

ДИПЛОМНА РОБОТА
ВИКОНАВ
УЧЕНЬ ГРУПИ МТ-21
КАЛИНОВИЧ ДМИТР ОЛЕГОВИЧ
КЕРІВНИК РОБОТИ
ПЛОТНІКОВ ВОЛОДИМИР ВОЛОДИМИРОВИЧ

ТЕМА РОБОТИ

Використання органічних домішок, з метою покращення металургійних властивостей обкотишів в умовах фабрики з річною продуктивністю 7,5 млн обкотишів основністю 0,7

Реферат

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

Ключові слова: ОБКОТИШІ, 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 0,7 з магнетитового залізорудного концентрату.

Одержані обкотиші з вмістом заліза 61,2%. Міцність при стисканні – 220 кг/обкот. Відновленість – 79,7%. Міцність при відновно-тепловій обробці, в %: фракції більше 5 мм – 52,3-75,1; фракції менше 0,5 мм – 8,3-14,5.

Запропоновані основні технологічні та проектні рішення, згідно діючої технології.

В спеціальній частині розглянуто можливість використання органічних домішок, з метою покращення металургійних властивостей обкотишів.

ЗМІСТ

Вступ	
1. Загальна частина	
2. Спеціальна частина.....	
2.1. Вплив складу бенто-нолімернон композиції на елементи структури обкотишів	
2.2. Кінетичні залежності відновлення обкотишів і закономірності їх знеміцнення при відновленні	
2.3. Визначення критеріїв порівняння якості обкотишів	
2.4. Висновки.....	
3. Технологічна частина.....	
3.1. Вихідні дані для розрахунку шихти.....	
3.2. Розрахунок питомих витрат компонентів шихти.....	
3.3. Розрахунок хімічного складу обкотишів.....	
3.4. Розрахунок технологічної схеми виробництва обкотишів	
3.5. Вибір технологічною обладнання для цеху виробництва обкотишів.....	
3.6. Розрахунок кількості дробарок або млинів для підготовки за крупністю флюсів, твердого палива та бентонітової глини.....	
3.7. Вибір та розрахунок обладнання для термообробки сирих обкотишів.....	
3.8. Вибір та розрахунок огрудкувачів.....	
3.9. Остаточні данні по проекту цеху річної виробничої спроможності 7,4 млн. т обкотишів.....	
3.10. Проектно-компоновочні рішення фабрики огрудкування.....	
3.11. Вибір майданчика для будівництва фабрики.....	
4. Охорона праці.....	
5 Охорона оточуючого середовища	
Висновки	
Список використаної літератури	

ВСТУП

Обкотиші мають істотну різницю в цих показниках, що для останніх виражається у низьких основностях, температурах утворення розплаву і міцності при відновно-тепловій обробці, що приводить до збільшення висоти зони когезії і зв'язаних з цим порушень рівного ходу доменної печі. Міцність окускованих матеріалів у холодному стані і стабільність гранулометричного складу забезпечуються шляхом регулювання технологічних параметрів (зміни температури процесу, витрати твердого палива, висоти шару, механічної обробки спека і ін.). Підвищення основності, особливо для обкотишів, отриманих з концентратів з підвищеним (більш 5%) вмістом кремнезему, викликає утворення надлишкової кількості розплаву і приводить до порушення технологічного процесу. Тому для зближення значень основності обкотишів і агломерату необхідні дослідження в цьому напрямку. Насамперед - це формування шлакової зв'язки, що забезпечує міцність обкотишів і агломерату при відновно-тепловій обробці. Відновлюваність і високотемпературні характеристики окускованих залізорудних матеріалів залежать також від складу зв'язки (залізосилікатної, ферритів кальцію). Різниця у відновлюваності залізовмісних мінералів (гематит, магнетит, вюстит) і зв'язок створює умови для руйнування агломерату і обкотишів. Зближення відновлюваності зв'язок і залізовмісних матеріалів – це напрямок для поліпшення якості окускованих залізорудних матеріалів для доменної плавки.

Найважливішою проблемою доменної плавки є створення сприятливих умов формування розплавів, що мають вирішальний вплив на утворення зони когезії. Властивості розплавів (температура плавлення, в'язкість) визначаються ступенем відновлення оксидів заліза до вюститу. Відомим шляхом підвищення ефективності доменної плавки є застосування металізованих матеріалів. Виробництво їх стимулюється зростаючим дефіцитом коксуючого вугілля і коксу, а для сталеплавильних процесів – потребою в первородному залізі, не забрудненому домішками кольорових металів.

Одним з напрямків вирішення цієї проблеми є розробка сполученого процесу металізації і спікання тонкоподрібнених залізорудних концентратів в суміші з твердим паливом. Таким чином, для більш ефективної роботи доменних печей і інших металургійних агрегатів виявлена необхідність розробки окускованих залізорудних матеріалів з новими металургійними властивостями, а також подальших уточнень і проведення розробок для одержання окускованих продуктів, що задовольняють вимогам металургійних переробок. Ці розробки включають:

- комплексне дослідження металургійних властивостей залізорудних окускованих матеріалів і розробка на цій основі адекватних критеріїв

управління цими властивостями, що забезпечує поліпшення структури обкотишів, агломерату і губчатого заліза;

- розробка ефективних складів обкотишів, агломерату і губчатого заліза, що забезпечують зниження витрат коксу і підвищення продуктивності доменної печі;

- розробка технологічних і технічних рішень для виробництва окускованих залізорудних матеріалів із заданими металургійними властивостями на основі управління процесами тепло- і масообміну при використанні в шихті твердого палива і домішок, які регулюють склад зв'язки між оксидами заліза.

2 Спеціальна частина

2. Вивчення впливу органічних домішок на металургійні властивості окатишів

Відкриття [9] успадкованого взаємозв'язку характеристик якості сировини та випалених окатишів викликало жвавий інтерес серед науковців. Горбачов В.А., Усольцев Д.Ю. та інші дослідники [98-100], включаючи автора цієї праці, вивчаючи металургійні параметри випалених окатишів та вплив сполучних речовин, застосованих при виготовленні сирих окатишів, помітили зниження міцності сухих окатишів, якщо виключали бентоніт, що виступає сполучною речовиною, та замінювали його полімером. Це, за інших позитивних ефектів полімеру як сполучного засобу на металургійні показники окатишів (збільшення вмісту Fe, покращена відновлюваність та інше), може бути пов'язано зі зростанням стираності, яку визначали за виходом фракції розміром менше 0,5 мм. Отже, виявилось важливим, не виключаючи бентоніт повністю, дослідити вплив полімерних домішок на металургійні властивості окатишів. У окатиші з збагаченого концентрату вводили модифікуючі добавки - боксит та сидерит (таблиця 2.1).

Вивчення металургійних характеристик, як і колись, починалося з аналізу фазового складу та структури окатишів.

2.1. Вплив складу бенто-полімерної композиції на структурні особливості окатишів

Мікроскопічна будова та фазовий склад окатишів було визначено методом мікрорентгеноспектрального аналізу в Інституті металургії УрВ РАН, під керівництвом Сапожникової Т.В. В результаті обробки отриманих відомостей з'ясовано, що використані боксит та сидерит беруть участь у процесах мінералоутворення під час випалювання окатишів, а полімерні матеріали, разом з бокситом і сидеритом, впливають на формування їхньої структури. Зокрема, додавання бокситу сприяє реакціям утворення алюмосилікатів і браунмілериту, які є основою для формування тугоплавкої та важковідновлюваної зв'язки окатишів. Добавки сидериту, крім утворення дрібної пористості внаслідок розкладання карбонату, призводять до зміни хімічного складу зв'язки, про що свідчать результати дослідження за допомогою оптичного мікроскопа.

У разі додавання БПК відбувається трансформація характеру пористості. Порова структура набуває більш тонкої та рівномірної конфігурації. Це корелюється з особливостями вигорання полімеру на ранніх етапах термообробки. Значущу роль, імовірно, відіграє також модифікація поверхневих властивостей сполучної суспензії, що сприяє підвищенню активності міжфазної взаємодії між нею та частинками концентрату. Це зумовлює краще розтікання суспензії по частинках концентрату, що, з одного боку, інтенсифікує наступні процеси спікання, а, з іншого – призводить до

зниження міцнісних показників сирих обкотишів. Логічно, ці закономірності більш виражені у обкотишах, виготовлених з дозбагаченого концентрату. У котунах, отриманих з базового концентрату, де доля сполучної композиції значно менша за об'єм порожньої породи, її вплив на формування зв'язки обкотишів не настільки значний.

2.1.1. Вплив полімеру "floform", модифікаційних добавок (бокситу та сидериту) на елементи структури обкотишів

Досліджувався вплив полімеру та його комбінацій з бентонітом (БПК) на властивості та якість обкотишів, виготовлених з базового (питома поверхня $\sim 1550 \text{ см}^2 / \text{г}$) та дозбагаченого (питома поверхня $\sim 2000 \text{ см}^2 / \text{г}$) концентратів МГЗК. При цьому до складу БПК вводилися хакаський бентоніт та імпортований полімер – "floform".

Аналіз результатів експериментів дав можливість встановити кореляцію між елементами порової структури обкотишів та вмістом FeO , а також принципові відмінності у закономірностях відновлення та знеміцнення обкотишів у процесі відновлення.

Таблиця 2.1 - Склад шихти, частка сполучного і властивості обпалених обкотишів МГЗК з базового і дозбагаченого концентратів

проби	Склад шихти, %	Кількість	Холодна мішність, кг/ок	Масова доля				Пористість, %
				Fe	Fe O	SiO ₂	Ca O	
				%	%	%	%	
1	К-т (базовий) + бентоніт	0,4	347	65	0,48	7,8	0,34	21
2	К-т (базовий)+ композиція(бент.99,5%+0,5%полімер«floform»)	0,4	364	65	0,59	7,83	0,35	21,6
3	К-т (базовий)+ композиція(бент.99%+1%полімер«floform»)	0,4	387	65	0,53	7,82	0,25	22,7
4	К-т (базовий)+ композиція(бент.98%+2%полімер«floform»)	0,4	435	65,1	0,48	7,82	0,25	21,9
5	К-т (базовий)+ композиція(бент.97%+3%полімер«floform»)	0,4	420	65,1	0,43	7,88	0,27	28,6
6	К-т (базовий)+ композиція(бент.95%+5%полімер«floform»)	0,4	350	65,1	0,46	7,85	0,24	24,7
7	К-т (дозбагач)+ бентоніт (Хакас.)+0,7%боксит+0,7%сидерит	0,4	288	65,9	0,79	3,61	0,22	22,2
8	К-т (дозбагач)+ композиція(бент.99,5%+0,5%полімер«floform»)+0,7%боксит+0,7%сидерит	0,4	298	65,9	1,22	3,56	0,18	21,5
9	К-т (дозбагач)+ композиція(бент.99%+1%полімер«floform»)+0,7%боксит+0,7%сидерит	0,4	340	65,8	0,96	3,51	0,19	21
10	К-т (дозбагач)+ композиція(бент.98%+2%полімер«floform»)+0,7%боксит+0,7%сидерит	0,4	350	65,8	0,95	3,54	0,22	22,6

11	К-т (дозбагач)+ композиція(бент.97%+3%полімер«floform»)+0,7%боксит+0,7%сидерит	0, 4	210	65, 9	1,0 8	3,5 1	0,2 5	21, 9
12	К-т (дозбагач)+ композиція(бент.95%+5%полімер«floform»)+0,7%боксит+0,7%сидерит	0, 4	376	65, 9	0,6 6	3,5 4	0,2 7	21, 2
13	К-т (базовий)+ композиція(бент.98%+2%полімер«floform»)	0, 3	432	65	0,7 3	7,9	0,2 4	22, 8
14	К-т (базовий)+ композиція(бент.98%+2%полімер«floform»)	0, 4	419	65, 2	0,3 9	7,7	0,2 1	23, 6
15	К-т (базовий)+ композиція(бент.98%+2%полімер«floform»)	0, 5	418	65, 1	0,6 6	7,9 6	0,2 3	24, 9
16	К-т (дозбагач)+ композиція(бент.98%+2%полімер«floform»)+0,7%боксит+0,7%сидерит	0, 3	288	68, 6	0,4 1	3,4 3	0,2 5	22, 6
17	К-т (дозбагач)+ композиція(бент.98%+2%полімер«floform»)+0,7%боксит+0,7%сидерит	0, 4	292	65, 6	0,7 6		0,2 5	24, 7
18	К-т (дозбагач)+ композиція(бент.98%+2%полімер«floform»)+0,7%боксит+0,7%сидерит	0, 5	356	65, 8	1,1		0,2 5	21
19	К-т(дозбагач)+ композиція(бент.95%+5%полімер«floform»)+	0, 4	184	65, 9	0,7 5	3,3 1	0,1 8	23, 3
20	К-т (дозбагач)+0,02%полімер«floform» +0,7% боксит+0,7% сидерит	0, 4	217	68, 2	0,6 8	3,0 8		23, 5
21	К-т (дозбагач)+композиція(бент95%+5 %полімер«ПБ500»)+0,7% боксит+0,7% сидерит	0, 4	236	68, 1	0,6 8	3,2 8		21, 9
22	К-т (дозбагач)+0,02%полімер«ПБ500» +0,7% боксит+0,7% сидерит	0, 2	199	68, 3	0,6 7	3,0 6	0,1 7	21, 2

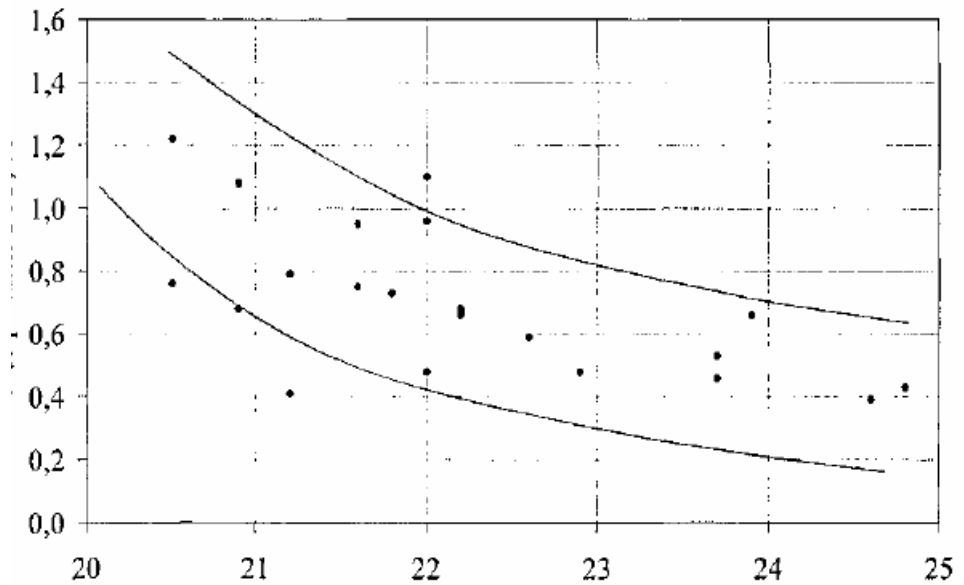
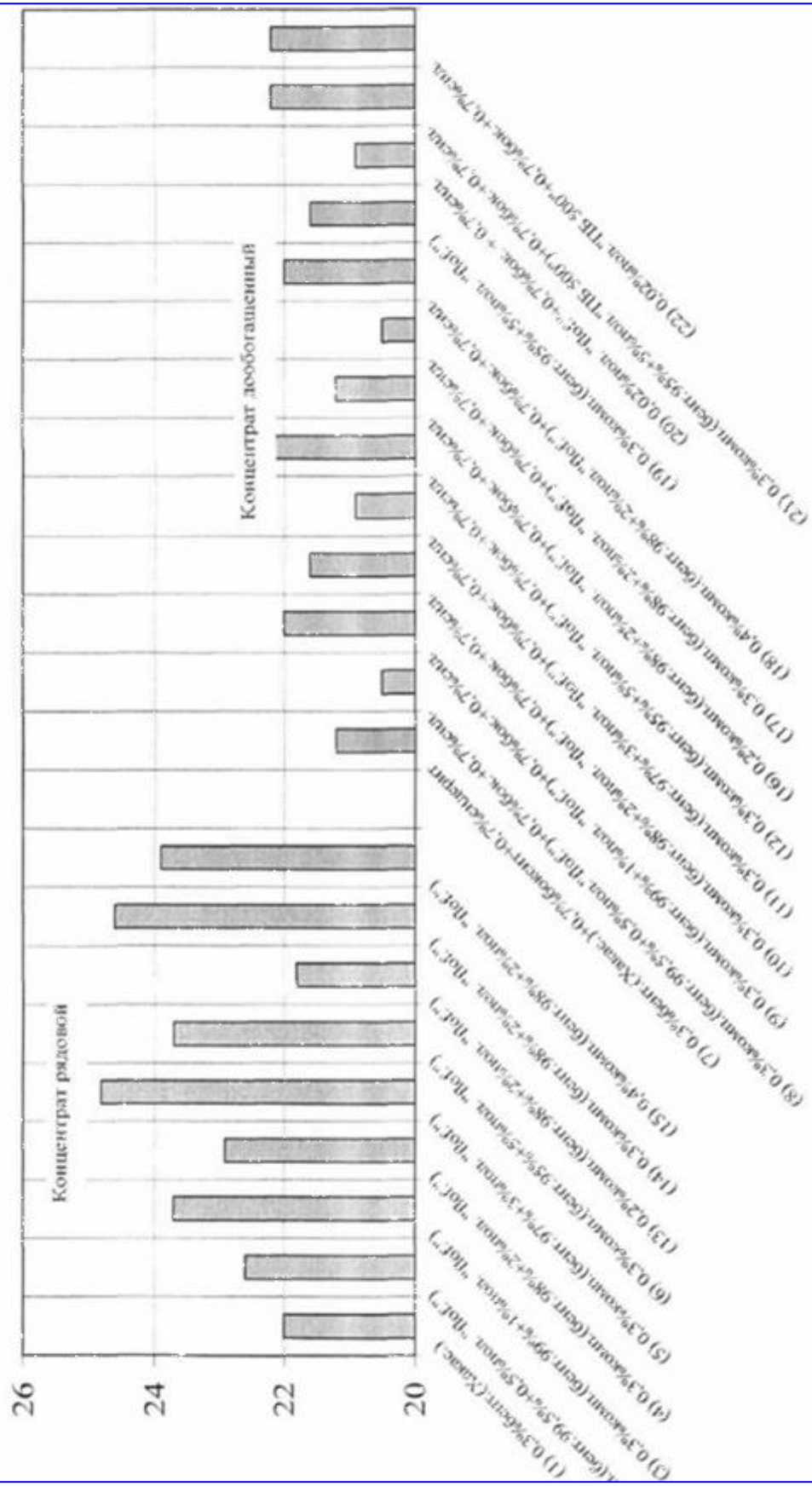


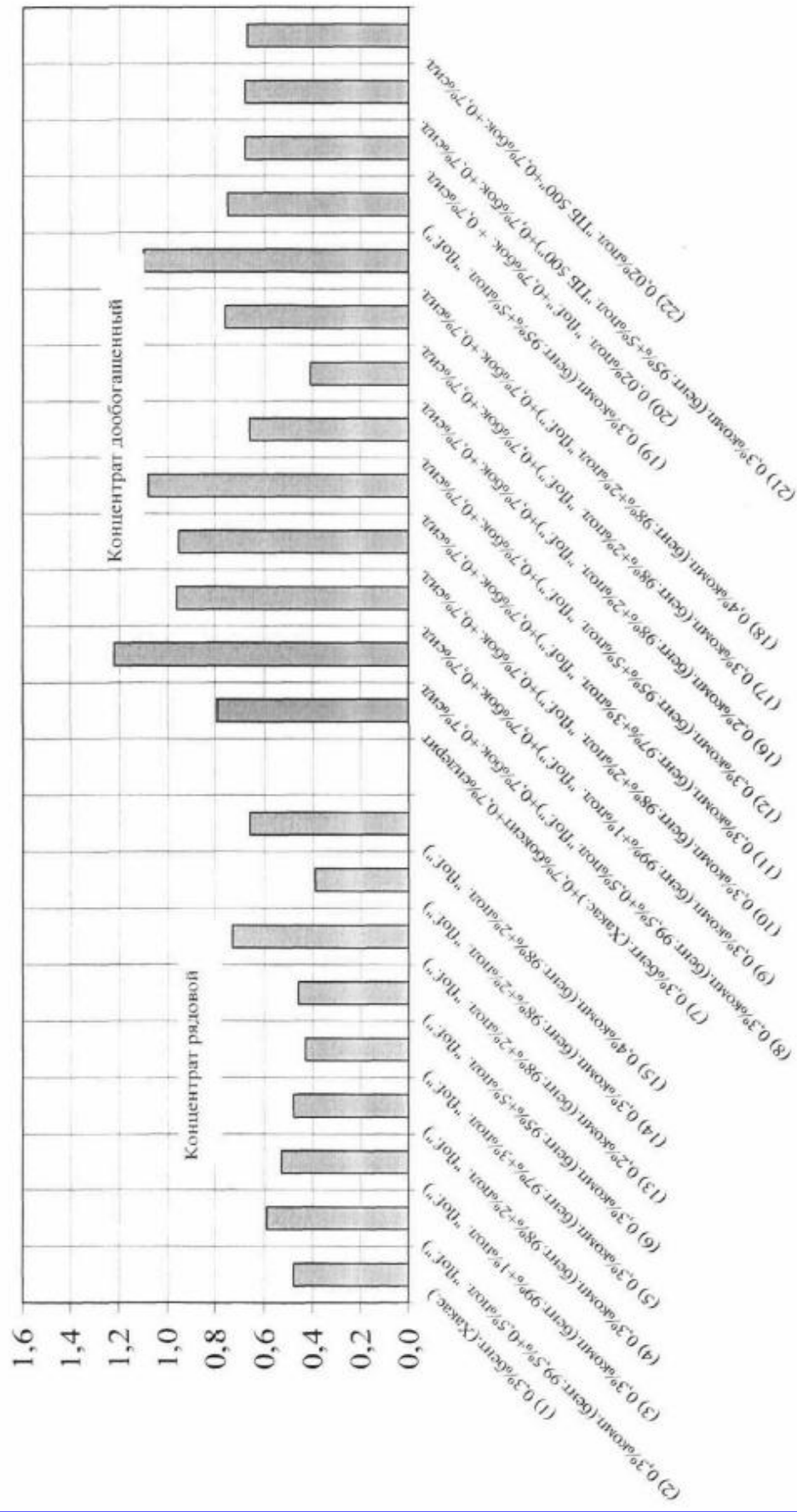
Рисунок 2.1 - Залежність змісту FeO в обкотишах від їх пористості

Значення пористості та вміст FeO для всіх досліджуваних зразків обкотишів показано на рисунках 2.2 та 2.3. Спостерігається, що зміна фракційного складу концентрату (від базового до збагаченого), в напрямку збільшення дрібних фракцій, супроводжується зниженням пористості, а при ідентичному режимі випалу - підвищенням вмісту FeO в обкотишах.

2.1.2. Вплив полімерів ПБ-2 та ПБ-3 на структурні характеристики обкотишів

Було цікаво дослідити вплив вітчизняних полімерних добавок ПБ-2 та ПБ-3, а також їх комбінацій з бентонітом на властивості та якість обкотишів з базового концентрату (табл.2.2.).





Таблиця 2.2

Витрата сполучного і властивості обпалених обкотишів з базового концентрату

№ про б	Витрати сполучного		Масова доля				Основ ність	Rхол ,	Міні-барабан		Пористість,
			Fe	F'eO	CaO	SiO ₂			Б+5,	Б-0,5,	
	%		%	%	%	%		Н/о к	%	%	%
	ПБ -2	Бентоніт									
1	0	0,6	62,4	2,26	1,32	7,7	0,197	36,90	97,9	3,2	22,51
2	0,01	0,6	62,4	1,32	1,3	7,81	0,191	37,05	98,2	2,9	20,37
3	0,01	0,5	62,4	1,24	1,31	7,74	0,194	38,15	97,8	3,2	22,37
4	0,04	0,5	62,4	0,6	1,3	7,56	0,198	36,99	97,9	3	21,65
5	0,01	0,26	62,4	0,95	1,32	7,63	0,198	39,93	97,6	3,3	22,79
6	0,04	0,26	62,5	0,52	1,31	7,64	0,197	37,68	97,5	3,2	21,22
7	0,01	0,1	62,6	1,3	1,31	7,6	0,198	40,05	96,4	4,4	22,58
8	0,04	0,1	62,6	0,61	1,3	7,48	0,180	42,30	97,1	3,8	21,58
9	0,02	0	62,5	0,56	1,32	7,54	0,181	42,62	96,3	4,4	22,79
	ПБ 3	Бентоніт									
10	0	0,6	62,5	1,64	1,31	7,71	0,185	37,19	97,7	3,2	21,51
11	0,01	0,6	62,7	1,86	1,34	7,72	0,186	38,75	97,6	3,2	22,79
12	0,01	0,5	62,5	0,94	1,42	7,7	0,2	36,61	97	3,8	22,72
13	0,04	0,5	62,5	0,58	1,42	7,73	0,199	38,07	97,4	3,4	21,86
14	0,00	0,26	62,6	0,72	1,43	7,58	0,204	41,07	97,1	3,7	21,22
15	0,04	0,26	62,6	0,42	1,44	7,7	0,207	32,94			22,72

16	0,0 1	0,1	62, 5	0,7 8	1,4 6	7,56	0,20 9	39, 72	97	3,7	21,2 4
17	0,0 4	0,1	62, 6	0,3 9	1,4	7,72	0,19 7	35, 66	97, 1	3,8	23,1 5
18	0,0 3	0	62, 7	0,5 5	1,4 2	7,62	0,20 2	46, 18	97, 4	4,4	24,9 3

Вивчення впливу органічних добавок на пористість обкотишів, що є ключовим структурним параметром, представлено на малюнку 2.4. Видно чітку тенденцію збільшення пористості зі збільшенням частки додавання добавки.

Вплив складу бенто-полімерної композиції (БПК) на вміст FeO, що визначає хімічну структуру обкотишів, ілюструється на малюнку 2.5. Аналізуючи дані (малюнок 2.5), можна зробити висновок, що при зменшенні частки бентоніту у шихті, спостерігається зниження FeO в обкотишах, що пов'язано зі зменшенням кількості зв'язуючого компоненту.

Разом з загальним зниженням FeO при зменшенні вмісту бентоніту, помітні також максимуми та мінімуми при зміні долі полімеру від 0,01 до 0,03% відповідно, тобто збільшення частки полімеру у шихті в зазначених межах сприяє зростанню пористості та зменшенню вмісту FeO в обкотишах.

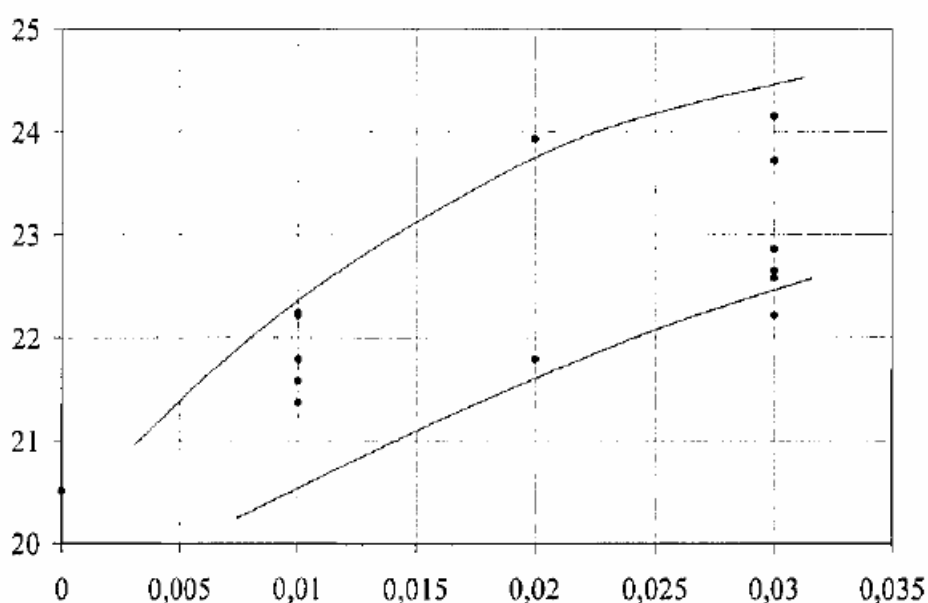


Рисунок 2.4 - Залежність пористості обкотишів від кількості органічної добавки

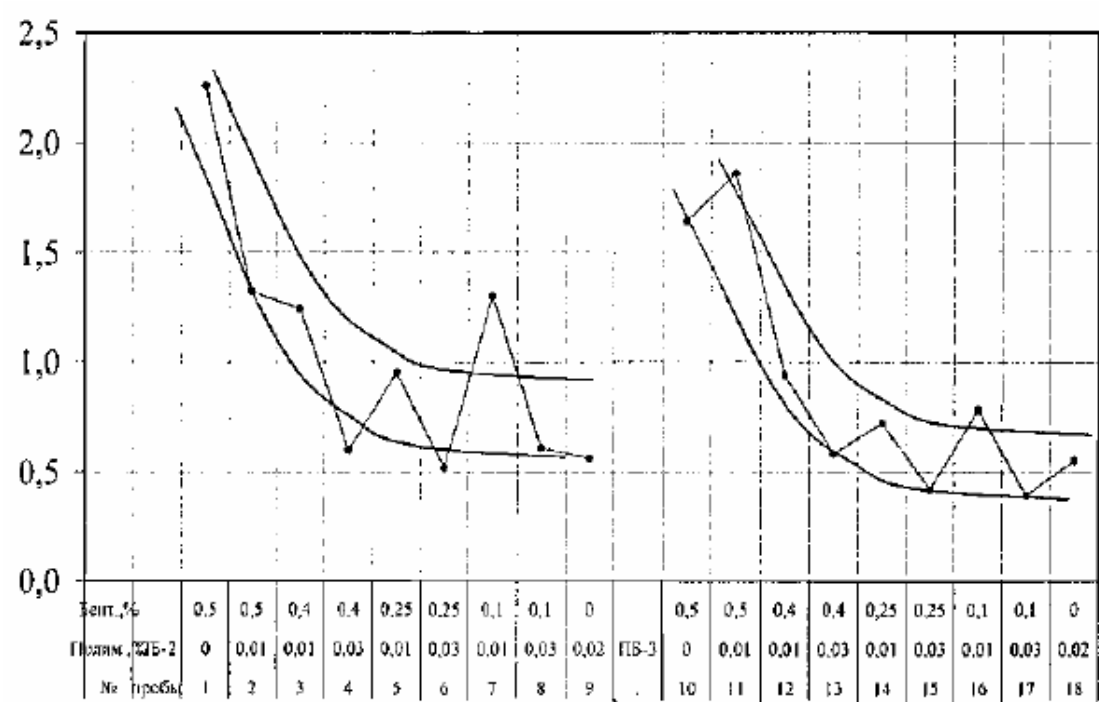


Рисунок 2.5 - Вплив вмісту FeO в обкотишах на кількість бентоніту та органічної добавки

Тут спостерігається вже відома залежність (малюнок 2.6). Збільшення пористості обкотишів веде до зменшення вмісту FeO.

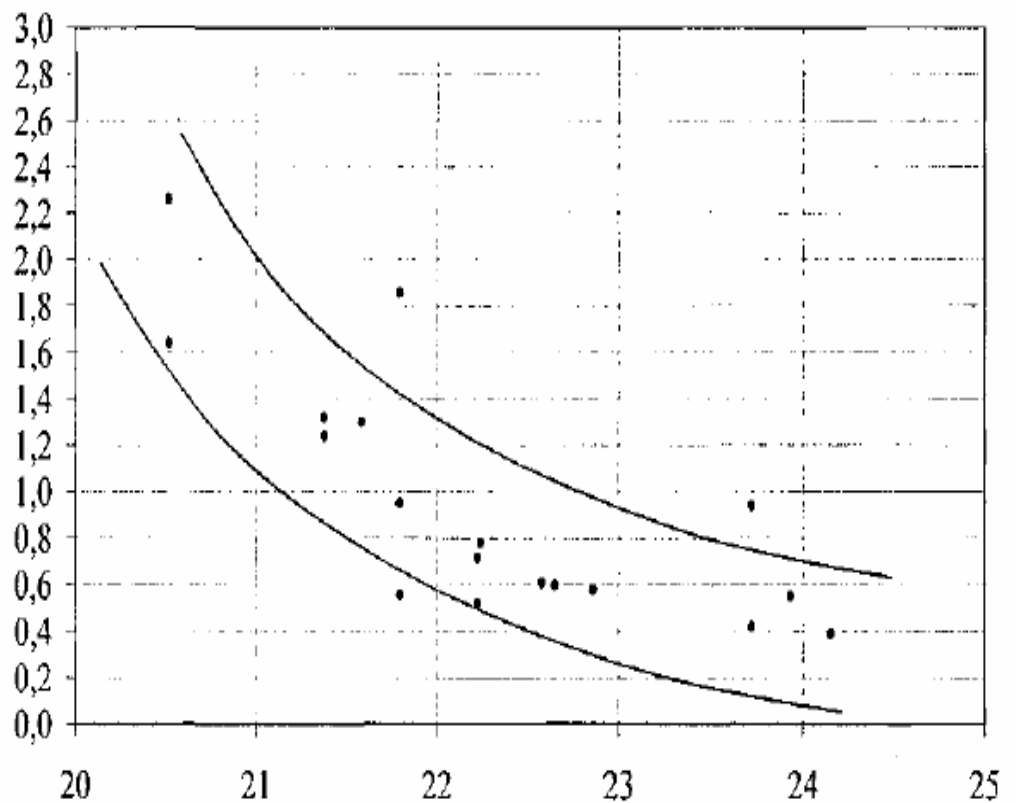


Рисунок 2.6 - Залежність змісту FeO від пористості

Опрацювання здобутків експериментів дозволило виокремити вплив складу БПК на стійкість сухих окатишів і на важливу металургійну властивість окатишів - стирання (вихід фракції $-0,5$ мм). Ці залежності представлені на зображеннях 2.7 та 2.8.

Відтак з наведених відомостей постає, що при скороченні частки бентоніту у шихті міцність сухих окатишів монотонно спадає, незалежно від обсягу полімеру. Параметр стирання випалених окатишів водночас зростає, що становить значущу перевагу бенто-полімерної композиції над полімером.

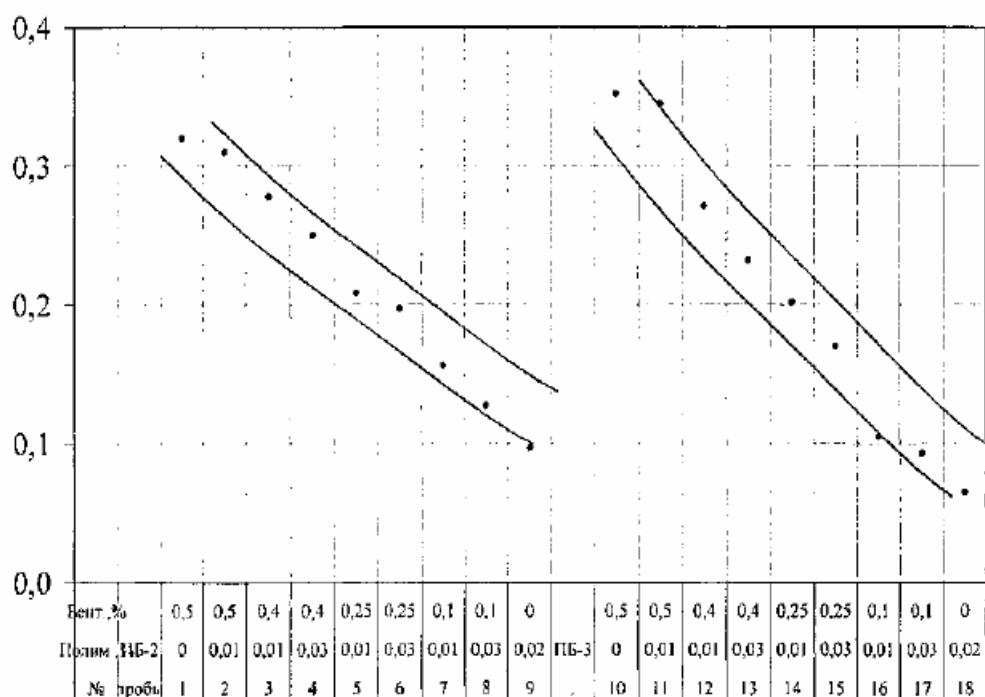


Рисунок 2.7 - Залежність міцності сухих обкотишів від кількості бентоніту

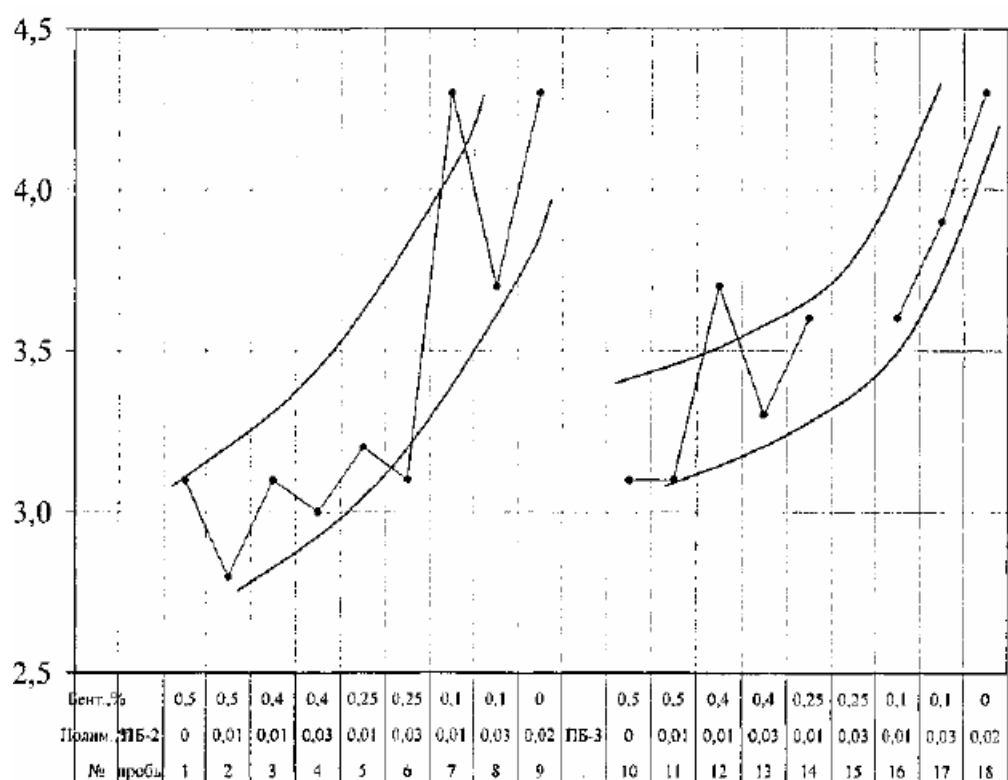


Рисунок 2.8 - Залежність стираності обкотишів від кількості бентоніту та органічної добавки

2.2. Кінетичні залежності відновлення обкотишів та закономірності їх знеміцнення при відновленні

Дослідження кінетики проводилися відповідно до методу, описаного у розділі 2.

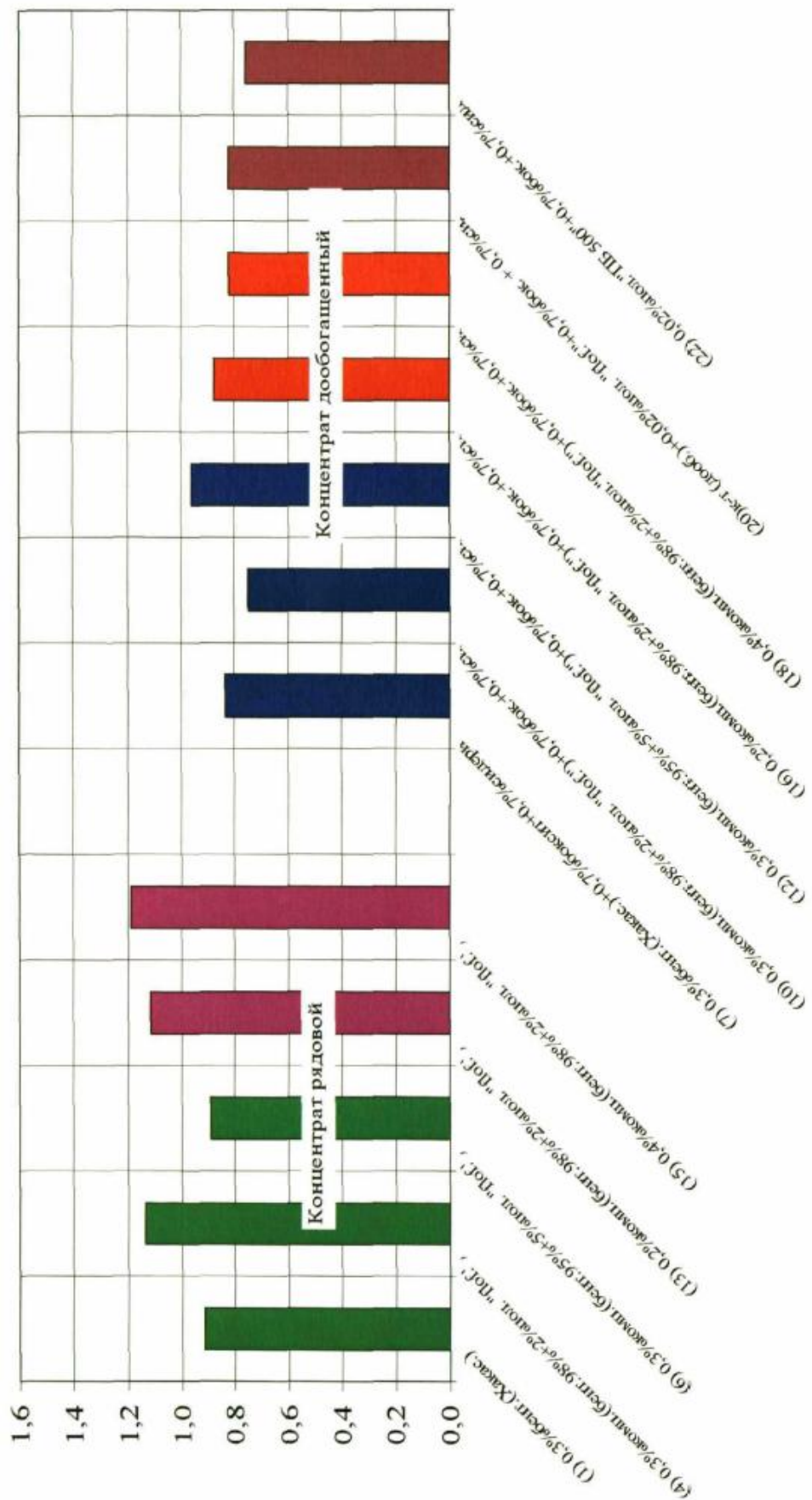
2.2.1 Вплив полімеру "floform", модифікуючих добавок (бокситу і сидериту) на відновлюваність та знеміцнення при відновленні обкотишів

Вивчали вплив складу та кількості сполучного на параметри відновлення та властивості обкотишів.

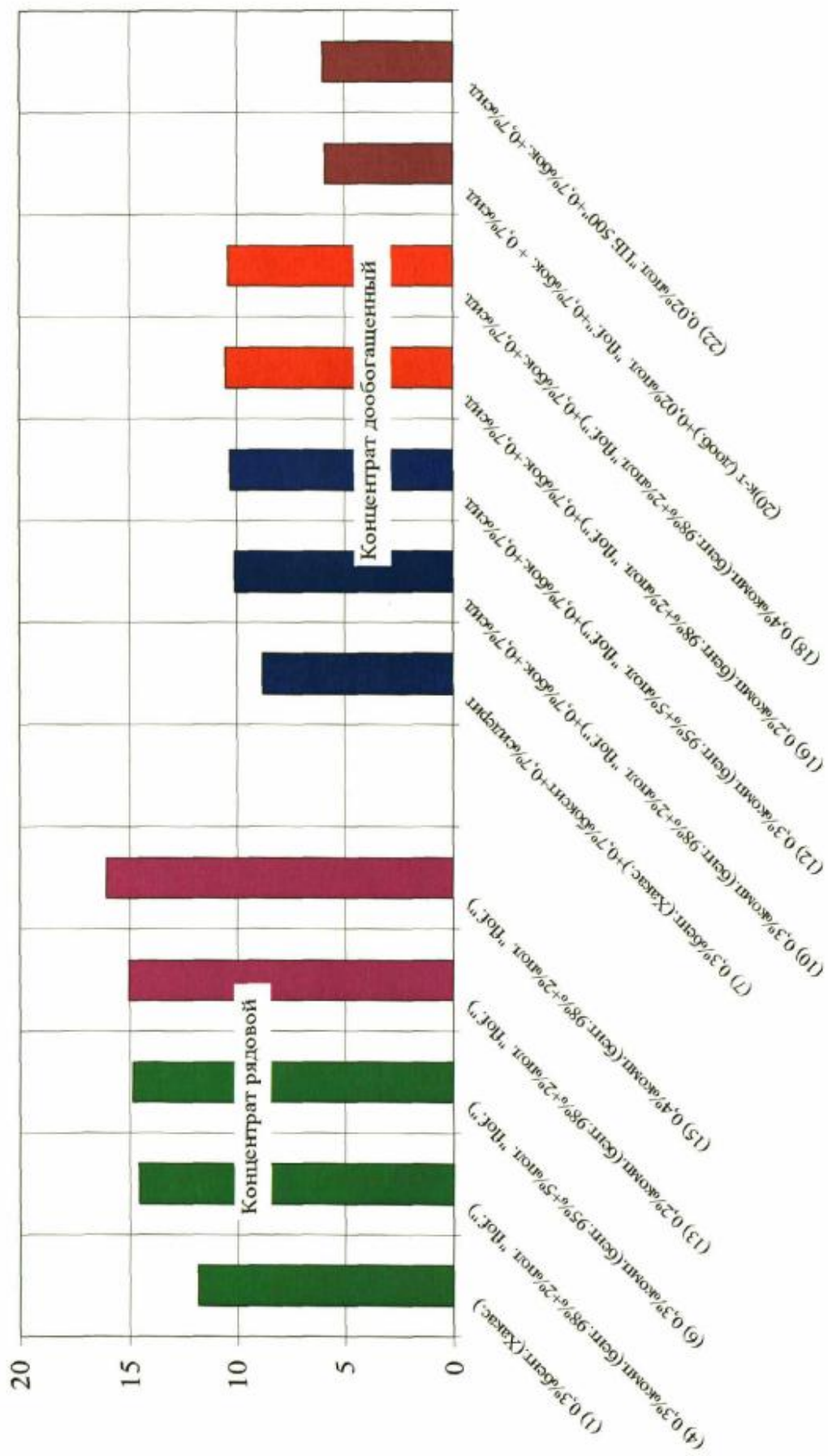
Аналізуючи константи швидкості реакції відновлення обкотишів з базового концентрату за температури 700°C та зіставляючи їх з міцністю (малюнки 2.9 та 2.10), можна визначити, що найменший ступінь відновлення та міцність мають обкотиші з проби № 1 (базовий концентрат + бентоніт). Збільшення частки полімеру від 0 до 2% у композиції за рахунок зменшення бентоніту до 98% (проби № 1-4) покращує відновлюваність обкотишів. Міцність при цьому становить приблизно 150 кг/обк. Подальше збільшення вмісту полімеру у композиції до 5% (проба 6) не призводить до суттєвої зміни відновлюваності.

Спостерігається чітка залежність міцності частково відновлених обкотишів від частки полімерів. Зі збільшенням частки полімерів у складі обкотишів їхня гаряча міцність зростає. Таким чином, з огляду на економічну доцільність, оптимальним співвідношенням у композиції є: 98% бентоніту та 2% полімеру "floform" – проба № 4.

Було цікаво дослідити вплив на відновлюваність та міцність зміни частки композиції, що має склад, аналогічний пробі № 4, до 0,2 та 0,4% в обкотишах (малюнки 2.9 та 2.10, проби № 13 та 15). Як показали дослідження, при збільшенні частки композиції від 0,2 до 0,4% відновлюваність обкотишів поліпшується. При цьому збільшується і



гаряча міцність, що зумовлено рівномірною відкритою пористістю, що запобігає розтріскуванню обкотишів при відновленні.



З аналізу швидкостей відновлення окатишів другої партії (з дозбагаченого концентрату з модифікуючими домішками (боксит і сидерит) та співставлення їх (швидкостей) з міцністю окатишів (малюнки 2.9 – 2.10), стає зрозуміло, що окатиші, в які додавався тільки боксит та сидерит (проба № 7), відновлюються не гірше, ніж окатиші з добавкою 0,3% композиції з бентоніту та полімерів у різному співвідношенні (проби № 10 і 12). При цьому міцність частково відновлених за температури 700 ° С окатишів проби № 7 сягає ~ 80 кг / ок., тоді як у пробах № 10 і 12 ~ 100 кг / ок.

Введення до складу окатишів другої партії полімерів від 0 до 2% призводить до зростання їхньої міцності. Зміна кількості доданих полімерів до складу композиції від 2 до 5% суттєво не впливає на гарячу міцність (частково відновлених окатишів). Окатиші з проби № 12, не поступаючись за міцністю пробі № 10, навіть перевершують їх за відновлюваністю. Отже, при застосуванні в окатишах бокситу та сидериту (в даному випадку по 0,7% кожного) збільшення в композиції полімерів до 0,5% за рахунок зменшення частки бентоніту до 95% позитивно позначається на відновлюваності та міцності частково відновлених окатишів.

Аналіз впливу на відновлюваність і міцність зміни частки композиції того ж складу до 0,2 і 0,4% в окатишах, які містять дозбагачений концентрат з домішками 0,7% бокситу та 0,7% сидериту (проби № 16 і 18 відповідно), продемонстрував, що збільшення частки композиції у даному випадку майже не вплинуло на відновлюваність та гарячу міцність окатишів.

Таким чином, найефективнішою виявилася композиція в кількості 0,3% (проба № 12).

Якщо припустити, що режими випалу окатишів 1 та 2 серії, а також умови їхнього огрудування однакові, то, при порівнянні окатишів з базового і дозбагаченого концентрату з домішкою по 0,7% бокситу та сидериту, можна встановити, що окатиші 2 серії мають меншу гарячу міцність у зв'язку з неоднорідністю фаз, а також гіршу відновлюваність через щільнішу структуру.

Окатиші, при виробництві яких не використовувався бентоніт та до дозбагаченого концентрату додавалося 0,02% полімеру, 0,7% бокситу та

0,7% сидериту (проби № 20 і 22), характеризуються найнижчою гарячою міцністю ~ 60-70 кг / ок.. Значення констант швидкості відновлення у порівнянні з показниками вище розглянутих проб (рисунок 2.9). Це, імовірно, пов'язано з розтріскуванням їх при відновленні з втратою міцності. Отже, використання чистих полімерів (без бентоніту) є недоцільним.

Отже, найбільш якісними з точки зору хорошої відновлюваності з одночасним збереженням високої міцності, а також економічно вигідними з огляду на використання сполучного, є окатиші з вмістом композиційного сполучного 0,30-0,35%, що складається з 98% бентоніту та 2% полімеру "floform" для рядового концентрату і з 95% бентоніту та 5% полімеру для дозбагаченого.

2.2.2 Вплив полімерів ПБ-2 та ПБ-3 на відновлюваність і знеміцнення при відновленні окатишів

Аналізуючи константи швидкості реакції відновлення окатишів з домішками полімеру ПБ-2 за температури 700 ° С (малюнок 2.11), видно, що швидкість відновлення збільшується при збільшенні частки полімеру. Найбільш наочно це проявляється у пробах № 5 і 6, де бентоніт доданий в однаковій кількості – 0,25%, а полімер 0,01 і 0,03%, відповідно. Найвищий ступінь відновлення мають окатиші без бентоніту, з добавкою полімеру 0,02% (проба № 9). Однак тут слід враховувати, що відновлюваність та гаряча міцність є взаємовиключними характеристиками.

Зіставляючи швидкості відновлення з міцністю частково відновлених окатишів (малюнок 2.12), варто відзначити, що при збільшенні частки полімеру зростає не тільки швидкість відновлення, але й міцність частково відновлених окатишів. Як вже було зазначено вище, окатиші з проби № 9, без бентоніту, з добавкою полімеру 0,02% мають найбільшу швидкість відновлення. Міцність їх, у свою чергу, зіставна з міцністю окатишів з проби № 1 з домішкою бентоніту в кількості 0,5% без полімеру (~ 150 кг / ок.) І лише трохи поступається.

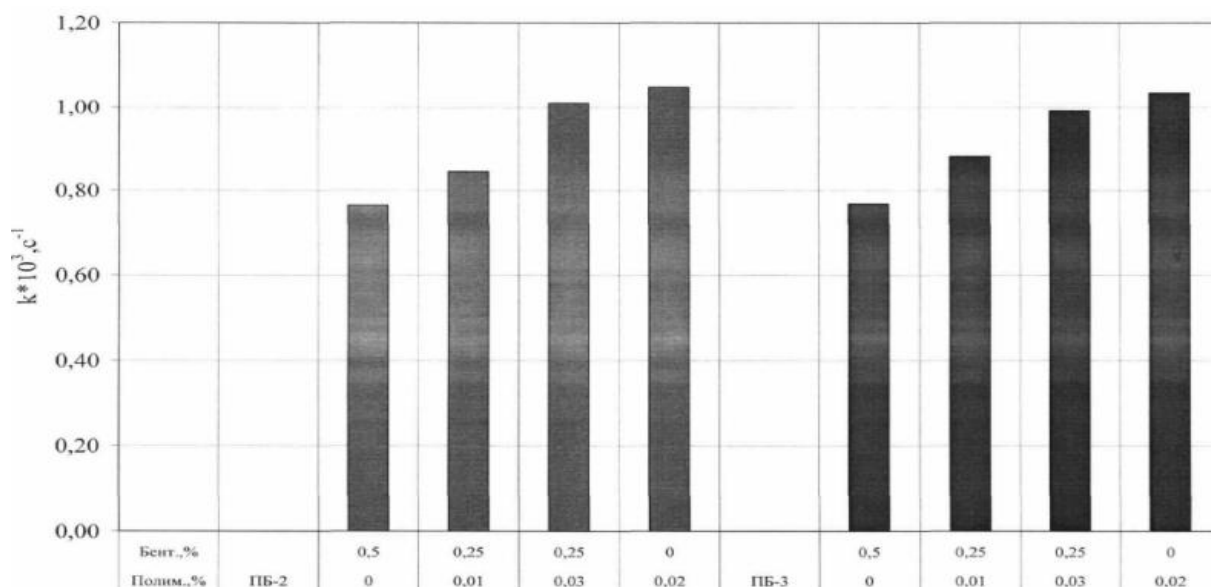


Рисунок 2.11 - Константа швидкості реакції відновлення (при 700 °С) досліджуваних обкотишів

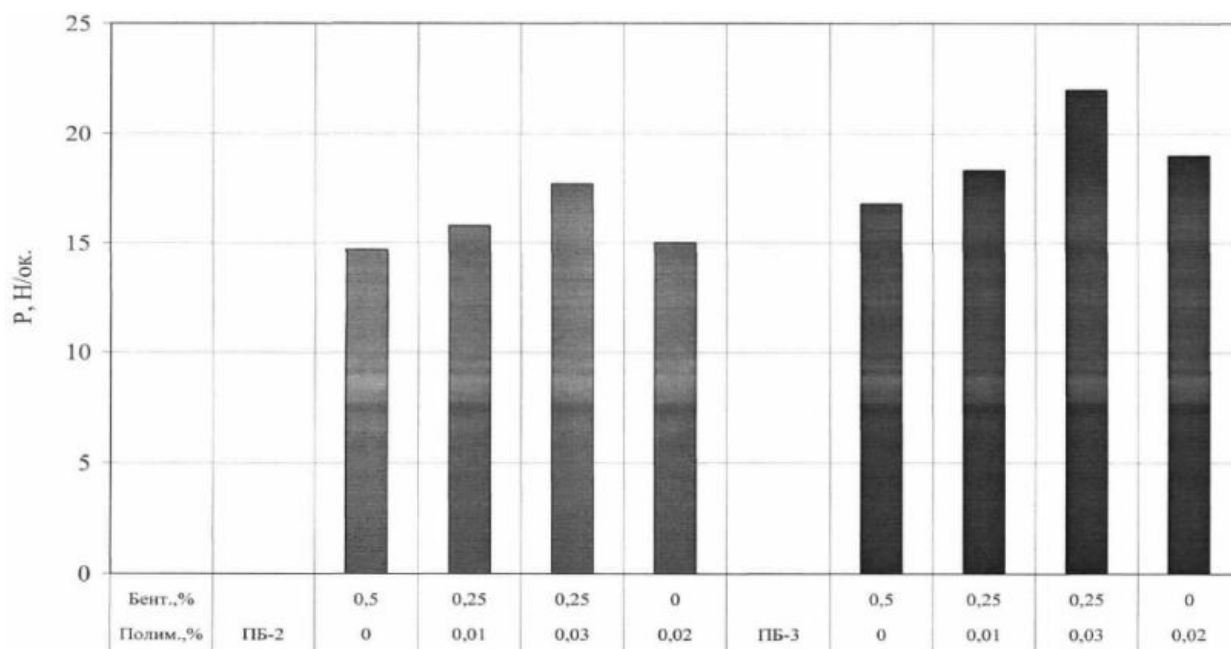
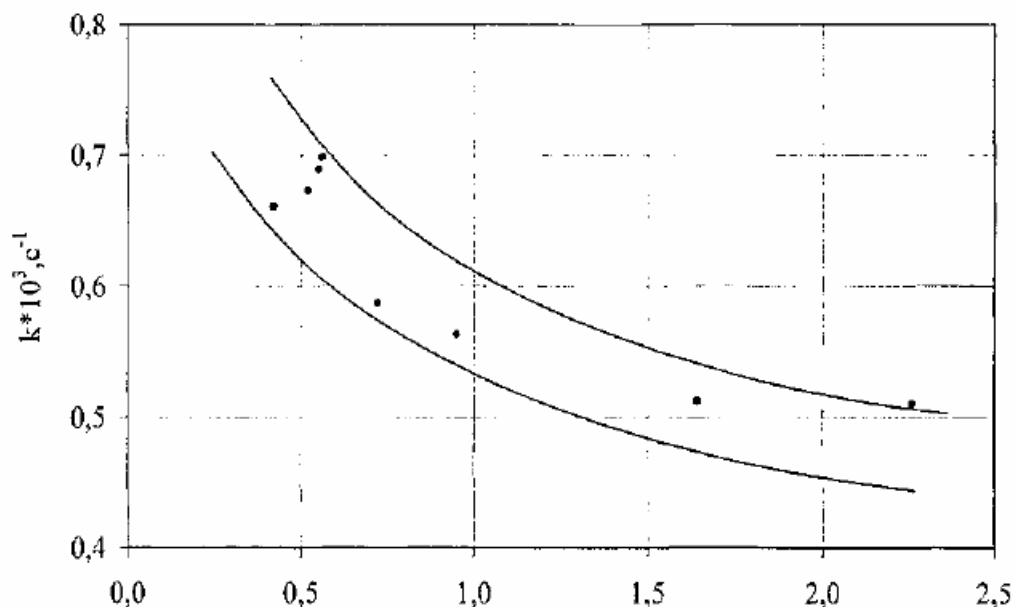


Рисунок 2.12 – Гаряча міцність (700°C) досліджуваних обкотишів

проби № 5 (158 кг / обк.) з добавкою бентоніту в кількості 0,25% і полімеру 0,01%.

Отже, враховуючи швидкість відновлення та міцність частково відновлених окатишів, найоптимальнішими виявляються окатиші з складом шихти, що відповідає пробі № 6.

Проводячи аналіз тих самих параметрів окатишів з додаванням полімеру ПБ - 3 при температурі 700 ° С (рисунки 2.10-2.11), можливо визначити, що швидкість відновлення та гаряча міцність коригуються в залежності від пропорції бентоніту та полімеру у шихті, аналогічно до окатишів з полімером ПБ - 2. Але при використанні ПБ - 3 вони дещо вищі.



Малюнок 2.13 - Залежність константи швидкості реакції відновлення (при 700 ° С) від змісту FeO

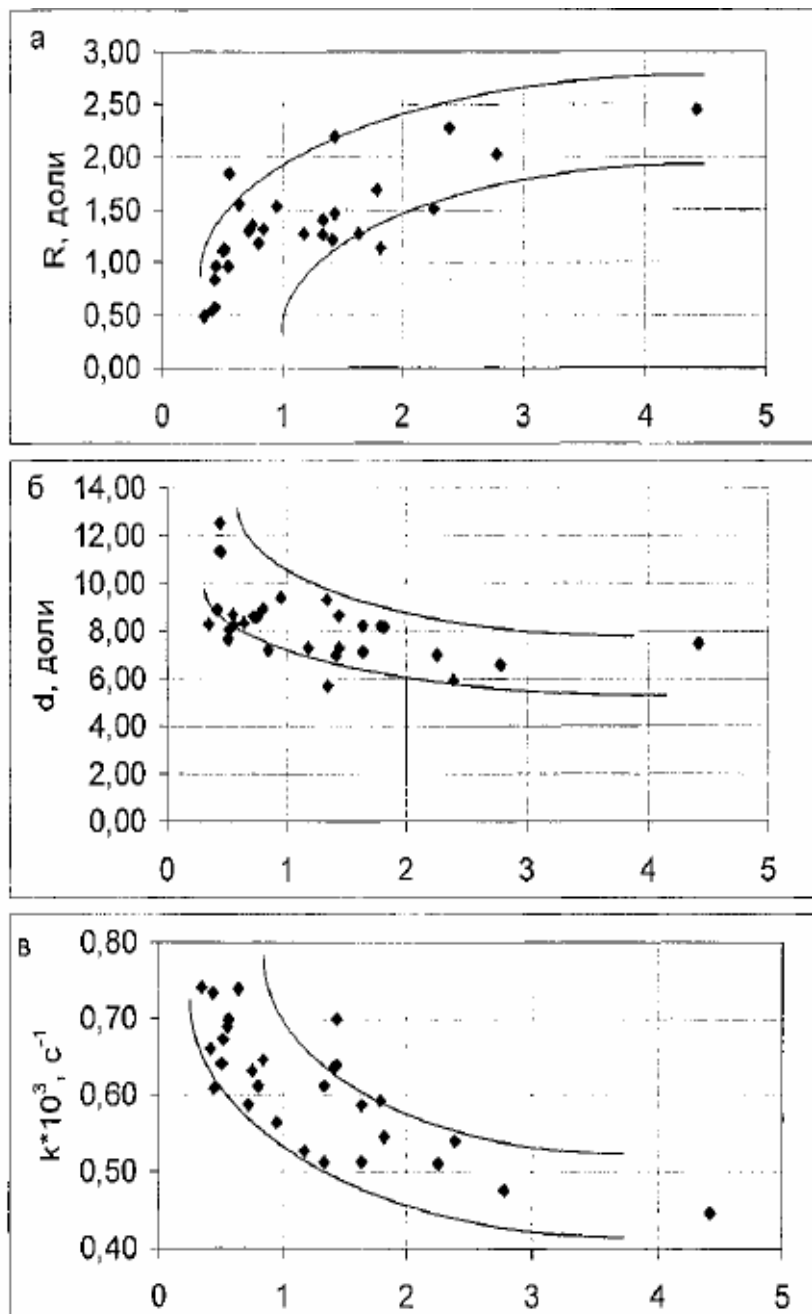
2.3. Визначення критеріїв порівняння якості окатишів

Серед розмаїття характеристик металургійних властивостей залізорудної сировини для окатишів, варто виокремити три ключові: здатність до відновлення, міцність під час відновлення та характер руйнування (зміна гранскладу).

Раніше, для порівняння активності взаємодії окатишів з відновлювальним газом, або, інакше кажучи, найважливішої металургійної характеристики - відновлюваності, використовували константу швидкості реакцій - k . Її розраховували за експериментальними даними, що потребувало значних зусиль як у виконанні, так і з точки зору часу. Як було продемонстровано, між швидкістю відновлення обпалених окатишів та наявністю в них FeO, одного зі складових структури, існує доволі стабільний взаємозв'язок. Отже, одним із критеріїв якості окатишів – їх здатністю до відновлення, може слугувати вміст FeO, який, до того ж, легко визначити одночасно із

вимірюванням вмісту заліза, що є обов'язковим елементом при узгодженні умов поставки. Чим нижча концентрація цього елемента, тим вищою є металургійна цінність окатишів. Наприклад, підвищені вимоги до окатишів, призначених для металізації, передбачають вміст FeO не більше 0,8%.

Узагальнення накопиченої інформації (малюнок 2.14) з дослідження якості окатишів, вироблених у лабораторних умовах та обпалених на одній із випалювальних машин у різні періоди її функціонування, дало змогу встановити взаємозв'язок таких показників їх якості, як відновлюваність (константа швидкості реакцій - k), зміна міцності при відновленні та характер знеміцнення при відновленні - (+5 мм /-5мм), з вмістом FeO в окатишах.



Малюнок 2.14 - Залежність кратності зміни міцності $R = (R_{\text{обпал}} - R_{\text{відновл}}) / R_{\text{відновл}}$ (а), показника характеру руйнування $d = (\text{клас} + 5) / (\text{клас} - 5)$ (б) та константи швидкості реакції k (в) від вмісту FeO в обпалених окатишах

Результати, що зображені на рисунку 2.14 а, б, демонструють, що зменшений вміст FeO в окатишах позитивно впливає на їхню стійкість до деградації та подрібнення на дрібні фракції. Вивчення кінетики відновлювальних процесів показало зростання константи швидкості реакції при зниженні рівня FeO (рисунок 2.14 в).

Виявлено чіткий взаємозв'язок між показниками якості досліджуваних матеріалів та вмістом FeO. Ці взаємовідносини мають узагальнений характер,

проте вимагають врахування особливостей конкретного виду концентрату. Для окатишів, виготовлених з одного і того ж типу концентрату, вміст FeO може слугувати критерієм металургійної якості.

Отже, це дало змогу під час виготовлення експериментальних партій випалених окатишів з вихідного концентрату на даному етапі досліджень визначати найважливішу металургійну характеристику окатишів – відновлюваність – на основі зміни вмісту FeO .

2.4. Висновки

1. Полімери, рівномірно розподілені по всій масі окатишів, сприяють активнішому формуванню пористої структури під час випалювання. Це, у свою чергу, створює сприятливі умови для більш повного протікання процесів окиснення та відновлення, що позитивно впливає на підвищення гарячої міцності.

2. Встановлено, що в окатишах із збагаченого концентрату, як правило, формується більш щільна структура. Зафіксовано нижчі значення пористості та підвищений вміст FeO .

3. При зменшенні частки бентоніту в шихті, міцність сухих окатишів монотонно знижується, незалежно від кількості введенного полімеру. Водночас показник стирання обпалених окатишів зменшується. Це є значною перевагою композиту "полімер-бентоніт" як сполучного компоненту порівняно з органічними сполуками. Використання даної композиції дає змогу без погіршення якості сирих та сухих окатишів суттєво поліпшити низку металургійних властивостей обпалених окатишів.

4. На прикладі використання вітчизняних полімерних добавок БП-2 і БП-3 в композиті, виявлено чітку закономірність збільшення пористості окатишів зі зростанням частки введенної добавки. Цей ефект проявляється і на хімічному критерії оцінки структури окатишів – вмісті FeO .

5. Встановлено, що закономірності зміни пористості та вмісту FeO , які відображають структурні характеристики окатишів, у поєднанні з результатами дослідження їх відновлення (кінетики та зміни міцності), дають можливість оцінити оптимальні склади БПК. Найкращі результати отримано при використанні вітчизняного полімеру ПБ-3 або імпортного floform. З огляду на економічну ефективність, пріоритетним є використання ПБ-3 при дозуванні близько 0,03% у шихті. Оптимальне дозування композиції в шихті становить 0,25%.

3. Технологічна частина

Розрахунок шихти та хімічного складу обкотишів

3.1. Вихідні дані для розрахунку шихти

- 3.1.1. Хімічний склад компонентів шихти, згідно отриманого варіанту для розрахунку обкотишів.
- 3.1.2. Співвідношення флюсових складових у флюсовій суміші: вапняк - 50%; доломитизований вапняк - 50%.
- 3.1.3 Співвідношення паливних складових в паливній суміші: коксовий дріб'язок - 40%; антрацитовий штиб - 60%.
- 3.1.4 Питомі витрати вуглецю паливної суміші на 1000 кг обкотишів - 6.9 кг.т.
- 3.1.5 Питомі витрати бентонітової глини - 7,8 кг/т.
- 3.1.6 Вміст FeO в обкотишах - 7.1%.
- 3.1.7 Основність $\left(\frac{CaO + MgO}{SiO_2 + Al_2O_3} \right)$ обкотишів - 0.7 д.од.
- 3.1.8 Степінь десульфурації шихти - 82%.
- 3.1.9 Річна виробнича потужність фабрики обкотишів - 7,4 млн. т

3.2. Розрахунок питомих витрат компонентів шихти

- 3.2.1 Хімічний склад компонентів шихти

Таблиця 3.1

Хімічний склад компонентів шихти

Компоненти	Вміст компонентів, %								
	Fe _{общ}	Mn	P	S _{общ}	FeO	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO
1.Залізорудний концентрат	65.89	0.043	0,022	0.086	25.18	66.14	7.32	0.22	0.19
2.Вапняк	0-32	0.008	0.140	0.020	0-20	0-24	0.55	0.15	54.85
3. Доломитизований вапняк	0 43	00,054	0 013	0,024	0, 25	0 .34	0.889	0.20	37.00
4.Зола коксового дріб'язку	16.89	0.751	0.161	1.041	-	24.13	43.00	21.53	6.02

продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5.Бентонітова глина	4.09	0.118	0.094	0.118	-	5,84	58.73	17.86	3.78
6.Зола антрацитового штиба	17.40	1.148	0.157	0.853	-	24,86	43.42	15.87	8.82

продовження таблиці 3.1

Компоненти	Вміст компонентів, %							Вміст вологи, %
	MgO	MnO	P ₂ O ₅	SO ₃	Інші	ППП	Σокислів	
1 .Залізорудний концентрат	0.12	0.055	0.050	0.215	0.230	0.280	100.00	10.4
2.Вапняк	0.50	0.010	0.320	0.050	0.270	42.86	100.00	3.4
3 .Доломитизований вапняк	15 .50	0.070	0.030	0.060	1.170	44.49	100.00	3.8
4.Зола коксового дріб'язку	1.38	0.970	0.370	2.282	0.318	-	100.00	-
5. Бентонітова глина	2.97	0.153	215	0.295	1.687	8.47	100.00	26.3
6.Зола антрацитового штиба	3.15	1.482	0.359	1.882	0.247	-	100,00	-

Таблиця 3.2

Технічний аналіз твердого палива

Компонент	Вміст вологи. %	Вміст компонентів, %				
		зола	Сірка горюча	Летучі	Вуглець горючий	Σокислів
Коксовий дріб'язок	13.67	13.42	0.56	1.17	84.85	100.00
Антрацитовий штиб	8.25	15 65	1.78	6.13	76.44	100.00

3.2.2 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 3.3.

Таблиця 3.3

Хімічний склад твердого палива

Компоненти	Вміст компонентів%								
	Fe _{общ}	Mn	P	S _{общ}	FeO	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO
Коксовий дріб'язок	2.266 6	0.100 7	0.021 6	0.139 7	-	3.2382	5.770 6	2.889 3	0.8078
Антрацитовий штиб	2.723 1	0.179 6	0.024 5	0.133 5	-	3.8906	6.795 2	2.483 6	1.3803

Продовження таблиці 3.3

Компоненти	Вміст компонентів, %							
	MgO	MnO	P ₂ O ₅	SO ₃		Інші	ППП	Σокислів

					C_A^C		S_A^C	Летючі	
Коксовий дріб'язок	0.185 2	0.1302	0.0496	0.306 2	84.85	0.042 6	0.5 6	*	100.00
Антрацитовий штиб	0.492 9	0.2319	0.0562	0.294 5	76.44	0.038 6	1.7 8	6.13	100.00

3.2.3 Розрахунок середньозважених складів сумішей

Розрахунок середньозважених складів рудної, флюсової та наливної 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 3.4, 3.5 та 3.6.

Таблиця 3.4

Середньозважений хімічний склад рудної суміші

Компоненти	Вміст компонентів, %								
	Fe _{общ}	Mn	P	S _{общ}	FeO	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO
Залізорудний концентрат	65.89	0.043	0.022	0.086	25.18	66.14	7.32	0.22	0.19

продовження таблиці 3.4

Компоненти	Вміст компонентів, %						
	MgO	MnO	P ₂ O ₅	SO ₃	Інші	ППП	Σокисл ів
Залізорудний концентрат	0.12	0.055	0.050	0.215	0.230	0.280	100.00

Таблиця 3.5

Середньозважений хімічний склад компонентів шихти

Компоненти	Вміст компонентів, %								
	Fe _{общ}	Mn	P	S _{общ}	FeO	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO
Вапняк ×0.5	0.16	0.0040	0.07	0.01	0.1	0.12	0.275	0.075	27.425

Доломитизований вапняк $\times 0.5$	0.215	0.027	0.006 5	0.012	0.125		0.445	0 10	18.50
Флюсова суміш	0.375	0.031	0.076 5	0.022	0.225	0.29	0.72	0.175	45.925

продовження таблиці 3.5

Компоненти	Вміст компонентів, %						
	MgO	Mn	P ₂ O ₅	SO ₃	Інші	ППП	Σокислів
Вапняк $\times 0.5$	0.25	0.005	0.16	0.025	0.135	21.43	50.0
Доломитизований вапняк $\times 0.5$	7.75	0.015	0.015	0.030	0.585	22.245	50.0
Флюсова суміш	8.0	0.04	0.175	0.055	0.72	43.675	100.0

Таблиця 3.6

Середньозважений хімічний склад твердого палива

Компоненти	Вміст компонентів, %								
	Fe _{общ}	Mn	P	S _{общ}	FeO	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO
Коксовий дріб'язок $\times 0.4$	0.906 6	0.040 2	0.008 6	0.055 8	-	1.2953	2.3082	1.1557	0.3231
Антрацитовий штиб $\times 0.6$	1.633 8	0.107 ?	0.014 7	0.080 1	-	2.3343	4.0771	1.4901	0.8281
Паливна суміш	2.540 4	0.147 9	0 0233	0.135 9	-	3.6296	6.3853	2.6458	1.1512

продовження таблиці 3.6

Компоненти	Вміст компонентів, %								
	MgO	MnO	P ₂ O ₅	SO ₃	C _A ^C	Інші	ППП		Σокис лів
							S _A ^C	Лету чі	
Коксовий дріб'язок ×0.4	0.0740	0.0520	0.0198	0.1224	33.94	0.017 0	0.224	0.468	40.00

Анірацитовий штиб $\times 0.6$	0.2957	0.1391	0.0337	0.1767	45.864	0 0231	1.06»	3.678	60.00
Паливна суміш	0.3697	0.1911	0,0535	0.2991	79.Я0 4	0.040 1	1.292	4.146	100.00

3.2.4 Розв'язання рівнянь матеріального балансу та основності

Для розв'язання рівняння матеріального балансу розраховуємо середньозважені, коефіцієнти виходу обпаленої маси з сухої маси кожного компонента шихти (K°) та середньозважений приріст (+) або втрати (-) маси від окислення або відновлення окислів заліза (O_2°).

$$\hat{E}^0 = 0.01 \cdot (100 - \eta_s \cdot S_{\text{іаіі}}^0 - \tilde{N}_{\text{А}}^0 - \eta_{\text{ііі}} \times \tilde{I} \tilde{I} \tilde{I}^0 - \text{MnO}_2^0 \cdot \frac{16}{87}), \text{ д.ед.}$$

де

$S_{\text{обш}}^0$, $C_{\text{г}}$, , ППП^0 , MnO_2^0 – середньозважений вміст відповідно згальної сірки, горючого вуглецю, ППП та окислів марганцю в компонентах шихти, %

$\eta_{\text{ппп}}$, η_s – прийняті степені видлення, відповідно, ППП та сірки, д.ед.

$$\hat{E}_\delta^0 = 0.01 \cdot (100 - 0.9 \cdot 0.086 - 0 - 0.28) = 0.9964$$

$$\hat{E}_o^0 = 0.01 \cdot (100 - 0.9 \cdot 0.022 - 43.675) = 0.5630$$

$$\hat{E}_\delta^0 = 0.01 \cdot (100 - 0.9 \cdot 0.1359 - 4.146 - 79.804) = 0.1592$$

$$\hat{E}_a^0 = 0.01 \cdot (100 - 0.9 \cdot 0.118 - 8.47) = 0.9142$$

$$\hat{I}_2^0 = \frac{1}{9} \cdot \left(\frac{B\Sigma \times FeO\delta}{100} + \frac{\hat{O}\Sigma \times FeO\tilde{\delta}}{100} + \frac{\hat{O}\Sigma \times FeO\delta}{100} + \frac{\hat{A}\Sigma \times FeO\acute{\delta}}{100} - FeO_0^0 \right), \text{ кг/т}$$

обкотишів, де

FeO_0^0 — середньозважений вміст закиси заліза в сумішах компонентів

шихти та обкотишів, %

$$\hat{I}_2^0 = \frac{1}{9} \cdot \left(\frac{B\Sigma \times 25.18}{100} + \frac{\hat{O}\Sigma \times 0.225}{100} + \frac{\hat{O}\Sigma \times 0}{100} + \frac{7.8 \times 0}{100} - 7.1 \right) = \frac{B\Sigma \times 25.18 + \hat{O}\Sigma \times 0.225 - 710}{900} = 0.0279\hat{B}_\Sigma + 0.00025\hat{O}_\Sigma - 0.7888$$

Складаємо рівняння матеріального балансу:

$$1000 = 0.9964D_{\Sigma} + 0.5630\hat{O}_{\Sigma} + 0.1592\dot{O}_{\Sigma} + 0.00025\hat{O}_{\Sigma} - 0.7888 + 0.9142\dot{A}_{\Sigma}$$

Після спрощення рівняння виходить:

$$1000.7888 = 1.0243D_{\Sigma} + 0.56325\hat{O}_{\Sigma} + 0.1592\dot{O}_{\Sigma} + 0.9142\dot{A}_{\Sigma}$$

Складаємо рівняння балансу основності:

$$0.7 = \frac{0.31D_{\Sigma} + 53.925\hat{O}_{\Sigma} + 1.5209\dot{O}_{\Sigma} + 6.75 \times 7.8}{7.54D_{\Sigma} + 0.895\hat{O}_{\Sigma} + 9.0311\dot{O}_{\Sigma} + 76.59\dot{A}_{\Sigma}}$$

$$5.278D_{\Sigma} + 0.6265\hat{O}_{\Sigma} + 6.3217\dot{O}_{\Sigma} + 418.1814 = 0.31D_{\Sigma} + 53.925\hat{O}_{\Sigma} + 1.509\dot{O}_{\Sigma} + 52.65$$

Після спрощення рівняння виходить:

$$4.968D_{\Sigma} - 53.2985\hat{O}_{\Sigma} + 4.8008\dot{O}_{\Sigma} = -365.5314$$

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

$$\begin{cases} 1.0243D_{\Sigma} + 0.56325\hat{O}_{\Sigma} + 0.1592\dot{O}_{\Sigma} + 0.9142\dot{A}_{\Sigma} = 1000.7888 \\ 4.968D_{\Sigma} - 53.2985\hat{O}_{\Sigma} + 4.8008\dot{O}_{\Sigma} = -365.5314 \end{cases}$$

Визначимо питомі витрати паливної суміші з наступних розрахунків

$$\dot{O}_{\Sigma} = \frac{6.9}{0.79804} = 8.6462$$

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

$$\begin{cases} 1.0243D_{\Sigma} + 0.56325\hat{O}_{\Sigma} = 992.2515 \\ 4.968D_{\Sigma} - 53.2985\hat{O}_{\Sigma} = -407.0400 \end{cases}$$

$$D_{\Sigma} = \frac{-407.0400 + 53.2985\hat{O}_{\Sigma}}{4.968}$$

$$1.0243 \cdot \left(\frac{-407.0400 + 53.2985\hat{O}_{\Sigma}}{4.968} \right) + 0.56325\hat{O}_{\Sigma} = 992.2815$$

$$-83.9233 + 10.9890\hat{O}_{\Sigma} = 992.2815$$

$$\hat{O}_{\Sigma} = 93.1597$$

$$D_{\Sigma} = 917.5185$$

Знаючи співвідношення компонентів шихти в кожній з сумішей, ми можемо визначити їх питомі втрати (таблиця 3.7)

Таблиця 3.7

Питомі витрати компонентів шихти

Компоненти шихти	Позначення	Питомі втрати, кг/т обкотишів
Залізорудний концентрат	$P_{з.к}$	917.5185
Вапняк	Φ_B	46.5798
Доломитизований вапняк	$\Phi_{д.в}$	46.5798
Коксовий дріб'язок	$T_{кд}$	3.4585
Антрацитовий штиб	$T_{а.ш}$	5.1877
Бентонітова глина	B	7.8
Усього сухої шихти	$G_{ш}$	1027.1243

3.3. Розрахунок хімічного складу обкотишів

3.3.1 Для розрахунку хім. складу обкотишів необхідно розрахувати масу окислів, які вносяться в обкотиш з кожним компонентом шихти, також треба врахувати степінь видалення відповідних окислів та елементів. Масу розраховують, використовуючи питомі витрати компонентів шихти та вміст в ньому розрахунковою елементу або окислу.

$$F_{a_{60}} = 917.5185 \cdot 0.6589 + 46.5798 \cdot 0.0032 + 46.5798 \cdot 0.0043 + 3.4585 \cdot 0.02266 + 5.1877 \cdot 0.02723 + 7.8 \cdot 0.0409 = 605.436 \text{ є} \tilde{a}$$

$$S_{i_{au}} = 917.5185 \cdot 0.00086 + 46.5798 \cdot 0.0002 + 46.5798 \cdot 0.00024 + 3.4585 \cdot 0.0014 + 5.1877 \cdot 0.0013 + 7.8 \cdot 0.00118 = 0.83 \text{ є} \tilde{a}$$

$$Fe\hat{I} = 917.5185 \cdot 0.2518 + 46.5798 \cdot 0.002 + 46.5798 \cdot 0.0025 = 231.24 \text{ є} \tilde{a}$$

$$Fe_2\hat{I}_3 = 917.5185 \cdot 0.6614 + 46.5798 \cdot 0.0024 + 46.5798 \cdot 0.0034 + 3.4585 \cdot 0.2413 + 5.1877 \cdot 0.2486 + 7.8 \cdot 0.0584 = 609.6966 \text{ є} \tilde{a}$$

$$S^3O_2 = 917.5185 \cdot 0.0732 + 46.5798 \cdot 0.0055 + 46.5798 \cdot 0.0089 + 3.4585 \cdot 0.0577 + 5.1877 \cdot 0.0679 + 7.8 \cdot 0.5873 = 72.965 \text{ є} \tilde{a}$$

$$\text{Al}_2\text{O}_3 = 917.5185 \cdot 0.0022 + 46.5798 \cdot 0.0015 + 46.5798 \cdot 0.0020 + 3.4585 \cdot 0.0288 + 5.1877 \cdot 0.0248 + 7.8 \cdot 0.1786 = 3.801 \text{ \AA}$$

$$\text{NaF} = 917.5185 \cdot 0.0019 + 46.5798 \cdot 0.5485 + 46.5798 \cdot 0.37 + 3.4585 \cdot 0.0080 + 5.1877 \cdot 0.0138 + 7.8 \cdot 0.0378 = 44.921 \text{ \AA}$$

$$\text{MgO} = 917.5185 \cdot 0.0012 + 46.5798 \cdot 0.0005 + 46.5798 \cdot 0.155 + 3.4585 \cdot 0.00185 + 5.1877 \cdot 0.00492 + 7.8 \cdot 0.0297 = 8.606 \text{ \AA}$$

$$\text{MnO} = 917.5185 \cdot 0.00055 + 46.5798 \cdot 0.0001 + 46.5798 \cdot 0.0007 + 3.4585 \cdot 0.0013 + 5.1877 \cdot 0.00153 + 7.8 \cdot 0.00153 = 0.568 \text{ \AA}$$

$$\text{P}_2\text{O}_5 = 917.5185 \cdot 0.0005 + 46.5798 \cdot 0.0032 + 46.5798 \cdot 0.00030 + 3.4585 \cdot 0.00049 + 5.1877 \cdot 0.00056 + 7.8 \cdot 0.00215 = 0.642 \text{ \AA}$$

$$\text{SO}_3 = 917.5185 \cdot 0.00215 + 46.5798 \cdot 0.0005 + 46.5798 \cdot 0.0006 + 3.4585 \cdot 0.0030 + 5.1877 \cdot 0.0029 + 7.8 \cdot 0.00295 = 2.07 \text{ \AA}$$

$$C_A = 3.4585 \cdot 0.8485 + 5.1877 \cdot 0.7644 = 6.899 \text{ \AA}$$

$$\text{SiO}_2 = 917.5185 \cdot 0.0023 + 46.5798 \cdot 0.0027 + 46.5798 \cdot 0.0117 + 3.4585 \cdot 0.00042 + 5.1877 \cdot 0.00038 + 7.8 \cdot 0.01687 = 2.913 \text{ \AA}$$

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 = 917.5785 \cdot 0.00280 + 46.5798 \cdot 0.4286 + 46.5798 \cdot 0.4449 + 3.4585 \cdot 0.0173 + 5.1877 \cdot 0.0791 + 7.8 \cdot 0.0847 = 44.386 \text{ \AA}$$

3.3.2 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 - 82%, степінь видалення ППП - 100%, степінь виворачування вуглецю горючою шихти - 100%

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

$$G_{\text{FeO}} = 1000 \cdot 0.071 - 231.24 = -160.24 \text{ єд}$$

Відповідно, маса Fe_2O_3 , яка виникла підчас окислення FeO (+) або втратила на відновлення необхідної кількості FeO (-):

$$G_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = \frac{160.24 \times 160}{144} = 178.0444 \text{ єд}$$

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

$$G_{\text{SiO}_2} = \frac{0.83 \times 82}{100} = 0.6806 \text{ єд}$$

Маса ППП:

$$G_{\text{III}} = \frac{44.386 \times 95.8}{100} = 42.5217 \text{ єд}$$

Маса вуглецю горючого (C_r):

$$G_N = \frac{6.899 \times 100}{100} = 3.5531 \text{ єд}$$

$$G_{\text{SO}_3} = \frac{2.07 \times 81}{100} = 1.6767 \text{ єд}$$

Результати виконаних розрахунків зносимо до таблиці 3.8.

Хімічний склад обкоїшів зносимо до таблиці 3.9.

Таблиця 3.9

Хімічний склад обкоїшів

Вміст компонентів, %						
$\text{Fe}_{\text{общ}}$	$S_{\text{общ}}$	FeO	Fe_2O_3	SiO_2	Al_2O_3	CaO
60.612	0.015	7.108	78.863	7.304	0.380	4.497

продовження таблиці 3.9

Вміст компонентів, %						
Mg	MnO	P_2O_5	SO_3	Інші	ППП	Σ окислів
0.861	0.059	0.064	0.039	0.291	1.8643	100.0

$$\frac{CaO + MgO}{SiO_2 + Al_2O_3} = \frac{4.497 + 0.861}{7.304 + 0.380} = 0.69 \text{ д.ед.}$$

$$\frac{CaO + MgO}{SiO_2} = \frac{5.358}{7.308} = 0.73 \text{ д.ед.}$$

$$\frac{CaO}{SiO_2} = 0.61 \text{ д.ед.}$$

Розрахунок технологічної схеми виробництва обкотишів

3.4.1. Вихідні данні:

3.4.1.1 Технологічної схеми виробництва обкотишів (лист 1)

3.4.1.2 Питомі витрати вихідних компонентів шихти, їх вологості та крупності

Таблиця

3.10

Компоненти шихти	Питомі витрати, кг/т обкотишів	Вміст води, %	Крупність, мм
Залізорудний концентрат	917.5185	6.2	-0.074
Вапняк	46.5798	3.4	-80
Доломитизований Вапняк	46.5798	3.8	-85
Коксовий дріб'язок	3.4585	8	-90
Антрацитовий щтиб	5.1877	9	-30
Бентонітова глина	7.8	26.3	-250

3.4.1.3 Вихід вороня - 5%.

3.4.1.4 Крупність подрібнених матеріалів - 0.1 мм.

3.4.1.5 Вологість шихти після змішування 8%, після оірудкування - 9 %.

3.4.1.6 Механічні втрати компонентів шихти приймаємо однаковими - 2%.

3.4.1.7 Питомі витрати постелі - 200кг

3.4.1.8 Вихід відсівання - 1%.

3.4.2. Розрахунок

3.4.2.1 Визначаємо масу вихідних вологих компонентів шихти з обліком механічних вірат і відсівання:

$$\dot{I}_{\text{в.в.}} = \frac{917.5185 \times 10^4}{(100 - 6.2) \times (100 - 2)} \times \left(1 + \frac{1}{100}\right) = 1008.108 \text{ т/год.}$$

$$\dot{I}_{\text{в.в.}} = \frac{46.5798 \times 10^4}{(100 - 3.4) \times (100 - 2)} \times \left(1 + \frac{1}{100}\right) = 49.6953 \text{ т/год.}$$

$$\dot{I}_{\text{в.в.}} = \frac{46.5798 \times 10^4}{(100 - 3.8) \times (100 - 2)} \times \left(1 + \frac{1}{100}\right) = 49.9019 \text{ т/год.}$$

$$\dot{I}_{\text{в.в.}} = \frac{7.8 \times 10^4}{(100 - 26.3) \times (100 - 2)} \times \left(1 + \frac{1}{100}\right) = 10.9073 \text{ т/год.}$$

$$\dot{I}_{\text{в.в.}} = \frac{3.4585 \times 10^4}{(100 - 8) \times (100 - 2)} \times \left(1 + \frac{1}{100}\right) = 3.874 \text{ т/год.}$$

$$\dot{I}_{\text{в.в.}} = \frac{5.1877 \times 10^4}{(100 - 9) \times (100 - 2)} \times \left(1 + \frac{1}{100}\right) = 5.875 \text{ т/год.}$$

3.4.2.2 Визначаймо масу і вологість суміші вихідних флюсових компонентів

шихти:

$$\dot{I}_{\text{ф}} = 49.6953 + 49.9019 = 99.5972 \text{ т/год.}$$

$$W_{\text{ф}} = 3,4 \times 49,6953 \div 99,5972 + 3,8 \times 49,9019 \div 99,5972 = 3,6\%$$

3.4.2.3 Приймаючи прямолінійну форму сумарної характеристики крунності подрібненого флюсу крунністю -0-1 мм, визначимо вихід класу +0,056 мм, яка складається згідно пропорції:

$$0,1 \text{ т/год.} - 100\%;$$

$$0,1 - 0,056 = 0,044 \text{ т/год.} - \delta\%;$$

$$\delta = 0,044 \times 100 \div 0,056 = 78,6\%$$

3.4.2.4 Приймаючи ефективність сепарації флюсу по класу 0,056 мм рівну 85%, визначимо масу оборотного продукту подрібнення:

$$\dot{I}_{\text{в.в.}} = 99.596 \times 0.044 + 99.596 \times (1 - 0.044) \times (1 - 0.85) = 18.664 \text{ т/год.}$$

і загальну масу подрібненого флюсу:

$$\dot{I}_{\text{ф.в.}} = 99,596 + 18,664 = 118,260 \text{ т/год.}$$

3.4.2.5 Приймаючи масову частку фракції +0,1 мм бентоніту після стадії здібнювання - 15% і ефективність сепарації 90%, визначимо масу готовою бентоніту:

$$\dot{I}_{\bar{a}.a} = 10,907 \times (1 - 0.15) \times 0,85 = 7,88 \text{ т/год},$$

і масу оборотного бентоніту:

$$\dot{I}_{i\bar{a}.a} = 10,907 - 7,88 = 3,026 \text{ т/год}.$$

3.4.2.6 Визначаємо масу і вологість суміші вихідних паливних компонентів шихти:

$$\dot{I}_i = 3,874 + 5,875 = 9,749 \text{ т/год},$$

$$W = 8 \times \frac{3.874}{9.749} + 9 \times \frac{5.875}{9.749} = 8.5\%.$$

3.4.2.7 Приймаючи прямолінійну форму сумарної характеристики крупності подрібненою палива крупністю -0.1 мм, визначимо вихід класу 0.056 мм, яка складається згідно пропорції:

$$0,1 \text{ і } i - 100\%;$$

$$0,1 - 0,056 = 0,044 \text{ і } i - \delta\%;$$

$$\delta = 0,044 \times 100 + 5 = 4,4\%$$

3.4.2.8 Приймаючи ефективність сепарації палива по класу 0.056 мм рівну 85%, визначимо масу оборотного продукту здрібнювання:

$$\dot{I}_{i\bar{a}.i} = 9,749 \times 0,044 + 9,749 \times (1 - 0,044) \times (1 - 0,85) = 1.826 \text{ т/год},$$

3.4.2.9 Визначимо масу і вологість суміші усіх вихідних компонентів шихти:

$$\dot{I}_{\bar{n}} = 1008,108 + 99.596 + 10,907 + 9,749 = 1128,36 \text{ т/год},$$

$$W = 6.2 \times \frac{1008.108}{1128.36} + 3.6 \times \frac{99.596}{1128.36} + 26.3 \times \frac{10.907}{1128.36} + 8.5 \times \frac{9.749}{1128.36} = 6.18\%$$

3.4.2.10 Визначимо витрати води для стадії змішування:

$$M_{\bar{a}c} = 1128.36 \times \frac{8 - 6.18}{100 - 8} = 22.321 \text{ т/год}.$$

3.4.2.11 Визначимо масу шихти після стадії змішування:

$$\dot{I}_{i\zeta} = 1128,36 + 22,321 = 1150,681 \text{ т/год}$$

3.4.2.12 Визначимо масу шихти, котру подають на огрудкування з урахуванням

вороття сирих обкотншів:

$$\dot{I}_{oA} = 1150,681 \times \left(1 + \frac{5}{100}\right) = 1208,215 \text{ т/год}$$

3.4.2.13 Визначимо виграє води для стадії огрудкування:

$$\dot{I}_{aa} = 1208,215 \times \frac{9-8}{100-9} = 13,277 \text{ т/год}$$

3.4.2.14 Визначимо масу сирих обкотншів:

$$\dot{I}_{ni} = 1208,215 + 13,277 = 1221,49 \text{ т/год}$$

3.4.2.15 Визначимо масу спіку обкотншів при сході з випалювальної машини з

урахуванням відсівання та постелі:

$$\tilde{N}_i = 1000 + \frac{1000 \times 1}{1000 - 1} + 200 = 1201,001 \text{ т/год}$$

3.4.2.16 Визначимо масу механічних втрат шихтових матеріалів:

$$\dot{I}_{ao} = \frac{1027,1243}{100 - 2} = 10,48 \text{ т/год}$$

Вибір технологічною обладнання для цеху виробництва обкотишів

(лист 2)

3.5.1. Розрахунок погодинного виробництва цеху при річній потужності 7400000 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.ед. (приймаємо 0-9)

365 - календарна кількість діб в рік

24 - кількість годин в добі

$$P_o = \frac{7400000}{0.9 \cdot 365 \cdot 24} = 938.610 \text{ т/год}$$

3.5.2. Розрахунок погодинної потреби у компонентах шихти

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

$$\begin{aligned} D_{\zeta e} &= 938.610 \cdot 0.9981272 = 936.852 \text{ т/год} & D_{\dot{A}} &= 938.610 \cdot 0.0492033 = 42.162 \text{ т/год} \\ D_{\dot{A}\dot{A}} &= 938.610 \cdot 0.0494079 = 46.374 \text{ т/год} & D_{\dot{A}\emptyset} &= 938.610 \cdot 0.0058174 = 5.460 \text{ т/год} \\ D_{\dot{E}\dot{A}} &= 938.610 \cdot 0.0038359 = 3.600 \text{ т/год} & D_{\dot{A}} &= 938.610 \cdot 0.0107994 = 10.136 \text{ т/год} \end{aligned}$$

3.5.3. Розрахунок необхідної кількості бункерів для компонентів шихти

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

$$n = \frac{P \cdot \tau}{\gamma \cdot V_a \cdot 0.85},$$

де P - погодинна потреба в компоненті шихти, т/год;

t - 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.ед;

γ - насипна маса компонента шихти, т/м³;

3.5.4.Кількість бункерів для залізорудного концентрату:

$$n_{\zeta e} = \frac{936.852 \cdot 8}{2.23 \cdot 200 \cdot 0.85} = 19.77$$

Приймаймо 21 бункерів.

3.5.5 Кількість бункерів для вапняку:

$$n_{\dot{A}} = \frac{42.162 \cdot 8}{1.51 \cdot 200 \cdot 0.85} = 1.31$$

Приймасмо 3 бункера.

3.5.6. Кількість бункерів для доломитизованого вапняку:

$$n_{\bar{A}\bar{A}} = \frac{46.374 \cdot 8}{1.56 \cdot 200 \cdot 0.85} = 1.39$$

Приймаємо 3 бункера.

3.5.7 Кількість бункерів для коксового дріб'язку:

$$n_{\bar{E}\bar{A}} = \frac{3.600 \cdot 8}{0.63 \cdot 200 \cdot 0.85} = 0.26$$

Приймаємо 2 бункерів.

3.5.8. Кількість бункерів для антрацитового штибу:

$$n_{A\emptyset} = \frac{5.46 \cdot 8}{0.68 \cdot 200 \cdot 0.85} = 0.37$$

Приймаємо 2 бункера.

3.5.9. Кількість бункерів для бентонітової глини:

$$n_A = \frac{10.136 \cdot 8}{0.96 \cdot 200 \cdot 0.85} = 0.51$$

Приймаємо 2 бункера.

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

Кількість молоткових дробарок або млинів розраховуємо за формулою:

$$n = \frac{D_{\bar{A}} + D_{\bar{A}\bar{A}}}{q}, \quad n = \frac{D_{\bar{E}\bar{A}} + D_{A\emptyset}}{q}, \quad n = \frac{D_A}{q} \frac{P_6}{q}$$

де $P_v, P_{dv}, P_{аш}, P_6$ - погодинна потреба, відповідно, вапняку, доломітизованого вапняку, коксового дріб'язку, антрацитового штибу та бентонітової глини, т/год

q - виробнича спроможність дробарки, т/год

Після розрахунку кількості дробарок або млинів, приймаємо на одну дробарку більше для забезпечення резерву під час ремонту.

3.6.2. Для дроблення флюсів використовуємо молоткову дробарку ДМРИЭ 1450×1300.

$$n_{\bar{a}\bar{o}} = \frac{42.162 + 46.374}{250} = 0.35$$

Приймаємо 2 дробарки ДМРИЭ 1450× 1300.

3.6.3. Кількість чотирьохвалкових дробарок для твердого палива:

$$n_{\text{дод.т}} = \frac{5.46 + 3.6}{16} = 0.56$$

Приймаємо 2 чотирьохвалкових дробарок 900×700

3.6.4 Кількість молоткових дробарок типу СМД-102 для бентонітової глини:

$$n_{\text{дод.г}} = \frac{10.136}{250} = 0.04$$

Приймаємо 2 молоткових дробарки типу СМД-102.

3.7. *Вибір та розрахунок обладнання для термообробки сирих обкотишів*

3.7.1. Сумарна площа термообробки розраховується за формулою:

$$S_{\Sigma} = \frac{D_0}{q}, \text{ м}^2$$

де S_{Σ} - сумарна площа машини, м^2

P_0 - погодинне виробництво обкотишів. т/год

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

$$S_{\Sigma} = \frac{938.610}{0.911342} = 1029.92 \text{ м}^2$$

3.7.2. Вибираємо обпалювальні машини ОК-520, площа спікання 520 м^2 . Кількість машин розраховуємо за формулою:

$$N_0 = \frac{S_{\Sigma}}{S_i}$$

де N_0 – кількість машин

S_M – корисна площа вибраної машини, м^2

$$N_i = \frac{1029.92}{520} = 1.980$$

Приймаймо 2 обпалювальні машини.

Розраховуємо погодинну виробничу спроможність машини:

$$D_i = S_i \times q, \text{ т/год}$$

$$D_i = 520 \times 0.911342 = 473.8978 \text{ т/год}$$

3.8. Вибір та розрахунок огрудкувачів

Згідно розрахунку шихти для отримання 998,8705 кг обкотишів використовується 1117.1911 кг сирих обкотишів. Коефіцієнт виходу 1 т обкотишів складає:

$$\hat{E} = \frac{998.8705}{1117.1911} = 0.8940$$

Кількість шихти, яка забезпечує: погодинне виробництво обкотишів однієї машини:

$$D_o = \frac{473.8978}{0.8940} = 530.087 \text{ т/год}$$

Вибираємо барабанний огрудкувач ОБ2-3.2×12.5, необхідна кількість:

$$n_{ie} = \frac{530.087}{110} = 4.818$$

Приймаємо 5 огрудкувачів.

3.9. Остаточні данні по проекту цеху річної виробничої спроможності 7,4 млн. т обкотишів

Таблиця 3.11

Витрати колтонентів шихти

Компоненти шихти	Питомі витрати, кг/т	Погодинні витрати, т/год	Витрати на добу, т/доб,	Річні втрати, т/рік
Залізорудний концентрат	998.1272	936.852	22484.448	7386141.168
Вапняк	49.2033	42.162	1011.888	332405.208
Доломитизований вапняк	49.4079	46.374	1112.976	365612.616

Продовження таблиці 3.11

1	2	3	4	5
Коксовий дріб'язок	3.8359	3.600	86.4	2832.4
Антрацитовий штиб	5.8174	5.460	131.04	43046.64
Бентонітова глина	10.7994	10.136	243.264	79912.224
Всього	1117.1911	1044.584	25070.016	8235500.256

Таблиця 3.12

Основне технологічне обладнання

Обладнання	Кількість	Тип	Виробнича спроможність
Витратні бункера концентрату	21	200м ³	-
Витратні бункера вапняку	3	200м ³	-
Витратні бункера доломитизованого вапняку	3	200м ³	-
Витратні бункера коксового дріб'язку	2	200м ³	-
Витратні бункера антрацитового штибу	2	200м ³	-
Витратні бункери бентонітової глини	2	200м ³	-
Молоткова дробарка для флюсів	2	ДМРИЭ - 1450×1300	250.0
Чотирьохвалкові дробарки для твердого палива	2	900-700	16.0
Молоткова дробарка для бентонітової глини	2	СМД-102	250,0
Барабанний огрудкувач	5	ОБ - 2.8×10	1200.0
Обпалювальні машини	2	ОК-520	473.90

Таблиця 3.13

Проектний хімічний склад обкотишів

Вміст компонентів, %							
Fe _{общ}	S _{общ}	FeO	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO
60.612	0.015	7.1H	78.863	7.304	0.380	4.497	0.861

продовження таблиці 3.13

Вміст компонентів, %							
MnO	P ₂ O ₅	SO ₃	Інші	ППП	Σокислів	$\frac{CaO + MgO}{SiO_2 + Al_2O_3}$	$\frac{CaO + MgO}{SiO_2}$
0.059	0.064	0.039	0.291	0.186	100.0	0.69	0.73

Таблиця 3.14

Виробництво готової продукції

Продукція	Погодинне виробництво, т/год	Виробнича потужність на добу, т/доб	Річна виробнича потужність, т/рік
Обкотиші	938.610	22526.64	7400001. 24

Проектно-компоновочні рішення фабрики огрудкування

3.10. Основні принципи компоновання

Фабрики огрудкування включають основні виробничі і допоміжні цехи та служби. Проектно-компоновальні рішення виробничих і допоміжних цехів істотно впливають на рівень техніко-економічних показників проекту й умови експлуатації фабрики. Вони повинні забезпечити найбільш економічні умови експлуатації фабрики з максимальною механізацією й автоматизацією всіх процесів при мінімальних капітальних втратах, а також забезпечити здорові і безпечні умови праці. При проектуванні повинні бути дотримані вимоги уніфікації будинків і споруд на основі єдиної модульної системи.

При виборі й компонуванні обладнання з метою одержання найбільш економічного рішення треба приймати мінімальне число окремих машин, потоків і секцій, а продуктивність їх - можливо більшою, максимально використовуючи рельєф місцевості для самопливною транспорту продуктів найбільшого об'єму. Якщо самоплив неможливий, основний потік матеріалу необхідно піднімати на достатню висоту в мінімальній кількості місць для того, щоб розгалужений рух потоку йшов через фабрику самопливом. Залежно від властивостей матеріалу, що транспортується самопливом, похил жолобів і труб повинен бути 5 – 60°.

При виборі основного й допоміжного технологічного обладнання треба прагнути до його максимальної уніфікації. Апарати, що виконують однакові технологічні операції, для зручності обслуговування і ремонту доцільно групувати в одному або сусідніх прольотах.

З метою створення найкращих умов для організації ремонтної служби, постачання запасними частинами, скорочення термінів ремонтних робіт всі апарати повинні обслуговуватися вантажопідйомними механізмами.

Великогабаритне і важке обладнання по можливості варто розташовувати на нульових відмітках,

У робочих приміщеннях повинна бути забезпечена нормальна освітленість денним і штучним світлом.

За умовами зручності і безпеки технологічного й ремонтного обслуговування обладнання розміри проходів встановлюють відповідно габаритним розмірам обладнання і його експлуатаційним особливостям. Мінімальні розміри проходів повинні прийматися відповідно до вимог єдиних правил безпеки при подрібненні, сортуванні, збагаченні корисних копалин і огрудкуванні руд та концентратів.

3.10.1 Схеми компонування обладнання

При проектуванні агломераційної фабрики можуть бути застосовані три схеми розміщення обладнання: висотна (вертикальна), горизонтальна (площинна) і комбінована (каскадна).

Висотна схема компоновки (рис. 3.1 а) передбачає розташування обладнання по вертикалі. Матеріали стрічковими конвеєрами або елеваторами за один прийом піднімаються на верхню відмітку фабрики і потім самопливом опускається вниз.

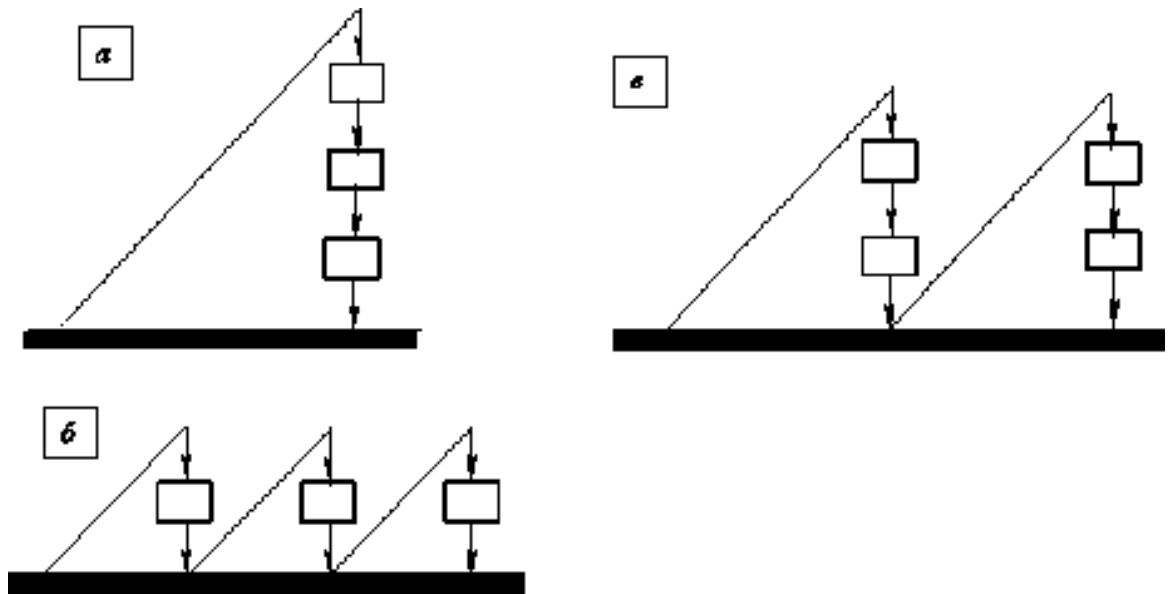


Рис. 3.1. Схеми компоновки обладнання,

а) - вертикальна; б) - горизонтальна; в) – комбінована.

Ця схема компоновки може бути застосована при будь-якому нахилі промислової площадки фабрики, але найбільш раціональна при крутому нахилі. Переваги висотної схеми компоновки полягають в малій площі, яку займає фабрика, і максимальному використанні самопливу. Тому висотну схему застосовують у випадку обмеженості площі промислового майданчика або в разі потреби залишення ціликів корисної копалини під будівлями і спорудами фабрики (наприклад, вуглезбагачувальні фабрики при шахтах). Крім вуглезбагачувальних фабрик, за висотними схемами компонуються обладнання збагачувальних і промивних фабрик для

збагачення марганцевих руд і фабрик, що переробляють крупновкраплені магнетитові руди сухою магнітною сепарацією.

До недоліків висотних схем варто віднести: велике навантаження на колони будівлі, що одночасно є опорою для будівельних конструкцій, основного і допоміжного обладнання, і у зв'язку з цим невелику величину прольоту між колонами (до 7,5 м); несприятливі умови для використання великих вантажопідйомних механізмів і забезпечення нормальної освітленості в цеху.

Для горизонтальної схеми компонування (рис. 3.1 б) характерне розміщення обладнання на одному рівні (одноповерхова схема), при цьому матеріал з апарата в апарат передається транспортними засобами. Одноповерхова схема компонування на агломераційних фабриках застосовується рідко, більш раціонально використовувати ступінчасто-одноповерхову схему розміщення обладнання. Ця схема передбачає розміщення обладнання на площадках з різними відмітками, що дозволяє використовувати самоплив. Перевагами горизонтальної схеми є недоліки висотної і навпаки.

Комбінована схема компонування (рис.3.1 в) поєднує елементи вертикального і горизонтального компонування, що дозволяє здійснювати раціональне поєднання з механічним транспортом продуктів. Ця схема має ряд переваг: фабричні будинки компактні в плані; каркас будинку навантажений мало, тому що не є опорою для основного й допоміжного обладнання; забезпечується можливість використання великих вантажопідйомних механізмів і створюються нормальні умови для природного освітлення цеху. Тому при вирішенні питання розміщення обладнання комбінована схема компонування значно краща.

3.10.2. Бункери сировини та концентратів

Бункери сировини та концентратів на агломераційній фабриці призначені для забезпечення умов максимальної ритмічності роботи при розбіжності режимів роботи гірничодобувного підприємства і фабрики,

корпусів дроблення і відділення відвантаження готової продукції. Бункери і склади використовують також для усереднення складаного в них матеріалу і розподілу його по окремим апаратам і секціям.

На агломераційних фабриках використовують параболічні, призматичні, силосні циліндричні і ящикові бункери.

Вибір місткості бункерів залежить від їхнього призначення. На агломераційній фабриці розрізняють бункери: приймальні, акумулюючі, розподільні, навантажувальні і зневоднюючі.

Приймальні бункери призначені для розвантаження сировини, що доставляється на фабрику. Їхня місткість залежить від організації доставки корисної копалини на фабрику, організації роботи дробильного цеху і максимальної крупності шихтових матеріалів.

3.10.2. Автоматичний контроль і регулювання технологічних процесів

Контроль і регулювання технологічних процесів на агломераційних фабриках здійснюються підсистемою централізованого контролю і регулювання технологічних процесів, що є частиною АСУТП (автоматизованої системи управління технологічними процесами). АСУТП проектується на одну або дві стадії: на одну стадію - для фабрик з нескладним технологічним режимом; на дві стадії - для великих фабрик зі складним режимом, а також при застосуванні істотно нових засобів автоматизації. До складу технічного проекту входять структурні схеми контролю, функціональні схеми автоматизації, плани розташування засобів автоматизації, заявочні відомості на електроапаратуру, щити і пульти керування та ін.

Технологічні процеси контролюються виміром різних прямих або непрямих параметрів, що характеризують стан і протікання керованих процесів.

3.10.3. Ремонтно-механічна служба

Технологічний процес на агломераційних фабриках залежить від нормальної роботи всього технологічного і допоміжного обладнання. Підтримка стійкої безупинної роботи обладнання є головним завданням ремонтно-механічної служби фабрики.

У складі фабрики передбачаються ремонтно-механічні майстерні загального і спеціального призначення, а в корпусах - ремонтно-монтажні площадки і пункти, що обслуговуються підйомно-транспортними механізмами. Фабрична механічна майстерня призначена для виконання ремонтів обладнання, виготовлення запасних частин, реставрації старих деталей і ремонту окремих вузлів та змінного обладнання. Організація ремонтної служби фабрики багато в чому залежить від специфічних місцевих умов, обсягів виробництва, наявності ремонтної бази на підприємстві і т.п. Найбільш прогресивна форма організації ремонтної служби - централізована, при якій усі капітальні і крупні поточні ремонти виконуються силами централізованих спеціалізованих організацій, а поточних - силами ремонтних підрозділів підприємства.

На фабриках огрудкування застосовують такі види ремонту: індивідуальний, змінно-вузловий, машинно-змінний, секційний і регламентований. Використання якого-небудь методу ремонту залежить від часу, необхідного на монтаж і демонтаж вузлів або обладнання в цілому. Перевага віддається методу, що забезпечує мінімальний простій обладнання при ремонті.

При індивідуальному методі ремонту усі вузли обладнання ремонтуються безпосередньо на місці встановлення агрегатів.

При змінно-вузловому методі ремонту зношені вузли замінюють на заздалегідь відремонтовані, при цьому агрегат цілком не демонтують.

При машинно-змінному методі ремонту агрегат демонтують повністю і на його місце встановлюють відремонтований.

При флотаційному методі одночасно ремонтують усе технологічне обладнання секції.

Включення в проект того або іншого методу ремонту залежить від числа апаратів, терміну служби вузлів, часу їхньої заміни і схеми фабрики. Прийнятий у проекті метод ремонту в значній мірі визначає організацію ремонтної служби і вибір вантажопідйомних засобів. Вибір вантажопідйомних засобів здійснюється з урахуванням маси і габаритів вузлів і складових одиниць, а також прийнятого методу ремонту.

Генеральний план (лист 3)

3.11. Вибір майданчика для будівництва фабрики

Вибір майданчика для будівництва промислового підприємства - одне з перших завдань проектування. Вибір району і конкретного майданчика будівництва фабрики огрудкування здійснюється на стадії техніко-економічного обґрунтування (ТЕО) і оформляється актом про вибір майданчика, який складається комісією, призначеною міністерством або відомством - замовником проекту. Правильно обране місце розташування фабрики повинно забезпечити:

- найбільш економічні і надійні умови транспортування сировини і концентратів, складання відходів і виробничого водопостачання;
- ритмічність і надійність експлуатації фабрики;
- найбільш зручні і безпечні транспортні зв'язки між фабрикою і житловим селищем;
- найповнішу відповідність вимогам по охороні навколишнього середовища і використанню природних ресурсів.

Фабрика огрудкування звичайно розташовується на землях мало продуктивних або непридатних для сільськогосподарського використання. Однак розміщення фабрики не допускається:

- у зонах зсувів, селів, паводків, снігових лавин і активного карсту;
- у небезпечних зонах відвалів породи вугільних і сланцевих шахт, а також на ділянках, забруднених радіоактивними відходами до закінчення термінів, встановлених органами санітарної служби;

у зонах санітарної охорони джерел питного водопостачання, на територіях лісів і лісопарків, що виконують санітарно-гігієнічні функції, і на землях заповідників і їхніх охоронних зон

Майданчик для будівництва фабрики повинен мати найбільш економічні будівельні характеристики, до яких належать топографічні і інженерно-геологічні умови. Рельєф майданчика впливає на проектно-компонувальні рішення основних корпусів і експлуатаційні умови, що обумовлюється широким застосуванням самопливного транспорту продуктів переробки між апаратами і корпусами, а також вимогами змиву і дренажу підлоги першого поверху в корпусах фабрики. Майданчик повинен мати мінімальний нахил $10 - 15^\circ$, інакше він буде заболочуватися поверхневими водами. Самопливний дренаж дозволяє усунути небезпеку затоплення траншей, зумпфів, тунелів при виході з ладу або перевантаження дренажних насосів. Якщо за топографічними умовами стоки з найбільш низьких відміток вивести за межі фабрики самопливом неможливо, то для відкачування переливів повинні бути передбачені аварійні насоси.

При розташуванні фабрики при руднику або заводі спрощується управлінська структура, знижуються втрати на водо-, енерго- і матеріалопостачання, ремонтне господарство, культурно-побутове і комунальне обслуговування трудящих.

Якщо з якихось причин розмістити фабрику при заводі не можна, то потрібно прагнути побудувати її на мінімальній відстані від них. Оптимальне розташування фабрики, визначається з умов мінімальних витрат на транспортування сировини і концентратів.

При розташуванні фабрики на похилому майданчику можна максимально використовувати самопливний транспорт.

Розміри і конфігурація промислового майданчика повинні допускати розміщення будівель і споруд відповідно ходу технологічного процесу, а також можливість розширення фабрики. Майданчик повинен

зручно приєднуватися до найближчої залізничної станції або автомобільної дороги. По можливості майданчик повинен розташовуватися поблизу населеного пункту, мереж водо- і енергопостачання, а також інших підприємств, з якими фабрика може кооперуватися з різних виробничих і комунально-побутових питань.

Розташування будівель і споруд на майданчику фабрики проектується з урахуванням «рози вітрів», тобто усі виробничі будівлі, що спричиняють виробничі шкідливі фактори (дим, пил, шум), повинні бути розташовані з підвітряного боку по відношенню до інших будинків і житлового фонду.

У санітарній зоні допускається розміщення пожежних депо, гаражів, складів, адміністративних і торгових будинків і т.п. Територія санітарно-захисної зони повинна бути упорядкована й озеленена.

3.11.1. Принципи проектування генерального плану

Основою для проектування генерального плану збагачувальної фабрики є ситуаційний план, для складання якого використовуються картографічні плани в масштабі М1:10000 або М1:25000. Як правило, схеми ситуаційних планів характеризують різноманіття планувальних рішень гірничо-збагачувального комплексу залежно від технології переробки руди, видів транспорту, природних умов району, рельєфу території, сейсмічності і інших факторів.

Основним завданням розробки ситуаційного плану є вибір раціонального місця розташування фабрики.

Генеральним планом фабрики називається план взаємного розташування будівель, споруд, складів, залізничних колій, безрейкових доріг і інших комунікацій.

Проект генерального плану, як і проект усієї фабрики, складається з двох стадій. Головною частиною генерального плану є схема споруд, що фіксує взаємне розташування основних виробничих цехів і їхні транспортні зв'язки, а також споруд для подачі сировини на фабрику і відвантаження концентратів. Після складання схеми споруд на

генеральний план наносять допоміжні цехи і служби, транспортні шляхи, інженерні мережі, благоустрій

та ін. При розробці генеральною плану і схеми споруд керуються такими положеннями:

- схема споруд повинна складатися з урахуванням інженерно-геологічних і гідро геологічних умов майданчика, особливо для корпусів з важким технологічним обладнанням і динамічними навантаженнями;

- схема повинна бути простою, компактною і забезпечувати найкоротші шляхи для сировини і продуктів збагачення;

- приймальні пристрої для сировини і готових продуктів, склади палива і матеріалів повинні розташовуватися так, щоб довжина залізничних колій і необхідний для їхнього проведення обсяг земляних робіт були мінімальними;

- цехи і споруди, зв'язані однорідністю технології, спільністю умов енергоспоживання, вантажопотоків, протипожежними вимогами і т.п., треба поєднувати на окремих ділянках території, тобто дотримуватися принципу зонування.

В особливі зони виділяють ТЕЦ, котельню, адміністративно-побутовий комбінат, матеріальний і інші склади;

- будівлі і споруди треба розміщати компактно;

- невеликі будівлі доцільно об'єднати в один блок (корпус), що має в плані правильну форму;

- розміщати споруди треба з урахуванням санітарно-технічних вимог щодо освітленості, вентиляції і ін.;

- допоміжні приміщення, трансформаторні підстанції, вентиляторні установки, насосні, проміжні і видаткові склади варто вбудовувати в будинки основних виробничих цехів:

- допоміжні цехи і склади треба розташовувати якомога ближче до основних цехів, що обслуговуються ними;

- цехи з підвищеним утворенням пилу і газу повинні розміщатися на межі промислового майданчика і з підвітряного боку;

Генеральний план повинен бути чітко спланованим у відношенні прямолінійності доріг і проїздів, а також правильності обрисів забудови, тобто корпуси треба розташовувати рядами паралельно великій або малій осі промислового майданчика фабрики;

- проїзди і розриви між будівлями і спорудами та транспортом повинні задовольняти вимоги габаритів наближення будівель до шляхів транспорту, протипожежні і санітарні норми;

- інженерні мережі різного призначення варто прокладати в загальних траншеях, каналах, колекторах, з дотриманням правил техніки безпеки, санітарних і протипожежних вимог;

- територія промислового майданчика фабрики повинна бути максимально використана під забудову. При цьому витрати на підготовку майданчика для виконання будівельних робіт повинні бути мінімальними.

При проектуванні генерального плану враховується черговість будівництва фабрики і можливість її розширення.

3.11.2. Норми й вимоги при проектуванні генерального плану

Геодезійна основа генерального плану фабрики для вирішення горизонтального і вертикального планування промислового майданчика - топографічна зйомка. Для складання генерального плану використовується топографічна зйомка в масштабах М 1:500, М1:1000 і М1:2000.

Основа планувальних рішень генерального плану фабрики технологічна схема виробництва агломерату.

За структурою компоновальних рішень схеми споруд основною технологічного комплексу фабрики необхідно виділити характерні цикли процесу залежно від застосовуваного виду міжцеховою транспорту. Відстані між корпусами визначаються допустимими кутами нахилу стрічкових конвеєрів залежно від крупності матеріалу, а також від похилу рельєфу майданчика.

Відстані між корпусами, міжцехові зв'язки яких здійснюються трубопровідним гідротранспортом, визначаються вимогами санітарних і протипожежних норм проектування промислових підприємств.

Санітарні розриви між будинками з природним освітленням повинні бути не менші найбільшої висоти до верху карниза протилежних будівель і споруд. Санітарні розриви від відкритих складів вугілля і інших горючих матеріалів до виробничих і допоміжних будинків повинні бути не менше 50 м.

Будівлі, однорідні за санітарно-гігієнічними ознаками, варто розташовувати групами. Цехи і відділення фабрики з підвищеним виділенням шкідливих викидів (пилу, диму) повинні розташовуватися з підвітряного боку щодо інших об'єктів. Підвітряний бік визначається за графіком «рози вітрів» теплого періоду року, виходячи з переважаючого напрямку вітрів.

Протипожежні розриви між виробничими будівлями і спорудами встановлюються залежно від ступеня вогнестійкості і категорії виробництва за вибуховою і пожежною небезпекою протилежних будівель. Будівлі і споруди фабрик мають в основному високу вогнестійкість (І і ІІ ступінь), а також низьку вибухову і пожежну небезпеку виробництва (категорії Д і Г), тому відстані між ними в більшості випадків не нормуються.

Для будинків з категоріями виробництва Б і В, до яких відносять деякі вуглезбагачувальні фабрики, маслостанції, відділення складування і готування реагентів, мінімальні розриви встановлюються в межах 9-12 м.

Розриви між будівлями фабрики і складами палива, паливно-мастильних і легкозаймистих матеріалів установлюються 18 - 42 м залежно від вогнестійкості будівель і місткості складів.

Для залізничного внутрішньофабричного транспорту на фабриках застосовується тупикова схема колій. Нахили залізничних колій не повинні перевищувати 0,03, у важких умовах допускається - 0,04.

Максимальний радіус заокруглення колій приймається не більше 1000 м, мінімальний - 250 м, у важких умовах - 150 м. Нормальна відстань між осями двох шляхів широкої колії - 4100-5000 мм, вузької - 3000 - 3500 м.

Мережа внутрішньофабричних автодоріг повинна забезпечувати об'їзд кварталів з усіх боків і зручно з'єднувати виробничі цехи зі складами. Ширина головних фабричних вулиць приймається 20 - 30 м, ширина тротуарів - 1,5 м. Дороги повинні забезпечувати також своєчасний і безперешкодний під'їзд пожежних автомобілів. При ширині будинків до 18 м автодороги повинні забезпечити під'їзд до них з одного боку, при ширині будинку більше 18 м - по обидва боки. Перетин автодоріг між собою і з залізничними коліями влаштовують під кутом 90°, у важких умовах цей кут може бути зменшений до 45°.

Адміністративно-побутовий комбінат повинен бути розташований по лінії відводу земель.

Використання території промислового майданчика фабрики оцінюється щільністю забудови, що визначається як відношення площі забудови до загальної площі території фабрики, включаючи площу, зайняту віялом залізничних колій.

Площа забудови визначається як сумарна площа, зайнята будівлями і спорудами усіх видів (склади, естакади, галереї, тунелі, інженерні комунікації, тротуари і т.д.), а також включає площі, зарезервовані для розширення фабрики відповідно до завдання на проектування фабрики.

Мінімальна щільність забудови нормується СНіП II-М.1-7, залежно від продуктивності збагачувальної фабрики і виду сировини, що переробляється.

4. Охорона праці

Розділ присвячено розробці заходів із профілактики виробничого травматизму, професійних захворювань і отруєнь працівників у процесі функціонування фабрики згрудкування залізорудної сировини. Усі етапи виробництва, зокрема підготовка сировинної суміші, формування сирих обкотишів, їх обпал для зміцнення, а також подальше сортування, передбачають використання основного та допоміжного обладнання. Робота з цим обладнанням пов'язана з ризиком отримання травм і розвитком професійних хвороб.

Технологічне і транспортне обладнання фабрики потребує постійної участі обслуговуючого персоналу, що в окремих випадках може призводити до нещасних випадків. Основні виробничі операції автоматизовані або механізовані частково. До обов'язків працівників входить запуск, спостереження, налаштування, технологічний контроль та зупинка обладнання. Крім того, значну частину часу працівники витрачають на прибирання робочих зон та усунення технічних збоїв — таких, як засмічення жолобів, бункерів чи живильників.

Заходи безпеки під час вантажно-розвантажувальних робіт Сировина, необхідна для виробництва обкотишів (руда, концентрат тощо), доставляється на фабрику залізничним транспортом. Найбільшу небезпеку для персоналу становлять операції, пов'язані з розвантаженням вагонів, а також їх зчепленням і розчепленням у вагоноперекидачах. Процес розвантаження відбувається на спеціально обладнаних майданчиках, де встановлено вагоноперекидачі. Ці зони огорожені перилами заввишки 2 метри. Керування здійснюється з окремого пульта управління, який розміщений у безпечному приміщенні з гарною видимістю. У конструкцію вагоноперекидача інтегровано світлову та звукову сигналізацію. Перед кожним перекиданням подається попереджувальний сигнал для інформування персоналу. Забороняється здійснювати перекидання вагонів, якщо вони залишаються з'єднаними з потягом або мають технічні несправності.

Розвантаження залізничного складу здійснюється виключно після його повної зупинки, встановлення сигналів безпеки, закріплення гальмівними башмаками та отримання дозволу від відповідального працівника.

Проведення ремонтних робіт із несправними вагонами безпосередньо на розвантажувальному майданчику суворо заборонене. У зимовий період, при розвантаженні вагонів із промерзлими матеріалами, використовуються спеціальні системи розморожування та вібропристрої для полегшення вивантаження.

Рейкові колії, що розташовані в зонах завантажувально-розвантажувальних робіт, повинні регулярно очищуватись із використанням механізованих засобів. Конструкція вагонів, призначених для транспортування шихти та обкотишів, має виключати просипання матеріалу, адже його наявність на поверхні може спричинити падіння працівників через ковзання на кулястих частинках.

На ділянках, де розвантаження здійснюється вручну, підвищену небезпеку становлять операції з відкриванням/закриванням люків, а також прибирання залишків матеріалу з вагонів.

Подача вапняку та коксової дрібниці до приймальних бункерів здійснюється за допомогою саморозвантажувальних вагонів, і розвантаження можливе лише після повної зупинки складу. Відкривання платформ і дверей здійснюється досвідченим персоналом, а інші працівники повинні знаходитися на безпечній відстані. Люки та двері відкриваються з використанням спеціальних інструментів (наприклад, лома).

Грейферні перевантажувачі, які використовуються для переміщення рудних матеріалів, мають відповідати чинним технічним вимогам з улаштування і експлуатації. Кабіни машиністів оснащено системами герметизації, подачею свіжого повітря та обігрівом для роботи в зимовий період. Перед початком роботи перевантажувачів подається звуковий сигнал для інформування працівників.

Безпека під час обслуговування бункерного обладнання. Приймальні бункери зазвичай виконані з металу або залізобетону та мають сталю футеровку. Вони повинні забезпечувати безперервний потік матеріалу. Забороняється завантаження бункерів при відкритих розвантажувальних отворах.

Під час надходження матеріалу можуть виникати застої в кутах бункера, особливо якщо матеріал вологий — це призводить до утворення зависів. Операції з розпушення чи видалення завислого матеріалу є технічно складними та потенційно небезпечними.

Серед основних загроз — ризик засипання працівників при ручному розпушуванні матеріалу, опіки при контакті з гарячими елементами обладнання, а також падіння всередину бункера.

Для запобігання застряганню сировини у конструкції передбачено

використання бункерів циліндричної форми з конусоподібним дном, нахил якого не менше 60° , що сприяє вільному сходженню матеріалу.

У разі утворення зависів матеріалу в бункерах його видалення дозволяється виконувати виключно зовні. Для цього використовуються електровібратори, що монтуються на зовнішніх стінках ємностей, стиснене повітря або довгі металеві піки, які вводяться через спеціальні люки в бокових стінках або через верхні отвори з захисними ґратами. Категорично забороняється спуск працівників у внутрішню частину бункера.

Рух залізничного складу над бункерами під час перебування в них працівників суворо заборонений. Для підвищення безпеки при розвантаженні матеріалів замість традиційних бункерних затворів застосовуються вібраційні або електромеханічні живильники, що дозволяє повністю механізувати процес та мінімізувати ризик травм. Перед проведенням технічного огляду або профілактичного обслуговування приймальні та проміжні бункери мають бути повністю очищені від залишків матеріалів. Доступ до внутрішньої частини бункера дозволяється лише за письмовим погодженням керівника підприємства.

Охорона праці при експлуатації основного і допоміжного обладнання

Для подрібнення сировини на підприємстві використовують дробарки різних типів: щоківі, валкові, конусні та молоткові. Основні джерела небезпеки — це обертові елементи машин (шків, приводи, реміні), а також зони подачі та вивантаження матеріалів. Щоб забезпечити безпечні умови роботи, передбачено комплекс організаційних та технічних заходів. Зокрема, усі рухомі частини агрегатів мають бути обладнані огороженнями, а отвори для завантаження й вивантаження — закриті суцільними металевими щитами, які запобігають вилітанню твердих фрагментів. Робочі зони, де персонал здійснює контроль і обслуговування дробарок, повинні бути оснащені захисними перилами. Операторська платформа, з якої ведеться спостереження за подачею сировини та роботою дробарки, огорожена металевими екранами для захисту від можливих викидів. Для додаткової безпеки пускові механізми блокуються з огороженнями, що унеможливорює запуск дробарки при відкритому або знятому захисті. Завантаження матеріалу в дробильну установку дозволяється виключно після її ввімкнення. Кількість поданої сировини має відповідати технічним параметрам обладнання. Процеси завантаження та вивантаження механізовано: живильники і транспортери синхронізовані з дробаркою таким чином, щоб подача матеріалу була неможливою при її вимкненому стані.

У випадку аварійної зупинки дробарки, якщо камера заповнена матеріалом, перезапуск здійснюється лише після повного очищення. Перед цим виконується від'єднання електричних ланцюгів, і вивішуються попереджувальні таблички із написом «Не вмикати — ведуться роботи».

Процес очищення дробильної камери має здійснюватися зовні. Якщо це неможливо технічно реалізувати, допускається виконання робіт усередині дробарки двома працівниками лише за наявності відповідального представника.

Особливу загрозу при експлуатації дробильного обладнання становлять сторонні предмети, зокрема металеві, які можуть потрапити всередину і призвести до заклинювання валків, руйнування зубчастих передач та інших аварійних ситуацій.

Щоб знизити ризик пошкоджень у валкових дробарках, один із валків встановлюється на пружинних підшипниках, які дозволяють йому відхилятися при потраплянні твердих предметів. Відстань між валками регулюється притискними гвинтами, а в разі надходження недробленого матеріалу — пружини стискаються, збільшуючи зазор і запобігаючи поломці.

Обладнання для подачі та розсіву матеріалу

Для стабільного надходження сировини застосовуються живильники. Пластинчасті живильники захищаються суцільними металевими кожухами. З боку подачі матеріалу встановлюються фартухи, які обмежують потік повітря, а з протилежного боку — живильник з'єднується з кожухом дробарного завантажувального отвору.

Операція розділення матеріалу за розмірами — грохотіння — проводиться у спеціальних грохотах. Найчастіші випадки травмування під час цієї операції пов'язані з порушеннями правил безпеки самими працівниками.

Найбільшу небезпеку становлять розбалансовані або несправні грохоти. Для уникнення травм всі обертові елементи та диски оснащуються міцними захисними кожухами, здатними витримати навіть фрагменти пошкоджених частин.

Привідні клинопасові передачі обладнуються легкознімними кожухами. Грохоти, встановлені у пило- та шумозахисних кожухах, мають спеціальні оглядові люки й двері для нагляду. Боковини грохота мають захисні перила.

Експлуатація змішувального обладнання та спікальних установок

Обслуговування змішувальних барабанів також пов'язане з певними ризиками. Щоб мінімізувати їх, усі привідні частини й опорні ролики закривають металевими кожухами. Додатково, навколо

змішувачів встановлюються захисні бар'єри.

Ремонтні або очищувальні роботи на змішувальних установках дозволяються лише після повного знеструмлення обладнання. Дверці для доступу всередину змішувача блокуються з пусковим механізмом, щоб виключити випадковий запуск агрегата при відкритих люках.

До основного технологічного обладнання належать також окомковувачі та спікальні конвеєрні машини, хоча поділ обладнання на основне й допоміжне є умовним.

Чашковий окомковувач — це обертовий пристрій у вигляді нахиленої відкритої чаші з електроприводом. Робоча платформа оператора спікальної машини має огороження, що унеможливорює контакт з рухомими елементами під час її роботи.

Усі регульовальні операції, включаючи зміну кута нахилу чаші, налаштування скребків, розрихлювачів та інших елементів, мають виконуватися лише після повної зупинки агрегату та попереднього знеструмлення електроприводу шляхом роз'єднання його електричної схеми.

Функціонування окомковувача тісно пов'язане з роботою суміжних механізмів, тому запуск устаткування повинен відбуватися суворо в установленій технологічній послідовності. Спочатку активуються транспортери, які подають сировину (сирі обкотиші), і лише після цього — сам окомковувач. Порушення цього порядку може спричинити перевантаження транспортного обладнання. Відповідно, зупинка окомковувача повинна відбуватись у зворотній послідовності.

Надійність і безпека обслуговування окомковувача залежать від безперервності технологічного циклу, яку забезпечує своєчасна заміна зношуваних компонентів. До таких належать, зокрема, ножі очисного пристрою, опорні та упорні ролики з підшипниками, зубчасті елементи відкритих передач приводу, які зношуються під дією абразивних матеріалів. Для запобігання передчасному зносу бандажів і роликів необхідно забезпечити їх повноцінне дотикання по всій ширині зони кочення. Неповне прилягання спричиняє утворення конічних дефектів на бандажах і роликах, що веде до частих виходів обладнання з ладу.

Система змащення окомковувача централізована і потребує постійного контролю, оскільки її справність безпосередньо впливає на надійність роботи підшипникових вузлів та роликів.

Процес спікання сирих обкотишів супроводжується фізичними явищами — такими як нагрівання, випаровування вологи, агломерація частинок, подальше охолодження, переміщення газових потоків і теплопередача. Окрім цього, відбуваються хімічні реакції: розкладання

гідратів, карбонатів, сполук сірки, окислення окислів заліза і залишкового пального. Ці процеси створюють численні небезпечні й шкідливі виробничі фактори.

Під час роботи спікальної установки присутність персоналу в зоні її дії суворо заборонена. З метою захисту працівників завантажувальну частину машини слід огородити запобіжними бар'єрами, які простягаються від рівня підлоги робочої гілки до рівня підлоги холостої гілки. Додатково, захисними конструкціями обладнується майданчик приводу спікальної машини.

У робочій зоні, де відбувається завантаження постелі й обкотишів на візки, існує ризик травмування через контакти з рухомими роликами шкальних візків. Тому приводи цих роликів мають бути надійно огорожені. Також необхідно захистити бокові частини спікальної машини, які виступають над майданчиком, щоб унеможливити несанкціонований доступ персоналу в небезпечні зони, де відбувається заміна колосників, дія укладального механізму, роликового грохота-живильника та інших елементів, що беруть участь у подачі сировини. Доступ до цих місць дозволяється лише після повної зупинки агрегатів.

Для запобігання несанкціонованому включенню механізмів спікальної машини необхідно забезпечити наявність блокувальних пристроїв, що гарантують неможливість самовільного запуску обладнання.

Для безпечного обслуговування розвантажувальних жолобів спікальних установок необхідно встановити спеціальні майданчики, обладнані драбинами та поручнями, що забезпечують доступ до технічних вузлів.

Переміщення вагонів, що знаходяться під завантаженням, повинно здійснюватися тільки з використанням спеціальних штовхачів, без фізичного зачеплення тяглових механізмів.

Прибирання матеріалів, що просипались на шляху агломерату, необхідно проводити лише після вжиття заходів для виключення можливості руху складу, а також після повної зупинки спікальних машин.

Заходи безпеки при обслуговуванні транспорту (самопливного та конвеєрного)

На підприємстві експлуатуються різні типи конвеєрів: горизонтальні, похилі та крутопохилі. Проте ці системи мають ряд потенційно небезпечних ситуацій, серед яких: можливість затягування людей у конвеєрну стрічку, обрив або сходження стрічки, висока запиленість, а також зворотний хід похилих конвеєрів.

Для запобігання зазначеним небезпекам, конвеєрні системи мають бути оснащені наступними заходами безпеки:

1. Відстань між конвеєром і стіною має бути не менше ніж 1 м.
2. Пройди для людей повинні мати ширину не менше 0,75 м.
3. У конвеєрних галереях мають бути встановлені пішохідні містки через кожні 30 м.
4. Система автоматичного вимкнення при перевантаженні до 75%, щоб уникнути обриву чи сходження стрічки.
5. На місцях перевантаження матеріалів передбачено встановлення аспіраційних систем для зниження пилоутворення.
6. Приводи похилих конвеєрів обладнані автоматичними гальмівними механізмами.
7. Створено систему для центрування стрічки, що перешкоджає її сходу.

Задля зниження пилоутворення на транспортерних лініях, висота перепадів матеріалів повинна бути мінімальною. Для уникнення аварійних ситуацій, таких як «завал» матеріалів, на конвеєрах передбачене блокування, яке зупиняє суміжні транспортери у разі зупинки одного з них.

Конструкція пересувних розвантажувальних візків конвеєрів повинна виключати можливість їх перекидання та мимовільного руху. Розвантажувальні візки, що використовуються на стрічкових транспортерах, обладнані кінцевими вимикачами.

Для конвеєрів, що мають довжину більше ніж 20 м, на необхідних ділянках влаштовуються перехідні містки або підземні переходи.

Привідні, натяжні та відхиляючі барабани, канати та інші елементи транспортерних систем повинні бути надійно огорожені. У конструкціях передбачені спеціальні пристрої для доступу до елементів для періодичної перевірки, а також до регулювальних пристроїв, без необхідності знімати огороження.

Дільниці стрічки, які входять в контакт з барабанами, огорожуються по довжині конвеєра. Відстань від осі барабана до огороження повинна складати не менше 1 м для барабанів діаметром до 1 м, і не менше 1,5 м для барабанів діаметром більше 1 м. Привідні барабани повинні бути огорожені суцільним металевим листом, а натяжні – сіткою з розміром осередків 20x20 мм.

Прибирання матеріалів, що просипалися з-під стрічкового конвеєра, має бути механізованим. Вручну очищати відходи можна тільки після зупинки конвеєра та виконання заходів безпеки. Обладнання повинно бути

оснащене системою, яка запобігає його запуску під час прибирання та інших робіт.

Заходи електробезпеки на виробництві

До особливо небезпечних приміщень, де є висока вологість, присутність струмопровідного пилу, металеві підлоги та великі потужності двигунів, відносяться спікальне відділення та відділення підготовки шихти. Для уникнення ураження електричним струмом на підприємстві впроваджуються наступні заходи:

Надійна ізоляція струмоведучих частин, використання огорожень та кожухів, розташування проводів на висоті, що недоступна для людей, застосування вологостійкої ізоляції електродвигунів, блокування захисних кожухів і заземлення.

Для передачі електричної енергії використовуються ізольовані кабелі, прокладені по стінах та перекриттях.

Приєднання кабелів до електроустановок здійснюється за допомогою муфт.

У ланцюгах керування і сигналізації застосовується струм низької (безпечної) напруги (12-36 В).

Для обслуговування електроустановок застосовуються індивідуальні засоби захисту: діелектричні рукавички, килимки та боти.

У випадку порушення цілісності ізоляції або обриву електропроводів, застосовують заземлення.

Потужності електричних двигунів, які використовуються на агломераційних фабриках, значно варіюються: від малих двигунів потужністю декілька сотень ватів (наприклад, для живильників) до потужних агрегатів на 50 кВт і більше (для дробарок, змішувачів та спікальних машин). Враховуючи різноманіття електричних двигунів і апаратів, що працюють як на змінному, так і на постійному струмі, умови їх експлуатації ускладнюються. До обслуговування та наладки електроустановок допускаються тільки кваліфіковані працівники (не нижче 3 розряду), доступ інших осіб обмежений.

В якості заземлювачів для розподільних мереж використовуються 4-х жильні кабелі, сталеві труби електропроводок, прогони кабельних конструкцій, смуги металу. Контур захисного заземлення здійснюється загальним для всього електроустаткування.

Для забезпечення надійного електропостачання передбачено використання ряду технічних засобів, таких як пристрої релейного захисту, автоматики, автоматичне введення резерву (АВР) і повторне включення (АПВ), а також системи контролю і сигналізації.

Гігієна праці та виробнича санітарія

Для забезпечення належних умов повітряного середовища в виробничих приміщеннях фабрики застосовуються різні види вентиляції:

природна, механічна та змішана. Спікальне відділення обладнане аерацією, встановлені аераційні ліхтарі незадуваємого типу і приточні отвори з керованими фрамугами.

Спікальна машина є джерелом шкідливих газів та пилу, тому для зниження запиленості робочих приміщень робоча та холоста вітки машини покриті герметичними кожухами по всій довжині, включаючи привід. Це дозволяє мінімізувати засмоктування повітря безпосередньо з приміщення та запобігає створенню розрідження.

Для зниження рівня пилу в повітрі на трактах подачі шихти, сировини та готової продукції встановлені герметичні укриття в місцях завантаження та розвантаження матеріалів.

1. Зниження пилу на дільниці виділення та охолодження гарячого вороття:

- Охолоджувальне устаткування герметизоване та підключене до аспіраційної системи.
- Для запобігання утворенню пилу від матеріалу, що налипає на холості вітки конвеєрів, застосовується гідроочищення.
- Локалізація пилу на дільниці дроблення та грохочення здійснюється за допомогою ємних укриттів, які з'єднані з аспіраційними вентиляторами.
- Для боротьби з пилом у цехах спікання агломерату впроваджено систему місцевої витяжної та загальнообмінної вентиляції, гідрознепилювання та очищення вентиляційних і технологічних викидів.
- Мокрі пиловловлювачі (циклонні фільтри, скрубери), рукавні фільтри та електрофільтри використовуються для очищення аспірованого повітря.

2. Боротьба з токсичними газами:

- Токсичні гази, такі як оксид вуглецю, сірководень та окисли азоту, утворюються під час спікання агломерату.
- Для безпеки обслуговуючого персоналу на запальних горнах встановлено витяжні зонти. Газ, що поступає в горн, спалюється на відкритому вогні, а з'єднання газопроводів герметизуються.
- Газова служба регулярно проводить аналіз повітря та вивіщує попереджувальні плакати. Весь персонал навчається правилам експлуатації газових горнів та користуванню газозахисною апаратурою.
- Прийом газу на пальники горнів здійснюється відповідно до "Правил безпеки в газовому господарстві заводів чорної металургії". Пуск газу здійснюється тільки у присутності газорятівальної служби.
- Для запобігання отруєння герметизуються кладки і газові пристрої, усувається можливість проривів газу, а також правильно розташовуються продувні свіч-газопроводи.
- Працівники забезпечуються засобами індивідуального захисту (респіраторами, спецодягом), профілактичним харчуванням

(молоко), а також відпочинком у профілакторіях та перервами в роботі для відновлення.

3. Захист від шуму та вібрацій:

- Найвищі рівні шуму спостерігаються на робочих місцях машиністів конвеєрів, вентиляторів, дробильних установок тощо.
- Для боротьби з шумом і вібрацією застосовуються віброізолюючі прокладки на фундаментах обладнання (дробарки, грохоти, змішувачі та огрудковувачі) для зменшення передачі вібрацій на підлогу.
- Зовнішні поверхні обладнання облицьовуються спеціальними матеріалами для зменшення вібрацій і шуму, застосовуються гумові глушники, що поглинають шум.
- Все технологічне обладнання, яке створює підвищений рівень шуму і вібрацій, оснащується звукоізолюючими перекриттями та віброгасними пристроями, що знижує шум до 10 дБ у діапазоні середніх і високих частот.
- Для зниження шуму проводиться своєчасне змащення частин, що труться, а також укладання в масляні ванни віброуючих деталей (шестерні редукторів).
- Робітники забезпечуються засобами індивідуального захисту органів слуху, такими як заглушки або навушники, що дозволяють знижувати рівень небажаних звуків.
- Періодичні медичні огляди, гімнастика та фізкультпаузи передбачені для працівників, які працюють в умовах підвищеного шуму та вібрацій.

Всі ці заходи спрямовані на забезпечення безпечних та здорових умов праці для персоналу на агломераційних фабриках, що має знижувати ризики для здоров'я і підвищувати ефективність виробничих процесів.

Захист від теплових випромінювань, освітлення, пожежна безпека на агломераційних фабриках

1. Захист від теплових випромінювань:

- У зв'язку з великою кількістю надлишкового тепла на робочих зонах фабрики, необхідний значний повітрообмін, що досягається через аерацію. Для цього на покрівлі створюються отвори в стінах для припливу повітря: нижній ряд – для теплих періодів, верхній – для холодних та теплих сезонів. Це дозволяє збільшити повітрообмін літом і зменшити його взимку, забезпечуючи попередній підігрів повітря перед його потраплянням на робочі місця.

- Для видалення повітря з приміщень у випадку великих потреб в обміні, а також у разі конструктивних обмежень, застосовуються витяжні зонти та шахти.
- Спікальні машини теплоізолювані, оснащені витяжними зонтами та сітчастими екранами з водяними завісами для екранування тепловипромінювання. Зонти мають витяжні труби, що виводяться на 1-2 метри вище будівлі, обладнані дефлекторами.

2. Забезпечення оптимального освітлення:

- Освітлення на робочих місцях забезпечується за допомогою штучного та природного освітлення. Природне освітлення здійснюється через світлові отвори в огорожувальних конструкціях цеху та світло-аераційні ліхтарі.
- Проектований цех має загальне штучне освітлення з рівномірним розташуванням світильників, де відстані між ними однакові. Лампи накаливання забезпечують освітленість на рівні 50 лк.
- Для аварійного освітлення встановлено аварійний генератор, який забезпечує необхідне освітлення при відключенні основного джерела, з інтенсивністю 5-10% від основного освітлення (для денного цеху – 5 лк).

3. Пожежна безпека:

- У процесі виробництва агломерату виникає значна небезпека вибуху суміші горючих газів (коковий, доменний, природний) та пилу, що може спричинити раптові вибухи.
- Основні заходи для запобігання вибухів полягають у попередженні утворення вибухонебезпечних газоповітряних сумішей, що досягається герметизацією газових ємностей, підтримкою позитивного тиску у газопроводах і ефективним відсмоктуванням пилу.
- Автоматичні системи перекривають подачу газу і повітря під час зупинки машин, а для контролю тиску на пальниках встановлюються відсічні клапани.
- Вибухонебезпечними є приміщення з великими витоками газу або де є пил, що створює вибухонебезпечні суміші. Для цього в таких приміщеннях заборонено іскроутворення та нагрівання предметів до високих температур.
- Всі електричні пристрої і опалення повинні відповідати вимогам вибухобезпечності. Обов'язкове навчання персоналу правилам безпеки у вибухонебезпечних зонах.
- Для запобігання вибухам в повітропроводах подача повітря повинна бути безперервною при встановленому тиску, а у разі аварійної зупинки повітрорудки – встановлюються зворотні клапани.

- Газові пристрої повинні бути додатково оснащені специфічними речовинами, що надають газам характерний сморід (етилмеркатан).

4. Система протипожежної безпеки:

- Усі будівлі на фабриці споруджені з металевих конструкцій і негорючих матеріалів, що належать до категорії негорючих за ступенем вогнестійкості. Для доступу на дах передбачені зовнішні металеві сходи.
- Протипожежна система включає протипожежні крани, систему водопостачання для пожежогасіння, пожежні гідранти, що розташовані по периметру корпусу.
- Для попередження пожеж на фабриці передбачено використання первинних засобів пожежогасіння: вогнегасники (порошкові, пінні, водні), ящики з піском, ломи, сокири, лопати та пожежні покривала.
- Для попередження поширення пожежі встановлюються протипожежні перегородки, протипожежні стіни та перекриття, що дозволяє зменшити ризик поширення вогню.
- При проектуванні враховані евакуаційні шляхи для персоналу. Мінімальна ширина дверей і проходів на шляхах евакуації – 0,8 м, що забезпечує безперешкодний вихід на випадок пожежі або вибуху.

5. Системи сигналізації та контролю:

- Для попередження небезпечних ситуацій використовуються контрольно-вимірювальна апаратура і світлозвукова сигналізація, яка при виникненні запалення автоматично вмикає пожежогасні пристрої.
- Для зв'язку з пожежними підрозділами використовується телефонний зв'язок і електрична пожежна сигналізація (ЕПС), що охоплює виробничі та складські приміщення.
- Протипожежне обладнання включає автоматичні блокування та пристрої для ліквідації пожеж, що активуються при виявленні загрози.

Ці заходи разом утворюють комплексну систему безпеки, що забезпечує ефективний захист від пожеж і вибухів, підвищує рівень безпеки працівників і мінімізує можливі ризики для виробничого процесу.

5. Охорона довкілля

Фабрика огрудкування являє собою високомеханізоване підприємство з поточковими безперервними технологічними процесами, оснащене різними машинами й апаратами для виробництва обкотишів. Для виробництва обкотишів використовують наступні матеріали: концентрат, вапняк, бентоніт. Компоненти шихти при підготовці матеріалів до огрудкування подрібнюються в спеціальних дробарках, кулькових барабанних млинах, потім змішуються в барабанних змішувачах.

За умовами ведення технологічного процесу, характеру й обсягу, виділяємих у навколишнє середовище шкідливостей проектуване підприємство віднесене до класу I, тому санітарно-захисна зона повинна бути не менше 1000 м відповідно до (СН 245-71).

Будівельний майданчик проектованої фабрики розташований з подвітренної сторони стосовно населених пунктів, щоб газу, пилю і дим не попадали на житлові квартали.

У захисній зоні повинні бути висаджені дерева, кустарники й газони. Сумарна площа озеленення повинна становити 40% від проектованої території. При цьому необхідно враховувати санітарно-захисні й декоративні властивості рослин, а також стійкість до шкідливостей, що виділяються технічними процесами.

На фабриці огрудкування основними шкідливими й небезпечними факторами є пилю, газу, шум, тепловиділення й вібрація. В аварійних ситуаціях небезпечними й шкідливими виробничими факторами є вибухи, які супроводжуються опіками й отруєннями.

Основними джерелами пилоутворення є конвеєрний транспорт шихтових матеріалів та готової продукції в місцях їх перевантаження, процеси дроблення та грохотіння, місця завантаження та розвантаження бункерів, а також випалювальна машина. Для нейтралізації несприятливого фактора робоча й холода вітка машини повинні бути вкриті герметичним кожухом по всій довжині, включаючи привод. Для зниження засмоктування повітря безпосередньо з приміщення й виключення створення негативного тиску робоча й холода вітки не повинні мати в горизонтальній площині розділового майданчика, тому що в цьому випадку запилене повітря з вузла дроблення й грохочення обкотишів, засмоктується в шар.

Локалізація виділення пилу на ділянці дроблення досягається за рахунок створення ємних покриттів металевих або з гумовими бічними стінками, з'єднаних з аспіраційним вентилятором. Боротьба з пилом у цехах зміцнювального випалу залізорудних обкотишів здійснюється шляхом впровадження комплексу організаційних і технічних заходів, що включають місцеву витяжку й загальнообмінну вентиляцію, очищення від пилу вентиляційних і технологічних викидів, гідрознепилювання. Основним засобом боротьби з пилом, є місцева

втяжна вентиляція (аспірація), що передбачає влаштування аспіраційних покриттів устаткування. Загальнообмінна вентиляція забезпечує необхідний приплив свіжого повітря в робочі приміщення та видалення надлишкового тепла й вологи, а також забрудненого пилом повітря.

Для очищення від пилу аспірованого повітря застосовуються мокрі пиловловлювачі (циклони, скрубери), а також пиловловлювачі зі зрошуваними ґратками або з трубами-розпилювачами, рукавні фільтри з термостійкою тканиною, електрофільтри.

Процес зміцнюючого випалення котунів, також як і попередні процеси підготовки до механічної обробки сировини, супроводжується підвищеним шумом, вібрацією. Найвищі рівні шуму спостерігаються на робочих місцях машиністів конвеєрів, машиністів огрудкувачів, машиністів вентиляторів і нагрівачів.

Для боротьби з шумом і вібрацією вживають різні заходи організаційного й технічного характеру.

1. Застосування устаткування та інструментів, не створюючих вібрацій або з мінімальним ступенем вібрацій (електричні ручні інструменти замість пневматичних); дробарки, грохоти, млини, віброживильники- встановлюють на фундаментах, відокремлених від майданчиків для обслуговуючого персоналу спеціальним віброзахисним пристроєм. Жорсткий зв'язок вібронебезпечного устаткування з підлогою приміщень і майданчиками не допускається.

2. Застосування глушників. Матеріали з великим внутрішнім тертям - гума, фетр, пластмаса, капрон й ін. - поглинають звукову енергію.

Практично всі технологічне устаткування, створююче підвищений шум і вібрації, повинне оснащуватися звукоізолюючими перекриттями й віброгасними пристроями. Використання вібропоглинаючих покриттів дозволяє зменшити випромінювання шуму до 10 дБ в області середніх і високих частот.

Зниження шуму досягається заміною співударних деталей машин, виконаних з матеріалів з меншим шумовим ефектом, при зіткненні; зменшенням маси співударних деталей; зменшенням твердості тертьових поверхонь; заміною ударних деталей безударними; заміною поворотно-поступальної ходи агрегатів або їх окремих органів обертальними рухами.

ВИСНОВКИ

1. Полімери, рівномірно розподіляючись по всьому об'єму обкотишів, сприяють інтенсифікації виникнення при випалюванні пористої структури, що в свою чергу створює умови для більш повного протікання процесів окислення і відновлення при збільшенні гарячої міцності.
2. Показано, що в котунах з дозбагаченого концентрату, як правило, спостерігається більш щільна структура, фіксується менше значення пористості і підвищений вміст FeO
3. При зменшенні частки бентоніту в шихті міцність сухих обкотишів монотонно знижується незалежно від кількості полімеру. Показник стираності обпалених обкотишів при цьому зменшується. Це є важливою перевагою композиту як сполучної перед чистою органікою. Використання композиції «полімер-бентоніт» дозволяє без погіршення якості сирих і сухих обкотишів істотно покращити комплекс металургійних властивостей обпалених обкотишів.
4. На прикладі використання в композиті вітчизняних полімерних добавок БП-2 і БП-3 встановлена чітка закономірність збільшення пористості обкотишів при збільшенні частки введення добавки. Це проявляється і на хімічно визначеному критерії оцінки структури обкотишів - вмісті FeO.
5. Встановлено, що закономірності зміни пористості і вмісту FeO - критеріїв, що відображають елементи структури обкотишів, при спільному аналізі з результатами досліджень процесів їх відновлення (кінетикою і зміною міцності) дозволяють оцінювати оптимальні склади БПК. Найкращі результати досягнуті при використанні вітчизняного полімеру ПБ-3 або імпортного floform. З урахуванням економічної ефективності, пріоритетним є використання ПБ-3 при його дозуванні ~ 0,03% в шихті. Оптимальне дозування композиції в шихті становить 0,25%.