9,0 в залежності від потрібної величини основності готового огрудкованного продукту і величини низького - і високо-основних сирих обкотишів.

Обпалюють суміш обкотишів при максимальній температурі обпалення, відповідаючи низько-основним обкотишам. При цьому обкотиші підвищеної основності розплавляються і зміцняють рівномірні груздя низько-основних обкотишів. Отримують окускований продукт рівномірної фракції, маючи більш великий кут відкосу, чим обкотиші, і володіючи хорошими, якісними характеристиками агломерату і обкотишів.

По другій технології виготовляють сирі обкотиші із двох шихт однакової основності, але одну із них офлюсують звичайним вапняком, а другу – магній-містимим. Обпалюють обкотиші при максимальній температурі обпалення, при якій легкоплавкі (з звичайним вапняком і твердим паливом) обкотиші розм'якшуються закріплюють тугоплавкі у міцні, рівномірні по фракції, груздя.

Металургійні властивості отриманого окускованого продукту основністю^{1,2} значно краще, ніж обкотиші такої основності, офлюсованих вапняком (5). При звичайній термообробці обкотишів на обпалювальній конвеєрній машині градієнт температури між верхнім і нижнім шаром рекуперації складає 100-150 °С. У зв'язку з цим при обпаленні високо-основних обкотишів із бідних концентратів якісно буде обпалюватися тільки верхня третина шару. І, крім того для охолодження цієї частини шару потрібно підтримувати швидкість охолодження 250-300 °С/хв. , що при звичайній технології майже не можливо.

1.1 Характеристика підприємства.

Відкрите акціонерне товариство «ЦГЗКа», створено в 1997 році, і розташоване на території Тернівського району м. Кривого Рогу. Комбінат займає площу 6262,7 гектара. Під промислові об'єкти та складські приміщення відведено 930,4 гектара. Площа складських приміщень складає 24348м³.

У складі комбінату 8 основних та 8 допоміжних цехів, 5 управлінь. Сировинна база представлена кар'єром №1 (Глеєватського родовища), кар'єром №3 (Петровського родовища), кар'єром №4 (Артемівського родовища). Початкові проектні потужності по магнетитовій руді складали в порядку назви об'єктів сировинної бази (у млн. тон) 11,8,4, нинішні потужності (у млн. тон) 5,4,1; вміст заліза магнітного в руді відповідно у (%) 21,24,28.

Концентрат, що виробляється на комбінаті за якісними характеристиками найкращий в Україні. Вміст заліза в ньому 66-66,3%. Обкотиші підприємство випускає двох видів: офлюсовані (вміст 63,5%, основність-0,1, дріб'язок 4%).

Товарна продукція комбінату відправляється на експорт (Чехія, Словачія, Польща, Румунія) та на внутрішній ринок (металургійні комбінати Кривого Рогу, Дніпропетровська, Дніпродзержинська).

У 2000 році постачання складали на експорт – концентрату 1 млн.841,3 тис. тонн, обкотишів 17,5тис.тон, офлюсованого концентрату-3,8тис.тон; на внутрішній ринок - концентрату 212,4тис.тон, обкотишів-1млн.706,4тис.тон, офлюсованого концентрату-39,7 тис. тон.

1.2 Опис технологічної схеми виробництва обкотишів на ЦГЗКа і шихтових матеріалів.

Фабрика огрудкування ЦГЗКа складається з двох технологічних цехів – цеху приготування шихти і цеху огрудкування та випалу.

Фабрика огрудкування ЦГЗКа введена в лад в 1968 році. Технічні й проектні рішення при будівництві фабрики базувалися на застосуванні технологічного встаткування яке для того часу (1962-1968рр) відповідало науково-технічному

прогресу й накопиченим рівням знань і досвіду роботи фабрик огрудкування чорної металургії.

До теперішнього часу технічний рівень фабрики відстав від сучасних вимог, особливо по основному технологічному встаткуванню. Це стосується насамперед випалювальних машин ОК-5-108, чашових огрудкувачів 5,0м, шарових млинів, дозуючого й ваговимірювального встаткування й т.п.

Цех приготування шихти поєднує в одному комплексі:

- корпуси дроблення й сушіння вапняку і бентоніту з обслуговуючими їхніми самохідними бункерами й конвеєрами;
- відділення здрібнювання сирих матеріалів;
- відділення приготування шихти з комплектом бункерів, дозаторів, конвеєрів, ваговимірників і змішувачів на 2-х паралельних потоках шихти.
- шихтові бункери корпусу огрудкування з конвеєрами, що подають, і саморозвантажними візками.

У цех приготування шихти надходять всі сирі матеріали, що становлять шихту для одержання обкотишів: магнетитовий концентрат, флюсуючі добавки, зв'язуючі, возврат.

Поступаючі в цех матеріали повинні відповідати по якості технічним умовам і СТП.

Вапняк і бентоніт, що поставляють комбінату у вагонах МПС, повинні мати паспорта із вказівкою їхньої якості й ваги.

Матеріали, що подають в шихту - концентрат зі складу збагачувальної фабрики, вапняк і бентоніт з бункерів мелених домішок і возврат - піддаються випробуванню відповідно до карти випробування ВТК.

Концентрат є основною залізородною частиною шихти. Він поступає зі складу збагачувальної фабрики в витратні бункери корпусу підготовки шихти. Забір концентрату зі складу проводиться у відповідності з «Інструкцією по складуванню, усередненню і вивантаженню концентрату, який належить переробці на фабриках огрудкування.

Заповнення видаткових бункерів концентратом проводиться на обох потоках за допомогою реверсивних пересувних конвеєрів. При розвантаженні рівень матеріалів в бункерах не повинен опускатися нижче 1/3 висоти бункеру.

Доломітизований вапняк. Додається в шихту в якості флюсуючих домішок для виробництва офлюсованих обкотишів. Надходить із Докучаєвського флюсодоломітного комбінату (Єленівське родовище).

Якість вапняку визначається технічними умовами.

Вихідна крупність повинна становити 80-0мм.

Вапняк прибуває в п/вагонах (гондолах) партіями до 650т і розвантажуються на естакаді складу сирих матеріалів через розвантажувальні люки. З - під естакади вапняк рейферними кранами перевантажується в штабель висотою до 9м. Ємність складу для вапняку - 24000т.

Склад облаштований двома козловими рейферними кранами $Q=15\text{т}$ з ємністю рейфера – $5,3\text{м}^3$, а також чотирма самохідними бункерами об'ємом $6,5\text{м}^3$.

Підготовка вапняку здійснюється в 2 стадії:

- 1) дроблення вихідного матеріалу в молоткових дробарках до фракції 20-0мм.
- 2) Здрібнювання дробленого вапняку з 20-0мм до 0,1-0мм у кульових млинах сухого помолу.

Зі складу вапняк грейферним краном завантажується в самохідні бункери (2-4), які молотковими живильниками видають його з конвейерів в молоткові дробарки для попереднього дроблення.

Роздроблений до крупності 20-0мм вапняк після молоткових дробарок подається в цех і завантажується в проміжні бункери. З бункерів вапняк видається дозаторами на стрічкові конвеєри й завантажується в млини.

Схема дроблення – напіврозімкнута з регульованою частиною вентиляю чого сушильного агенту в вхідний патрубок млина.

Як сушильний агент використовують гарячі гази з температурою 400-500⁰С від топкових агрегатів.

Здрібнений до фракції 0-0,1мм вапняк з пилоосаджувальних агрегатів надходить на гвинтові транспортні шнеки, які розподіляють його по видаткових бункерах, розташованих в одному ряді з видатковими бункерами концентрату.

Бентоніт. Застосовується як сполучна добавка в шихту для поліпшення якості сирих обкотишів й інтенсифікації сушіння. Надходить у цей час в основному з Казахстану (Даш - Салахінське родовище). Вагони з бентонітом на складі сирих матеріалів розвантажуються аналогічно вапняку.

Ємність складу бентоніту становить 16000т. Зі складу бентоніт подається у відділення здрібнювання як і вапняк потоками конвеєрів, попередньо піддавшись дробленню на молотковій дробарці до фракції 20-0мм.

За допомогою конвеєрів бентоніт може бути поданий у вихідний бункер будь-якого шарового млина.

У зв'язку з поганою транспортабельністю вологого бентоніту можлива його сумісна подача з вапняком в млини відділення подрібнення. Однак, цей спосіб дає грубе дозування і може призвести до збільшення витрати бентоніту (на 15-20%).

Подрібнений окремо бентоніт поступає в бункери меленого продукту. З цих бункерів продукт дозується в шихту з допомогою шнекового живильника і стрічкового дозатора ЛДА – 60 на збірні конвеєри.

Возврат. Є оборотним продуктом, що виходить у результаті грохочіння відсіву самобаласних грохотів випалювальних машин на інерційних грохотах корпусу сортування.

Охолоджений возврат крупністю 0-8мм подається в цех шихти в бункери возврату, звідки з допомогою тарільчатого живильника ДТ-200

дозується на збірні конвеєри. Кількість возврату в шихті не повинна перевищувати 10% по масі.

Розподілення матеріалів по шихтових бункерах наступне:

Таблиця 1.1.

Матеріал	Кількість чарунок шт	Об'єм чарунки м ³	Витрата матеріалу	Запас	
				тонн	годин роботи
Магнетитовий концентрат		100	880	2460	3
Доломітизований вапняк		65	180	650	4
Бентоніт		65	10	130	14

Ємність проміжних бункерів перед млинами складає 100м³ (на один млин), що забезпечує запас в годинах роботи:

по вапняку – 2 години

по бентоніту – 2 години

Звільнення бункерів нижче 1/3 їхньої висоти заборонено.

При необхідності заповнення бункерів іншими матеріалами, матеріал, який знаходиться раніше в ньому, вивантажується, а бункер очищується.

Для процесу огрудкування й для наступного процесу випалу сталість складу шихти має першорядне значення. Правильно складена й ретельно віддозована шихта стабілізує процес огрудкування від чого поліпшується якість сирих обкотишів і знижується вихід дріб'язку 5-0мм після випалу.

Склад шихти визначається розрахунком, виходячи з хімічного складу окремих компонентів і заданого хімічного складу обпалених обкотишів.

Дозування. В цеху передбачено автоматичне дозування всіх компонентів шихти, яке забезпечує стабілізацію дозування.

Для вапняку й бентоніту прийняте вагове дозування шнековими живильниками в комплекті зі стрічковими автоматичними дозаторами ЛДА-60, а для возврату - вагове дозування тарілчастими живильниками ДТ-200 у комплекті з конвеєрними вагами ЛТМ.

Возрат в шихту дозується у відповідності з його поступанням і наявністю в бункерах в кількостях не більше 10%.

Бентоніт дозується в кількості 1,0-1,5% в залежності від його якості і вологості шихти.

Вапняк дозується в шихту в кількостях, необхідних для отримання основності обкотишів у відповідності з діючими ТУ.

Концентрат являє собою вологий, погано сипучий матеріал, тому для нього прийняте об'ємне дозування тарілчастими живильниками ДТ-

200. Всі дозатори концентрату включені в систему автоматичного дозування компонентів шихти.

Змішування. Призначення змішування - ретельний і рівномірний розподіл часток окремих компонентів шихти між собою для одержання однорідної шихти.

Змішування шихти проводиться у двох барабанах-змішувачах розміром 3,2х7,5м продуктивністю до 1200т/годину кожний.

Змішана шихта зі змішувачів розвантажується на конвеєра й транспортується в бункери цеху огрудкування. Розподіл шихти по бункерах проводиться 4-ма автостелами, що працюють у човниковому режимі.

Огрудкування. Є однією з основних технологічних операцій огрудкувальної фабрики і призначається для окочування тонкоподрібнених залізрудних концентратів, суміші з флюсуючою (вапняком) і сполучною (бентоніт) добавками і возвратом.

Шихта - складена в певному ваговому співвідношенні суміш концентрату, вапняку, бентоніту й возврату - надходить на огрудкування до цеху приготування шихти по конвеєрах.

За допомогою саморозвантажувальних візків шихта розвантажується в бункери ємністю 70м³ кожний, розміщених в два ряди.

Шихта тарільчастим живильником ДТ-200 і стрічковим живильним конвеєром подається в чашовий огрудкувач на огрудкування.

Готові обкотиші з чаші вивантажуються на збірні конвеєри «Д» напівсекцією, а потім загальним збірним конвеєром «ОБ» подаються на випалювальну машину.

Кожна випалювальна машина обслуговується однією секцією огрудкувачів.

Якість сирих обкотишів залежить від:

- однорідності шихти по крупності, вологості й рівномірності розподілу вапняку й бентоніту по всій масі шихти;
- часу окочування шихти в чашовому огрудкувачі;
- рівня вологості шихти;
- крупності шихти;
- вмісту і якості домішок (вапняку й бентоніту) і возврату;

Залежно від властивостей шихти потрібно підбирати певні, найбільш відповідні заданій якості обкотишів оптимальні параметри роботи огрудкувачів (кут нахилу, число обертів, навантаження по шихті, подача води на зволоження.)

Засобами регулювання процесу є:

- зміна витрати шихти в огрудкувачі в межах визначених розрахунком. Нижня межа відноситься до огрудкування шихти з низькою комкуючою здатністю,

верхня – у випадку високої комкуємості.

- число обертів огрудкувача – в межах 8-11об/хв.;
- кут нахилу чаші в межах 51-54⁰;

- зволоження шихти. Оптимальна вологість шихти повинна складати 9,8-10,2%.

Сирі обкотиші надходять із цеху огрудкування по конвеєру й за допомогою роликового укладальника завантажуються на випалювальну машину, де послідовно проходять наступні стадії термообробки:

- зона сушки;
- зона підігріву;
- зона випалу;
- зона рекуперації;
- зона охолодження;

Зона сушки. Температура гарячого газу повинна бути не вище 450°C. Температура зони сушки I – 350 – 450°C; Температура в зоні сушки II – 500 – 650°C;

Зона підігріву. Температура в зоні підігріву повинна бути 900-1000°C.

Зона випалу. Температура в зоні у відповідності з основністю складає 1200-1350°C.

Зона рекуперації. Теплоносій в зону рекуперації подається шляхом організації його підтоку з зони охолодження.

Зона охолодження. Випаленні обкотиші охолоджуються на стрічці до 140°C.

Співвідношення технологічних зон випалювальної машини представлено в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2

Найменування зони	Площа м ²	Площа, %
Зона сушіння	27,6	25,5
Зона підігріву	12	11
Зона випалу	28	26
Зона рекуперації	20	19
Зона охолодження	24	18,5
Всього	108	100

1.3 Аналіз технологічної схеми фабрики огрудкування ЦГЗКа.

Фабрика огрудкування ЦГЗКа введена в лад в 1968 році. Технічні й проектні рішення при будівництві фабрики базувалися на застосуванні технологічного встаткування, яке для того часу (1962-1968pp) відповідало науково-технічному прогресу й накопиченим рівням знань і досвіду роботи фабрик огрудкування чорної металургії.

До теперішнього часу технічний рівень фабрики відстав від сучасних вимог, особливо по основному технологічному встаткуванню. Це стосується насамперед випалювальних машин ОК-5-108, чашових

огрудкувачів 5,0м, кульових млинів, дозуючого й ваговимірювального встаткування й т.п.

У результаті рівень технології не відповідає сучасним вимогам одержання високоякісних обкотишів, зокрема, по основності й міцності, що викликає обґрунтовані претензії доменщиків.

Основні недоліки технології, виявлені в процесі експлуатації фабрики, полягають у наступному:

1. Незадовільне дозування бентоніту у видатковий бункер млина, недостатчі помольних засобів вапняку для офлюсування шихти (до основності 0,7), при підвищеному масовому вмісті в концентраті, здрібнювання бентоніту виробляється разом з вапняком. При цьому природні труднощі в забезпеченні необхідної точності дозування й гнучкості регулювання комкуючої здатності шихти.

Для запобігання можливих її відхилень витрата бентоніту задається з деяким запасом, тобто більшим оптимального (9-12кг/сухої маси на 1т обкотишів.)

2. Незадовільне дозування шихти. Експлуатоване на фабриці вагодозувальне встаткування (шнекові живильники в комплекті з вагодозаторами ЛДА) не забезпечують необхідну точність дозування ($\pm 0,5\%$). Фактично точність становить $\pm 5,0\%$, що не дозволяє одержати однорідну шихту й із цієї причини сирі обкотиші мають нерівномірний гранулометричний склад.

3. Несприятливе співвідношення висоти торта й діаметра чашових огрудкувачів складає 0,15. Внаслідок цього огрудкування вологої шихти протікає з порушеннями плавного сполучення циклів «підйом - окатування» й утворенням великої кількості пухких грудок й обкотишів великого розміру, а також дріб'язку. Останні дві обставини обумовлюють нерівномірний гранулометричний склад сирих обкотишів, що характеризується низьким виходом придатної фракції (20-10мм - 80-85%) і великою масовою часткою великих обкотишів і грудок (+20мм до 5,-7,0%)

4. Моральне й фізичне зношування конвеєрних випалювальних машин ОК-5-108. Дані випалювальні агрегати виконані з укороченою зоною охолодження (20,0% проти 41% у сучасних машинах) і із зоною сушіння I прососом (у сучасних машин - дуттям знизу). Це приводить до зниження продуктивності й росту витрати тепла. Крім того, на машинах ОК-5-108 на передбачена постіль, що супроводжується зниженням якості обпалених обкотишів. У цілому, питома витрата природного газу на діючій фабриці становить 50-52 обкотишів, що в 2,0-2,5 рази вище чим на сучасних фабриках.

5. Фізичне старіння встаткування. Недоліки технології привели до прискореного зношування технологічного встаткування, зростанню ремонтних робіт і вмісти з тим кількості відмов у роботі й простоїв технологічних ліній. Це привело до зниження використання встаткування до 70% (проти 93,0% проектних).

За час експлуатації фабрики огрудкування були виконані дослідження з удосконалювання технологічного процесу. Основними напрямками досліджень були - підвищення якості залізорудних обкотишів й удосконалювання технології їхнього виробництва. Для підвищення техніко - економічних показників доменного переділу потрібно робити високоофлюсовану залізорудну сировину з високими металургійними властивостями: низькою руйнацією при транспортуванні й відновленні, підвищеною температурою й вузьким інтервалом розм'якшення й плавлення. Установлено, що підвищення основності обкотишів з 0,7 до 1,2 супроводжується деяким зниженням продуктивності. Для часткової компенсації цього в шихту для виробництва обкотишів доцільно вводити до 1,0-1,5% твердого палива - антрацитового штибу. Таким вимогам відповідають обкотиші основністю 1,2, офлюсованні доломітизований вапняком, який містить 8-11,0% Mg.

Присутність певної кількості Mg підвищує тугоплавкість шихти, розширює температурний інтервал випалу на 30-50⁰C. Це дозволяє підвищити температуру випалу до 1700±20⁰C та, відповідно, збільшити питому продуктивність процесу випалу, прискорити процеси повного твердофазного й напіврідкого спікання зерен шихти. Тим самим створюються умови для одержання залізорудних обкотишів з високими металургійними властивостями. Слід зазначити, що позитивний вплив магnezії триває й у процесі доменної плавки.

У роботах Гметау, виконаних при участі фахівців КТУ й Механобрчермета, отримані дані про позитивний вплив заміни бентоніту карбонатним вапном, що дозволяє трохи підвищити масовий вміст заліза в обкотишах при одночасному збільшенні основності.

У процесі досліджень аналізу досвіду роботи фабрик огрудкування уточнювалися оптимальні параметри вихідної сировини, роботи подрібнювального, огрудкувального й випалювального встаткування, розроблялися пропозиції по підвищенню якості продукції. Деякі із цих пропозицій і враховані в розробках в цьому проекті фабрики огрудкування ЦГЗКа.

1.4 Обґрунтування й опис технологічної схеми на проєктованій фабриці.

Проектowana фабрика буде працювати на магнетитовому концентраті ЦГЗКа, доломітизованому вапняку Докучаєвського флюсо-доломітового комбінату, бентонітовій глині Даш-Салахлінського родовища, антрацитового штибу (марка А, сорт Аш) Донецького басейну, карбонатного вапна власного виробництва.

Технологічний процес виробництва окатишів представлений на рисунку.

Послідовність операцій аналогічна існуючій схемі й містить у собі наступні операції:

- Прийом і складування сирих матеріалів (концентрат, доломітизований вапняк, бентонітова глина, карбонатне вапно, антрацитовий штиб)
- Сушіння бентоніту;
- Дроблення вапняку, бентоніту, вапна;
- Здрібнювання вапняку, бентоніту, вапна, штибу, відсівання;
- Дозування компонентів і змішування шихти;
- Огрудкування вологої шихти;
- Виділення й подача постелі на випалювальні машини;
- Температурно-теплова обробка сирих обкотишів;
- Просівання обпаленого продукту;
- Відвантаження й складування обпалених обкотишів;
- Уловлювання, зневоднювання й відвантаження шламів газоочистки й просипів;
- Очищення технологічних газів від пилу, хлоридів і сарною ангідриду (мокра газоочистка).

Подібна схема відповідає прогресивній технології виробництва залізорудних обкотишів на сучасних фабриках огрудкування України й за кордоном.

Основне технологічне встаткування, рекомендоване до установки на проектованій фабриці:

- Дробарка молоткова однороторна;
- Сушильний барабан СБ-3,5х18,0;
- Млин кульовий ШБМ-370х850;
- Змішувач барабанний 3,2х7,5;
- Огрудкувач чашовий d=7,5м;
- Змішувач роторний СР-400х1400;
- Випалювальна машина ОК-324;
- Гуркіт самобалансний 2000х5000;
- Барабан охолодження звороту 1,8х4,8;
- Гуркіт вібраційний ГВ-06;
- Живильник роликовий Пр-1-2000;

1.5 Технологія виробництва окатишів

Окатиші - тверді кулясті тіла, отримані шляхом окомковування тонкоздрібнених рудних матеріалів з добавкою зв'язувальних речовин із флюсами або без них з наступним зміцненням способами випалу, цементації. По співвідношенню змісту основних і кислих порід (основності) окатиші розділяють на офлюсованні (частково або повністю) і неофлюсованні (окислені). Виробництво окислених окатишів включає окомковування шихти (одержання сирих окатишів) у барабанних, тарілчастих або чашевих окомкователях і зміцнення їхнім випалом або

безвипалювальними методами. Залежно від використання добавок розрізняють залізорудні, залізомарганцеві, залізонікелеві й інші окатиші. Залізорудні окатиші, у яких частина оксидів заліза (до 95%) відновлена до металу, називаються металізовані (використаються, головним чином, в електросталеплавильних печах для одержання якісної сталі). Якість окатишів виражають більшим переліком показників, що відбивають їхні властивості й функціональні ознаки. Звичайно їх групують на наступні чотири ознаки:

- 1) хімічно-мінеральний склад;
- 2) механічні властивості;
- 3) фізико-хімічні властивості;
- 4) стабільність якісних параметрів.

Для виробництва окатишів у цеху використовують залізорудний концентрат, доломитизований вапняк, глину бентонітову, активований торф і газоподібне паливо. Підготовка концентрату. Пульпа подається по пульпопроводу, магнітно флотується й надходить у згущувачі, де зважені тверді частки (зі змістом твердого 30-45%) осаджуються на дно й згрібаються до центра розвантажувальної лійки. Згущений продукт-пульпа із щільністю 55-65 %, віддаляється із дна згущувача насосами й розмагнічується. Потім переганяється в резервуари з механічними мішалками для усереднення. З резервуарів насосами пульпа переганяється в розподільник примусової подачі. Для підтримки постійного тиску в розподільнику приводи насосів мають безступінчасте регулювання. Подача пульпи на фільтр регулюється автоматично, так щоб кількість пульпи відповідала продуктивності фільтра. Для кожної технологічної лінії передбачено 10 фільтрів, у тому числі один резервний. Вологість становить 9.5%. Концентрат подається в дозувальні бункери, а розподіл по бункерах виробляється за допомогою плужкових скидачів. Дозування й змішування компонентів шихти. Концентрат, вапняк, бентоніт і торф за допомогою автоматичних вагодозаторів видаються на збірний конвеєр у заданій пропорції. Змішування здійснюється в роторному змішувачі, установленому на стрічці, а потім однорідна шихта надходить у барабанний окомкователь. Окомковання шихти. За рахунок перекошування матеріалів і поверхневого натягу води, що впорскується для регулювання процесу окомковання в барабані. Ріст розміру гранул припиняється, коли в барабані не залишається дрібних часток.

Подальше перекошування матеріалу в окомкователі забезпечує механічне ущільнення окатишів, для транспортування, завантаження на решітку і тепловій обробці на ній без руйнування. Для одержання необхідної вологості шихти, передбачається подача води в окомкователь. Після окомковання окатиші проходять просівання на роликовому грохоті з поділом на 2 класи: мінус 9,5мм і плюс 9,5мм. Окатиші з розміром менш 9,5мм стрічковими конвеєрами повертаються в окомкователь для подальшої доробки. Сирі окатиші розміром крупніше 9,5мм подаються на

роликовий грохотукладальник, за допомогою якого виробляється додатково відділення дріб'язку й укладання кондиційних окатишів на колосники ґрат, що рухається, рівномірним шаром висотою близько 180 мм. Дріб'язок після роликового укладальника повертається на конвеєр концентрату після фільтрів. Сушіння й попереднє нагрівання окатишів здійснюється на колосниковій решітці, що рухається. Окатиші проходять три зони: сушіння у висхідному потоці, сушіння в спадному потоці й попередній підігрів у спадному потоці. При сушінні у висхідному потоці гарячі гази з температурою 400°C нагнітаються в шар окатишів знизу, випарюють із окатишів вологу й нагрівають шар до середньої температури приблизно 230°C. Зволожені гази, що залишають шар після сушіння у висхідному потоці, прохолоджуються в шарі приблизно до 93°C, і після очищення пилу до санітарних норм викидаються в атмосферу. При сушінні в спадному потоці гази з 1400°C просмоктуються через шар зверху вниз. Метою цієї операції є забезпечення видалення вологи з верхнього шару окатишів для запобігання руйнування їх у зоні попереднього нагрівання. При попереднім нагріванні гази з температурою 1040–1050°C просмоктуються через шар зверху вниз. Метою цієї операції є одержання необхідної міцності окатишів, при якій вони можуть бути піддані випалу в обертовій печі без помітного руйнування. Середня температура окатишів після решітки – 980 °C. Теплова обробка окатишів на решітках здійснюється гарячими газами, що відходять із обертової печі. Перекачування газів по зоні решітки здійснюється трьома технологічними вентиляторами, з яких два просмоктують газ зверху вниз через шар окатишів у зоні попереднього нагрівання, сушіння спадним потоком і подають його в зону сушіння висхідним потоком й один вентилятор відсмоктує газ із ковпака зазначеної зони. Схемою передбачена можливість скидання надлишків газу, що надходить із обертової печі в зону попереднього нагрівання й подаваного в зону висхідним потоком. Решітки оснащені проміжної сухою газоочисткою, установленою перед вентиляторами зони попереднього нагрівання (циклони), мокрого очищення (скрубери) перед скидальним вентилятором зони сушіння висхідним потоком. Випал окатишів здійснюється в обертовій печі діаметром -6700 мм, довгої - 45720 мм. Для випалу застосовується природний газ, що спалюється в торцевому пальнику, установленому на розвантажувальному кінці печі. Випал окатишів у печі відбувається за рахунок випромінювання смолоскипа пальника й розпеченої футеровки печі, а також конвекційного теплообміну між газовим потоком циркулюючого противопотоку, через піч, вогнетривкої футеровки і поверхнею шаруючи окатишів. Обладнана вентилятором для подачі повітря на спалювання газу й газорегулюючої станцією, що забезпечує тиск газу перед пальником не більше 2 кг/см². Окатиші переміщуються уздовж печі за рахунок її обертання, при цьому відбувається постійне пересипання слоя окатишів і рівномірний їхній випал при оптимальній температурі 1260+15-30 °C. Після печі окатиші попадають на станційний

оохолоджений грохїт, за допомогою якого віддаляються спеки окатишїв або настили з обертової печї крупнїстю 200 мм і бїльше. Пїсля просївання окатишї подаються на оохолодження в кїльцевий оохолоджувач. Кїльцевий оохолоджувач являє собою решїтку у формї кїльця шириною 3111,5 мм і середнїй дїаметр (пїдлоги сумою зовнїшнього й внутрїшнього дїаметрїв) 20116,8 мм. У завантажувальнїй частинї оохолоджувача встановлена стїнка, що розрївнює, для формування рївномїрного шару окатишїв висотою 762 мм. Оохолоджувач має привїд безступїнчастого регулювання швидкостї, за рахунок чого здїйснюється автоматичне регулювання висоти шаруючи окатишїв. Оохолоджувач обертається в горизонтальнїй площинї й конструктивно роздїлений на три зони: робоча зона, де вїдбувається оохолодження окатишїв, становить 303 градуса окружностї; завантажувальна зона - дуга в 25 градусїв, розвантажувальна зона-дуга в 32 градуса. Оохолодження окатишїв здїйснюється продувом холодного повїтря знизу нагору. Робоча зона пїдроздїляється, у свою чергу, на двї зони: зона рекуперацїйного оохолодження, у якїй вїд окатишїв вїдбирається 70-80 % тепла й зона остаточного оохолодження, у якїй температура окатишїв доводить до 120 °С. Із зони рекуперацїйного оохолодження нагрїте повїтря передається в обертову пїч частково через завантажувальний жолоб оохолоджувача й частково по окремому газопроводї, що з'єднує звїд рекуперацїйної зони оохолодження з розвантажувальною частиною печї. Із зони остаточного оохолодження газї скидаються в атмосферу без попереднього очищення зі змїстом пилу не бїльше 60 мг/м³. Забїр оохолодного повїтря здїйснюється з атмосфери. Роботу кїльцевого оохолоджувача забезпечують два оохолоднї вентилятори, по одному на кожну зону оохолодження. Оохоложенї окатишї подаються на вїброживильник-грохїт, де виробляється вїддїлення класу плус 50 мм, що вбїрається пластинчастим конвеєром через спецїальний жолоб, за межї цеху у вїдкритий штабель. Клас мїнус 50 мм (кондицїйнї окатишї), системою стрїчкових конвеєрїв транспортується на склад або на вїдвантаження. Схемою вантажопотокїв передбачається можливїсть подачї окатишїв на склад, безпосередньо на навантаження в баржї або в залїзничнї вагони, а також одночасна подача окатишїв на навантаження безпосередньо з фабрики й зі складу в залїзничнї вагони або в баржї. Укладання готових окатишїв на склад і вїдвантаження його зі складу здїйснюються вїдповїдно одноконсольним штабелеукладачем і роторним забїрником напїльного типу на рейковому ходу їмпортної поставкї.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

РОЗРАХУНОК ШИХТИ ТА ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ОБКОТИШІВ

		Мета розрахунку – визначити питому витрату сухих і вологих							
		запізовмісних, флюсів і паливних компонентів шихти для здобуття 1000 кг							
	Р	обкотишів; розрахувати хімічний склад обкотишів.							A
	Технологічна частина								1
	Р								
	H								
	З								

2.1 Вихідні данні для розрахунку шихти.

2.1.1 Хімічний склад компонентів шихти.

2.1.2 Флюсова складова компонентів шихти: вапняк.

2.1.3 Паливний компонент шихти: кам'яне вугілля.

2.1.4 Питомі витрати вуглецю паливної суміші на 1000 кг обкотишів – 8,8 кг/т.

2.1.5 Питомі витрати бентонітової глини – 10 кг/т.

2.1.6 Вміст FeO в обпалених обкотишах – 5,4%.

2.1.7 Основність $\frac{\text{CaO}+\text{MgO}}{\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3}$ обкотишів – 0,8 д.од.

2.1.8 Степінь десульфурації шихти – 80%.

2.1.9 Річна виробнича потужність фабрики обкотишів – 4,7 млн. т/рік.

2.2 Розрахунок питомих витрат компонентів шихти

Хімічні склади компонентів шихти, згідно отриманого варіанту розрахунку, приведені в таблиці 2.1 та 2.2.

Таблиця 2.1

Хімічний склад компонентів шихти

Компоненти	Вміст компонентів, %								
	Сірка	Вуглець	Залізо	Мінеральні	Водень	Кисень	Водень	Вуглець	Залізо
1. Залізний концентрат	5,23	0,36	0,01	0,32	5,33	4,33	0,24	0,19	0,35
2. Вапняк	0,33	0,16	0,08	0,02	0,21	0,22	0,98	0,14	3,62
3. Бентонітова глина	0,81	0,08	0,06	0,11	0,13	0,44	2,22	4,7	0,32
4. Зола кам'яного вугілля	3,73	0,76	0,37	0,06	0,22	1,23	8,4	8,37	2,84

Продовження таблиці 2.1

		№				

Компоненти	Вміст компонентів, %							міс т во ло ги, %
	gO	nO	2O ₅	O ₃	н ші	П П	окис лів	
1 Залізо рудни й конце нтрат	,0 9	,04 9	,03 9	,92 6	,15 1	,24	00	0,0
2 Вапня к	,5 6	,03	,2	,04	,3	1,8 4	00	,8
3 Бенто нітов а глина	,6 7	,12	,18 2	,38	,38 2	,88	00	2,2
4 . Зола кам'я ного вугілл я	,3 4	,87	,95 1	,57	,44 8		00	

Таблиця 2.2

Технічний аналіз твердого палива

Компонент	Вміст вологи, %	Вміст компонентів, %				
		Зола	Сірка горюча	Летучі	Вуглець горючий	Сума окислів
Кам'яне вугілля	6,84	3,36	1,78	5,46	7,23	1,00

2.2.2 Розрахунок хімічного складу твердого палива.

Хімічний склад коксового дріб'язку розраховується, використовуючи данні хімічного складу золи та технічного аналізу коксового дріб'язку. Без змін в хімічний склад твердого палива переходять з технічного аналізу горюча сірка, летучі та вуглець горючий. Також необхідно врахувати, що горюча сірка та летучі входять до ППП. Компоненти хім. складу золи перераховуємо до складу твердого палива пропорційно кількості в ньому золи. Розрахований хімічний склад коксового дріб'язку в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

Хімічний склад твердого палива

Компоненти	Вміст компонентів, %								
	Сірка загальна	Вуглець	Водень	Азот	Кисень	Вуглець	Водень	Азот	Кисень
Кам'яне вугілля	0,3224	0,1075	0,0615	0,0432	0,0634	0,6735	0,5235	0,7334	0,7334

		№							

Продовження таблиці 2.3

Компоненти	Вміст компонентів, %								
	g O	n O	2 O 5	O 3	с _Г	н ш і	П ПП		ок ис лів
							г ^c	ет уч і	
нтра	.7	.1	.1	.3	7,	.0	.		
цито	5	6	4	2	4	7	8	,4	00,
вий	6	5	5	3	5	2	8	3	00
штиб	7	4	6	4		5			

2.2.3 Розрахунок середньозважених складів сумішей.

Розрахунок середньозважених складів рудної, флюсової та паливної сумішей виконують, використовуючи хім. склад компонентів шихти, які входять в ці суміші та задану кількість цих компонентів. Середньозважений хім. склад рудної, флюсової та паливної сумішей в таблиці 2.4, 2.5 та 2.6.

Таблиця 2.4

Середньозважений хімічний склад рудної суміші

Компоненти	Вміст компонентів, %								
	с _о бщ	n		об щ	с _о	с ₂ O 3	i O 2	l ₂ O 3	a O
алізо рудн	5,	,0	.0	.4	5,	4, 44	,4 3	.1 9	.3 1

ий конц ентра т	3 4	2 8	2 2	6 5	4 4				
енто нітов а глин а	,8 1	,0 9 2	,0 9 2	,1 3 2		,2 3	1, 3 4	3, 7	,3 3

Продовження таблиці 2.4

К омпоне нти	Вміст компонентів, %						
	gO	nO	2O5	O3	нші	ПП	окис лів
3 алізоруд ний концент рат	.09	.023	.041	.897	.232	.231	00.0 0
Б ентоніт ова глина	,62	0,22	,188	0,32	,432	,88	00,0 0

Таблиця 2.5

Середньозважений хімічний склад компонентів шихти

К омпо нент и	Вміст компонентів, %								
	е _о бщ	n		об щ	е О	е ₂ О ₃	i О 2	l ₂ О ₃	а О

Вапняк	0,34	0,17	0,092	0,02	0,23	0,22	0,89	0,14	3,50
Флюсова суміш	0,35	0,16	0,091	0,03	0,21	0,22	0,95	0,15	5,41

Продовження таблиці 2.5

Компоненти	Вміст компонентів, %			
	MgO	MnO	P ₂ O ₅	SO ₃
Вапняк	0,53	0,02	0,2	0,06
Флюсова суміш	0,55	0,02	0,2	0,06

Таблиця 2.6

Середньозважений хімічний склад твердого палива

Компоненти	Вміст компонентів, %			
	Fe _{общ}	Mn	P	S
Кам'яне вугілля	2,1341	0,1071	0,0623	2,0
Паливна суміш	2,1352	0,1092	0,0625	2,0

Продовження таблиці 2.6

Компоненти	Вміст компонентів, %			
	MgO	MnO	P ₂ O ₅	S
Кам'яне вугілля	0,8794	0,1256	0,1345	0,4

		№				

Паливна суміш	0,7787	0,1303	0,1302	0,3
---------------	--------	--------	--------	-----

2.2.4 Розв'язання рівнянь матеріального балансу та основності.

Для вирішення рівняння матеріального балансу розраховуються середньозважені, коефіцієнти виходу спеченої маси з сухої маси кожного компонента шихти (K^0) та середньозважені приріст (+) або втрата (-) маси від окислення або відновлення оксидів заліза (O_2^0).

$$K^0 = 0,01(100 - \eta_s \cdot S_{\text{заг}}^0 - C_{\Gamma}^0 - \eta_{\text{ВПП}} \cdot \text{ВПП}^0 - \text{MnO}_2^0 \cdot \frac{16}{87}), \text{ д.од.}$$

Де $S_{\text{заг}}^0$, C_{Γ}^0 , ВПП^0 , MnO_2^0 – середньозважений вміст відповідно загальної сірки, горючого вуглецю, ВПП та окислів марганцю в компонентах шихти, %

$\eta_{\text{ВПП}}$, η_s – прийняті степені видалення, відповідно, ВПП та сірки, д.од.

$$K_p^0 = 0.01 \cdot (100 - 0.8 \cdot 0.372 - 0 - 0.220) = 0.9948$$

$$K_{\phi}^0 = 0.01 \cdot (100 - 0.8 \cdot 0.02 - 42,74) = 0.5824$$

$$K_{\Pi}^0 = 0.01 \cdot (100 - 0.8 \cdot 2,0446 - 78,33 - 1,89) = 0,1914$$

$$K_B^0 = 0.01 \cdot (100 - 0.8 \cdot 0,112 - 6,98) = 0.9293$$

$$O_2^0 = \frac{1}{9} \left(\frac{P_{\Sigma} \cdot FeO_p^0}{100} + \frac{\Phi_{\Sigma} \cdot FeO_{\phi}^0}{100} + \frac{\Pi_{\Sigma} \cdot FeO_{\Pi}^0}{100} + \frac{B_{\Sigma} \cdot FeO_B^0}{100} - FeO_{a(0)}^0 \right), \text{ кг/т}$$

		№				

де FeO^0 – середньозважений вміст закису заліза в сумішах компонентів шихти та обкотишів, %

$$\begin{aligned} O_2^0 &= \frac{1}{9} \left(\frac{P_{\Sigma} \cdot 26,34}{100} + \frac{\Phi_{\Sigma} \cdot 0,22}{100} + \frac{\Pi_{\Sigma} \cdot 0}{100} + \frac{Б_{\Sigma} \cdot 0}{100} - 5,4 \right) = \\ &= \frac{26,34P_{\Sigma} + 0,22\Phi_{\Sigma} - 540}{900} = \\ &= 0,0293P_{\Sigma} + 0,00024\Phi_{\Sigma} - 0,6. \end{aligned}$$

Складаємо рівняння матеріального балансу:

$$1000 = 0,9948P_{\Sigma} + 0,5724\Phi_{\Sigma} + 0,1814\Pi_{\Sigma} + 0,0293P_{\Sigma} + 0,00024\Phi_{\Sigma} - 0,6 + 0,9293Б_{\Sigma}$$

Після спрощення рівняння виходить:

$$1000,6 = 1,0241P_{\Sigma} + 0,57264\Phi_{\Sigma} + 0,1814\Pi_{\Sigma} + 0,9293 \cdot 10,0$$

$$991,307 = 1,0241P_{\Sigma} + 0,57264\Phi_{\Sigma} + 0,1814\Pi_{\Sigma}$$

Складаємо рівняння балансу основності за формулою:

$$m_{a(0)} = \frac{P_{\Sigma} \cdot (\text{CaO}_{P_{\Sigma}}^0 + \text{MgO}_{P_{\Sigma}}^0) + \Phi_{\Sigma} \cdot (\text{CaO}_{\Phi_{\Sigma}}^0 + \text{MgO}_{\Phi_{\Sigma}}^0) + \Pi_{\Sigma} \cdot (\text{CaO}_{\Pi_{\Sigma}}^0 + \text{MgO}_{\Pi_{\Sigma}}^0) + Б_{\Sigma} \cdot (\text{CaO}_{Б_{\Sigma}}^0 + \text{MgO}_{Б_{\Sigma}}^0)}{P_{\Sigma} \cdot (\text{SiO}_{2P_{\Sigma}}^0 + \text{Al}_2\text{O}_{3P_{\Sigma}}^0) + \Phi_{\Sigma} \cdot (\text{SiO}_{2\Phi_{\Sigma}}^0 + \text{Al}_2\text{O}_{3\Phi_{\Sigma}}^0) + \Pi_{\Sigma} \cdot (\text{SiO}_{2\Pi_{\Sigma}}^0 + \text{Al}_2\text{O}_{3\Pi_{\Sigma}}^0) + Б_{\Sigma} \cdot (\text{SiO}_{2Б_{\Sigma}}^0 + \text{Al}_2\text{O}_{3Б_{\Sigma}}^0)}$$

$$0,8 = \frac{0,41P_{\Sigma} + 55,15\Phi_{\Sigma} + 2,4929\Pi_{\Sigma} + 6,84Б_{\Sigma}}{6,52P_{\Sigma} + 1,1\Phi_{\Sigma} + 8,1945\Pi_{\Sigma} + 76,79Б_{\Sigma}};$$

Після спрощення рівняння виходить:

		№				

$$4,806 P_{\Sigma} - 54,27 \Phi_{\Sigma} + 4,0627 \Pi_{\Sigma} = -54,592 \cdot 10$$

$$4,806 P_{\Sigma} - 54,27 \Phi_{\Sigma} + 4,0627 \Pi_{\Sigma} = -545,92$$

Таким чином, отримуємо систему 2-х рівнянь з 3-ма невідомими:

$$\begin{cases} 1,0241 P_{\Sigma} + 0,57264 \Phi_{\Sigma} + 0,1814 \Pi_{\Sigma} = 991,307 \\ 4,806 P_{\Sigma} - 54,27 \Phi_{\Sigma} + 4,0627 \Pi_{\Sigma} = -545,92 \end{cases}$$

Визначимо питомі витрати паливної суміші з наступних розрахунків:

$$\Pi_{\Sigma} = \frac{8,8}{0,7833} = 11,2345$$

Підставимо отримане значення Π_{Σ} в систему двох балансових рівнянь, спростимо їх, та отримаємо:

$$\begin{cases} 1,0241 P_{\Sigma} + 0,57264 \Phi_{\Sigma} = 989,2691 \\ 4,806 P_{\Sigma} - 54,27 \Phi_{\Sigma} = -591,5624 \end{cases}$$

$$1,0241 \cdot \left(\frac{-591,5624 + 54,27 \Phi_{\Sigma}}{4,806} \right) + 0,57264 \Phi_{\Sigma} = 989,2691$$

$$-126,0547 + 11,5643 \Phi_{\Sigma} + 0,57264 \Phi_{\Sigma} = 989,2691$$

$$\Phi_{\Sigma} = 91,8950 \text{ кг/т}$$

$$P_{\Sigma} = 914,6024 \text{ кг/т}$$

Знаючи співвідношення компонентів шихти в кожній з сумішей, ми можемо визначити їх питомі витрати (таблиця 2.7).

Таблиця 2.7

Питомі витрати компонентів шихти

		№			

Компоненти шихти	Позначення	Питомі витрати, кг/т обкотишів
Залізорудний концентрат	$P_{з.к.}$	915,6032
Вапняк	Φ_B	91,7620
Кам'яне вугілля	$P_{кв}$	11,2345
Бентонітова глина	Б	10
Усього сухої шихти	$G_{ш}$	1027,7319

2.3 Розрахунок хімічного складу обкотишів

2.3.1 Для розрахунку хімічного складу обкотишів, обчисливши масу оксидів, що вносяться в шихту кожним з компонентів шихти, з врахуванням кількості видалення певних оксидів і елементів. Масу елементів, що вносяться до шихти, і оксидів визначають, виходячи з питомої витрати компонента шихти і вмісту в ньому елементу, що розраховується, або оксиду.

2.3.2 Розрахунок маси елементів та окислів, які переходять в обкотиш з шихти після хімічних реакцій визначаються за допомогою степені їх переходу в обкотиш .

Приймаємо степінь десульфурзації шихти – 80%, степінь видалення ППП - 95%, степінь вигорання вуглецю горючого шихти – 100%

Маса окисленого (-) або відновленого(+) закису заліза (FeO):

$$G_{FeO}=1000 \cdot 0.054 - 241,1084 = -187,1084 \text{ кг}$$

		№				

Відповідно, маса утвореного Fe_2O_3 в результаті окислення FeO (+)
або витраченого на відновлення необхідної кількості FeO (-):

$$G_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = \frac{187,1084 \times 160}{144} = 207,8983 \text{ кг}$$

Маса загальної сірки ($S_{\text{заг}}$):

$$G_{S_{\text{заг}}} = \frac{3,66,16 \times 80}{100} = 2,9293 \text{ кг}$$

Маса ППП:

$$G_{\text{ППП}} = \frac{42,7961 \times 95}{100} = 40,6563 \text{ кг}$$

Маса вуглецю горючого (C^c_r):

$$G_c = \frac{8,8 \times 100}{100} = 8,8 \text{ кг}$$

Маса окисленої сірки:

$$G_{SO_3} = \frac{8,6048 \times 80}{100} = 6,8839 \text{ кг}$$

Результати проведених розрахунків приведені в балансовій таблиці
2.8.

		№				

Таблиця 2.8

Балансова таблиця витрат компонентів шихти та хімічний склад обкотишів

Матеріали	Позначення								
		Fe _{зд}		S _{зд}		FeO			
		%	Кг	%	Кг	%	Кг		
Залізорудний концентрат	Р з.к.	65,2400	605,8326	0,3820	3,5023	25,3320	230,90635		60
Бентонітова глина	Б	3,8300	0,3790	0,1210	0,0115				0
Вапняк	Ф в	0,4200	0,2941	0,0210	0,0174	0,2340	0,2013		0
Кам'яне вугілля	П к.в.	2,1342	0,2409	2,0326	0,2267				52
Всього шихти	G ш	58,0374	612,6345	0,3243	3,6566	2324502	251,10863		41
Приріст (врати) маси					-2,9183		-177,1074		
ОБКОТИШ	G о	62,1673	6612,6345	0,0740	0,7343	542326	53,0000		02

Матеріал и	Позначення	Вміст компонентів												Витрати сухих, г/кг	Механічні	Витрати сухих з витратами, г/кг	Вологість %,	Витрати вологих г/кг
		M		P		S		C		I		B						
		nO	г	2O ₅	г	O ₃	г	г ^C	г	нші	г	III	г					
аліт з рудин ий концен тра	з к .	0,490	0,4490	0,380	0,3394	0,3380	0,4975	0,000	0,000	0,1481	0,3645	0,2100	0,131	14,6454	0,0000	32,8944	0,0000	044,5494
ентоніто		0,1200	0,1120	0,1820	0,1019	0,2810	0,0290	0,000	0,000	0,3990	0,3438	0,9810	0,6990	0,0000	0,0000	0,3000	2,000	3,0769

в а г л и н а					2 3												0 0	
а п н я к	в	, 0 2 1 0	, 0 1 9 4	, 2 1 0 0	, 1 8 4 8	, 0 5 1 0	, 0 4 6 9		, 0 0 0 0	, 3 1 2 0	, 2 8 8 9	2 , 7 4 3 0	9 , 2 7 8 8	1, 8 7 4 0	, 0 0 0 0	3, 8 7 2 9	, 8 3 0 0	6, 4 5 5 0
а м' я н е в у п л л я	к · в ·	, 1 4 1 3	, 0 1 6 8	, 1 2 1 2	, 0 1 4 5	, 3 9 6 1	, 0 4 5 4	8 , 3 3 4 0	, 8 2 0 0	, 0 6 5 5	, 0 0 6 8	, 2 1 2 0	, 8 1 4 5	1, 2 5 5 5	, 0 0 0 0	1, 5 5 9 2	, 9 5 0 0	2, 4 3 3 8
с ь о г о ш и х	ш	, 0 4 8 1	, 4 7 4 2	, 0 5 5 0	, 5 6 4 9	, 8 4 7 3	, 6 0 5 8	, 8 5 7 3	, 8 0 2 0	, 1 9 4 3	, 9 7 7 7	, 1 6 3 1	2 , 7 8	0 3 7, 8 8	, 0 0 0 0	0 4 5 6 2	, 5 0 5 5	1 6 6, 7 6

т и													8 1	1 9		8 6 5		3 1
р и рі ст (в т р ат и) м ас и							6 , 9 8 3 9		8 , 8 2 0 0				4 0 , 6 5 8 3			0 5 6, 2 8 6 5		1 6 8, 4 4 3 1
Б К О Т И Ш І	о	, 0 4 7 8	, 4 8 7 2	, 0 5 6 9	, 5 6 4 9	, 1 7 4 5	, 7 2 3 0	, 0 0 0 0	, 0 0 0 0	, 1 9 9 5	, 9 7 6 7 7	, 2 2 5 7	, 1 3 6 8	9 2, 1 4 5 1 6				

Похибка:

$$\frac{1000 - 992,14516}{1000} \cdot 100 = 0,782 \%$$

Хімічний склад обкотишів приведений в таблиці 2.9

Таблиця 2.9

Хімічний склад обкотишів

Вміст компонентів, %									

Продовження таблиці 2.9

Вміст компонентів, %			
SO ₃	ВПП	Інші	Σ оксидів
0,1745	0,2167	0,1982	100,0000

Перевіряємо основність розрахованих обкотишів:

$$\frac{CaO + MgO}{SiO_2 + Al_2O_3} = \frac{5,374 + 0,178}{6,535 + 0,363} = 0,8000 \text{ д. од.}$$

$$\frac{CaO + MgO}{SiO_2} = \frac{5,374 + 0,178}{6,535} = 0,8426 \text{ д. од.}$$

$$\frac{CaO}{SiO_2} = \frac{5,374}{6,355} = 0,8172 \text{ д. од.}$$

		№				

2.4 РОЗРАХУНОК ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ВИРОБНИЦТВА ОБКОТИШІВ

2.4.1 Вихідні дані:

- 1) Технологічної схеми виробництва обкотишів.
- 2) Питомі витрати вихідних компонентів шихти (кг/т), їх вологості (%) та крупності (мм) (табл.. 2.10).

Таблиця 2.10

*Питомі витрати вихідних компонентів шихти, їх вологість та
крупність*

Компонент и шихти	Питом і витрати, кг/т обкотишів	Вмі ст вологи, %	Крупніс ть, мм
Залізорудн ий концентрат	914,60 24	10,0	-0.074
Вапняк	91,895 0	2,8	-80
Кам'яне вугілля	11,234 5	6,94	-70
Бентонітов а глина	10	22,0	-150

- 2) Вихід вороття 5%.
- 3) Крупність подрібнених матеріалів -0.1 мм.
- 4) Вологість шихти після огрудкування 9,5 %.
- 5) Механічні втрати компонентів шихти приймаємо однаковими 2%.
- 6) Питомі витрати постелі 200 кг/т.

		№				

7) Вихід відсівання 1%.

2.4.2 Розрахунок.

2.4.2.1 Визначаємо масу вихідних вологих компонентів шихти з урахуванням механічних втрат та з виходом відсіву обпалених обкотишів за формулою:

$$M_{\text{вол.,Втр.}} = \frac{M_{\text{сух.}} \cdot 10^4}{(100 - M)(100 - \text{Втр.})} \cdot \left(1 + \frac{\text{Відсів}}{100}\right),$$

– маса залізорудного концентрату:

$$M_{\text{з.к.}} = \frac{914,6024 \times 10^4}{(100 - 10,0) \times (100 - 2)} \times \left(1 + \frac{1}{100}\right) = 1047,3338 \text{ кг};$$

– маса вапняку:

$$M_{\text{в.}} = \frac{91,8950 \times 10^4}{(100 - 2,8) \times (100 - 2)} \times \left(1 + \frac{1}{100}\right) = 97,4363 \text{ кг};$$

– маса бентоніту:

$$M_{\text{б.}} = \frac{10 \times 10^4}{(100 - 22,0) \times (100 - 2)} \times \left(1 + \frac{1}{100}\right) = 13,2130 \text{ кг};$$

– маса кам'яного вугілля:

$$M_{\text{к.в.}} = \frac{11,2345 \times 10^4}{(100 - 6,94) \times (100 - 2)} \times \left(1 + \frac{1}{100}\right) = 12,4419 \text{ кг}.$$

2.4.2.2 Маса й вологість флюсу вихідних компонентів шихти складає:

		№				

$$M_{\phi.} = 97,4363 \text{ кг};$$

$$W_{\phi.} = 2,8\%$$

2.4.3. Визначаємо масу флюсової суміші вихідних компонентів шихти після змелення та часткового підсушування до вологості 2,5 %:

$$M_{\phi.зм.} = M_{\phi.} - M_{\phi.} \cdot (W_{\phi.} - W_{\phi.зм.})/100$$

$$M_{\phi.зм.} = 97,4363 - 97,4363 \cdot (2,8 - 2,5)/100 = 97,1440 \text{ кг};$$

Прийнявши ефективність сепарації флюсу по класу 0,1 мм рівну 90 %, визначимо масу оборотного продукту змелювання, в розмірі 200 %:

$$M_{об.ф.} = 97,4363 \times 2 = 194,8726 \text{ кг}$$

і загальну масу флюсу, яка подається на змелення:

$$M_{зм.ф.} = 97,4363 + 194,8726 = 292,3089 \text{ кг.}$$

2.4.4 Визначаємо масу бентоніту вихідних компонентів шихти після сушки до вологості 12 %:

$$M_{б.} = M_{б.} - M_{б.} \cdot (W_{б.} - W_{б.с.})/100$$

$$M_{б.} = 13,2130 - 13,2130 \cdot \frac{22,0 - 12}{100} = 11,8917 \text{ кг}$$

		№				

Визначаємо масу бентоніту вихідних компонентів шихти після змелення та часткового підсушування до вологості 4 %:

$$M_{\text{б.}} = M_{\text{б.}} - M_{\text{б.}} \cdot (W_{\text{б.}} - W_{\text{б.с.}})/100$$

$$M_{\text{б.}} = 11,8917 - 11,8917 \cdot \frac{12 - 4}{100} = 10,9404 \text{ кг}$$

Прийнявши ефективність сепарації бентоніту по класу 0,1 мм рівну 90 %, визначимо масу оборотного продукту змелювання, в розмірі 200 %:

$$M_{\text{об.б.}} = 11,8917 \times 2 = 23,7834 \text{ кг}$$

і загальну масу бентоніту, яка подається на змелення:

$$M_{\text{зм.б.}} = 11,8917 + 23,7834 = 35,6751 \text{ кг.}$$

2.4.5 Маса і вологість вихідних паливних компонентів шихти:

$$M_{\text{п}} = 12,4419 \text{ кг;}$$

$$W = 6,94 \text{ \%}.$$

Визначаємо масу палива вихідних компонентів шихти після змелення та часткового підсушування до вологості 4 %:

$$M_{\text{п.зм.}} = M_{\text{п.}} - M_{\text{п.}} \cdot (W_{\text{п.}} - W_{\text{п.зм.}})/100$$

$$M_{\text{п.зм.}} = 12,4419 - 12,4419 \cdot \frac{6,94 - 4}{100} = 12,0761 \text{ кг;}$$

		№				

Прийнявши ефективність сепарації палива по класу 0,1 мм рівну 90 %, визначимо масу оборотного продукту змелювання, в розмірі 200 %:

$$M_{\text{об.п.}} = 12,4419 \times 2 = 24,8838 \text{ кг}$$

і загальну масу палива, яка подається на змелення:

$$M_{\text{зм.п.}} = 12,4419 + 24,8838 = 37,3257 \text{ кг.}$$

2.4.6 Визначимо масу і вологість суміші усіх вихідних компонентів шихти після змелення та часткового підсушування:

$$M_{\text{ш}} = 1047,3338 + 97,1440 + 10,9404 + 12,0761 = 1167,4943 \text{ кг;}$$

$$W_{\text{ш}} = 10,0 \times \frac{1047,3338}{1167,4943} + 2,5 \times \frac{97,1440}{1167,4943} + 4 \times \frac{10,9404}{1167,4943} + 4 \times \frac{12,0761}{1167,4943} = 9,2577 \%$$

2.4.7 Визначаємо масу сухого вороття за формулою:

$$M_{\text{в.с.}} = \frac{1000 \cdot 1}{100 - 1} = 10,101 \text{ кг}$$

2.4.8 Оскільки вихідна шихта має вологість 9,26 % додаткова подача води для зволоження шихтових матеріалів не потрібна.

2.4.9 Визначимо масу та вологість шихти, котру подають на грудкування з урахуванням вороття сирих обкотишів:

$$M_{\text{штг}} = 1167,4943 \times \left(1 + \frac{5}{100}\right) = 1225,8690 \text{ кг.}$$

		№				

Маса вороття сирих обкотишів:

$$M_{\text{в.с.об.}} = 1225,8690 - 1167,4943 = 58,3747 \text{ кг}$$

Вологість шихти з вороттям:

$$W_{\text{шт}} = 9,2577 \times \frac{1167,4943}{1225,8690} + 9,5 \times \frac{58,3747}{1225,8690} = 9,2692 \%$$

Визначимо витрати води для стадії грудкування:

$$M_{\text{вт}} = 1225,8690 \times \frac{9,5 - 9,2692}{100 - 9,5} = 3,1263 \text{ кг.}$$

Визначимо масу сирих обкотишів:

$$M_{\text{с.об.}} = 1225,8690 + 3,1263 = 1228,9953 \text{ кг.}$$

2.4.10 Визначимо масу спіку обкотишів при сході з випалювальної машини з урахуванням відсівання та постелі:

$$C_{\text{п}} = 1000 + \frac{1000 \times 1}{1000 - 1} + 200 = 1201,001 \text{ кг.}$$

2.4.11 Визначимо масу механічних втрат шихтових матеріалів:

$$M_{\text{вт}} = \frac{1167,4943}{100 - 2} = 11,9132 \text{ кг.}$$

		№				

2.5 ВИБІР І РОЗРАХУНОК ПОТРЕБИ В ОСНОВНОМУ ТЕХНОЛОГІЧНОМУ ОБЛАДНАННІ

2.5.1 Розрахунок погодинного виробництва цеху при річній потужності 4500000 т/рік готових обкотишів виконується за формулою:

$$P_o = \frac{G}{\eta \cdot 365 \cdot 24}, \text{т/год}$$

де G – річне виробництво обкотишів, т/рік

P_o – погодинне виробництво обкотишів цехом, т/год

η – коефіцієнт використання обладнання – відношення робочого часу до календарного, д.од. (приймаємо 0.85)

365 – календарна кількість днів в рік

24 – кількість годин в добі

$$P_o = \frac{4700000}{0,85 \cdot 365 \cdot 24} = 604,3513 \text{ т/год}$$

2.5.2 Розрахунок погодинної потреби у компонентах шихти

Розрахунок виконується, використовуючи питомі витрати (на 1 т обкотишів) кожного з компонентів шихти вихідної вологи, яка знаходиться в розрахунку шихти (розділ 2)

$$P_{зк}=604,3513 \cdot 1,0365494=626,4400 \text{ т/год}$$

$$P_{в}=604,3513 \cdot 0,0964330=58,2794 \text{ т/год}$$

		№				

$$P_{KB}=604,3513 \cdot 0,0123138=7,4418 \text{ т/год}$$

$$P_B=604,3513 \cdot 0,0130769=7,9031 \text{ т/год}$$

2.5.3 Розрахунок необхідної кількості вагоноперекидачів для шихтових матеріалів.

Необхідна кількість вагоноперекидачів визначається підсумуванням його завантаження по кожному виду сировини і округленням набутого значення до найближчого великого цілого числа.

Завантаження по одному з видів сировини

$$Z = \frac{Q_c \cdot K_H}{n_{62} \cdot 62 \cdot \frac{t_{B/O} - t_{mp}}{n_{62} \cdot t_0^{62} + t_{парт}} \cdot \frac{\%62}{100} + n_{125} \cdot 125 \cdot \frac{t_{B/O} - t_{mp}}{n_{125} \cdot t_0^{125} + t_{парт}} \cdot \frac{\%125}{100}}$$

$t_{опр}^{62,125}$ – час перекидання одного вагону вантажопідйомністю 62; 125 т; приймається по технічній характеристиці вагоноперекидача з урахуванням фізичних властивостей розвантажувальної сировини і фізичних даних;

Q_c – добова кількість розвантажувальної сировини, т; приймається за розрахунком шихти;

$n_{62, 125}$ – кількість вагонів вантажопідйомністю 62, 125 т в тій партії, що подається на вагоноперекидач, шт.;

$t_{парт}$ – проміжок часу між партіями, хв.;

$\% 62, 125$ – співвідношення вагонів, що поступають на вагоноперекидач, вантажопідйомністю 62 і 125 т %; примати рівним 40:60;

$T_{B/O}$ – баланс робочого часу вагоноперекидача за добу, хв.; приймається до 20 год (1200 хв);

		№				

$T_{\text{пр}}$ – час на перемикання трактів при переході з одного матеріалу на інший, хв.. Визначається з урахуванням технологічної схеми фабрики, довжини конвеєрних трактів, швидкості конвеєрів, а також можливого поєднання операцій перемикання трактів із заміною партії вагонів (приймати рівним 0,25 год)

K_H – коефіцієнт нерівномірності прибуття складів в розрізі доби; приймати рівним – 0,5.

При визначенні завантаження вагоноперекидача по паливу (коксів дрібниці та антрацитовому штибу) враховується, що у вагоні вантажопідйомністю 62 т вміщується 40 т коксової дрібниці, вантажопідйомністю 125 т – 80 т. Для всієї решти матеріалів їх кількість у вагоні відповідає вантажопідйомності останнього.

Визначення завантаження вагоноперекидачів по кожному з матеріалів:

1. Завантаження по концентрату:

$$Z_{\text{ЗК}} = \frac{626,4400 \cdot 24 \cdot 0,5}{4 \cdot 62 \cdot \frac{1200 - 15}{4 \cdot 1,35 + 25} \cdot \frac{40}{100} + 6 \cdot 125 \cdot \frac{1200 - 15}{6 \cdot 1,35 + 25} \cdot \frac{60}{100}} = 0,376$$

2. Завантаження по вапняку:

$$Z_{\text{В}} = \frac{58,2794 \cdot 24 \cdot 0,5}{4 \cdot 62 \cdot \frac{1200 - 15}{4 \cdot 1,35 + 25} \cdot \frac{40}{100} + 6 \cdot 125 \cdot \frac{1200 - 15}{6 \cdot 1,35 + 25} \cdot \frac{60}{100}} = 0,035$$

3. Завантаження по бентоніту:

$$Z_{\text{Б}} = \frac{7,9031 \cdot 24 \cdot 0,5}{4 \cdot 62 \cdot \frac{1200 - 15}{4 \cdot 1,35 + 25} \cdot \frac{40}{100} + 6 \cdot 125 \cdot \frac{1200 - 15}{6 \cdot 1,35 + 25} \cdot \frac{60}{100}} = 0,005$$

		№				

4. Завантаження по кам'яному вугіллі:

$$Z_{\text{кд}} = \frac{7,4418 \cdot 24 \cdot 0,5}{4 \cdot 40 \cdot \frac{1200 - 15}{4 \cdot 1,35 + 25} \cdot \frac{40}{100} + 6 \cdot 80 \cdot \frac{1200 - 15}{6 \cdot 1,35 + 25} \cdot \frac{60}{100}} = 0,007$$

Необхідна кількість вагоноперекидачів складає:

$$Z_{\text{вп}} = Z_{\text{зк}} + Z_{\text{в}} + Z_{\text{б}} + Z_{\text{кв}}$$

$$Z_{\text{вп}} = 0,376 + 0,035 + 0,005 + 0,007 = 0,423$$

Вибираємо 1 вагоноперекидач.

2.5.4 Розрахунок необхідної кількості бункерів для компонентів шихти обчислюється за формулою:

$$n_{\text{з.к.}} = \frac{P_{\text{з.к.}} \cdot \tau}{\gamma \cdot V_{\text{б}} \cdot 0,85},$$

де Р – погодинна потреба в компоненті шихти, т/год

τ – прийнятий нормативний запас компонента шихти в бункерах(4-10 год), год

V_б – об'єм стандартних бункерів (100, 130, 200) м³

0.85 – степінь заповнення бункерів, д.од.

γ – насипна маса компонента шихти, т/м³.

Розрахунок виконується, використовуючи погодинні потреби в компоненті шихти та прийнятого нормативного його запасу в бункерах.

Кількість бункерів для залізорудного концентрату:

		№				

$$n_{зк} = \frac{626,4400 \cdot 8}{2,23 \cdot 200 \cdot 0,85} = 13,2195$$

Приймаємо 14 бункерів.

Кількість бункерів для вапняку:

$$n_{в} = \frac{58,2794 \cdot 8}{1,51 \cdot 200 \cdot 0,85} = 1,82$$

Приймаємо 2 бункери.

Кількість бункерів для кам'яного вугілля:

$$n_{аш} = \frac{7,4418 \cdot 8}{0,68 \cdot 100 \cdot 0,85} = 1,03$$

Приймаємо 2 бункери.

Кількість бункерів для бентонітової глини:

$$n_{б} = \frac{7,9031 \cdot 8}{0,93 \cdot 100 \cdot 0,85} = 0,80$$

Приймаємо 2 бункери.

2.5.5 Розрахунок кількості дробарок та млинів для підготовки за крупністю флюсів, твердого палива та бентонітової глини.

Кількість молоткових дробарок або млинів розраховуємо за формулою:

$$n = \frac{P_{в} + P_{дв}}{q},$$

		№				

$$n = \frac{P_{\text{кд}} + P_{\text{аш}}}{q},$$

$$n = \frac{P_{\text{б}}}{q},$$

де $P_{\text{в}}, P_{\text{дв}}, P_{\text{кд}}, P_{\text{б}}$ – погодинна потреба, відповідно, вапняку, доломитизованого вапняку, коксового дріб'язку, антрацитового штибу та бентонітової глини, т/год

q – виробнича потужність дробарки, т/год

Для дроблення флюсів використовуємо молоткову дробарку ДМРИЭ 1450х1300 продуктивністю 250 т/годину. Основне технологічне обладнання до вторинного змішування дублюється, для забезпечення двох потоків, 100% резерву у випадку зупинки основного потоку.

Кількість молоткових дробарок для флюсу:

$$n_{\text{др ф}} = \frac{58,2794}{250} = 0,23$$

Приймаємо 2 дробарки ДМРИЭ1450×1300.

Кількість конусних дробарок КМД-1750 продуктивністю 40 т/год для дроблення кам'яного вугілля [1]:

$$n_{\text{др.к.д.}}^{\text{к.}} = \frac{7,4418}{40} = 0,19.$$

Приймаємо 2 дробарки КМД-1750.

Кількість молоткових дробарок типа СМД-102 для бентонітової

глини:

		№				

$$n_{\text{др } 6} = \frac{7,9031}{150} = 0,05$$

Приймаємо 2 молоткових дробарки типу СМД-102.

Кількість сушильних барабанів СМЦ 429,2 продуктивністю 21 т/год,
для підсушування бентоніту до вологості 12 %:

$$n_{c.6} = \frac{7,9031}{21} = 0,38$$

Приймаємо 2 сушильних барабани типу СМЦ 429,2.

Кількість шарових млинів типу ШБМ-370/850 продуктивністю 40 т/год [1]:

А) для флюсу:

$$n_{\text{м.л.ф}} = \frac{58,2794}{40} = 1,46$$

Приймаємо 3 млина типу ШБМ-370/850;

Б) для кам'яного вугілля:

$$n_{\text{МЛ.К.В.}} = \frac{7,4418}{40} = 0,19$$

Приймаємо 1 млина типу ШБМ-370/850;

В) для бентоніту:

$$n_{\text{мл.б.}} = \frac{7,9031}{40} = 0,18$$

~~Приймасмо 1 млина типу ШБМ 370/850.~~

Приёмасмо 1 млина типу ШБМ 370/850.					
		№			

Кількість повітряних сепараторів типу СПЦВ 5500 продуктивністю 50 т/год [2]:

А) для флюсу:

$$n_{\text{п.с.ф.}} = \frac{58,2794}{50} = 1,16$$

Приймаємо 3 повітряних сепаратори типу СПЦВ 5500;

Б) для кам'яного вугілля:

$$n_{\text{п.с.к.в.}} = \frac{7,4418}{50} = 0,15$$

Приймаємо 1 повітряних сепаратори типу СПЦВ 5500

В) для бентоніту:

$$n_{\text{п.с.б.}} = \frac{7,9031}{50} = 0,16$$

Приймаємо 1 повітряних сепаратори типу СПЦВ 5500.

2.5.6 Вибір та розрахунок обладнання для термообробки сирих обкотишів.

Сумарна площа термообробки розраховується за формулою:

$$S_{\Sigma} = \frac{P_o}{q}, \text{ м}^2$$

де S_{Σ} – сумарна площа машини, м^2

P_o – погодинне виробництво обкотишів. т/год

q – питома виробнича спроможність машини, $\text{т/м}^2 \cdot \text{год}$

		№				

$$S_{\Sigma} = \frac{626,4400}{1,0254} = 610,9226 \text{ м}^2$$

Вибираємо обпалювальні машини ОК-324, площа спікання 324 м²
[4]. Кількість машин розраховуємо за формулою:

$$N_o = \frac{S_{\Sigma}}{S_m}$$

де N_o – кількість машин

S_m – корисна площа вибраної машини, м²

$$N_o = \frac{1097,1995}{324} = 1,89$$

Приймаємо 2 обпалювальні машини.

Розраховуємо погодинну виробничу спроможність випалювальної машини:

$$P_m = S_m \cdot q, \text{ т/год}$$

$$P_m = 324 \cdot 1,0254 = 332,2296 \text{ т/год}$$

2.5.7 Вибір та розрахунок огрудкувачів та змішувачів шихтових матеріалів.

Згідно розрахунку шихти для отримання 992,1816 кг обкотишів використовується 1158,3731 кг сирих обкотишів. Коефіцієнт виходу 1 т обкотишів складає:

$$K = \frac{992,1816}{1158,3731} = 0,86$$

		№				

Кількість шихти, яка забезпечує погодинне виробництво обкотишів однієї машини:

$$P_{\text{ш}} = \frac{332,2296}{0,86} = 386,3135 \text{ т/год}$$

Вибираємо чашевий огрудкувач діаметром 7,5 продуктивністю 100 т/год (8-18 мм) придатного класу:

$$n_{\text{огр.}} = \frac{386,3135}{100} = 3,86$$

Приймаємо 5 чашевих огрудкувачів на одну випалювальну машину.
Всього огрудкувачів приймаємо:

$$n_{\text{огр.}} = 5 \cdot 2 = 10.$$

Вибираємо роторний змішувач шихти для первинного змішування на одну випалювальну машину СР 400х1200 продуктивністю 760 т/год:

$$n_{\text{зм.}} = \frac{386,3135}{760} = 0,51$$

Приймаємо по 1 змішувачу на кожну випалювальну машину та 1 додатковий для забезпечення резерву при ремонті.

Вибираємо барабанний змішувач шихти для вторинного змішування на одну випалювальну машину СБ1-3,2х8 продуктивністю 850 т/год [3]:

$$n_{\text{зм.}} = \frac{386,3135}{850} = 0,45$$

		№				

Приймаємо по 1 змішувачу на кожну випалювальну машину та 1 додатковий для забезпечення резерву при ремонті.

Вибараємо грохот інерційний ГИТ-52 з трьома ситами продуктивністю 600 т/год [5]:

$$n_{зм.} = \frac{386,3135}{600} = 0,64$$

Приймаємо по 1 грохоту на кожну випалювальну машину.

Для подачі сирих обкотишів на випалювальну машину, а також відділення фракції -8 мм використовуємо живильник роликовий, по одному на кожну випалювальну машину.

Живильник роликовий призначений для живлення обпалювальної машини з робочою шириною 4000 мм сирими окатишами вологістю 8,0-10 % з частковим відсівом дріб'язку.

Живильник працює в безперервній технологічній схемі машин, що входять в комплекс обладнання для випалу обкотишів, і має дистанційне керування. Живильник роликовий застосовується на підприємствах чорної металургії.

Умовне позначення живильника ПР-4000. Робоча поверхня живильника розбита по призначенню на активну і розвантажувальну зони.

Активна зона розташована під кутом 15° до горизонту, зона розвантаження розташована під кутом 37° до горизонту.

Обкотиші завантажуються на активну зону живильника, де відбувається розподіл їх по ширині і відсів дрібниці до 8 мм.

За рахунок обертання роликів окатиші передаються в розвантажувальну зону, звідки обсипаються на візки обпалювальної машини.

		№				

Конструкція живильника дозволяє змінювати відстань між осями всіх роликів.

Кожен ролик обертається від індивідуального приводу.

По всій довжині живильника встановлені борти з гідрофобного матеріалу з можливістю зміни робочої ширини живильника.

Розсікачі встановлюються над роликами активної зони і служать для рівномірного розподілу окатишів по ширині живильника. Кожен розсікач являє собою пластину з гідрофобного матеріалу,

Технічна характеристика

Робоча ширина завантаження, мм 4000-3800

Ролики:

діаметр зовнішній, мм 150

кількість 50

Частота обертання, хв.⁻¹ 32

Привід роликів індивідуальний від мотор-редуктора

Потужність мотор-редуктора, кВт

1,5

Габаритні розміри; мм

Довжина

7300

Ширина

6070

Висота

4115

Маса, т

24,4

		№				

2.6 ЗВЕДЕНІ ДАНІ ПО ВИРОБНИЦТВУ ОБКОТИШІВ РІЧНОЮ
ПРОДУКТИВНІСТЮ 4,7 МЛН. Т ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ В РІК

Таблиця 2.11

Витрата компонентів шихти

Комп оненти шихти (з вологою)	Пи томі витрати, кг/т обкотиші в	Пог одина витрата, т/год	Доб ова витрата, т/добу	Річна витрата, т/рік
Заліз рудний концентрат	10 47,3338	626, 4400	150 34,5600	4538 852,9600
Бент оніт	13, 2130	7,90 31	189, 6744	6230 8,0404
Вапн як	97, 4363	58,2 794	139 8,7056	4594 74,7896
Кам'я не вугілля	12, 4419	7,44 18	178, 6032	5867 1,1512
Всьо го вологої шихти	11 70,4250	700, 0643	168 01,5432	5519 306,9412

Таблиця 2.12

Хімічний склад обкотишів

Вміст компонентів, %									
е _{за} г	заг	е О	е ₂ О ₃	іО 2	1 ₂ 0 ₃	а О	g О	n О	2О 5
1,1	,0	,4	1,3	,6	,3	,6	,1	,0	,0

52	74	54	04	55	45	24	67	49	57
8	8	6	4	3	6	5	5	8	9

Продовження таблиці 2.12

Вміст компонентів, %				Основність		
С	В	І	Σ	$\frac{C}{aO+Mg}$	$\frac{C}{aO+Mg}$	$\frac{C}{aO}$
О ₃	ПП	нші	оксиді в	$\frac{O}{SiO_2+A}$ l ₂ O ₃	$\frac{O}{SiO_2}$	$\frac{aO}{SiO_2}$
0	0	0	1	0	0	0
,1735	,2157	,1992	00,000 0	,8000	,8427	,8173

Таблиця 2.13

Основне технологічне обладнання

Найменування обладнання	Кі лькість, шт	Тип	Продук тивність, т/ч
Вагоноперекидач	1	ВРС2	-
Витратні бункери концентрату	14	200 м ³	-
Витратні бункери бентоніту	2	200 м ³	-
Витратні бункери вапняку	2	200 м ³	-
Витратні бункери кам'яного вугілля	2	100 м ³	-
№			
№			

Молоткові дробарки для домішок	2	ДМР ИЭ- 1450x1300	250
Молоткові дробарки для домішок	2	СМД- 102	150
Конусні дробарки	2	КМД- 1750	40
Сушильні барабани	2	СМЦ 429,2	21
Шарові млини	5	ШБМ -370/850	40
Повітряні сепаратори	5	СПЦ В 5500	50
Роторні змішувачі	3	СР 400x1200	760
Барабанний змішувач	3	СБ1- 3,2x8	850
Чашеві огрудкувачі	10	ОЧ- 7,5	100
Роликові живильники	2	ПР- 4000	-
Грохоти для випалених обкотишів	2	ГИТ- 52	600
Випалювальні машини	2	ОК- 324	332,23

Таблиця 2.14

Виробництво готової продукції

Продукція	Погодин на продуктивність, т/год	Добова продуктивність, т/добу	Річна продуктивність, т/рік
-----------	---	-------------------------------------	-----------------------------------

Обкотиш		14504,43	470000
i	604,3513	12	0

3. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

ВИКОРИСТАННЯ МОДИФІКУЮЧИХ ДОБАВОК В ШИХТІ ОГРУДКУВАННЯ З МЕТОЮ ПОКРАЩЕННЯ МЕТАЛУРГІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ОКАТИШІВ

Фазоутворення при випалі магніймістких обкотишів

Оксид магнію вводять до складу залізорудної сировини з метою оптимізації властивостей доменних шлаків. Відомо, що робота на магнезійних шлаках поліпшує всі технологічні показники доменного процесу, розширюючи галузь стійких шлаків, підвищуючи їх десульфураційну здатність, забезпечуючи стійкий і рівний хід печі, в остаточному підсумку, приводячи до одержання більш високоякісного чавуну при мінімальній витраті коксу. До складу обкотишів MgO вводять або з магніймісткими флюсами (доломітизований вапняк, доломіт, магнезит), або у вигляді олівіну. Однак до складу олівіну, крім 45 - 50 % MgO , входить 40 - 42 % SiO_2 , тому вводити оксид магнію у вигляді олівіну в шихту для виробництва обкотишів недоцільно, тому що в цьому випадку збільшиться в їх сполучі вміст кремнезему [2]. Уперше у вітчизняній практиці - введення до складу обкотишів оксиду магнію був здійснений на двох комбінатах: Північному ГЗК й Центральному ГЗК [3].

За результатами робіт дослідників перевага шихт, офлюсованих магніймістким флюсом $Ca Mg (CO_3)_2$, у порівнянні з шихтами, офлюсованих вапняком $CaCO_3$, позначається в основному при окисному випалі сіркомістких магнетитових концентратів. Вважають, що при офлюсуванні доломітом помітно інтенсифікується процес видалення сірки на стадії

твердофазного спікання, оскільки сульфат магнію, що утвориться, має більш низьку температуру плавлення (1185°C), ніж сульфат кальцію (1450°C) [3]. На заключній стадії рідкофазного зміцнення магнезійні обкотиші можна обпалювати при більш високій температурі - 1350°C , що також дозволяє інтенсифікувати процес видалення сірки в готовій продукції. Магнезійні обкотиші в порівнянні з обкотишами, офлюсованих вапняком, мають більш високу температуру розм'якшення й плавлення; у певному інтервалі сполук характеризуються підвищеними властивостями міцності, що важливо для проплавки їх у доменній печі. Проте позитивний вплив MgO при окисному випалі не завжди однозначний.

Відсутні систематичні уявлення про взаємозв'язок сполук — властивості, а механізм мінералоутворення в роботі [2] не підкріплений результатами досліджень металургійних властивостей обкотишів. MgO впливає по-різному на процес фазоутворення обкотишів, отриманих з різних по генезису концентратів, і обкотишів з концентрату одного генезису, але різної основності й глибини збагачення.

Поводження MgO в обкотишах всебічно розглянуто стосовно концентратів із залізистих кварцитів, де SiO_2 представлений переважно кварцом, а мінералоутворення обмежено реакціями в системі $\text{CaO} - \text{MgO} - \text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ на стадії твердофазного зміцнення й $\text{CaO} - \text{MgO} - \text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{FeO} - \text{SiO}_2$ на заключній стадії випалу, що характеризується розвитком рідких фаз.

Особливості мінералоутворення при термообробці магніймістких обкотишів показані на обкотишах при $\text{CaO}/\text{SiO}_2 = 1,0$, отриманих з концентратів різної глибини збагачення: ЛебГЗК (68,0 % Fe), Північний ГЗК (64,4 % Fe), ЦГЗК (65,5 % Fe), вміст MgO у всіх обкотишах склало $\sim 2,0\%$. Процеси термообробки обкотишів переривалися через кожні 50°C при температурах випалу від 1150 до 1380°C . Специфіка зміцнення обкотишів, офлюсованих домомітизованим вапняком, проявляється на самих ранніх стадіях термообробки. Слідом за окислюванням самої дрібної рудної фракції відбувається розкладання доломітизованого вапняку $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$, у результаті чого першим звільняється й вступає в реакцію шпінелеутворення MgO [8], тобто $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{MgO} + \text{CO}_2$; $\text{MgO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{MgFe}_2\text{O}_4$. У момент шпінелеутворення MgO втягує в реакцію більшу частину дрібнодисперсного реакційного гематиту. У процесі розкладання вапняної складової доломітизованого вапняку CaCO_3 з'являється CaO , що на контакті з оксидом заліза призводить до утворення

ферритної фази. При 1150°C на місці вихідного флюсу спостерігається механічна суміш кристалів магнієвої шпінелі сполуки 60,1%Fe; 13,0 % MgO й 2,5 % CaO та напівкальцієвого ферриту (59,4% Fe, 14,5 % CaO) (табл. 3.1.)[8].

Таблиця 3.1.

Еволюція фазової сполуки магніймістких обкотишів, обпалених при різних температурах

Мінеральні фази	Масовий склад фаз, %			
	Fe	CaO	SiO ₂	MgO
<i>1150°C</i>				
Напівкальцієвий феррит	59,4±1,4	14,0±0,5	0,2 ±0,1	0,3±0,1
Магnezіальна шпінель	60,1 ±1,4	2,5 ±0,5	-	13,0±2,0
<i>1200°C</i>				
Силікоферрит	52,0±1,0	14,5±0,5	10,0±3,0	1,5 ±0,5
Магnezіальна шпінель	60,1 ±1,4	2,5 ±0,5	-	13,0±2,0
<i>1250°C</i>				
Магnezіальна шпінель	60,0±1,4	2,5 ±0,6	-	13,0±2,0
Скло	12,0±1,0	45,5±3,0	37,5±2,5	4,5±1,2
<i>1300 °C</i>				
Магнетит, твердий розчин	69,0±0,7	0,8±0,1	-	3,0±0,3
Скло	11,5±1,0	45,0±3,0	38,0±2,5	1,0±0,1
<i>1350-1380°C</i>				
Магнетит, твердий розчин	69,0±0,7	0,8±0,1	-	3,0±0,3
Скло	11,5±1,0	45,5±3,0	38,0±2,5	0,3±0,1

П р и м ітка. Не приводиться склад гематиту, тому що він у всіх обкотишах має однаковий склад й мінімальну кількість (0,1-0,2 %CaO).

В інтервалі 1150-1200 °C у всіх досліджених обкотишах з'являється первинний розплав, сполука якого визначається сполукою й кількістю легкоплавких силікатів концентрату. Кількість первинного розплаву, як правило, при цих температурах випалу невелике (0,5 - 4 %), однак цієї кількості виявляється достатньо для інтенсифікації процесу низькотемпературного спікання за рахунок залучення в реакцію мінералоутворення більших фракцій шихти. У присутності розплаву проявляються морфологічні особливості ферритних і рудних фаз, змінюється й хімічний склад. На місці сховано-кристалічних скупчень напівкальцієвого феррита, характерних для початкових етапів спікання, утворюються кристали силікоферритної фази. У складі силікоферриту виявлено крім оксидів заліза й кальцію, до 10,0 % SiO₂, 1,5 % MgO.

Хімічний склад магнезійної шпінелі до 1200°C залишається без зміни (табл. 3.1.).

Обкотиші, опалені при 1200°C, являють собою каркас із гематитових зерен, що утворилися на місці великої й середньої фракції залізорудного концентрату, усередині якого спостерігаються новоутворення ферритної і шпінельної фаз, плівки первинного розплаву й вихідні компоненти шихти у вигляді великих включень кварцу й гнізд не до кінця засвоєного вапна. При 1200-1250°C у обкотишах з'являється заліzosилікатний розплав у результаті плавлення силікоферриту, асиміляції ним первинного силікатного розплаву, кварцу шихти й залишків флюсу.

Судячи з морфології кристалів магнезійної шпінелі й гніздоподібному скупченню їх на місці раніше існуючого флюсу, магнезійна шпінель при температурі випалу 1250 °C залишається в переважній кількості у твердій фазі, утворюючи поряд з гематитом високотемпературний рудний кістяк обкотишу. Обкотиші при 1250°C мають обмежений розвиток силікатного розплаву. Мікрооб'єми заліzosилікатного розплаву утворюються одночасно у всьому обкотиші, однак взаємодія як між об'єктами розплаву, так і між розплавом і твердими фазами обкотиша обмежена в силу невеликої кількості розплаву.

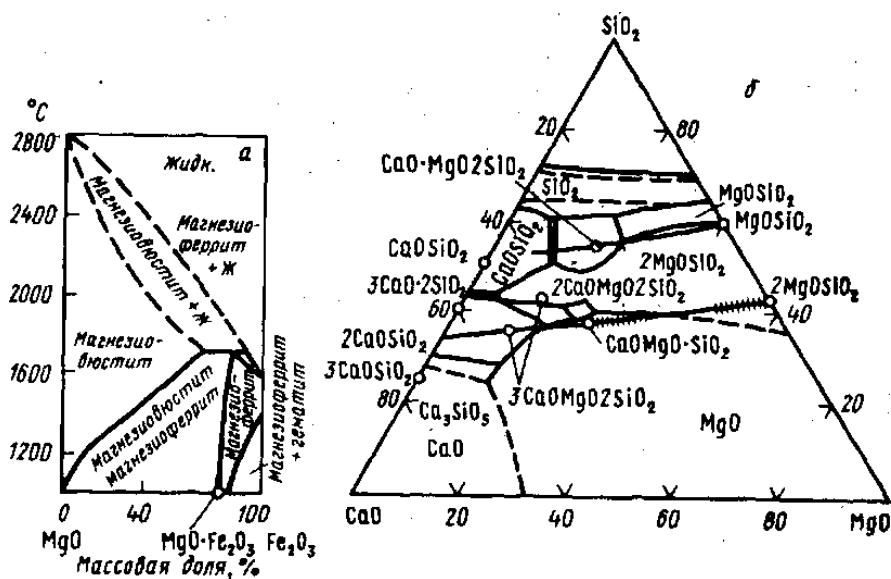


Рис.3.1. Діаграма стану систем $\text{MgO-Fe}_2\text{O}_3$ (а) і MgO-CaO-SiO_2

Саме в цьому інтервалі температур з'являється загальмовуючий вплив оксиду магнію на формування фазової сполуки котишів. Це пов'язане з тим, що MgO , введений до складу шихти обкотишів замість CaO , обмежує процес ферритоутворення й, як наслідок, силікатуутворення, тому що призводить до появи в складі обкотишів магнезійної шпінелі, що, як і гематит, є високотемпературною рудною фазою.

У складі обкотишів оксид магнію призводить до росту кількості тугоплавких рудних фаз (магнезіальної шпінелі) за рахунок зменшення кількості легкоплавких. Зменшення кількості розплаву на стадії рідкофазного зміцнення є причиною, що дозволяє здійснювати більш високотемпературний випал магнезіальних обкотишів у порівнянні з обкотишами, офлюсованих тільки вапняком. Збільшення в складі магніймістких обкотишів частки тугоплавких фаз робить їх аналогічними обкотишам, отриманим з більш багатих залізорудних концентратів. Саме на цій стадії випалу MgO і CaO проявляють свої різні властивості, перший будучи — шпінелеутворюючим, другий — силікатоутворюючим компонентами сировини. Обкотиші, охолоджені з 1250°C , складаються з гематиту, магнезіальної шпінелі й скла. На початковій стадії рідкофазного спікання (1250°C) магній перебуває у двох мінеральних фазах: шпінелі та склі. В основній рудній фазі — гематиті — домішки магнію не виявлені. При підвищенні температури термообробки до 1300°C й вище відбувається асиміляція залізосилікатним розплавом магнезіальної шпінелі. Магній у залізосилікатному розплаві призводить до дисоціації оксиду заліза й нагромадженню в розплаві FeO . Про таку спрямованість реакцій у магніймістким розплаві FeO . Про таку спрямованість реакцій у магніймістким розплаві побічно свідчать фазові сполуки областей кристалізації в подвійній системі $\text{MgO} - \text{Fe}_2\text{O}_3$ (мал. 3.1, а) [6], де, незважаючи на те, що зразки системи виплавлені на повітрі, більша частина діаграми зайнята полем кристалізації магнезіювоститу на основі двовалентного заліза. Тільки невелика частина діаграми, що прилягає до гематиту, зайнята полем кристалізації магнезіоферриту — фази, що містить у своїй сполуці змінну кількість двох- і тривалентного заліза. У випадку із залізорудними обкотишами MgO поводить себе аналогічним чином. Поява в обкотишах залізосилікатного розплаву із двовалентним залізом і магнієм призводить до реакцій мінералоутворення, що протікають одночасно: FeO розплаву на контакті з твердофазним гематитом утворює магнетит $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$, а дифузія магнію з розплаву в новотворі магнетиту перетворює його у твердий розчин $(\text{Mg}, \text{Fe})\text{OFe}_2\text{O}_3$. Про такий характер реакцій мінералоутворення свідчать реальні сполуки обкотишів, де в результаті загартування зразків отримані всі стадії перетворення гематиту в магнетитовий твердий розчин. Два процеси — утворення розплаву й поява в складі обкотишів магнетиту — сполучені в часі й проходять в інтервалі $1300\text{—}1350^\circ\text{C}$.

Підвищення температури випалу $> 1300^\circ\text{C}$ впливає на базову сполуку обкотишів у бік помітного збільшення в них магнієвого магнетиту, що побічно підтверджується ростом у складі обкотишів FeO . Збільшення кількості магнетитового твердого розчину приводить до зменшення в його сполуці MgO й одночасному збідненню магнієм залізосилікатного розплаву до 0,3 % при 1380°C . Малі кількості магнію в силікатному розплаві практично не позначаються на мікроструктурі силікатних зв'язків. Як й в обкотишах, офлюсованих вапняком, у випадку офлюсування доломітом у кінцевих сполуках обкотишів при основності 1,0 утворюються зв'язки у вигляді скла, частково розкристалізованого до волластоніту.

Обкотиші з концентратів різної глибини збагачення відрізняються один від одного кількісним співвідношенням мінеральних фаз. Обкотиші з бідного по залізу концентрату мають максимальну кількість силікатних зв'язків, а серед рудних фаз помітно переважає магнетит над гематитом. В обкотишах з багатого концентрату при

збереженні тих же закономірностей мінералоутворення спостерігається менша кількість зв'язків й магнетиту в порівнянні з гематитом.

Таким чином, MgO, введений до складу шихти обкотишів у вигляді доломітизованого вапняку, вже на низькотемпературній стадії твердофазного спікання утворить свою фазу — магнезу шпінель — фазу, що має високу температуру плавлення (1750°C). Магнезу шпінель є тугоплавкою сполукою. Утворюючись на початкових стадіях випалу, вона до температур випалу $\sim 1300^{\circ}\text{C}$ не вступає в реакцію утворення силікатних зв'язків обкотишів, що загальмовує й обмежує процес рідкофазного зміцнення обкотишів у цілому. Тільки в інтервалі $1300\text{--}1380^{\circ}\text{C}$ відбувається розчинення магнезу шпінелі в залізосилікатному розплаві. Перейшовши в розплав, MgO призводить до нагромадження в системі FeO, що змінює напрямок мінералоутворення, приводячи до появи магнетитового твердого розчину й розвитку процесів силікаутворення.

Уявлення про вплив кількості MgO на фазову склад обкотишів отримані при дослідженні обкотишів різної основності CaO/SiO_2 : 0,5; 1,0; 1,5. Обкотиші обпалені з залізорудного концентрату Північного ГЗКу, що містять 8,5% SiO_2 . Температура випалу у всіх випадках становила 1300°C . В обкотиші кожної із серій додавали від 2,0 до 6,0 % (по масі) MgO у вигляді суміші доломітизованого вапняку й магнезії. При введенні MgO у шихту обкотишів основності 0,5 у їх фазовому складі поряд з гематитом і склом з'явилися магнетитовий твердий розчин та кристалічна силікатна фаза піроксенової сполуки. Збільшення від 2,0 до 6,0 % MgO в обкотишах призвело до росту кількості магнетитового твердого розчину за рахунок гематиту й піроксенової фази за рахунок скла.

Вплив MgO позначився на зміні складу магнетиту. При 2,0 % MgO у шихті магнетитовий твердий розчин містив 5,4 % MgO, при 6,0 % кількість його збільшилося до 9,2 % (табл. 28). Поява піроксенової фази в складі силікатної зв'язки обкотишів основності 0,5 при введенні в шихту доломітизованого вапняку пов'язане з положенням фігуративних крапок сполук зв'язків у полях кристалізації системи CaO-MgO-SiO_2 (мал. 37,б) [86]. На стадії рідкофазного зміцнення ($1300\text{--}1350^{\circ}\text{C}$) введений до складу обкотишів MgO переходить у залізосилікатний розплав і переміщає фігуративну крапку сполуки розплаву з волластонітового поля ($\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) системи $\text{CaO-Fe}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ (див. мал. 6), де вона розташована при офлюсуванні обкотишів тільки вапняком, у діопсидове поле ($\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$) системи CaO-MgO-SiO_2 , коли обкотиші офлюсовані магніймістким флюсом.

У реальних сполуках обкотишів піроксенова фаза не відповідає сполуці чистого діопсиду ($\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$), оскільки в розплаві в момент формування магніймістких обкотишів накопичується значна кількість двовалентного заліза. Фактичний склад силікатної зв'язки лежить у піроксеновому полі четвертої діаграми CaO-MgO-FeO-SiO_2 , а фаза являє собою проміжний член твердих розчинів діопсид ($\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$) - геденбергіт ($\text{Ca} \cdot \text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$) із загальною формулою $\text{Ca}(\text{MgFe}) \text{Si}_2\text{O}_6$. У складі піроксенової фази геденбергітова складова ($\text{CaFeSi}_2\text{O}_6$) помітно

превалює над діопсидовою ($\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$), що пов'язане з надлишком FeO в залізосилікатному розплаві у момент його формування. У складі піроксенової фази методом рентгеноспектрального мікрозондування виявили $25,0 \pm 2,0\% \text{CaO}$; $5,0 \pm 1,0\% \text{MgO}$; $28,8 \pm 1,0\% \text{Fe}$; $38,0 \pm 3,0\% \text{SiO}_2$. Хімічний склад піроксенової фази практично не змінюється в обкотишах з різним вмістом MgO .

У складі скла, що закономірно зменшується з ростом кількості піроксенової фази, вміст MgO збільшиться від 4,2 % при 2,0 % MgO в обкотишах і до 7,9 % при 6,0 % MgO . Глибока зміна у фазовому складі й мікроструктурі магнезіальних обкотишів основності 0,5 не призвело до радикальних змін їхніх фізико-механічних властивостей. Розкристалізація силікатної фази призвела лише до невеликого збільшення відкритої пористості й, як наслідок, до деякого зниження їхньої міцності при відновно-тепловій обробці. Відсутність помітних змін у властивостях магнезіальних обкотишів основності 0,5 у порівнянні з обкотишами тієї ж основності, але офлюсованих вапняком, пояснюється тим, що в складі магнезіальних обкотишів залишилася силікатна фаза у вигляді скла, що є реальною зв'язкою всіх кристалічних фаз обкотишів: гематиту, магнетитового твердого розчину й піроксену. Основність зв'язки (CaO/SiO_2) залишилася близькою до 0,5. Кількість MgO , що досягла $\sim 8,0$ % при вмісті його в шихті 6,0%, не вплинуло на високі властивості міцності залізосилікатної зв'язки низької основності.

Додавання MgO у шихту обкотишів основності 1,0 призводить, головним чином, до появи в складі обпалених обкотишів магнезіальної шпінелі замість гематиту. Причому кількість магнезіальної шпінелі в складі обкотишів росте зі збільшенням у їхній сполуці MgO . У свою чергу в складі магнетиту збільшується частка MgO від 6,5 % до 9,7 % зі зростанням у шихті оксиду магнію від 2,0 до 6,0 % . Вплив MgO не позначається на фазовій сполуці зв'язки обкотишів. У всьому інтервалі вмісту MgO вона представлена склом і волластонітом. Скло має базову основність 1,0 і мінімальну кількість розчиненого в склі MgO (0,3-0,5 %). При 4,0 % MgO і більше одержують надмірний розвиток процесу силікатоутворення, що пов'язаний з нагромадженням у розплаві закису заліза.

Значно розвинене силікатоутворення призводить до розвитку реакцій дифузії заліза через розплав й утворенню крупнокристалічних мікроструктур обкотишів. Збільшення розмірів рудних зерен призводить до зменшення їхньої поверхні й збільшенню частки силікатних контактів. При такому розвитку рідкої фази в момент охолодження обкотишів у їхньому тілі виникають порушення мікроструктури. В обкотишах з'являються радіальні й концентричні тріщини. Вплив MgO на фазовий склад рудної фази обкотишів основністю 1,2 аналогічно обкотишам основністю 1,0, одже позначається, головним чином, на збільшенні кількості магнетитового твердого розчину. При 6,0 % MgO обкотиші цілком складаються з магнетиту, у складі якого у твердому розчині

перебуває до 9,7 %MgO й $\sim 0,8\%$ CaO . У складі скла, основність(CaO/SiO_2) якого залишається рівна 1,2, вміст MgO становило $\sim 0,5$ %.

Як й в обкотишах основності 1,0, в обкотишах основності 1,2 при збільшенні в їх складі до 4,0—6,0 % MgO відбувається процес активного силікатуутворення, що призводить при охолодженні до утворення мікротріщин у тілі обкотишів. Порушення суцільності обкотишів тим більше, чим менше глибина збагачення концентрату й більша кількість MgO, що вводиться. На відміну від обкотишів основності 0,5 в обкотишах основності 1,0 й 1,2 при введенні в їх склад MgO не відбувається якісної зміни сполуки силікатного зв'язку. Це можна пояснити тим, що в реальних сполуках залізосилікатних обкотишів навіть при максимальних температурах випалу не вистачає FeO для переходу сполук розплаву з поля волластоніту ($\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$)у прилегле поле олівіну ($\text{Ca} \cdot \text{FeSiO}_4$) системи $\text{CaO}-\text{Fe}_2\text{O}_3-\text{FeO}-\text{SiO}_2$, оскільки у високоофлюсованих обкотишах MgO, введений у шихту, і більша частина Feo, що утворилась у розплаві в результаті дисоціації оксиду заліза, витрачається на побудову решітки магнетиту.

Отже, роль MgO, введеного в обкотиші різної основності, неоднозначна. В обкотишах основності 0,5 оксид магнію відіграє роль, головним чином, силікатуутворюючого оксиду й у меншому ступені - шпінелеутворюючого. В обкотишах з більш високою основністю (1,0-1,2) MgO проявляє себе в основному як шпінелеутворюючий оксид. Можна сказати, що у всіх досліджених обкотишах MgO є у великому ступені каталізатором. Перейшовши на стадії рідкофазного зміцнення з магнієвої шпінелі в залізосилікатний розплав, MgO призводить до дисоціації Fe_2O_3 й утворенню Feo. У свою чергу Feo змінює напрямок мінералоутворення в обкотишах. Саме наявність Feo в силікатному розплаві є причиною корінної зміни фазової сполуки й мікроструктури обкотишів усіх вивчених основностей. До теперішнього часу існує багато робіт про вплив MgO на сполуку й властивості обкотишів, однак відсутня єдина думка щодо форми вираження основності магніймістких обкотишів. Частина дослідників трактує основність як відношення суми основних оксидів (CaO й MgO) до кислого (SiO_2 й Al_2O_3), запозичуючи цей показник з шлакових систем, що не містять оксидів заліза. В інших роботах основність обкотишів визначається як відношення тільки CaO до SiO_2 , вважаючи, що основність визначається тільки шлаковими компонентами, що містяться в силікатній зв'язці 6—10. Всебічний аналіз фазової сполуки магнезійних обкотишів свідчить про те, що розподіл MgO між мінеральними фазами має складний характер і визначається одночасно температурою випалу й основністю обкотишів (CaO/SiO_2).

При випалі високоосновних, магнезійних обкотишів (1,0-1,2-2,0 % MgO) з ростом температур від 1150°C до максимальної 1380°C спостерігається еволюція сполуки магніймістких мінеральних фаз. На стадії твердофазного спікання MgO утворить магнієву шпінель, у складі якої виявлено 13,0% MgO (див. табл. 27). З появою в обкотишах рідкої фази в результаті асиміляції силікатним розплавом магнієвої шпінелі розплав

збагачується MgO (4,5% MgO при 1250°C). З ростом температури випалу й збільшенням у складі обкотишів шпінельної фази кількість MgO у силікатному розплаві знижується до 0,3 % при 1380°C (див. табл. 27).

Неоднозначний розподіл MgO між мінеральними фазами обкотишів різної основності (CaO/SiO_2). При основності 0,5 од. оксид магнію входить до складу двох мінеральних фаз, утворюючи магнієву шпінель і силікат піроксенового типу (див. табл. 28). При збільшенні в обкотишах від 0,6 до 6,0 % MgO до складу силікатної зв'язки входить від 1,7 до 7,9 %, а в шпінельну фазу від 5,4 до 9,2 % MgO. В обкотишах основності 1,0-1,2 практично весь MgO виявлений у складі магнієвої шпінелі, при цьому вміст його в силікатній зв'язці не перевищувало 0,2-0,7 %.

При відновленні магніймістких обкотишів магній, що входить до складу різних мінеральних фаз, проходить різний шлях фазових перетворень. Оксид магнію силікатного зв'язку разом із CaO й SiO_2 переходить безпосередньо в доменний шлак. Оксид магнію шпінельної фази до переходу в шлак проходить ряд фазових перетворень, пов'язаних з відновленням оксидів заліза. Неоднозначне поведіння CaO й MgO при окисному випалі обкотишів й їхній відновно-тепловій обробці не дозволяє однаково трактувати показник основності не тільки стосовно до обкотишів і доменних шлаків, але й при порівняльному аналізі обкотишів різної основності. У тому випадку, коли SiO_2 , CaO й MgO є складовими беззалізистих силікатних доменних шлаків, уявлення про основності як про відношення основних оксидів ($\text{CaO} + \text{MgO}$) до кислих ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$) цілком правочинно. Однак при наявності в доменному шлаці Al_2O_3 перенесення його цілком у знаменник основності можливо тільки в тому випадку, якщо весь оксид алюмінія шлаку перебуває в четвертій координації. У випадку наявності Al_2O_3 у двох координаціях: четвертій і шестерній, при написанні показника основності в чисельник записують CaO, MgO й Al_2O_3 у шестерній координації, у знаменник - SiO_2 й Al_2O_3 у четвертій координації.

Для магніймістких обкотишів, які на відміну від доменного шлаку складаються з рудних і силікатних фаз й в обох з них перебуває магній, вираження основності, як $(\text{CaO} + \text{MgO})/\text{SiO}_2$, а тим більше встановлення взаємозв'язку між сумарною основністю й металургійними властивостями представляється більш складним і неоднозначним. У випадку обкотишів основністю 0,5, коли MgO перебуває у двох мінеральних фазах: силікатній й шпінелі, при написанні сумарної основності залишається неясним відносна кількість MgO у силікатній фазі, яку необхідно враховувати в сумарному показнику основності. Очевидно, неправильно також було б вважати в якості основності відношення CaO, що перебуває в складі шпінелі, до SiO_2 у силікатній фазі, що має місце в обкотишах високої основності (1,0—1,2). При різних трактуваннях показнику основності й різних способах введення MgO до складу офлюсованих обкотишів ховається єдиний механізм впливу MgO на фазову сполуку й властивості обкотишів: при введенні MgO до складу обпалених обкотишів замість CaO в них знижується основність зв'язки (CaO/SiO_2); при добавці MgO до обкотишів низької основності (до 0,8) одночасно в їх сполуці зростає кількість рудних і

силікатних фаз; у складі обкотишів **високої основності** при додаванні MgO зростає кількість рудних фаз.

Отже, стосовно до обкотишів **правильно** було б **вважати основністю відношення шлакових компонентів CaO/SiO_2** , у всіх випадках, які входять до складу силікатної зв'язки. Вплив MgO необхідно розглядати окремо.

Металургійні властивості магніймістких обкотишів

Для забезпечення оптимальної **сполуки** доменної шихти й шлаків різних металургійних комбінатів можуть знадобитися обкотиші будь-якого **складу**. Обкотиші різного **складу** для досліджень виготовляли з концентрату **Північного ГЗКу** й **офлюсовували** при необхідності різними **магніймісткими** флюсами. Встановили, що при заміні у якості флюса вапняку **доломітизованим** вапняком на $50\text{—}70^\circ\text{C}$ підвищується гранична температура випалу, що виключає спікання обкотишів у спік, що не руйнується, за рахунок появи в їх **сполуці** **високотемпературних шпінельних** фаз. Характер впливу **ступеню офлюсовування** на зміну граничної температури випалу **залишається аналогічним**, як при **офлюсуванні** вапняком, тобто **з підвищенням основності** обкотишів гранична температура їхнього випалу знижується. Однак за рахунок підвищення граничної температури розширюється діапазон високотемпературного випалу цих обкотишів, що сприятливо **позначається** на технологічних можливостях випалу, особливо **високоосновних** (1,0-1,2) обкотишів, ви**готовлених** з **висококремнієвих** (7-10% SiO_2) концентратів.

При **одночасному** збільшенні **основності** й **вмісту MgO** в обпалених обкотишах **з високим вмістом SiO_2** їхні фізико-механічні властивості (міцність на **стиск**, удар і стиранисть) трохи поліпшуються до **основності 0,5**, а потім поступово погіршуються (мал. 3.2). Причому **невелика відмінність** в абсолютних значеннях цих показників мають обкотиші в досить широкому діапазоні **основностей** (0,1-1,2) і **вмісту MgO** (0,15-2,7 %). **Основна відмінність** їх від обкотишів, **офлюсованих** звичайним вапняком, **полягає в більш високих показниках фізико-механічних властивостей** при основностях 0,7—1,2. Це дає можливість випалу обкотишів при більш високих температурах без їхнього спікання в друзи, що підтверджується відмінністю в характері зміни загальної й відкритої пористості. При основностях 0,7-1,2 об'ємна частка загальних пор на 10—20 %, а відкритих - на 7-33% нижче, ніж у обкотишів аналогічних основностей, офлюсованих звичайним вапняком.

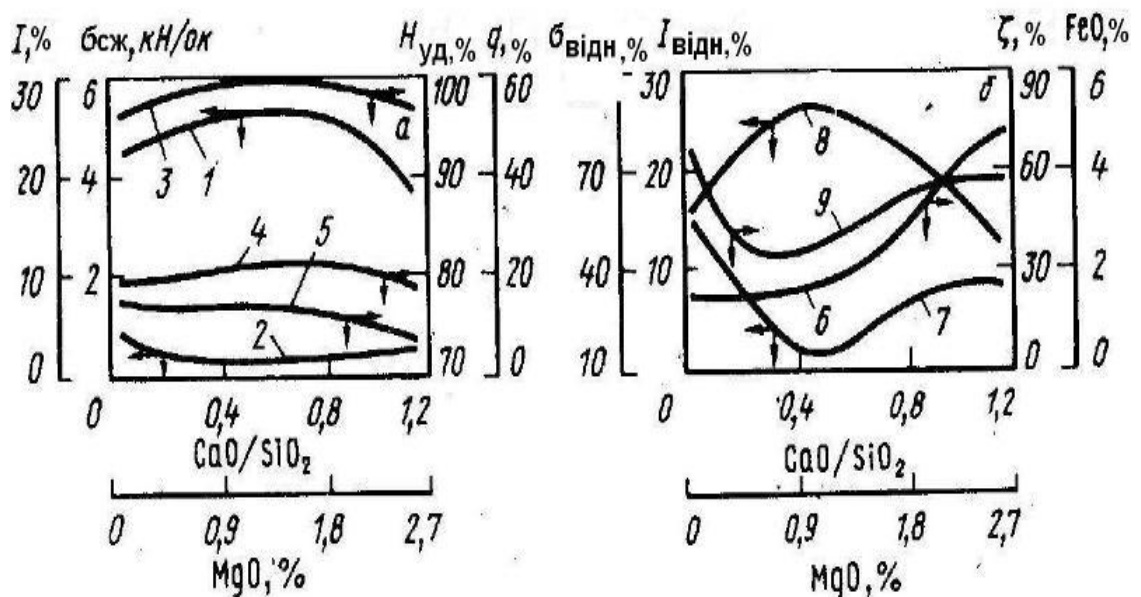


Рис.3.2.. Вплив основності на металургійні властивості обкотишів з концентратів Північного ГЗК й Центрального ГЗК, що містять 7-10% Si, (офлюсування доломітизованим вапняком) :

1-міцність на стиск; 2-стиранність; 3- міцність на удар; 4-об'ємна частка загальних пор; 5-об'ємна частка відкритих пор; 6-масова частка FeO; 7-стиранність при відновленні; 8-міцність при відновленні; 9-ступінь відновлення

Збільшення основності магніймістких обкотишів призводить до зростання кількості в їхній сполуці FeO (див. мал. 3.2.), що є наслідком збільшення в складі обкотишів магнієвої шпінелі. Якщо характеристики міцності при відновленні в магніймістких обкотишах основністю 0,3-0,8 практично такі ж, як в обкотишів, офлюсованих звичайним вапняком до тих же основностей, то при основностях 0,9-1,2 вони істотно краще. Так, при практично однаковій міцності при відновленні їхня стиранність на 5-11 % нижче. Ступінь відновлення магніймістких і звичайних обкотишів при низьких основностях приблизно однакова, а при високих - у перших на 5-10 % нижче.

Таким чином, збільшення до 1,5-1,8% MgO у складі низькоосновних (до 0,8) обкотишів з високим вмістом SiO₂ практично не позначається на їх властивостях міцності у вихідному стані й при відновленні, незважаючи на різницю в їх фазовій сполуці й структурі. При збільшенні основності обкотишів від 0,8 до 1,2 і з 1,8 до 2,5 % MgO властивості міцності обкотишів у вихідному стані й при відновленні краще, ніж без MgO. Це пояснюється збільшенням кількості шпінельних фаз і підвищенням температури випалу.

Вплив MgO на напрямок фазоутворення обкотишів, отриманих з концентратів різної глибини збагачення, аналогічне. Розходження полягає тільки в кількісному співвідношенні шпінельних і силікатних фаз. У зв'язку з тим, що для офлюсування багатих концентратів витрачається менша кількість магніймісткого флюсу, то в складі обкотишів із цих концентратів міститься, відповідно, менша кількість силікатної зв'язки й шпінельної фази. Оскільки кількість і склад силікатної й шпінельної фаз визначають металургійні властивості, то в обкотишах з багатих концентратів вплив MgO простежується менш чітко, ніж в обкотишах з бідних концентратів (мал. 3.3.).

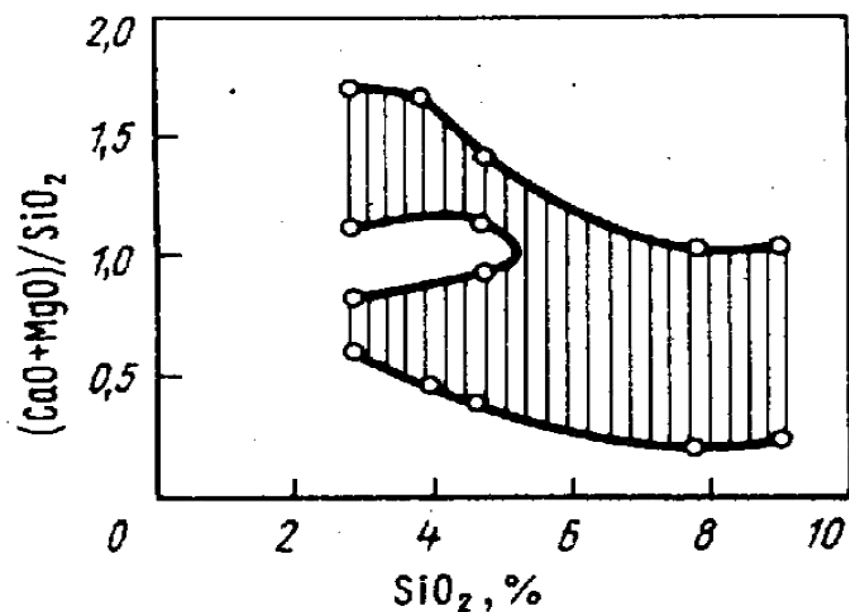


Рис. 3.3. Вплив вмісту кремнезему в концентраті на основність, що забезпечує одержання магнійсмістких обкотишів з комплексом металургійних властивостей, що задовольняють вимогам доменного виробництва (офлюсування доломітизованим вапняком)

Отже, вплив MgO на поліпшення металургійних властивостей обкотишів найбільш чітко простежується в обкотишах, виготовлених з порівняно бідних (7-10% SiO₂) концентратів.

При частковій заміні CaO оксидом магнію кожен введений відсоток Mg дозволяє на 20-25°C підвищити максимальну температуру випалу обкотишів без взаємного їх припікання[7]. Це відбувається за рахунок зменшення кількості й основності силікатної фази, а також збільшення кількості рудної фази за рахунок утворення шпінелі. При збільшенні кількості MgO, що замінює CaO в складі обкотишів, загальна й відкрита пористість обкотишів змінюється екстримально з мінімумом при 3-4 % MgO. При цій же кількості MgO обкотиші мають максимальну міцність на стиск (мал. 3.4.). Міцність обкотишів на удар і стиранність практично не залежать від кількості введенного MgO. Зниження кількості й основності силікатної фази й збільшення кількості магнієвої шпінелі з ростом кількості заміщеного оксидом магнію оксиду кальцію призводять до збільшення FeO в обкотишах і поліпшенню їх властивостей міцності у процесі низькотемпературного відновлення. Так, при збільшенні з 0,5 до 2,0% MgO в обкотишах їх міцність і стиранність при низькотемпературному відновленні практично не змінюється (мал. 41,6). Ступінь відновлення їх зменшується. При збільшенні з 2 до 3 % MgO міцність обкотишів різко поліпшується при такому ж різкому зниженні ступеню їхнього відновлення. Подальше збільшення кількості MgO не

впливає на властивості міцності обкотишів при низькотемпературному відновленні.

При високотемпературному відновленні заміна CaO оксидом магнію призводить до зниження усадки шару й підвищенню температури початку усадки (3%) у всьому дослідженому інтервалі сполук (мал.3.4.). Одночасно зменшується ступінь відновлення обкотишів. Перепад тиску газу при відновленні зі збільшенням до 2,0% MgO зростає, а при подальшому його рості - знижується. Таким чином, кращі металургійні властивості мають обкотиші, у яких >3 % CaO заміщені оксидом магнію. Однак ступінь відновлення їх нижче, ніж без оксиду магнію.

Нижче розглянутий характер впливу введення різної кількості MgO до складу обкотишів різної основності, коли при постійному відношенні CaO/SiO₂ збільшували його вміст. Всі обкотиші обпалювали при однаковій максимальній температурі випалу (1300°C), окрім обкотишів основністю 1,0—1,2 без оксиду магнію, максимально припустима температура випалу яких становила 1250 °C. Вплив збільшення з 0,6 до 6,0 % MgO на металургійні властивості обкотишів досліджували при основності (CaO/SiO₂) 0,5; 1,0 й 1,2. Збільшення кількості MgO в обкотишах основністю 0,5 призводить до незначних знижень їхньої міцності на стиск, міцності на удар і підвищенню стираності (мал. 2.3.) При цьому об'ємна частка загальних пор змінюється екстримально з мінімумом при 3% MgO, а відкритих зростає з 15 до 20 % (мал. 3.4.). Таким чином, при збільшенні кількості силікатної фази, магнієвої шпінелі й FeO в складі обкотишів основністю 0,5 незначно погіршуються їх властивості міцності.

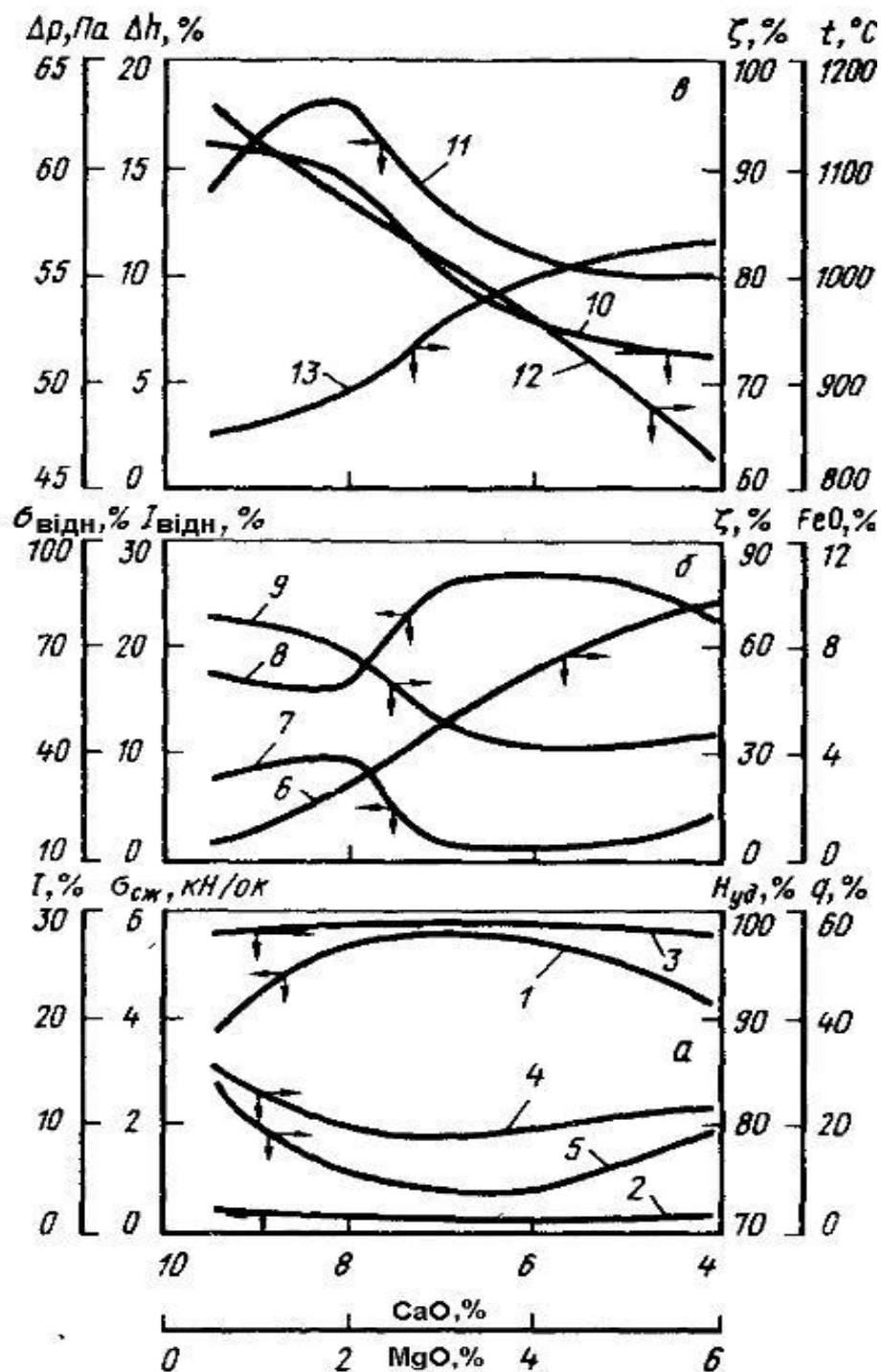


Рис.3.4.. Вплив кількості оксиду магнію на металургійні властивості обкотишів Північного ГЗК ($\text{CaO} + \text{MgO}/\text{SiO}_2 = 1,2$):

1-міцність на стиск; 2-стиранність; 3-міцність на удар; 4-об'ємна частка загальних пор; 5-об'ємна частка відкритих пор; 6-масова частка FeO; 7-стиранність при відновленні; 8-міцність при відновленні; 9-ступінь відновлення; 10-усадка шару; 11-перепад тиску газу; 12-ступінь відновлення; 13-температура 3 %-відсоткової усадки при відновленні.

Властивості міцності обпалених обкотишів основністю 1,0 й 1,2 екстримально змінюються з ростом у їхній сполуці кількості MgO . Причому найкращі показники мають обкотиші, що містять 2-4% MgO . І хоча максимальна міцність на стиск в обкотишах основністю 1,0 й 1,2 трохи менше низькоосновних (0,5), їхня міцність на удар і стиранність краща (див. мал. 3.5). Збільшення в обкотишах $>5\%$ MgO істотно погіршує їх міцність в результаті появи тріщин.

У той же час загальна й відкрита пористість обкотишів при збільшенні до 2% MgO різко знижується. При подальшому збільшенні його кількості до 6 % пористість обкотишів змінюється незначно (див. мал. 3.5.). Збільшення кількості MgO у складі обкотишів всіх основностей призводить до зростання в них FeO , причому чим вище основність, тим більший вміст FeO при однаковій кількості оксиду магнію (мал. 3.5.).

Міцність обкотишів при відновленні істотно залежить від основності й кількості MgO . Збільшення вмісту MgO в обкотишах основністю 0,5 трохи підвищує їх стиранність і зменшує міцність при відновленні (мал. 3.6.). В обкотишах основністю 1,0 й 1,2 при збільшенні в їхній сполуці MgO значно знижується стиранність і зростає міцність при відновленні. Причому, при всіх вмістах MgO обкотиші основністю 1,0 мають показники міцності при відновленні гірше, ніж обкотиші основністю 0,5 й 1,2. Стиранність і міцність при відновленні обкотишів основністю 1,2 при вмісті в їхній сполуці 2—4 % MgO мають найбільш високі значення. При збільшенні вмісту MgO у складі обкотишів основністю 1,0 й 1,2 ступінь відновлення їх істотно зменшується. Введення MgO до складу обкотишів основністю 0,5 призводить до збільшення їхнього ступеня відновлення (мал. 3.6.). Збільшення кількості магнієвої шпінелі в обкотишах основністю 1,0 й 1,2 з ростом вмісту MgO у їхній сполуці є основною причиною поліпшення властивостей міцності обкотишів при відновленні й зниженні їхнього

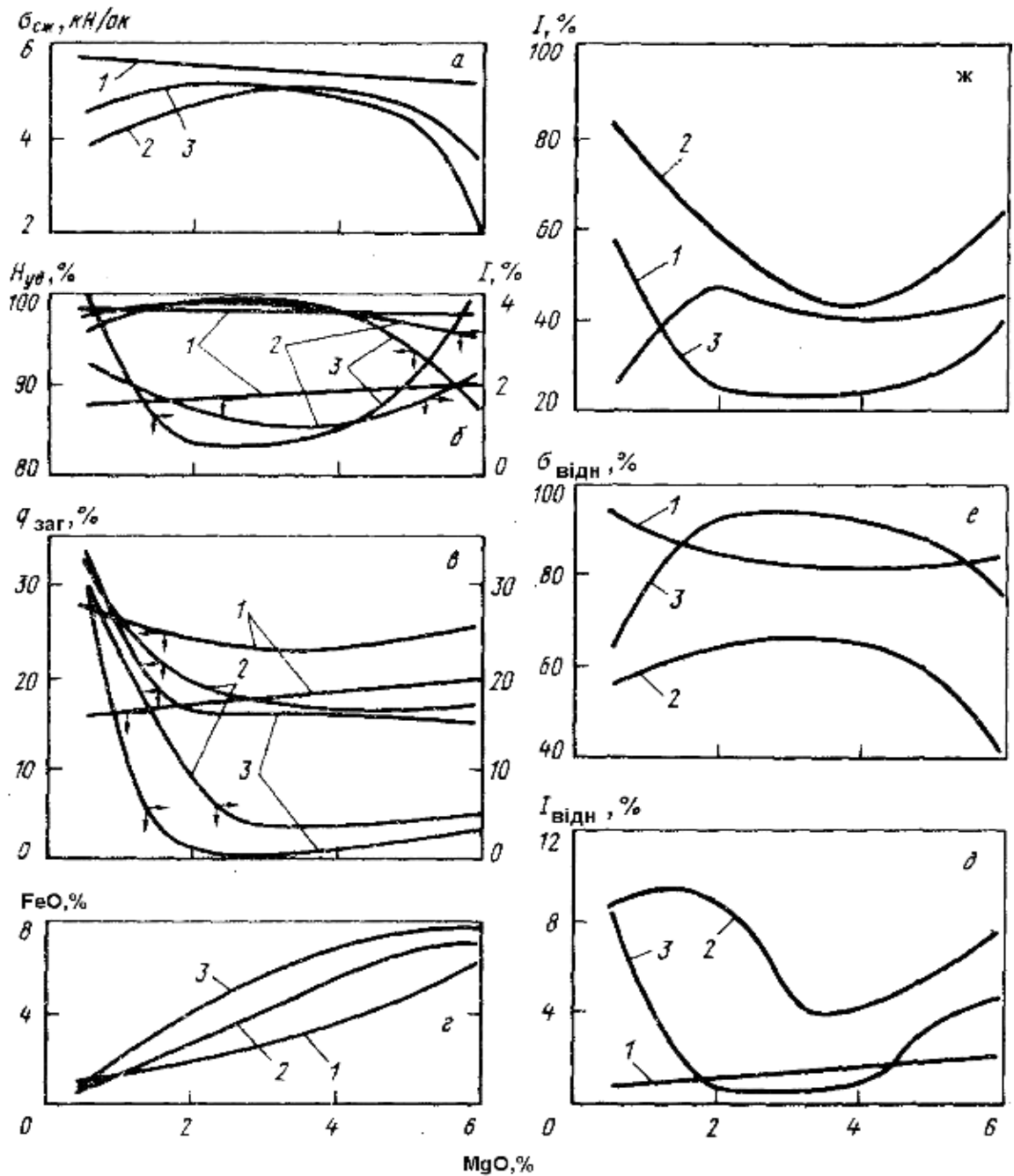


Рис.3.5. Залежність фізико-механічних властивостей офлюсованих обкотишів Північного ГЗК від вмісту MgO при CaO/SiO_2 :
1-0,5; 2-1,0; 3-1,2

Рис.3.6.. Залежність властивостей при низькотемпературному відновленні офлюсованих обкотишів Північного ГЗК від вмісту MgO (позначення див. на мал.3.5.) ступеня відновлення (мал. 3.6.). Поліпшення міцності при відновленні відбувається при збільшенні в складі обкотишів до 4 % MgO , після чого в тілі обкотишів з'являються тріщини й властивості міцності їх погіршуються.

Неоднозначно впливає введення до складу обкотишів основністю 0,5; 1,0 й 1,2 різні кількості MgO на їхні властивості при високотемпературному відновленні. Усадка шару обкотишів всіх вивчених основностей знижується при введенні в їх сполуку MgO (мал.3.7.). Причому обкотиші основністю 0,5 тільки з 4 % MgO здобувають усадку, аналогічну обкотишам основністю 1,0 й 1,2 з

0,6–2,0 % MgO . Мінімальний ефект від введення MgO на усадку спостерігається в обкотишах більшої основності (1,0 й 1,2), що мають і без MgO низьку усадку при відновленні. Перепад тиску газу при відновленні обкотишів основністю 1,0 й 1,2 знижується при збільшенні в їхній сполуці кількості MgO , знижується й ступінь відновлення обкотишів. В обкотишах основністю 0,5 при збільшенні в їх сполуці до 3 % MgO перепад тиску газу в шарі не змінюється, при подальшому збільшенні вмісту MgO він зростає. Ступінь відновлення обкотишів цієї основності зростає при збільшенні до 2% MgO , а потім залишається на колишньому рівні.

Таким чином, наведені дослідження з визначення впливу фізико-хімічних характеристик компонентів шихти, сполук обкотишів і режимів їхньої термообробки на комплекс металургійних властивостей обпалених обкотишів показали технологічну можливість виробництва обкотишів будь-якого необхідного ступеня офлюсування із заданими металургійними властивостями, що задовольняють сучасні **ВИМОГИ**

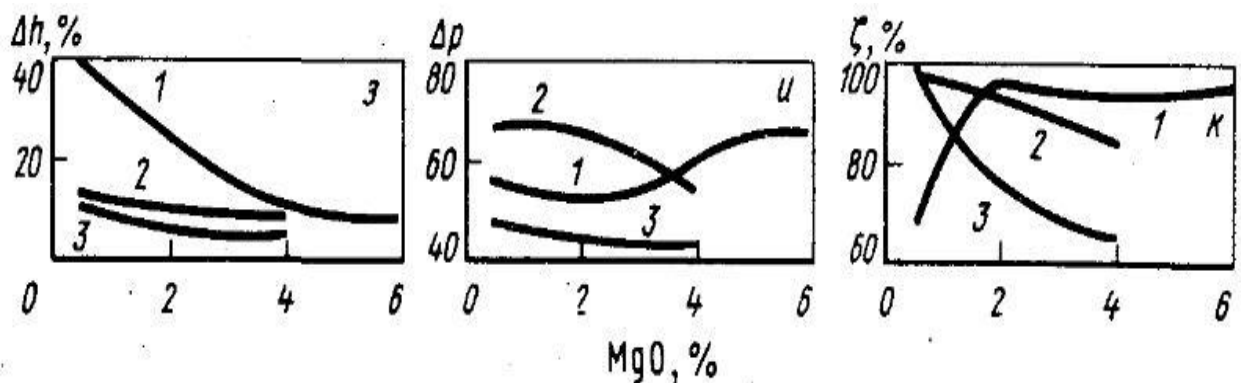


Рис.3.7. Залежність властивостей при високотемпературному відновленні офлюсованих обкотишів Північного ГЗК від вмісту MgO (позначення див. на мал.3.4.) доменного виробництва. Для цього необхідні відповідний підбір компонентів шихти (залізорудний концентрат, флюс і добавки) і режим термообробки обкотишів.

Техніко-економічний аналіз [8] використання в доменному виробництві обкотишів і агломерату з різними сполуками й металургійними властивостями свідчить про те, що для визначення ефективності виробництва того або іншого виду огрудкованої залізорудної сировини необхідно виходити з конкретних умов виробника й споживача. Величину основності обкотишів також визначали з умови ефективності виробництва й використання обкотишів і агломерату для забезпечення повного виводу з доменної печі сирого флюсу й досягнення певних металургійних властивостей огрудкованої сировини. Варто звернути увагу на те, що доти, поки кожний з показників металургійних властивостей огрудкованої сировини (хімічна й фракційна сполуки, фізико-механічні властивості, властивості в процесі відновлення, величина коливання властивостей) не знайде технологічного й ціннісного відбиття при виробництві й використанні огрудкованої сировини, об'єктивний і всебічний економічний аналіз виконати не представиться можливим. При виробництві експериментальних партій і проплавці в доменних печах необхідно визначити металургійну цінність

огрудкованної сировини при зміні її властивостей. На сучасному рівні знань техніко-економічні розрахунки показали економічну доцільність для народного господарства підвищення металургійних властивостей обкотишів [8].

Промислове випробування технології виробництва магніємистких обкотишів підвищеної основності

Проведені дослідження й досвід роботи огрудкувальних фабрик, що роблять повністю офлюсованні обкотиші з концентратів, що містять $<4\%$ SiO_2 , показники, що одержувати обкотиші з комплексом металургійних властивостей, що відповідають вимогам доменного виробництва, з таких концентратів технологічно можливо. Одержання якісних повністю офлюсованих обкотишів з висококремніземних ($7\text{--}10\%\text{SiO}_2$) концентратів при офлюсуванні їхнім звичайним вапняком технологічно неможливо через вузький ($\pm 10^\circ\text{C}$) інтервал максимальних температур їхнього випалу. Досвід роботи доменних печей ММК на обкотишах різної основності підтвердив доцільність виробництва агломерату й обкотишів однакової основності $1,1\text{--}1,2$ [18]. Встановили, що обкотиші підвищеної основності з висококремніземних концентратів можливо робити тільки при офлюсуванні їх магніємисткими флюсами [16].

Відпрацьовування технології й одержання експериментальних партій обкотишів підвищеної ($0,75$ і $1,0$) основності здійснювали на фабриці огрудкування Північного ГЗК з випалювальними машинами площею 552 м^2 . Досвідчені партії обкотишів виготовляли в доменній печі об'ємом 5000 м^3 комбінату "Криворіжсталь" [19—20]. Офлюсовували обкотиші доломітизованим вапняком. Досвідчені партії обкотишів виготовляли із залізорудного магнетитового концентрату, що містив $65,5\text{--}65,7\%$ Fe й $8,2\text{--}8,0\%$ SiO_2 . Питома поверхня концентрату становила $156\text{--}161\text{ м}^2/\text{кг}$, а масова частка води $10,4\text{--}10,8\%$. Обкотиші офлюсовували доломітизованим вапняком з питомою поверхнею $450\text{--}460\text{ м}^2/\text{кг}$, що містить $45,0\text{--}45,2\%$ CaO й $8,4\text{--}8,2\%$ MgO . У якості зв'язуючого використовували бентоніт Саригюхського родовища питомою поверхнею $569\text{--}575\text{ м}^2/\text{кг}$.

Встановили, що введення додаткової кількості сухої добавки (флюсу) дозволило (при існуючій підвищеній вологості концентрату) знизити вологість сирих обкотишів, за рахунок чого зменшилася кількість великого ($> 18\text{ мм}$) класу на $2,5\text{--}3,4\%$ і збільшилась на $2,7\text{--}3,3\%$ кількість придатного ($8\text{--}18\text{ мм}$) класу (табл.2.2). Характеристики міцності сирих обкотишів при цьому залишилися практично без зміни. Поверхня обкотишів стала більш гладкою й круглою. Припинилися розлади технологічного процесу огрудкування від перезволоженої шихти.

За рахунок поліпшення й стабілізації фракційної сполуки сирих обкотишів підвищилася газопроникність шар на випалювальній машині, що позначилося на зниженні з 5,8 кПа до 5,3-5,5 кПа величини розрідження у вакуум-камерах. Зменшилися коливання середнього значення температури в горні, зокрема максимальної температури випалу (табл.3.2). Однак зменшилася продуктивність випалювальної машини, підвищилися питомі витрати газу й електроенергії відповідно на 1,5 %; 0,26 % і 2,9 % при збільшенні основності на кожні 0,1 або на кожні додаємі в шихту 10 кг/т обкотишів флюсу, продуктивність машини знижується на 0,93 %, питомі витрати газу й електроенергії зростають відповідно на 0,39 м³/т і 0,87 кВт·год/т.

За рахунок введення до складу обкотишів MgO і звуження інтервалу коливань максимальної температури в горні середня температура випалу обкотишів підвищеної основності зросла на 30-40°C. Більш висока газопроникність шару й підвищена температура випалу сприяли поліпшенню термообробки обкотишів по висоті шару, що підтверджується підвищенням на 30-120°C температури газів, що відходять, у вакуум-камері зони рекуперації й зниженням на 15-45 °C середньої температури обкотишів, що сходять після охолодження з випалювальної машини. Обпалені обкотиші підвищеної (0,75—1,0) основності мали практично такі ж фізико-механічні властивості, що й низькоосновні, а масова частка в них дріб'язку була навіть на 0,3—0,4 % нижче (див. табл. 3.2). Загальна й відкрита пористість обкотишів при підвищенні основності зросла. Збільшилася й кількість MgO в обкотишах. Однак при підвищенні основності погіршилися властивості міцності обкотишів при низькотемпературному відновленні. Так, міцність на удар знизилася з 89,0 до 84,9-77,8%, а стиранність зросла з 5,2 до 5,8-11,4%. При цьому зросла з 50,9 до 58,5-63,3% ступінь відновлення обкотишів. У той же час покращилися в'язко-пластичні властивості

Сполука шихти й характеристика сирих обкотишів

Показники	Основність обкотишів		
	0,6(базова)	0,75	1,0
Склад шихти,%:			
концентрат.....	90,2	88,1	84,7
доломітизований вапняк.....	8,7	10,9	14,3
бентоніт.....	1,1	1,0	0,9
Питома витрата компонентів шихти, кг/т:			
концентрат.....	966,2	954,3	934,5
доломітизований вапняк.....	93,5	117,7	158,0
бентоніт.....	11,3	10,6	9,4
Характеристика сирих обкотишів:			
масова частка вологи,%.....	9,6	9,4	9,3
$\sigma_{сж}, Н/об.....$	10,1	10,0	10,0
$Н_{пит}, раз.....$	4,6	4,4	4,8
фракційний склад, %:			
>18мм.....	13,7	11,2	10,3
8-18мм.....	81,6	84,3	84,9
<8мм.....	4,7	4,5	4,8

Так, усадка шару знизилася з 23,4 до 20,1 - 16,7 %, а перепад тиску зменшився з 166 до 134 - 106 Па, ступінь відновлення зріс із 69,2 до 73,4 - 88,2 %. Підвищилася температура початку, 35 і 40 % усадки відповідно на 10-20, 40-100°C. При вірогідності 95% на підставі проведених випробувань визначили вплив основності, продуктивності випалювальної машини, максимальної температури випалу й температури у вакуум-камері зони рекуперації на металургійні властивості промислових обкотишів. Склали рівняння регресії, з яких видно, що максимальний вплив із всіх перерахованих факторів робить основність обкотишів, потім, у порядку убутання значимості, впливають максимальна температура випалу, продуктивність випалювальної машини й температура у вакуум-камері зони рекуперації.

Виробництво обкотишів підвищеної основності сполучено зі зниженням питомої продуктивності випалювальної машини й підвищенням питомих витрат флюсу, природного газу й електроенергії. Для визначення впливу зміни металургійних властивостей обкотишів на техніко-економічні показники роботи доменної печі й сумарний народногосподарський ефект від виробництва й використання обкотишів підвищеної основності досвідчені партії їх були проплавлені в доменній печі об'ємом 5000 м³ комбінату Криворіжсталь. У період плавки обкотишів підвищеної основності хід печі був рівний. При збільшенні витрат тиску дуття трохи зменшилося (на 4-5 кПа). Верхній перепад тиску дуття зберігся на КОЛИШНЬОМУ (35-42 кПа) рівні. За рахунок підвищення основності обкотишів до 0,75 і 1,0 питома витрата флюсу зменшився відповідно на 28 і 47 кг/т чавуну. При цьому вихід шлаків знизився на 8 і 35 кг/т, що трохи більше (у випадку

використання обкотишів основністю 1,0), чим від зниження витрати сирого флюсу. Це пояснюється збільшенням вмісту заліза в шихті за рахунок підвищення частки обкотишів (табл.3.3.).

Підвищення вмісту MgO в обкотишах сприяло поліпшенню шлакового режиму доменної плавки. Вміст MgO у шлаці зросло на 0, 3-0,5%. Шлаки були більш рухливі й текучі. Незважаючи на зменшення виходу шлаків, вміст сірки в чавуні знизився на 0, 002-0,003%, що підтверджує кращу десульфураційну здатність шлаків.

* ζ_L - ступінь відновлення за ДСТ 19575-84, %; m - основність обкотишів, частки одиниць; Q - продуктивність випалювальної машини, т/год; $T_{вип}$ - максимальна температура випалу, °C; t_{14} - температура у вакуум-камері зони рекуперації 14, °C; $N_{уд}$ - міцність на удар за ДСТ 15137-77, %; Δh , Δp , ζ - відповідно усадка, перепад тиску й ступінь відновлення шару при 1000 і 1100 °C за ДСТ 21707-76 (%; Па, %); **F/F - коефіцієнт Фішера.

Таблиця 3.3.

Техніко-економічні показники доменної плавки

Показники	Основність обкотишів
-----------	----------------------

	0,6(базова)	0,75	1,0
Середньодобове виробництво,т.....	9442/983	9682/-	- /9899
Режим дуття:	1		
Витрата, м ³ /т.....		7510/	- /7838
t, °C	7470/776	-	- /1150
витрата, м ³ /т:	8	1179/	
кисню.....	1152/115	-	- /176
природного газу.....	0		- /119
Склад шихти, кг/т чавуну:		167/-	
агломерат.....	171/180	118/ -	- /1137
обкотиші.....	125/118		- /614
флюс.....		1294/	- /21
кокс (сухий).....	1293/123	-	- /495
Шлак:	2	478/ -	
вихід,кг/т.....	49/68	21/-	- /409
основність.....	492/511	468/ -	- /1,23
масова частка mgO,%	49/68		- /5,8
Наведене виробництво (до основності		419/-	
0,6),%:	427/444	1,24/ -	+0,86
Наведена питома витрата коксу	1,24/1,24	5,6/-	
(до основності 0,6):	5,3/5,3		
кг/т.....		+0,8	-10,95
%.....	-		-2,16
		-3,6	
	-	-0,8	
	-		

П р и м і т к а. В чисельнику-плавка обкотишів основністю 0,75,в знаменнику-основністю 1,0

Аналіз технологічних результатів доменних плавкок обкотишів різної основності показав, що при використанні магніймістких обкотишів основністю 0,8 наведена продуктивність печі зросла на 0,8%, а наведена питома витрата коксу знизився на 3,6 кг/т, або на 0,8%. При використанні в доменній шихті обкотишів основністю 1,0 наведена продуктивність доменної печі зросла на 0,86 %, а наведена питома витрата коксу знизився на 10,95 кг/т, або на 2,16% (див.табл.3.3.). Після експериментальних доменних плавкок фабрика огрудкування Північного ГЗК була переведена на постійне виробництво обкотишів основністю 0,75 замість 0,6. Обкотиші більш високої основності поки робити не представляється можливим через недостатню потужність установленого здрібненого устаткування для підготовки флюсу.

Висновки

1. Підвищення вмісту MgO в обкотишах сприяло поліпшенню шлакового режиму доменної плавки. Вміст MgO у шлаці зросло на 0,3-0,5%. Шлаки були більш рухливі й текучі. Незважаючи на зменшення виходу шлаків, вміст сірки в чавуні знизився на 0,002-0,003%, що підтверджує кращу десульфураційну здатність шлаків.
2. Аналіз технологічних результатів доменних плавок обкотишів різної основності показав, що при використанні магніймістких обкотишів основністю 0,8 наведена продуктивність печі зросла на 0,8%, а наведена питома витрата коксу знизився на 3,6 кг/т, або на 0,8%. При використанні в доменній шихті обкотишів основністю 1,0 наведена продуктивність доменної печі зросла на 0,86 %, а наведена питома витрата коксу знизився на 10,95 кг/т, або на 2,16%.
3. За рахунок введення до складу обкотишів MgO і звуження інтервалу коливань максимальної температури в горні середня температура випалу обкотишів підвищеної основності зросла на 30-40°C. Більш висока газопроникність шару й підвищена температура випалу сприяли поліпшенню термообробки обкотишів по висоті шару.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

Основною метою розділу є розробка заходів та засобів безпеки під час виробництва агломерату для запобігання виробничого травматизму, а також заходів або засобів щодо виробничої санітарії та гігієни праці для запобігання професійних захворювань і отруєнь робітників в умовах виробництва фабрики згрудкування залізорудної сировини.

4.1 Заходи безпеки в основних відділеннях агломераційної фабрики

Виробництво агломерату характеризується різноманіттям технологічних операцій по підготовці і огрудкуванню вихідної сировини. Основні з них усереднення, дроблення, змішування, огрудкування (грануляція), термічна обробка, спікання.

У кожній з перелічених операцій можуть виникати виробничі фактори, вплив яких на працюючих може спричинити травму або професійне захворювання.

4.1.1 Заходи безпеки при розвантажувальних роботах

Прийом, розвантаження і усереднення сировинних матеріалів (агломераційна руда, колошниковий пил, антрацитовий штиб) здійснюється на рудному дворі за допомогою вагоноперекидувача.

При розвантаженні матеріалу вагоноперекидачем основною небезпекою є падіння людей в шахтовий простір вагоноперекидача та зрив вагонів з кріпних механізмів при перекидуванні.

Для уникнення нещасних випадків при обслуговуванні									
вагоноперекидувача майданчик обладнують поручнями для відгородження									
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розробка від робочої платформи. В корпусі вагоноперекидача встановлюється					Технічний розрахунок				
Перевір.					Охорона праці				
Реценз.									
Н. Контр.									
Затверд.									

звукова та світлова сигналізації. Перед кожним перекидуванням повинен лунати сигнал для попередження обслуговуючого персоналу. Недопустиме перекидування вагону, якщо він не був від'єднаний від основного составу або якщо були виявлені в ньому несправності.

4.1.2 Заходи безпеки при обслуговуванні основного та допоміжного технологічного устаткування

Існують декілька видів бункерів: прийомні, проміжні та акумулюючі. Прийомні бункера призначаються для розвантаження думпкарів, полувагонів та інших транспортних средств, які використовуються при доставці матеріалів.

Проміжні бункери повинні бути обладнані суцільними настилами для проходу людей.

Основними видами небезпеки при обслуговуванні шихтових бункерів є засипання людей в бункерах при шуруванні застряглих матеріалів, опіки гарячим зворотом і колошниковим пилом, падіння людей в бункери. Замерзання метеріалу в зимовий період через велику вогкість та його злипання в літку. Для попередження застрягання матеріалів у бункерах застосовують циліндрові бункери з конусним низом, що має нахил не менше 60°.

Для попередження пиловиділення, бункери для звороту, палива і флюсів закривають з подачею в них матеріалів по герметичних тічках. Бункери для звороту, а також живильники для видачі матеріалів з бункерів обладнанні примусовою витяжкою з пристроями для очищення повітря, що видаляється в

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

атмосферу. Подавання в бункери гарячих матеріалів (звороту), з метою запобігання опікам працюючих, забороняється. Дані матеріали, заздалегідь охолоджують.

При застряганні матеріалів у бункерах застосовують електровібратори, встановлені на зовнішніх стінках бункера. Це дозволяє уникнути застосування ручної праці й тим самим зменшує вірогідність людського травматизму.

Перед подачою в шихту проводиться подрібнення шихтових матеріалів, так коксовий дріб'язок подрібнюють в чотирьохвалкових дробарках, вапняк – у молоткових дробарках типу ДМРИЭ-1,45х1,3, агломераційну руду – у конусних дробарках КМД-1200.

При подрібненні основну небезпеку становлять обертові частини дробарок: шків, шестерні, приводні ремені, а також вузли завантаження і розвантаження. Тому їхнє огороження виконують самим ретельним чином без відступу від вимог стандартів. Для запобігання вильоту шматків із приймального пристрою чотирьохвалкових дробарок у них передбачають закриті зверху коробки.

Особливу небезпеку при експлуатації дробарок становлять потрапивші в них разом з матеріалом металеві й інші сторонні предмети, що заклинюють валки й викликають поломку зчіпних коліс, шестерень а також інші аварії. Для попередження поломок механізму валкових дробарок при потраплянні металевих предметів, один з валків установлюють у рухливих пружинних підшипниках. Зазор між валками регулюється за допомогою гвинтів притискного пристрою, пружини якого стискаються при потраплянні недрібненого тіла, збільшуючи зазор між валками.

Для відділення шихтових матеріалів по класу крупності виконується операція грохотіння в самобалансних грохотах. При операції грохотіння травми, одержанні обслуговуючим персоналом, викликані найчастіше

необачністю самих потерпілих – це захват кінцівок, змазка підшипників під час роботи грохоту, та інше.

При несправності грохотів або незадовільному кріпленні дебаланси становлять найбільшу небезпеку. Тому захисні кожухи на їх роблять досить міцними, щоб утримати ушкоджений диск або його уламки.

Клиноремінна передача приводу також захищають огороженнями в легкоз'ємному виконанні. При експлуатації грохотів, установлених у спеціальних пило - шумозахисних укриттях, у них обов'язково роблять оглядові люки й двері для періодичного спостереження, які блокуються під час роботи грохоту. Борти грохоту обгородженно перилами.

Змішування шихти здійснюється в барабанному змішувачі. А кінцеве змішування, зволоження і огрудкування шихти відбувається в барабанах огрудковувачах.

Небезпека травматизму існує при обслуговуванні як змішувальних барабанів, так і барабанів огрудкувачів. Для його попередження при експлуатації даних агрегатів їх приводні механізми і опорні ролики захищають кожухами. По периметру змішувальних барабанів встановлено запобіжні бар'єри.

Ручне чищення змішувальних барабанів можна виконувати за умови їх відключення. З цією метою дверці в кожусі для доступу всередину змішувача необхідно блокувати з пусковим пристроєм так, щоб виключалася можливість пуску барабана в хід при відкритих дверцях.

Спікання агломерату здійснюється на агломераційних машинах типу АКМ. Агломераційна (випалювальна) машина в комплексі з допоміжним устаткуванням складає основний технологічний комплекс, що визначає умови праці в спікальному корпусі. Складність у створенні нормальних

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

умов праці на цій ділянці полягає в тім, що процес спікання йде за рахунок просмоктування повітря через шар спікаємої шихти. Це створює умову для проникнення запиленого повітря з вузла розвантаження агломерату, тічок і бункерів просипання на робоче місце агломератника.

Для нейтралізації несприятливого фактора робоча і холоста вітка агломашини повинні бути вкрита герметичним кожухом по всій довжині, включаючи привід.

Для зниження засмоктування повітря безпосередньо з приміщення і виключення створення негативного тиску робоча і холоста вітки не повинні мати в горизонтальній площині розділового майданчика, тому що в цьому випадку запилене повітря з вузла дроблення і грохочення спіку, засмоктується в шар.

Для захисту обслуговуючого персоналу від теплового впливу уздовж горна повинні бути установлені водоохолоджувальні екрани або його конструкція повинна бути виконана так, щоб виключити виділення тепла на робочий майданчик.

При роботі агломашини допуск обслуговуючого персоналу в зону дії машини не дозволяється. З цією метою завантажувальна частина агломераційної машини в торці захищається захисним щитом. Майданчик приводу також захищають. Виступаючу над робочим майданчиком головну частину агломераційної машини захищають, щоб виключити доступ обслуговуючого персоналу, в район виходу візків на робочу гілку для заміни колосників при працюючій машині.

Для безпечного обслуговування розвантажувальних жолобів спікальних машин влаштовано спеціальні майданчики з драбинами і поручнями.

Кут нахилу і перетин тічок для видалення агломерату, що просипався при проходженні колосниковими візками розвантажувальної кривої, встановлені так, що забезпечують безперешкодне відведення агломерату на

розвантажувальний жолоб-грохот. Безпечніше передавати гарячий агломерат металевими транспортерами на лінійному охолоджувачі, звідки охолоджений агломерат, після грохочення прямує транспортерами в бункери доменного цеху.

Товарний агломерат завантажується в залізничні вагони для відправки споживачу.

З метою безпеки пересування вагонів, що знаходяться під завантаженням, слід здійснювати спеціальними штовхачами, без ручного зачеплення тяглових пристосувань.

Прибирання шляхів від агломерату, що просипався, виконують лише після дотримання заходів, що виключають можливість подачі рухомого складу, і після зупинки спікальних машин.

Розвантажувальним траншеям для агломерату необхідне міцне огородження.

Прийом, розвантаження і усереднення сировинних матеріалів здійснюється на рудному дворі за допомогою вагоноперекидувача, рудно-грейферних кранів та роторних забірників.

Грейферні крани обладнують закритими кабінами з подачею в них конденсованого повітря.

4.1.3 Заходи безпеки при обслуговуванні самопливного та конвеєрного транспорту

На фабриці використовуються наступні види конвеєрів: горизонтальні, похилі та крутопохилі.

Матеріали в основному транспортуються стрічковими конвеєрами.

При експлуатації конвеєрного транспорту нещасні випадки трапляються

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

головним чином через очищення, змащування і ремонт конвеєрів на ходу, їх експлуатацію без загородження обертових частин або при несправному загородженні, неправильне користування інструментом та пристроями., відсутність передпускової сигналізації.

Під час роботи біля конвеєрів особливо велика небезпека потрапляння рук працюючих між барабаном і стрічкою при очищенні барабана від налиплих матеріалів або при усуненні ковзання ведучого барабана. Щоб уникнути нещасних випадків, необхідно механічно очищати барабани з допомогою стаціонарно встановлених скребків або системи гідрозмиву. При неможливості виконати ці умови прибирають просипаний матеріал біля конвеєрів, вивільняють ведучі барабани від налиплого матеріалу тільки після повної зупинки конвеєра і вжиття заходів проти випадкового пуску в роботу.

Всі конвеєри обладнують пристроєм для аварійної зупинки з будь-якої точки по всій довжині. Для цього застосовують кінцеві вимикачі. Рекомендується блокувати загородження таким чином, щоб при їх знятті автоматично вимикався двигун приводної станції. Кут нахилу конвеєрів допускається до 17 °. Небезпечний для обслуговуючого персоналу схід стрічки з опорних роликів. Щоб попередити можливість такої неполадки, конвеєри обладнують напрямними роликами, які встановлюють через 8 — 10 опорних роликів біля приводних і настінних барабанів. Забороняється направляти стрічку руками або непристосованими для цього інструментами. При попаданні скребка між роликом і стрічкою другий кінець його виривається з рук робітника і травмує його.

При обслуговуванні цього виду транспорту виникають наступні види небезпечних ситуацій та факторів:

1. зтягування людей конвеєрною стрічкою;
2. обрив або сходження стрічки;
3. велика запиленість;

4. зворотній хід похилих конвеєрів.

Для уникнення небезпечних ситуацій при експлуатації конвеєрного транспорту передбачено наступні засоби безпеки:

1. відстань між конвеєром і стінкою не менше ніж 1 м;
2. для проходу людей не менше ніж 0,75 м;
3. конвеєрну галерею обладнано пішохідними містками через кожні 30 м;
4. змонтовано систему автоматичного вимкнення при перевантаженні до 75%, для запобігання обриву або сходження стрічки;
5. в місцях перевантаження матеріалу встановлено аспіраційні укриття;
6. приводи похилих конвеєрів обладнано автоматично діючими гальмами;
7. центруючі пристрої для запобігання сходу стрічки;
8. огороження приводних барабанів та натяжних пристроїв [12].

4.1.4 Заходи електробезпеки

Живлення електроприладів здійснюється електричним струмом напругою номіналом 220 та 380 В. Основною небезпекою є враження людей струмом при не виконанні правил техніки безпеки або пробою ізоляції на незаземлені металеві частини обладнання, обрив ліній живлення, тощо.

У цехах виробництва залізорудних котунів і агломерату невід'ємною частиною всього основного і допоміжного устаткування є електричні машини й інші електроспоживачі. Через неправильну експлуатацію електроустановок спостерігаються випадки ураження працюючих електричним струмом, опіки електричною дугою, а також ушкодження шкіри (металізація).

Це стається при контакті людини з неізольованими струмоведучими частинами. Величина, небезпечна для людини, залежить від роду струму, його напруги в колі провідників та опору людського організму. Тяжкість електротравми залежить від сили струму, що протікає через тіло людини; тривалості впливу струму; шляхи струму в організмі людини; фізіологічного стану організму і виробничих умов. Значення електричного

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

струму, що проходить через тіло людини, є основним чинником, що обумовлює результат ураження.

Для живлення машин, механізмів та іншого устаткування використовуються напруги номіналом до 1000 В. Для живлення освітлення на робочих місцях використовують напругу 220 В. В особливо небезпечних приміщеннях (характеризуються наявністю однієї з таких умов: особлива вогкість, хімічно активне середовище, загазованість, одночасно дві чи більше умов підвищеної небезпеки) використовується мала напруга розміром до 42 В.

Ураження робочого персоналу електрострумом може відбутися внаслідок пошкодження ізоляції на дротах, пробив струму на металеві частини обладнання та обрив електропроводки.

Для уникнення поранення електричним струмом робочого персоналу передбачено наступні засоби захисту: подвійна ізоляція на дротах, особливо на тих, по яким подається напруга для живлення приводів машин та механізмів; проводку жорстко закріплюють до стелі чи стін, щоб уникнути її провисання чи обриву; захисне відключення напруги при короткому – замиканні, застосування спеціальних електрозахисних засобів захисне заземлення.

4.2 Гігієна праці та виробнича санітарія у виробничих приміщеннях агломераційної фабрики

Для створення нешкідливих і безпечних умов праці на фабриках огрудкування необхідно суворо дотримуватися санітарного контролю, який включає отримання шляхом вимірювань достовірної характеристики вмісту шкідливих речовин у повітрі робочої зони й подальше порівняння її з гранично допустимими концентраціями.

Санітарний контроль за станом повітря робочої зони здійснюється санітарними лабораторіями підприємств і санітарно-епідеміологічних станцій за робочими програмами, розробленими і затвердженими у відповідності з положеннями про ці служби. При цьому обов'язковому плановому контролю на фабриці огрудкування на пил та окис вуглецю підлягають ділянки підготовки і транспортування шихтових матеріалів (при одержанні офлюсованого агломерату визначається також вільний окис кальцію), спікання, дроблення, охолодження, сортування і видачі готової продукції, тракти гарячого повернення, пилогазоочисні пристрої (при використанні сірковмісних матеріалів також сірчистий ангідрид), екстаустерне відділення.

4.2.1 Забезпечення нормального повітряного середовища у виробничих приміщеннях фабрики

На мікроклімат виробничих приміщень фабрик огрудкування значно впливають метеорологічні умови, що визначаються температурою повітря, його відносною вологістю і швидкістю руху. Крім цих параметрів, важливою характеристикою, що впливає на самопочуття людини, є зміна атмосферного тиску.

Основною небезпекою порушення нормального повітряного середовища у виробничих приміщеннях є запиленість повітря. Основними джерелами пилу є: дробарки, грохоти, конвеєрний транспорт шихтових матеріалів і готової продукції і т.д.

Для забезпечення нормальних умов праці на робочих місцях повинні бути забезпечені наступні параметри мікроклімату:

1. температура на робочих місцях в залежності від часу року - холодний перехідний період із середньодобовою температурою зовнішнього повітря нижче +10 °С, теплий період з температурою +10 °С й вище;
2. вологість повітря - не більш 75%;

3. швидкість повітря - 0,3 -1,0 м/с;
4. температура поверхні устаткування і огорож - не більше 45°C;
5. температура взимку в галереях – не вище 22°C;
6. надлишок тепла на робочому місці - не більш 84 кДж/м³ г;
7. подача зовнішнього повітря на 1 трудящого – 20 - 30 м³/г.

Коливання вищеперерахованих параметрів мікроклімату в основному спостерігається в спікальному відділенні.

Зверху над корпусом вагоноперекидача встановлено вентиляційно - витяжну систему для очищення повітря в обслуговуючій зоні вагоноперекидача.

Організовується правильний питний режим за рахунок встановлення в цеху кіосків з газованою водою.

Створення приточно - витяжна вентиляція приміщень встановлена так, щоб виключалася можливість надходження повітря з великими вмістом шкідливих речовин або з наявністю вибухонебезпечних газів, пари і пилу в приміщення з меншими вмістом або в приміщення без цих виділень. Приточне повітря не повинне подаватися через зони з великим забрудненням повітря в зони з меншим забрудненням.

Для захисту повітряного середовища промислової площадки від технологічних і аспіраційних викидів передбачені аспіраційні і газоочисні установки з електрофільтрами, трубами-коагуляторами з краплевловлювачами і циклонами з водяною плівкою.

Місця завантаження матеріалу в бункери конвеєрами закриті так, щоб виключалася можливість пиловиділення.

На переважній більшості фабрик огрудкування основними заходами, що виключають або зменшують забруднення повітряного середовища є заміна й удосконалення технологічних процесів і устаткування, що виключає викид шкідливих речовин в навколишнє середовище; ведення технологічного

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

процесу в герметичних пристроях і під розрідженням; переведення технологічних агрегатів на опалення рідким і газоподібним паливом, що не виділяє шкідливих речовин у процесі горіння; застосування герметичних пристроїв, пневмотранспорту матеріалів; механізація й автоматизація шкідливих виробничих процесів і дистанційне керування ними; створення замкнутих безперервних циклів виробництва і процесів, небезпечних щодо виділення у навколишнє середовище шкідливих речовин; прибирання приміщень від пилу пневматичними пристроями і мокрими способами; влаштування ефективної місцевої й загальнообмінної вентиляції, забезпечення блокування пуску технологічного устаткування з вентиляційними системами; уловлювання й ефективне очищення технологічних і вентиляційних викидів [14].

4.2.2 Захист від шуму та вібрації

На фабриках огрудкування джерелами шуму є: екстаустери, млини, дробарки, редуктори, вентилятори, компресори і насоси, ручний ударний інструмент, транспортувальні системи, плин газу або рідини по трубопроводах та ін. Вібрація може виникати при роботі дробарок, млинів, грохотів та іншого обладнання.

Використання вібропоглинаючих покриттів дозволяє зменшити утворення шуму до 10 дБ в області середніх і високих частот.

Дробарки, грохоти, віброживильники встановлюють на спеціальні вібропоглинаючі фундаменти (маса яких набагато більше маси агрегату), які відокремлені від майданчиків для обслуговуючого персоналу. Жорсткий зв'язок вібронебезпечного устаткування з підлогою приміщень і майданчиками не допускається.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Обов'язковою умовою зниження шуму при експлуатації устаткування є:

1. ретельна підготовка рухомих і тертьових частин машин і механізмів і утримання їх у постійній справності;
2. своєчасне й повноцінне змащення тертьових частин;
3. своєчасний ремонт окремих вузлів обладнання, та заміна шумо та вібропоглинаючого обладнання.
4. укладання в масляні ванни вібруючих і створюючих шум деталей, наприклад, шестерних редукторів.

Для індивідуального захисту органів слуху застосовують противошуми, антифони. В умовах агломераційних цехів застосовують антифони, що захищають від звуків небажаної частоти й вільно передають органам слуху звуки певної частоти, оскільки повна ізоляція органів слуху неприпустима за умовами безпеки. До зовнішніх противошумів належать навушники, що закривають вушну раковину. До внутрішніх противошумів належать заглушки, вкладиші беруши, якими закривають слуховий прохід.

Для захисту від вібрації використовують віброгасне взуття, віброгасні килимки. До організаційних і лікувально-профілактичних заходів слід віднести періодичний медичний огляд працюючих в умовах підвищеного шуму й вібрації; обов'язкове проведення гімнастики й регламентованих фізкультпауз, особливо для працюючих в умовах підвищеної вібрації. Робітник не повинен піддаватися дії вібрації більше 50 - 65 % робочого часу.

4.2.3 Захист від теплових випромінювань

Основним джерелом тепловипромінювання в ланцюгу виробництва агломерату є цех спікання, а саме агломераційна машина. Тому у цьому цеху передбачено значний повітрообмін, особливо в літню пору і це здійснюється шляхом подачі повітря за рахунок аерації. На покрівлі роблять отвори в подовжніх стінах: нижній ряд для припливу повітря в теплий період, верхній для припливу повітря взимку й літом. Таке розміщення отворів необхідне для того, щоб збільшити

повітрообмін влітку (шляхом відкривання обох рядів отворів), а взимку, закривши нижні отвори, зменшити його й забезпечити підігрів повітря за рахунок тепла в приміщенні, перш ніж воно дійде до робочих місць.

В агломераційних машинах стінки запальних горнів теплоізолюють. Зонти обладнують витяжними трубами виведеними на 1 – 2 м вище найбільш високої частини будинку.

Вздовж агломераційної машини встановлено екрани з підвищеним охолодженням, що забезпечує повне екранування тепловипромінювання від розпеченої поверхні агломерату.

Для зменшення тепло - і пиловиділення та попередження доступу людей під холосту гілку агломераційної машин, цю частину на всю висоту потрібно закрито щитами – розсувними або на завісах. В розвантажувальній частині холостої гілки влаштовують проходи, які обгороджують зверху й з боків металевими листами.

У процесі спікання агломерату виділяється велика кількість надлишкового тепла від агломераційної машин, нагрітих трубопроводів газоповітряного тракту і поверхонь горна, а також за рахунок витоку газів із горна. Температура нагрітих газів коливається в межах від 100 до 130°C. Для створення нормальних умов праці застосовується комплекс заходів інженерного, організаційного та медичного характеру. Передусім технологічний процес виробництва агломерату має бути організований так, щоб виключити необхідність перебування обслуговуючого персоналу в зоні впливу шкідливих чинників, тобто слід передбачити віддалення людей за межі небезпечних зон або забезпечити ізоляцію шкідливого фактора від місця перебування обслуговуючого персоналу [12].

Для видалення конвективних потоків газів горна рекомендується встановлювати витяжний зонт із ежектором. Забір повітря для найбільш

ефективного видалення тепла слід робити над зоною випалу. Для надходження конвективних потоків до витяжного зонта настили вздовж агломераційної машини треба робити ґратчастими. Необхідно також передбачати екранування стінок горна з перенесенням тепла через відкритий повітряний прошарок з природною циркуляцією повітря, що йде під зонт. Для зменшення тепловиділення за рахунок випромінювань між візком і горном агломераційної машини слід встановлювати бортове ущільнення. Трубопроводи, що відводять гази з високою температурою вкривають теплоізоляційними матеріалами.

4.2.4 Забезпечення оптимального освітлення

Освітлення на робочих місцях здійснюється за допомогою штучного та природнього освітлення. Природне освітлення здійснюється через світлові отвори в огорожувальних конструкціях цеху та через світло-аераційні ліхтарі.

Проектований цех має загальне штучне освітлення з рівномірним розташуванням світильників тобто з однаковими відстанями між ними. Джерелами світла є лампи накаливання, які забезпечують освітленість в 50 лк.

Для аварійного освітлення встановлено аварійний генератор, завдяки якому буде приведено в дію аварійне освітлення для нормальної і послідовної зупинки процесу. Норма аварійного освітлення знаходиться в межах 5 - 10% від основного і дорівнює для денного цеху - 5 лк.

Розрахунок освітленості в цеху (відділення бункерів).

Розмір приміщення: довжина a - 100м, ширина b - 20м, висота приміщення $H = 5$ м. Приміщення не має світловідбиваючої поверхні: коефіцієнт відбиття $p_{стелі} = 30\%$, $p_{стін} = 10\%$. Висота робочих поверхонь $h_p = 1$ м. Для освітлення прийнято світильники типу "Універсаль", які підвищено до стелі; відстань світильника до стелі $h_c = 0,5$ м. Освітленість за нормами $E = 50$ лк.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок:

Розрахунок ведемо за методом світлового потоку.

Визначаємо висоту підвісу світильника над підлогою:

$$h_0 = H - h_c = 5 - 0,5 = 4,5 \text{ м}$$

Висота підвісу світильника над робочою поверхнею дорівнює:

$$h = h_0 - h_h = 4,5 - 1 = 3,5 \text{ м}$$

Рівномірність освітлення досягається при відповідному співвідношенні відстані між світильниками L і висотою їх підвісу h . Визначаємо рекомендовану відстань між світильниками:

$$L = 1,8 \cdot h = 1,8 \cdot 3,5 = 6,3 \text{ м}$$

Необхідна кількість світильників становить:

$$N = \frac{a \cdot b}{L^2} = \frac{100 \cdot 20}{6,3^2} = 50$$

Приймаємо 48 світильників, враховуючи розміри приміщення розміщуємо їх у 3 ряди по 16 штук.

Показник приміщення i становить:

$$i = \frac{a \cdot b}{h(a + b)} = \frac{100 \cdot 20}{3,5(100 + 20)} = 4,76$$

Виходячи з цього, коефіцієнт використання світильника становить $\eta = 0,63$;

Світловий потік одного світильника, а значить і лампи, оскільки за конструктивним виконанням у світильнику встановлюється лише одна лампа, дорівнює:

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Phi_L = \frac{ESK_3Z}{Nn\eta}$$

де: E - нормована освітленість, лк;

S - площа приміщення, що освітлюється, м²;

K₃ - коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості в результаті забруднення та старіння ламп;

Z - коефіцієнт освітлення;

n - кількість ламп у світильнику;

N - кількість світильників;

η - коефіцієнт використання світлового потоку.

$$\Phi_L = \frac{50 \cdot 2000 \cdot 2 \cdot 1,15}{48 \cdot 1 \cdot 0,63} = 7605,820$$

Вибираємо лампи потужністю 500 Вт. Сумарна електрична потужність усіх світильників встановлених у приміщенні становить:

$$\sum P_{CB} = P_{CB} \cdot N$$

де P_{CB} - потужність однієї лампи.

$$\sum P_{CB} = 500 \cdot 48 = 24000 \text{ Вт}$$

4.3 Пожежна безпека

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У проектованому виробництві основні процеси характеризуються утворенням або споживанням великої кількості горючих газів, тому є постійна небезпека виникнення пожежі.

Головну пожежну небезпеку при виробництві агломерату представляють вибухи суміші газів (коковий, доменний та природний) та пилу до складу якого входе: коксовий дріб'язок та антрацитовий штиб. В процесі вибухи виникають раптово й протікають настільки швидко, що працюючі зазвичай не встигають покинути небезпечне місце. Небезпека вибуху суміші горючих газів та пилу виникає при утворенні газоповітряних сумішей. Тому основні заходи щодо запобігання вибухів полягають у попередженні утворення таких сумішей, що досягається герметизацією ємностей, у яких перебувають гази, і підтримкою позитивного тиску усередині газопроводів та більш ретельнішим відсмоктуванням пилу.

Заходи щодо попередження вибуху суміші зводяться головним чином до запобігання, утворенню вибухонебезпечної газоповітряної суміші, усунення ймовірності вибуху, випадку її утворення. Це досягається за рахунок автоматичного перекриття дроселів на подачі газу і повітря в момент зупинки машини, збереження під горном мінімального розрідження, для цього встановлюють на пальниках газопроводів подачі газу відсічні клапани, налаштованих на падіння тиску газу до 1 кПа.

Вибухонебезпечними вважаються приміщення, де внаслідок нещільності газових мереж можливі значні витoki газу. Приміщення в яких відбувається завантаження розвантаження матеріалу в результаті чого з'являється вибухонебезпечний пил. У даних приміщеннях для запобігання утворення або появи джерел полум'я або іскри, а також розжарених предметів, слід передбачити наступні заходи безпеки: не допускати ведення робіт, пов'язаних з іскроутворенням і нагрівом різних предметів до високих температур; забезпечити вибухобезпечність опалювання, освітлення й

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

телефонного зв'язку, а також не допускати застосування вибухонебезпечного інструменту й електроустаткування; провести належне навчання персоналу правилам роботи й вимогам безпеки у вибухонебезпечних приміщеннях з урахуванням місцевих умов.

Для попередження вибухів у повітропроводах, по яких подається необхідне для горіння повітря, подача повітря повинна бути безперервна при встановленому тиску. На випадок аварійної зупинки повітрорудних засобів повітреводи обладнують зворотиними клапанами, що перешкоджають доступу газу в підводи повітря. З метою безпеки природним газам надають характерний сморід, вводячи в газ деякі хімічні речовини, наприклад етилмеркатган.

До основних засобів гасіння пожеж відносять воду, водні емульсії галоїдних вуглеводнів, водяну пару, повітряно-механічну й хімічну піну, інертні гази, вуглекислоту, стиснене повітря, сухі вогнегасні речовини й покривала.

Для попередження поширення пожежі при проектуванні й будівництві застосовано різні неспалені матеріали, матеріали з вогнестійкими покриттями, влаштовано протипожежні розриви й перешкоди, розроблено способи й засоби гасіння пожеж.

При розрахунку протипожежного розриву між виробничими й складськими приміщеннями враховують пожежну небезпеку речовин, що зберігаються на складі (зріджені горючі гази, легкозаймисті й горючі рідини, тверді горючі речовини), призначення, ємність і розташування складів. Протипожежний розрив між підприємством і житловим селищем не перевищує розмірів санітарно-захисної зони. При проектуванні виробничих, допоміжних й інших будинків передбачають можливість безперешкодного виходу із приміщень при виникненні пожеж, вибухів й інших аварій. Сумарна ширина сходових кліток залежно від кількості людей, що перебувають на

найбільш населеному поверсі (крім першого), а також ширина дверей, коридорів або проходів на шляхах евакуації у всіх поверхах призначається з розрахунку не менш 0,6м на 100 чоловік. Мінімальна ширина евакуаційних дверей становлять 0,8м, висота дверей і проходів - не менш 2 м [13].

Для запобігання пожеж і вибухів велике значення має застосування контрольно-вимірювальної апаратури, світлозвукової сигналізації, що регулює апаратуру автоматичного типу й блокувань безпеки, що дозволяють попередити виникнення небезпечних ситуацій, а при виникненні заpalення включити спеціальні пристрої для ліквідації пожежі. Для повідомлення пожежних підрозділів про виникнення пожежі на промислових підприємствах використовують телефонний зв'язок спеціальну електричну пожежну сигналізацію (ЕПС). Електричною пожежною сигналізацією обладнають виробничі й складські будинки, приміщених й спорудження. Телефонний зв'язок здійснюється по лініях зв'язку загального користування, безпосередньо пов'язаним з пожежною командою.

5 ОХОРОНА ОТОЧУЮЧОГО СЕРЕДОВИЩА

Екологічна ситуація в гірничо-металургійному комплексі України не поліпшується. За останні 10 років у зв'язку з відсутністю фінансування не проводився комплексний аналіз стану галузі щодо викидів в атмосферу, скидань у водоймища, утворення відходів, тому достовірна картина екологічного стану галузі відсутня. Проте, на основі окремих промислових регіонів можна зробити висновок, що підприємства чорної металургії є основним джерелом забруднення атмосфери. У промислових містах, в яких розташовані металургійні підприємства, концентрації шкідливих речовин в атмосфері в 3 – 5 разів перевищують санітарні норми, що відображається на здоров'я населення у вигляді своєрідного екологічного СНІДу - синдрому придбаного імунодефіциту, який формується під впливом поразки системи крові людини токсичними речовинами, що містяться у всіх видах викидів, скидань і відходів підприємств гірничо-металургійного комплексу.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При роботі агломераційної фабрики найбільше страждає повітряне середовище. Водний басейн не потрапляє під вплив агломераційного виробництва, так як агломераційна фабрика має закритий цикл водопостачання, тобто вода циркулює в межах фабрики де й проходить очистку.

Джерелами забруднення повітряного басейну на агломераційних фабриках є агломераційні стрічки, барабанні і чашкові охолоджувачі агломерату, обпалювальні печі, вузли пересипки, транспортування, сортування агломерату і компонентів, що входять до складу шихти. Тому, зниження впливу металургійних підприємств є надзвичайно важливим. І першорядною задачею є зниження впливу агломераційного виробництва, оскільки воно вносить більше 50% викидів пилу, монооксиду вуглецю, сірчастого ангідриду, діоксиду азоту. Це пояснюється, перш за все, явною відсталістю майже всіх стадій процесу виробництва агломерату. Головним напрямом зниження викидів агломераційного виробництва є зменшення витрати твердого палива, оскільки викиди агломерації на 78,5 % представлені монооксидом вуглецю (8 % пил, 11 % SO_2 і 2,5 % NO_x).

При виробництві в країні близько 44 млн.т агломерату (2021 – 2022 р.р.) розрахункові валові викиди контрольованих шкідливих речовин склали 1528 тис. т/рік, зокрема:

- пил – 123,0;
- монооксиду вуглецю – 1200;
- сірчастого ангідриду – 172;
- оксидів азоту – 33,0.

У аглодоменому переділі кількість шкідливих викидів напряду залежить від використання палива на агломераційних машинах. Витрати теплової енергії і питома витрата твердого палива на процес спікання на вітчизняних

агломераційних фабриках вище за ці показники для зарубіжної агломерації на 40 – 50%, а викиди шкідливих речовин в атмосферу в 4 – 6 разів перевищують гранично допустимі рівні.

Тому для їх зменшення логічним і раціональним буде зменшення витрати палива, енергоспоживання і використання паливних первинних ресурсів.

Відповідні технологічні заходи приведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 - Основні заходи для зниження витрати палива (%), енергоспоживання (ГДж/т) і використання паливних первинних ресурсів (кг.умов.т.)

Заходи	Зниження		
			к
Поліпшення хімічного складу коксу:			
• зменшення вмісту S на кожному 0,1 %			1
• зменшення вмісту золи в межах, %:			
11-10			8
0-9			7
Поліпшення фізичних властивостей коксу:			
• підвищення міцності по показнику М 25			3
• зменшення істирання по показнику М10			1
• зменшення вмісту в скиповом коксі			
5-3			4
3-1			3
Підвищення якості агломерату:			
• підвищення вмісту Fe на 1,0 % у			
52-54			7
54-56			7
56-58			6
• зниження вмісту S в межах, %:			
0,050-0,025			1
0,025-0,010			1
• зниження виходу фракції 0 - 5 мм, %:			
15-10			9
10-5			6

Нижче приведені основні технологічні способи придушення газових викидів при агломерації.

Забезпечення оптимальної величини шихтових матеріалів. Додріблення крупної фракції (8 – 10мм) аглоруди зниження крупного звороту до 5 – 8мм, оптимізація крупної твердого палива на рівні 0,5 – 3мм дозволяють понизити витрату палива на 10 – 20%.

Усереднювання шихтових матеріалів, що має за мету, як поліпшення постачання агломераційних фабрик сировиною, так і поліпшення усереднювання сировини безпосередньо на складах. Таким чином, вдається знизити мінімум удвічі коливання вмісту заліза в сировині, зменшити витрату твердого палива в агломерації на 5 – 7%.

Дозування і транспортування шихтових матеріалів за допомогою відповідної сучасної техніки дозволяє досягти стабільності хімічного складу агломерату і залежної від неї економії твердого палива на процес спікання може складати в різних умовах від 25 до 50%.

Змішування і огрудкування крупнішої шихти в дві стадії в паралельно встановлених барабанах підвищує якість агломерату, знижує витрату твердого палива до 38 – 42кг/т агломерату (при 55 – 60кг/т в нашій практиці). Роздільне огрудкування тонких концентратів в міцні гранули розміром 3 – 6мм дозволяє забезпечити потрібну газопроникність шихти, спікання її в шарі заввишки 500 – 700мм при великій продуктивності і зменшенні витрати твердого палива на 15 %.

Функціонування циклу «постіль» разом з добре забезпеченою сегрегацією шихти при її завантаженні дозволяє скоротити в 2 – 5 разів пилевинос із спікаемого шару.

Збільшення висоти спікаемого шару шихти до 350 – 450мм забезпечує зменшення витрати палива на 8 – 10%. Знижує віднесення пилу з шару, збільшує повноту горіння палива при збільшенні висоти шару на 100мм сумісному подрібненні вапняку і палива, роздільній подачі палива в шихту (70 – 80% в барабан – огрудкувач можна скоротити викиди оксидів азоту і СО на 20 %.

Рециркуляція мінімум 25 % відхідних газів, може нейтралізувати відповідну частину СО, діоксинів і фуранів. Це досягається шляхом рециркуляції агломераційного газу, відбираемого з тракту за нагнітачем і того що подається в шар за горілкою. При цьому змінюється склад викидів: зменшується вміст окислу вуглецю і кисню, збільшується концентрація пари води і двоокису вуглецю, а також сірки.

Вміст пари води в рециркулянті сприяє зменшенню хімічного недопалювання при горінні твердого палива і виходу СО на 20 - 40% []. Зменшення хімічного недопалювання з урахуванням фізичного тепла рециркулянту при температурі біля 100°C і тепла від окислення СО до СО₂ у верхній частині зони горіння забезпечать скорочення витрати твердого палива.

Знижена в порівнянні з повітрям концентрація кисню в рециркулянті може призвести до зменшення швидкості спікання. Необхідна концентрація кисню в рециркулянті регулюється величиною його об'єму.

Особливе значення має рециркуляція для агломераційних машин устаткованих очищенням газу від сірки. У зв'язку з великим об'ємом на очищення від сірки подається приблизно половина газу, а друга половина викидається в димар без очищення. Частину газу з борову димаря можна повернути на агломераційну машину як рециркулянт.

Організація рециркуляції не вимагає великих витрат. При цьому агломераційні машини устатковуються укриттями для роздачі рециркулянту, підводяться трубопроводи із засобами КВП та автоматики і встановлюються димосос на кожен агломераційну машину індивідуально або на групу машин.

Організація рециркуляції дозволить зменшити витрату твердого палива в шихту на 5 - 9%, зменшити викиди в атмосферу пилу, оксидів азоту і СО відповідно на 15 - 25, 16 - 27 і 32 - 48%.

В наш час на агломераційних фабриках реалізовано три процеси рециркуляції:

1. EOS (агломерація з оптимізацією викиду) упроваджений на трьох агломераційних фабриках фірми "Corns NL" в Еймейдені. Близько 50 % газу відбирається із збірного газоходу за головним ексгаустером і за допомогою допоміжного ексгаустера прямує безпосередньо під кожухи, які повністю перекривають зверху всю агломераційну стрічку. Для регулювання вмісту кисню в газі для спікання засмоктується невелика кількість свіжого повітря;

2. LEEP (виробництво агломерату з малим забруднюючим викидом і оптимізованим енергоспоживанням) розроблений і реалізований на агломераційній фабриці фірми НКМ, на якій агломераційна машина спочатку була обладнана двома паралельними збірними газоходами. В один з газоходів збирається гарячий відхідний газ тільки із задньої частини агломераційної стрічки, а в іншій - холодний газ з передньої частини стрічки. В теплообміннику гарячий газ охолоджується і прямує під кожухи агломераційної стрічки, а холодний газ підігрівається і прямує в димар. У порівнянні з процесом EOS кожухи встановлені над спікаємими палетами із зазором, що забезпечує підсос повітря в технологічний газ;

3. EPOSINT (екологічно оптимізований процес спікання). Застосування системи рециркуляції дозволяє одночасно зменшити загальне утворення забруднювачів і загальний об'єм газу, який вимагає доочистки з виконанням природоохоронних вимог. Отже капітальні і експлуатаційні витрати на устаткування для очищення можуть бути значно понижені. Проте знижена концентрація кисню в газі для процесу спікання може призвести до зниження продуктивності до 10 %, барабанної міцності агломерату (ISO) до 10 %. Економія твердого палива може скласти до 10 %. Вміст FeO в агломераті може знизитися. Проте ступінь зниження продуктивності і холодної міцності агломерату набагато менш значиме при виробництві агломерату основністю $(CaO/SiO_2) > 2,0$.

Таким чином, аналіз впливу окремих стадій агломераційного процесу на шкідливі викиди показує, що шляхом вдосконалення підготовки і спікання шихти можна скоротити викиди токсичних газів мінімум на 30 – 35% (біля 500тис.т/рік).

Що стосується безпосередньо газоочисних установок, то найбільш широке використання на зарубіжних агломераційних фабриках припадає на наступні системи газоочистки, які проілюстровані на рис 5.1.

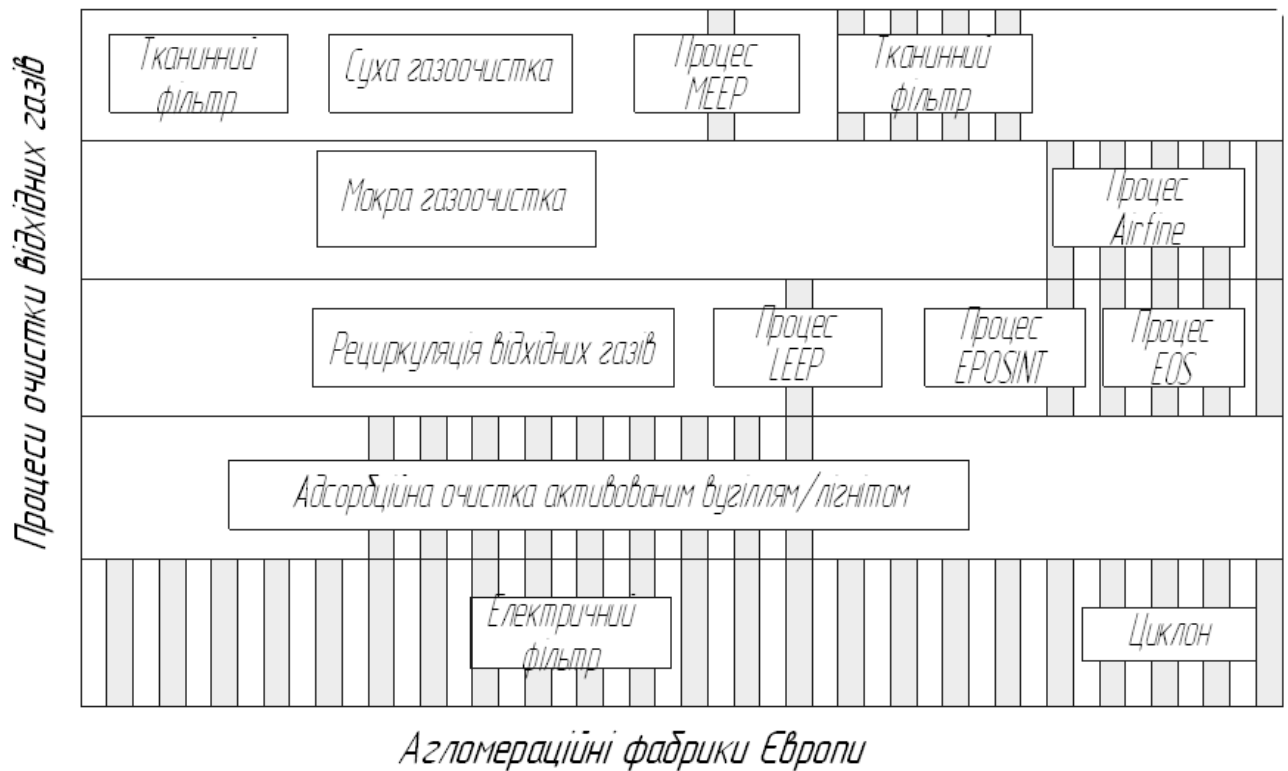


Рисунок 5.1 – Технологія очищення відхідних газів, які використовуються на агломераційних фабриках Європи

Технологію очищення можна умовно розділити на три групи:

1. Електрофільтр і/або батарейні циклони в комбінації з додатковими пристроями;
2. Системи рециркуляції відхідного газу;
3. Додаткові пристрої для кінця труби:
 - а) Мокра газоочистка;
 - б) Тканинний (рукавний) фільтр.

До найефективніших і дешевших відносяться сухі способи знепилювання із застосуванням електро- і рукавних фільтрів. Рукавні фільтри мають ряд переваг перед електрофільтрами, оскільки за інших рівних умов забезпечують вищу (на рівні 20 мг/м³) і стабільнішу ефективність (на рівні 98,5 %), не залежну від складу пилу і його концентрації. Можливість одночасного

очищення технологічних газів від пилю і сірчистих з'єднань робить їх найефективнішими і дешевшими апаратами газоочистки.

Рукавні фільтри можуть бути застосовані і для знепилювання газів хвостової частини агломераційної машини (зони розвантаження і грохотіння агломерату). В цьому випадку рекомендується застосовувати двухступенчасту систему очищення, в якій як I ступінь доцільно використовувати апарати інерційного очищення. Знепилені гази хвостової частини агломераційної машини можуть бути використані для рециркуляції в зону спікання агломерату. Рециркуляція аспіраційних газів із зони розвантаження і грохотіння агломерату в зону спікання дозволяє понизити на 10 % витрата палива на агломерацію і поліпшити загальну якість агломерату.

Найбільш ефективним рішенням покращення стану екологічної безпеки в місцях розміщення агломераційних фабрик є застосування новітніх технологій, що дозволяють радикально знизити ресурсо - і енергоспоживання.

Висновки

1. Розроблена технологічна схема підготовки компонентів шихти. Розрахований матеріальний баланс процесу отримання обкотишів. Вибрано основне технологічне устаткування.

2. Підвищення вмісту MgO в обкотишах сприяло поліпшенню шлакового режиму доменної плавки. Вміст MgO у шлаці зросло на 0, 3-0,5%. Шлаки були більш рухливі й текучі. Незважаючи на зменшення виходу шлаків, вміст сірки в чавуні знизився на 0, 002-0,003%, що підтверджує кращу десульфуратійну здатність шлаків.

3. Аналіз технологічних результатів доменних плавок обкотишів різної основності показав, що при використанні магніймістких обкотишів основністю 0,8 наведена продуктивність печі зросла на 0,8%, а наведена питома витрата коксу знизився на 3,6 кг/т, або на 0,8%. При використанні в доменній шихті обкотишів основністю 1,0 наведена продуктивність доменної печі зросла на 0,86 %, а наведена питома витрата коксу знизився на 10,95 кг/т, або на 2,16%

4. За рахунок введення до складу обкотишів MgO і звуження інтервалу коливань максимальної температури в горні середня температура випалу обкотишів підвищеної основності зросла на 30-40°C. Більш висока газопроникність шару й підвищена температура випалу сприяли поліпшенню термообробки обкотишів по висоті шару

5. Передбачені заходи, що забезпечують безпеку, збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці.

6. Для захисту повітряного середовища промплощадки від технологічних і аспіраційних викидів передбачені аспіраційні і газоочисні установки. З метою запобігання забрудненню ґрунту і природних водоймищ стічними водами фабрики передбачені замкнуті оборотні системи виробничого водопостачання.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.					Висновки				Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.									д		
Реценз											
Н.контр.											
Затвер											

					Ст.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	