МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІМ. Ю.М.ПОТЕБНІ

Металургійних технологій, екології та техногенної безпеки
(повна назва кафедри)

Кваліфікаційна робота / проєкт

другий (магістерський)
(рівень вищої освіти)

на тему **Особливості використання торфу у виробництві агломерату**

Виконав: студент II курсу, групи 8.1363-мчм
спеціальності 136 Металургія
(код і назва спеціальності)
освітньої програми Металургія чорних металів
(код і назва освітньої програми)
спеціалізації _____
(код і назва спеціалізації)
К.В.Ревінська
(ініціали та прізвище)

Керівник доц., к.т.н., доц. Кириченко О.Г.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)
Рецензент доц., к.т.н., доц. Воляр Р.М.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя
2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра____Металургійних технологій, екології та техногенної безпеки___
Рівень вищої освіти____другий (магістерський)_____

Спеціальність _____136 Металургія_____
(код та назва)
Освітня програма _____Металургія чорних металів_____
(код та назва)
Спеціалізація _____
(код та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри_____
«_____»_____20____року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ/ПРОЄКТ СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)

_____Ревінській Ксенії Валентинівні_____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи (проєкту) Особливості використання торфу у виробництві____ агломерату_____
керівник роботи _____Кириченко Олексій Геннадійович, к.т.н., доц._____
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом ЗНУ від «28» лютого 2024___року №359-с_____

2 Строк подання студентом роботи _____10.12.2024_____

3 Вихідні дані до роботи __Дослідити технологічні особливості використання торфу у виробництві агломерату_____
_____

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
Реферат; вступ; Аналіз процесу агломерації залізняку і концентратів з використанням викопного твердого палива; Методика проведення досліджень; Розробка технології виробництва агломерату з використанням активованого торфу. Охорона праці та техногенна безпека; Висновки; Перелік джерел посилання; Додаток А

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)__18_креслень_____

6 Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Аналіз процесу агломерації залізняку і концентратів з використанням викопного твердого палива	Кириченко О.Г., доцент		
Методика проведення досліджень	Кириченко О.Г., доцент		
Розробка технології виробництва агломерату з використанням активованого торфу	Кириченко О.Г., доцент		
Охорона праці та техногенна безпека	Кириченко О.Г., доцент		

7 Дата видачі завдання_____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ, реферат	21.11-25.11.2024	
2	Аналіз процесу агломерації залізняку і концентратів з використанням викопного твердого палива	26.11-30.11.2024	
3	Методика проведення досліджень	01.12-04.12.2024	
4	Розробка технології виробництва агломерату з використанням активованого торфу	05.12-08.12.2024	
5	Охорона праці та техногенна безпека	09.12-10.12.2024	
6	Висновки, перелік джерел посилання	10.12.2024	

Студент _____ _____К.В.Ревінська_____
(підпис) (ініціали та прізвище)

Керівник роботи (проєкту) _____ _____О.Г.Кириченко_____
(підпис) (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер _____ _____О.Г.Кириченко___
(підпис) (ініціали та прізвище)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 89 с., 27 табл., 16 рис., 1 дод., 18 джерел

ТОРФ, АГЛОМЕРАЦІЯ, КОНЦЕНТРАТ, АНТРАЦИТ, ВУГІЛЛЯ, КОКС, ГРАНУЛОМЕТРИЧНИЙ СКЛАД, НАСИПНА ЩІЛЬНІСТЬ, АГЛОМЕРАЦІЙНИХ ЦЕХ

Об'єкт дослідження – технологічні показники процесу агломерації залізних руд з використанням торфу активованого.

Предмет дослідження – закономірності і механізми фізико-хімічних процесів агломераційних процесів з використання торфу в якості часткового замінника коксу.

Мета роботи – розробити технологію використання торфу активованого як замінника коксу при агломерації залізних руд. За допомогою виконаних досліджень довести технічні показники і необхідність часткової заміни коксу на торф, що гарантує стабільність якості та хімічного складу.

Методи дослідження – технічний аналіз, хімічний аналіз, мінералогічний аналіз, порівняльний аналіз, статистична обробка результатів.

Наукова новизна:

1. Встановлено, що в торфі переважають леткі речовини, причому їх основна маса представлена киснем (30,6% маси сухого торфу), внаслідок чого посилюється активне горіння палива.

2. Доведено, що за рівних умов термічної обробки швидкість видалення вологи з торфу в 2,25 рази менше, ніж з концентрату, що обумовлено наявність внутрішньої пористості у частинок торфу. Отже, добавка торфу до концентрату повинна суттєво підвищити температуру котунів (гранул).

Практичне значення:

1. Досліджені технологічні властивості торфу та розроблена технологічна схема подачі активованого торфу.

2. Проведені промислові випробування технології використання активованого торфу як часткового замінника твердого палива під час виробництва агломерату в лабораторних умовах та в умовах аглоцеху ПівдГЗК.

У вступі обґрунтований обраний напрям досліджень, визначені мета та шляхи його досягнення.

У розділі 1 проведений аналіз процесу агломерації залізняку і концентратів з використанням викопного твердого палива

В розділі 2 наведена конструкція лабораторної установки і методи дослідження, які використовувалися в роботі.

В розділі 3 досліджені технологія виробництва агломерату з використанням активованого торфу

У розділі «Охорона праці та техногенна безпека» розглянуто основні шкідливі та небезпечні фактори в роботі агломераційного цеха.

Розроблена технологія рекомендується для дослідно-промислових випробувань в умовах агломераційних виробництв України.

ЗМІСТ

Вступ 8
1 Аналіз процесу агломерації залізняку і концентратів з використанням викопного твердого палива 10
1.1 Агломерація залізняку з використанням антрациту 10
1.2 Агломерація залізних руд з використанням кам'яного та бурого вугілля 21
1.3 Виробництво агломерату з використанням торф'яного коксу 24
2 Методика проведення досліджень 32
2.1 Опис експериментальної установки 32
2.2 Характеристика шихтових матеріалів 33
3 Розробка технології виробництва агломерату з використанням активованого торфу 37
3.1 Дослідження технологічних властивостей торфу 37
3.1.1 Гранулометричний склад та насипна щільність торфу 37
3.1.2 Кінетика сушіння торфу 40
3.1.3 Структурно-механічні та енергетичні властивості торфу 41
3.1.4 Аналіз комкуючої здатності торфу 43
3.2 Розробка технології використання торфу при агломерації у лабораторних умовах 44
3.2.1 Технологічна схема використання активованого торфу в агломераційній шихті 44
3.2.2. Результати лабораторних спікань 44
3.3 Промислові випробування технології використання активованого торфу як часткового замінника твердого палива під час виробництва агломерату 54
3.3.1 Спосіб подачі активованого торфу 54
3.3.2 Результати промислових випробувань в умовах аглоцеху ПівдГЗК 54
3.3.3 Характеристики міцності готового продукту 56

4 Охорона праці та техногенна безпека 57
4.1 Аналіз потенційно шкідливих і небезпечних чинників виробничого середовища агломераційного цеху 57
4.2 Розробка заходів захисту від впливу небезпечних і шкідливих чинників виробничого середовища агломераційного цеху 60
4.3 Заходи з електробезпеки 63
4.4 Заходи пожежної безпеки 64
4.5 Технічні заходи виробничої санітарії 65
4.5.1 Освітлення виробничих приміщень 65
4.5.2 Опалення та вентиляція 66
4.5.3 Виробничий шум, виробнича вібрація 70
4.5.4 Виробничі випромінювання 70
4.5.5 Об'ємно-планувальні рішення будівель і споруд цеху 71
4.5.6 Санітарно - побутові приміщення 71
4.5.7 Заходи техніки безпеки 72
4.6 Розрахунок протишумного пульта управління в спікальному відділенні аглоцеху 74
Висновки 80
Перелік джерел посилання 81
Додаток А Публікації за темою кваліфікаційної роботи 83

ВСТУП

У зв'язку зі збільшеною вартістю зазвичай застосовуваних для агломерації теплоносіїв (коксової дрібниці та антрацитового штибу) виникла необхідність у пошуку вуглецевмісних матеріалів, що відповідають вимогам агломераційного переділу. Причому, замінник повинен бути значно дешевшим за традиційно застосовувані сорти палива і мати ряд специфічних властивостей, що надають позитивний вплив на процес підготовки та спікання шихти, основним компонентом якої є вологий (11 і більше %) тонкозернистий магнетитовий концентрат. Відмінна особливість подібних концентратів полягає у схильності до неорганізованого структуроутворення, що знижує ефективність підготовки та спікання шихти в існуючих агрегатах.

Найбільш перспективним напрямом у вирішенні проблеми агломераційного палива, що склалася, є розробка технології виробництва нових видів агломераційного палива. Узагальнення результатів досліджень процесу агломерації дозволяє вже зараз сформулювати основні вимоги, яким повинні задовольняти замінники коксової дрібниці, що помітно відрізняються своєю природою і істотно впливають на техніко-економічні показники роботи агломераційних установок.

Мета роботи – розробити технологію використання торфу активованого як замінника коксу при агломерації залізних руд. За допомогою виконаних досліджень довести технічні показники і необхідність часткової заміни коксу на торф, що гарантує стабільність якості та хімічного складу.

Завдання роботи – на основі фізико-хімічних досліджень розробити технологічні передумови агломераційної технології з використанням активованого торфу. Це дозволить в значній мірі покращити хід процесу та, в значній мірі, прогнозувати кінцевий хімічний склад агломерату.

Дана задача буде вирішуватися за рахунок сучасних засобів та методів аналізу та експериментальних підходів.

Для досягнення поставленої мети в роботі необхідно було вирішити такі **завдання:**

1. Провести аналіз процесу агломерації залізняку і концентратів з використанням викопного твердого палива;

2. Дослідити технологічні властивості торфу;

3. Провести випробування технології використання активованого торфу як часткового замінника твердого палива при виробництві агломерату**.**

1 АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ АГЛОМЕРАЦІЇ ЗАЛІЗНЯКУ І КОНЦЕНТРАТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ВИКОПНОГО ТВЕРДОГО ПАЛИВА

1.1 Агломерація залізняку з використанням антрациту

Одними з ранніх дослідів використання антрациту в агломерації залізних руд були дослідження, в ході яких, поряд із зменшенням газопроникності шару шихти у міру заміни коксової дрібниці антрацитовим насінням або штибом, було зафіксовано збільшення продуктивності агрегату 0-3 мм (табл.1.1).

Таблиця 1.1 - Результати лабораторних дослідів одержання залізорудного агломерату з використанням коксової дрібниці та антрациту

Показники якості палива та агломераційного процесу	Результати дослідів при використанні агломераційного палива крупністю, мм								
	Коксова дрібниця			Антрацит (насіння)			Антрацит (штиб)		
	0-6	0-3	0-0,5	0-6	0-3	0-0,5	0-6	0-3	0-0,5
Технічний аналіз палива, %									
A	16,54			11,50			13,65		
S	0,88			1,30			1,57		
V	2,10			3,20			3,00		
$C_{нелет}$	81,36			85,30			83,35		
Вертикальна швидкість спікання, мм/хв	-	28,6	-	-	26,0	-	-	26,0	-
Вміст FeO в агломераті	21,10	20,20	21,40	17,66	19,69	20,35	18,24	19,02	18,67
Вихід агломерату +25 мм %	-	54,5	-	-	62,5	-	-	66,0	-
Питома продуктивність аглоустановки, т($м^2$·год)	1,36	1,60	1,54	1,13	1,75	1,28	1,55	1,80	1,37
Міцність агломерату (вихід дрібниці 0-6 мм після руйнування), %	-	14,6	-	-	12,0	-	-	13,4	-

У наступних дослідах відзначено негативний вплив добавок антрациту до коксової дрібниці на технічні показники агломераційного процесу (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Вплив антрациту на показники роботи промислових агломераційних установок

Вміст антрациту у паливі	Якість агломерату	Зниження виходу придатного	Зниження продуктивності агломашини, %
100	не погіршилася	-	2,8
100	-	-	8,3
100	-	-	16,6
100	-	-	3,8
50	не погіршилася	-	-
100	Погіршилася	-	3-5
20	не погіршилася	-	-
50	Погіршилася	7,3*	-
100	»	23,4	-

Низька реакційна здатність антрациту, що становить ГОСТ 10089-62 0,77 проти 1,46 мл (г×с) для коксової дрібниці, визначає менш інтенсивне взаємодія паливних частинок з киснем повітря. Тому зона горіння виявляється розтягнутою по висоті (рис. 1.1) та процеси рідких фаз протікають уповільнено.

Газопроникність шару рідких продуктів, що виникає, а висота його більше, ніж при роботі на коксовій дрібниці. Це є причиною додаткового гальмування процесу. Зниження швидкості спікання та його температурного рівня впливає на показники якості спеку та продуктивність установки (рис. 1.2).



Рисунок 1.1 – Термограми процесу агломерації з використанням коксової дрібниці (1) та антрациту (2) на висоті від колосникових грат, мм:
а - 180; б - 80

Зазначені зміни процесу пов'язані також і з тим, що антрацит займає об'єм у 1,3 рази менше, ніж коксова дрібниця. Це призводить до роз'єднаності вогнищ горіння у шарі та зниження виходу придатного.

Для підвищення температурно-теплового рівня процесу та покращення якості спеку при роботі на антрациті підвищували витрату вуглецю на спікання у різних випадках від 13,5 до 50 % від оптимального вмісту вуглецю в шихті під час роботи на коксовій дрібниці. При цьому не завжди вдавалося досягти продуктивності агломераційної установки, яка б відповідала умовам її роботи на коксовій дрібниці. Це показано в дослідах, у яких при переході від коксової дрібниці до антрацитового штибу зміна температурно-часових показників процесу агломерації протікала таким чином, що ступінь розвитку відновлювальних реакцій в шарі, що відбивається, відбивається вмістом закису заліза в агломераті, виявлялася приблизно однаковою. Мінералогічний аналіз агломератів характеризувався деяким зниженням вмісту магнетиту та збільшенням частки силікатної зв'язки. В результаті зниження температурного рівня процесу зросла кількість первинної руди в спеку та знизився вміст

гематиту, що утворився в ході реакцій вторинного окиснення магнетиту. Характерно, що низька горючість антрациту, а також підвищений вміст у ньому класу 0-0,5 мм привели до неповного використання палива під час агломерації: кількість залишкового вуглецю в спеку ставило 10% від вихідного вмісту їх у шихті.

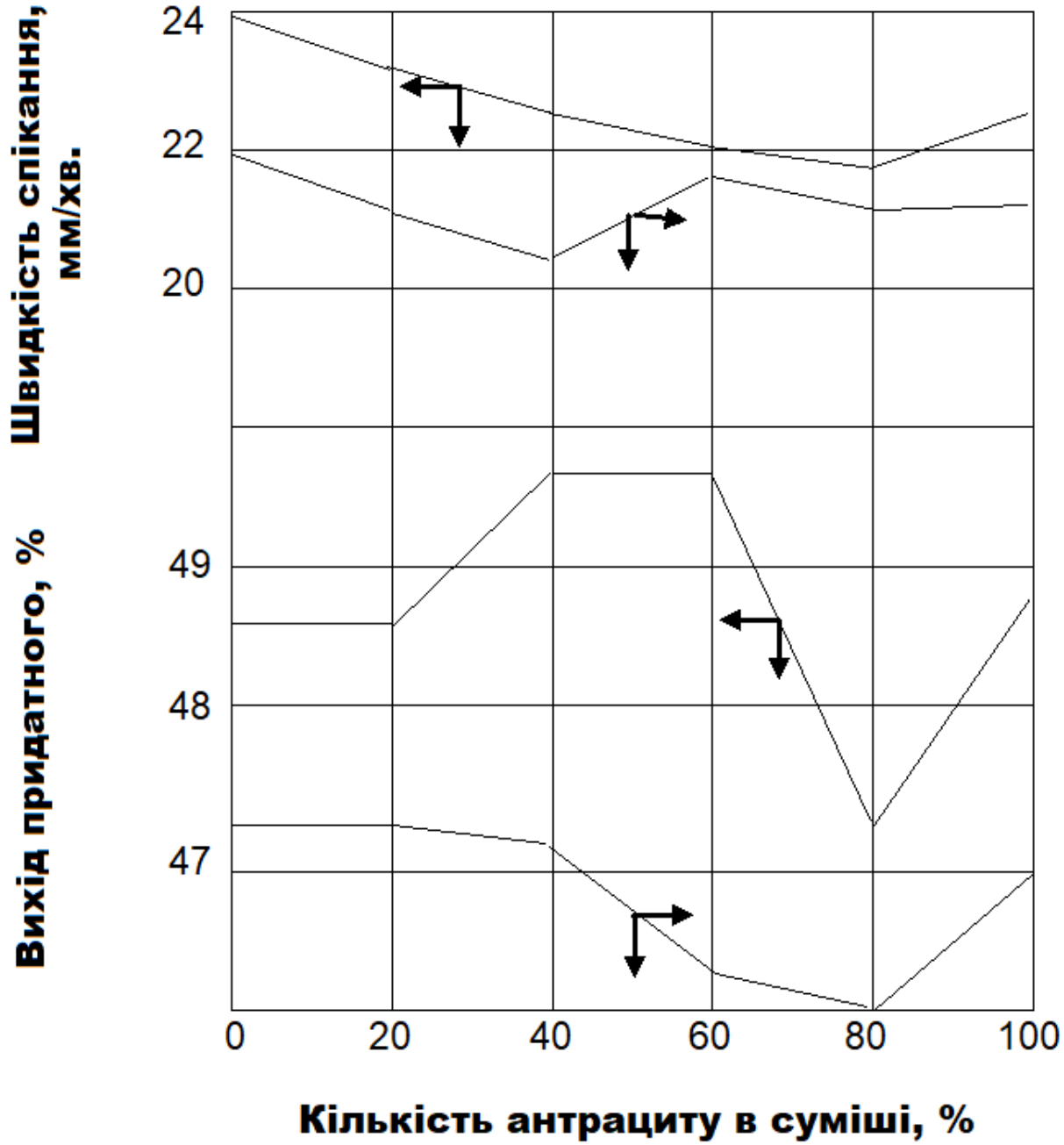


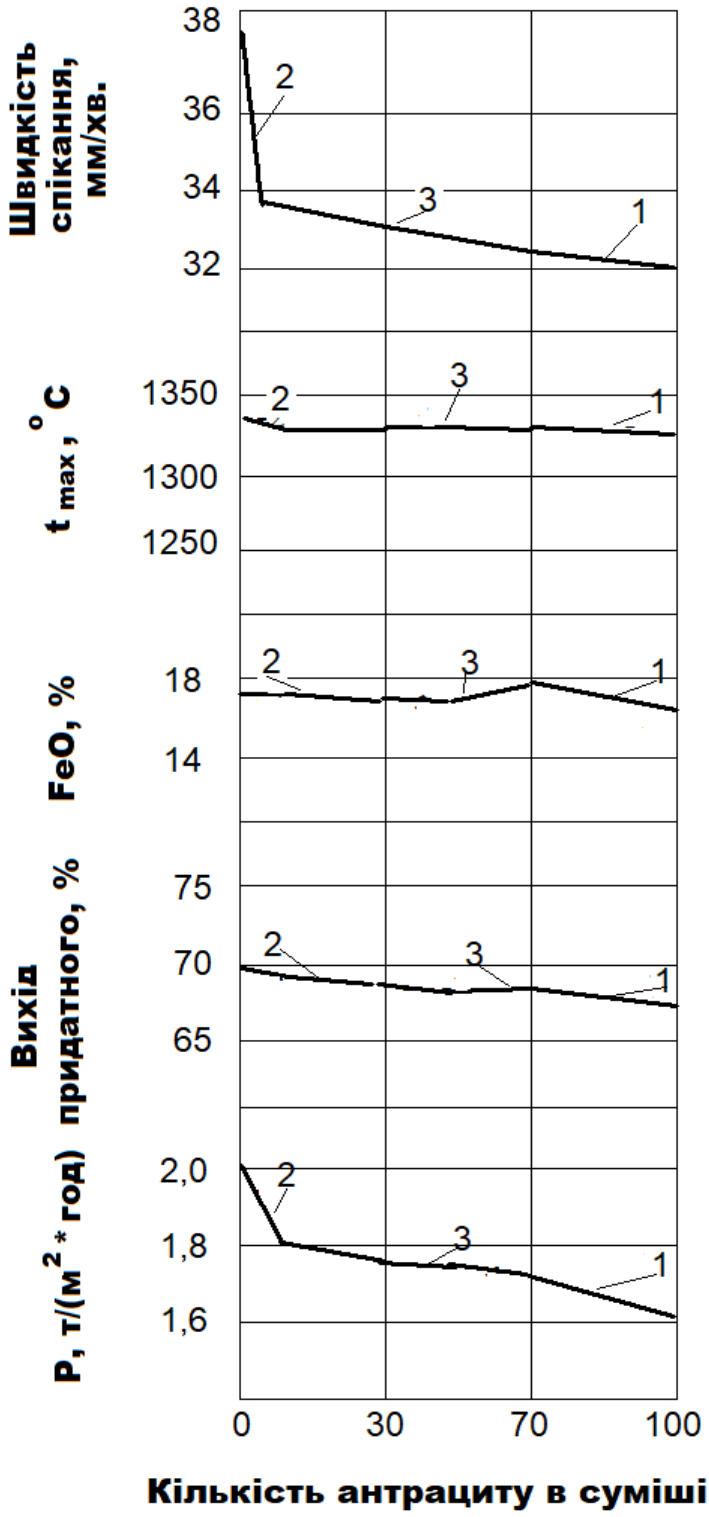
Рисунок 1.2 – Вплив вмісту антрациту на показники спікання офлюсованого агломерату з магнетитового концентрату та бурого залізняку при постійному вмісті вуглецю в шихті 3,0%

Відповідно до зміни вмісту закису заліза та силікатної зв'язки у спеці вихід придатного при роботі на використаних видах палива змінився мало. Таким чином, зміна продуктивності агломераційної установки при використанні антрацитового штибу замість коксової дрібниці в основному визначалося зниженням швидкості спікання; збільшення вмісту антрациту в шихті не сприяло зростанню продуктивності установки на відміну, наприклад, результатів робіт, у яких цими заходами вдалося зберегти продуктивність установки.

Однією з причин зазначеної невідповідності експериментальних даних є різні умови проведення спікань, в першу чергу газодинамічні умови горіння палива в шарі: якщо в одних дослідах шляхом якісного окомкування шихти забезпечувалася її висока газопроникність і швидкість спікання 22-24 мм/хв (рис 1.2), то в інших дослідженнях були гірші умови для горіння палива, збільшення витрати якого, хоч і підвищувало вихід придатного, але не настільки, щоб перекрити зниження швидкості спікання.

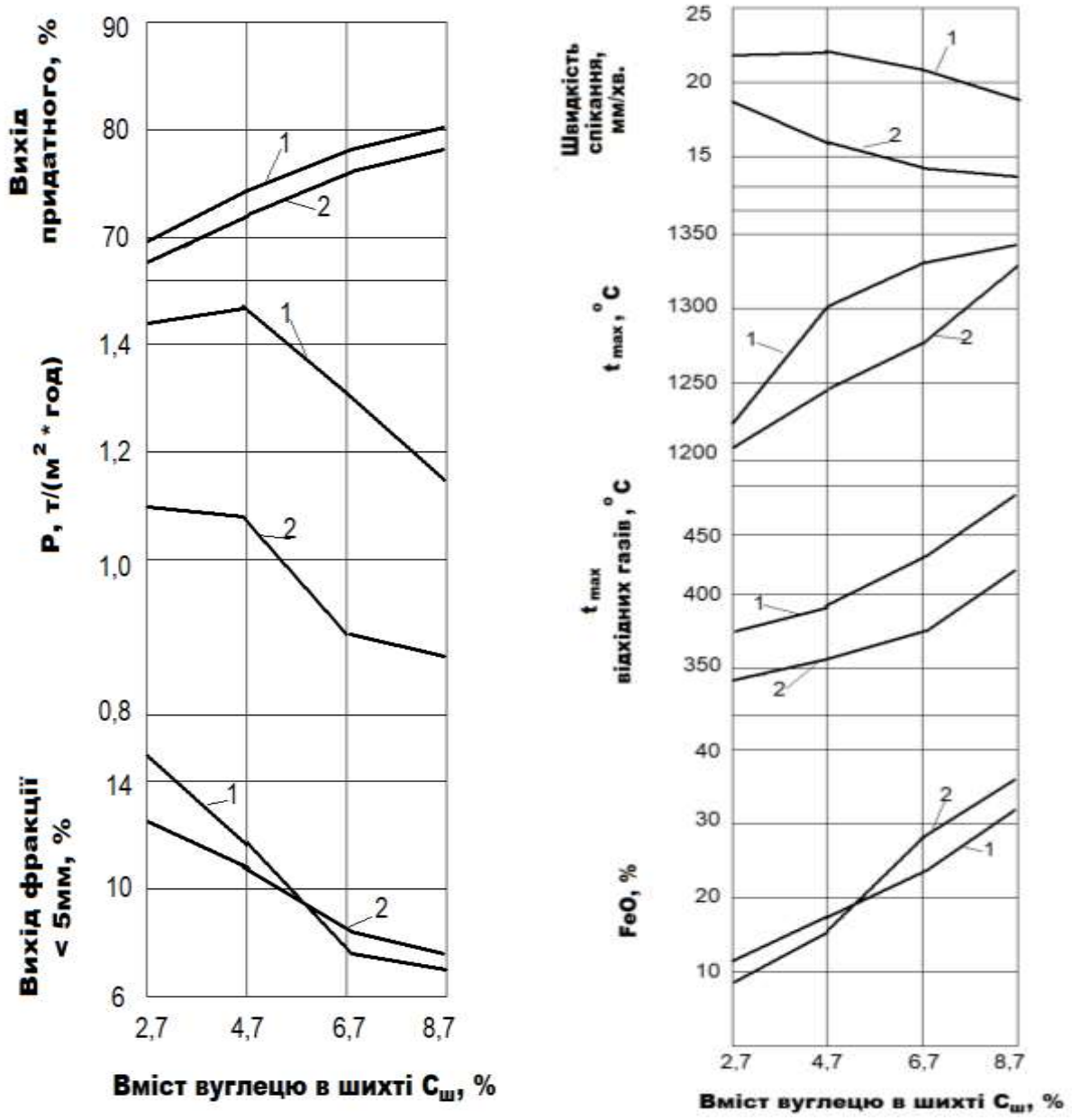
З метою інтенсифікації агломераційного процесу при роботі на антрациті та кам'яному вугіллі, було здійснено спікання ретельно обкомкованої шихти, що практично не містила грудок крупністю > 1 мм, причому 60-80% шихти складали грудки крупністю > 3мм. Спікання обгортованої таким чином шихти здійснювалося при високих швидкостях руху зони горіння, що перевищують у всіх випадках 30 мм/хв (рис 1.3)

Заміна коксової дрібниці антрацитом, як і у попередніх дослідах (див. рис. 1.4), призводить до зниження швидкості спікання, але значно меншою мірою. При частковому використанні антрациту у суміші з коксовою дрібницею найбільше гальмування викликає добавка 10-30% антрациту; подальше збільшення частки паливі мало впливає швидкість спікання (див. рис. 1.3).



1 – антрацит; 2 – коксова дрібниця; 3 – суміш антрациту та коксової дрібниці

Рисунок 1.3 – Вплив вмісту антрацитового штибу на показники агломераційного процесу при спіканні гранульованої шихти



а б

1-коксова дрібниця; 2-антрацитовий штиб

Рисунок 1.4 – Зміна технологічних показників агломераційного процесу в залежності від вмісту вуглецю в шихті та виду палива, що використовується

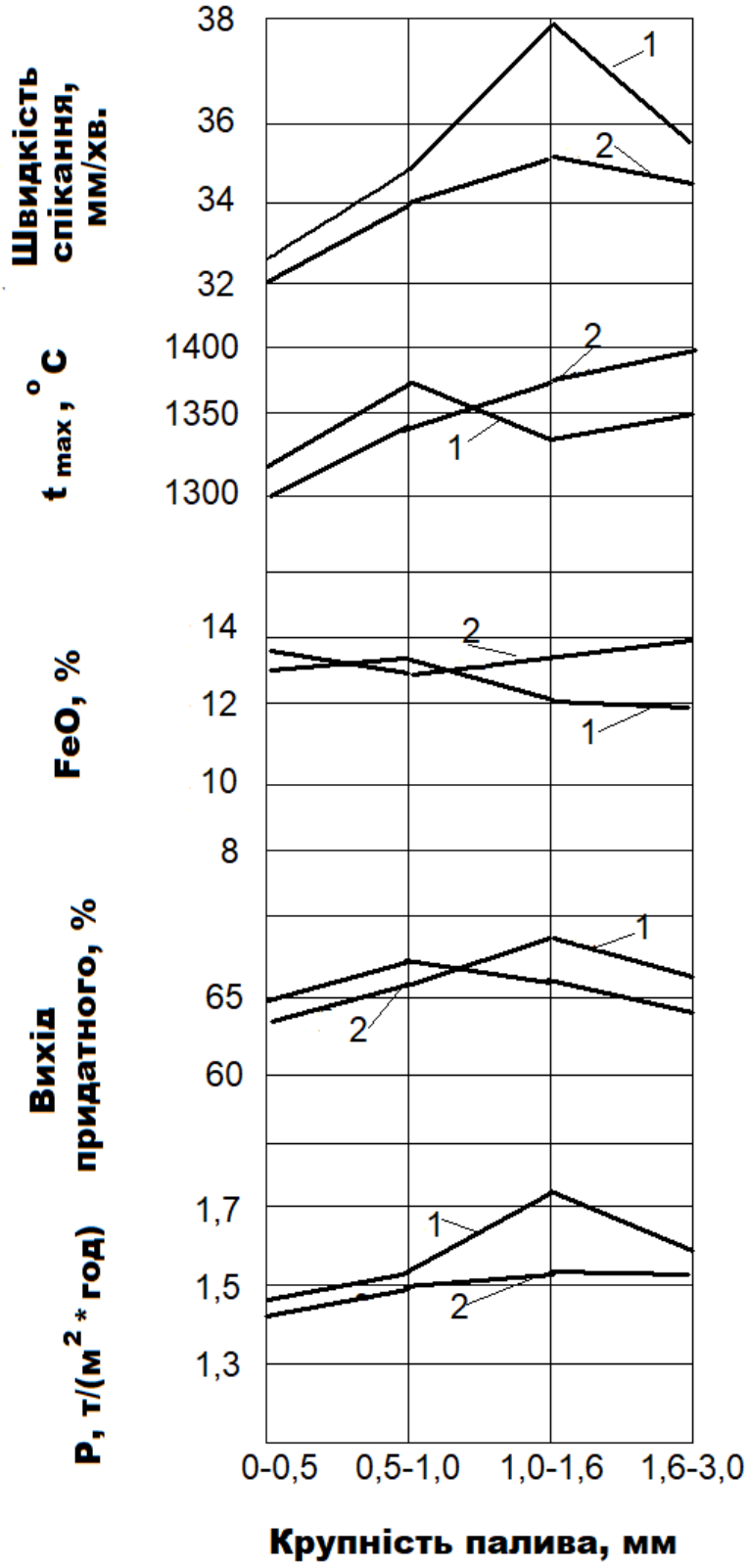
Температурний рівень процесу знижується в міру збільшення частки антрацитового штибу в паливній суміші, проте в цілому зміна максимальної

температури в зоні горіння не перевищувала 50°С і не призводила до її зниження менше 1300°С. Окисленість агломерату під час використання антрациту у разі практично не підвищується, а окремих випадках навіть знижується проти роботою однієї коксової дрібниці.

Високі швидкості спікання гранульованої шихти визначають і відповідні показники продуктивності агломераційної установки, які зі збільшенням частки антрациту знижуються від 2,0 до 1,64 т/(м^2).

На рис. 1.5 наведено результати дослідів зі спікання гранульованої шихти на вузькокласифікованому паливі: залежність швидкості агломерації від крупності палива екстремальна, висхідна гілка кривої пов'язана із забезпеченням кращого доступу кисню до поверхні паливних частинок при збільшенні крупності палива від 0,5-1,6 мм, оскільки тонкоподрібнене паливо (0-0,5 мм) виявляється щільно закоченим у грудки шихти. Подальше укрупнення паливних частинок призводить до зниження швидкості спікання через значне збільшення тривалості горіння самих частинок та деякого погіршення показників обгортування шихти, пов'язаного зі зростанням у ній вмісту класу 0-1 мм.

В умовах роботи на паливі крупністю 0-0,5 та 0,5-1 мм заміна коксової дрібниці антрацитом не сильно позначається на швидкості спікання, проте деяке уповільнення швидкості горіння паливних частинок такої крупності позитивно впливає на температурний рівень процесу та розвиток відновлення та плавлення шихти. Найбільша різниця показників якості агломерату на антрациті та коксової дрібниці має місце при зіставленні дослідів на паливі крупністю 1,0-1,6 мм, використання якого забезпечує найвищу питому продуктивність установки під час роботи на коксовій дрібниці та практично не впливає на продуктивність при порівнянні з класом 0,5-1 мм у разі використання антрациту (оскільки одночасно має місце зниження температурного рівня та виходу придатного).



1 - коксова дрібниця; 2- антрацитовий штиб

Рисунок 1.5 – Технологічні показники агломераційного процесу на вузькокласифікованому паливі

Таким чином, для інтенсифікації агломераційного процесу при роботі на антрацитовому штибі поряд з удосконаленням способу огрудування шихти доцільно дещо знизити (порівняно з коксовою дрібницею) верхню межу дроблення палива і по можливості скоротити використання в процесі спікання тонких фракцій палива 0-0,5.

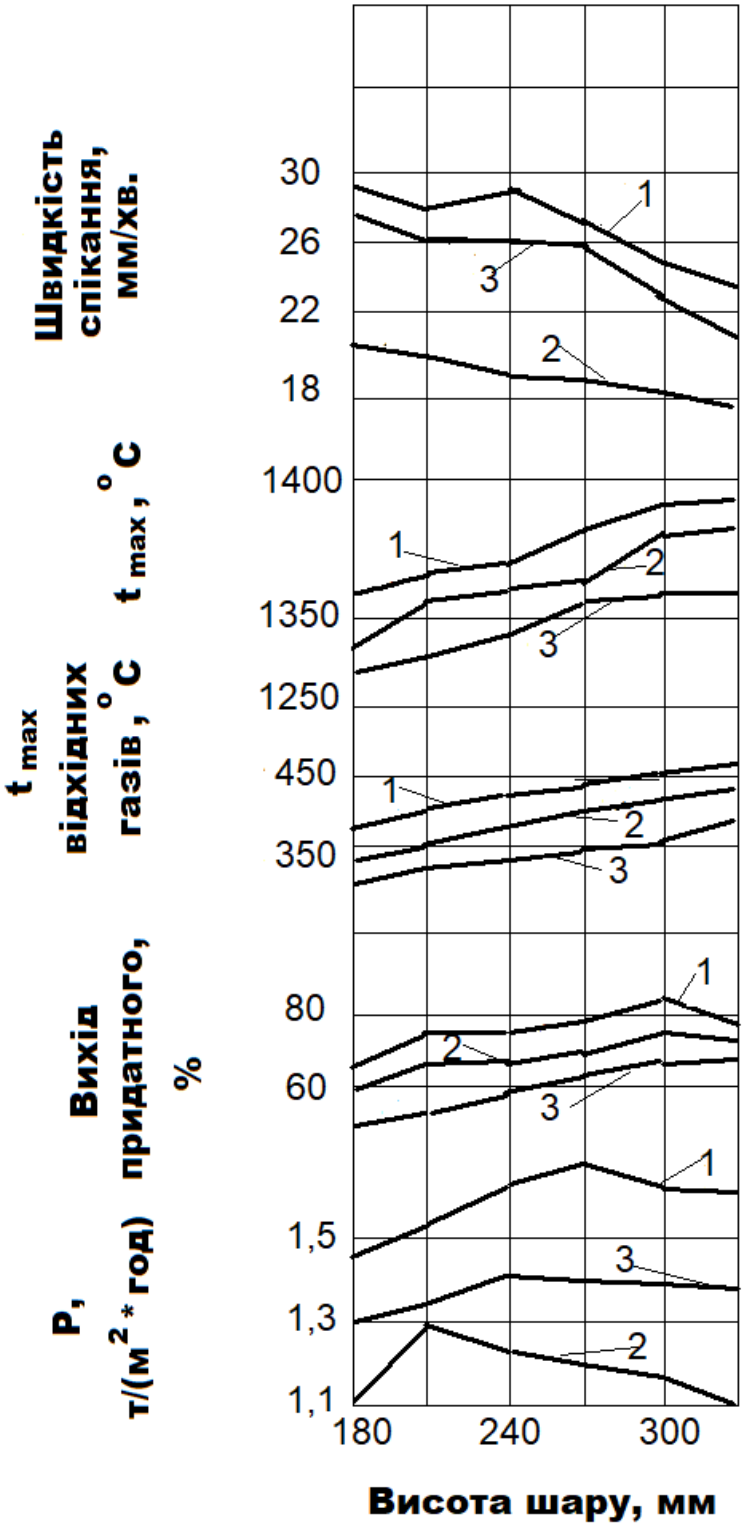
Висловлені рекомендації щодо інтенсифікації агломераційного процесу на антрациті пов'язані з необхідністю значних удосконалень схеми обгортування шихти та підготовки палива, спрямованих на покращення газопроникності шихти та відповідне підвищення швидкості фільтрації повітря через шар. Останнє може бути до певної міри досягнуто (при суттєвій потужності ексгаустера) шляхом зниження висоти шару спікання шихти, тому проведено визначення оптимальної, з точки зору продуктивності установки, висоти шару при використанні різних сортів твердого палива, ситовий склад яких був штучно вирівняний для виключення впливу цього чинника показники процесу (табл. 1.3).

Таблиця 1.3 - Технічний аналіз та ситовий склад агломераційного палива

Вид палива	Технічний аналіз, %			
	W	A	V	S
Коксова дрібниця	10,44	12,6	1,78	1,82
Антрацитовий штиб	5,0	25,5	1,77	3,43
Газове вугілля	8,6	9,5	32,3	0,6

Вид палива	Вміст, % класу, мм				
	>3	1,6-3	1-1,6	0,5-1	<0,5
Коксова дрібниця	-	25	25	25	25
Антрацитовий штиб	-	25	25	25	25
Газове вугілля	-	25	25	25	25

У міру збільшення висоти шару (рис. 1.6) швидкість спікання монотонно зменшувалась, причому найбільшою мірою це стосується більш активних видів палива – коксової дрібниці та газового вугілля.



1 – коксової дрібниці; 2- антрацитового штибу; 3 – газового вугілля

Рисунок 1.6 – Вплив висоти шару, що спікається, на показники процесу агломерації при використанні різних видів палива

Одночасно завдяки розвитку регенерації тепла зростає температурний рівень процесу, про що свідчать результати виміру температур у зоні горіння (на постійному рівні від колосникових грат) і димових газів, що відходять. Відповідно до температурних умов процесу спостерігається поліпшення якості спеку, що супроводжується збільшенням виходу придатного.

Оскільки фактори, що визначають величину продуктивності установки, змінюються взаємно протилежно залежність продуктивності установки від висоти шару має екстремальний характер. Оптимальна висота шару залежить від реакційної здатності твердого палива, що використовується; при роботі на найбільш активній в умовах дослідів коксової дрібниці можливе деяке підвищення висоти шару (порівняно з антрацитом та газовим вугіллям), що сприяє досягненню найвищої продуктивності установки.

Багатий промисловий досвід використання антрациту замість коксової дрібниці в агломераційному виробництві дозволив виробити норми якості антрацитового штибу для агломерації залізняку і концентратів (ГОСТ 10566-63): вологість не більше 7,5%; зольність трохи більше 15%, вміст сірки трохи більше 1,5% і вміст дрібниці крупністю менше 0,5 мм трохи більше 20%.

1.2 Агломерація залізних руд з використанням кам'яного та бурого вугілля

Детальні дослідження дозволили зробити висновки про можливість широкого використання викопного вугілля в процесі агломерації: багаторічне використання дрібного вугілля навпіл з коксовим дріб'язком не дає смолистих відкладень, трубопроводи та ексгаустер залишаються чистими. Одночасно скорочується і їх абразивний знос від впливу агломераційного пилу і, головним чином, частинок коксової дрібниці, що знаходяться в ній. Вугілля завдяки підвищеній реакційній здатності та високій швидкості горіння забезпечують кращий, порівняно з коксовою дрібницею,

температурно-тепловий режим агломерації, що дозволяє знизити витрату вуглецю.

Тривалість спікання агломерату залишається приблизно на одному рівні при застосуванні різних сортів палива, так що вибір того чи іншого сорту палива не істотно впливає на продуктивність при правильному визначенні необхідної витрати палива для спікання.

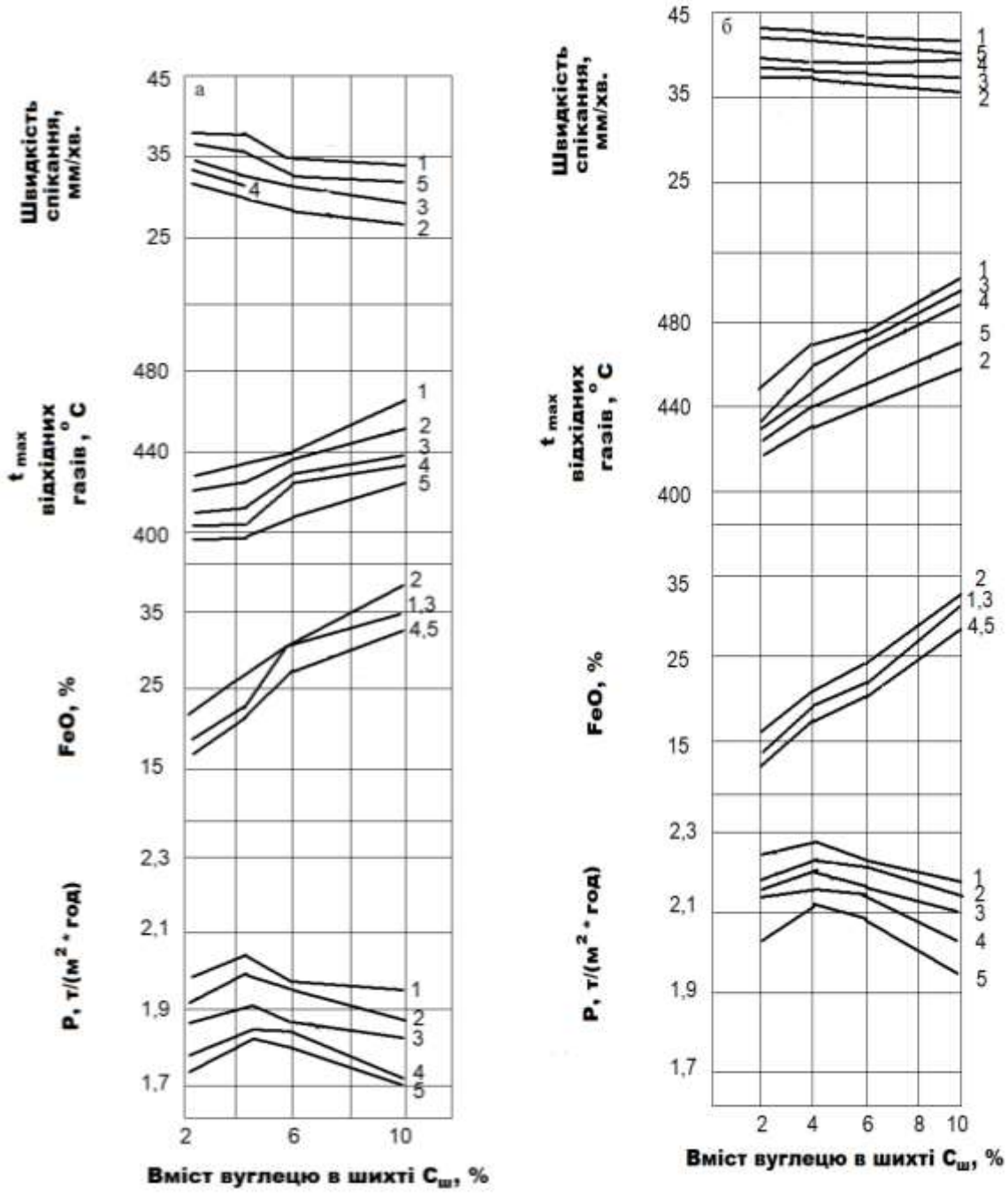
Промислові досліди використання тонкого вугілля дозволили зробити вибір, що нормальні показники агломерації зберігаються при заміні до 40% коксової дрібниці зазначеним вугіллям, що містить 6% летких та 8% золи.

Лабораторні спікання криворізької руди з використанням бурого вугілля як замінник коксової дрібниці в кількості 10 і 20% супроводжувалися погіршенням показників агломераційного процесу: тривалість спікання зросла, вихід придатного знизився, в результаті чого питома продуктивність скоротилася відповідно на 12 і 3. Якість агломерату погіршилося - вміст фракції 0-5 мм після випробування в барабані склало відповідно 21 і 34,5% проти 18% при роботі на коксовій дрібниці. Відповідно до розглянутих вище даних про низький температурний рівень шарового горіння бурого вугілля, можливість використання бурого вугілля безпосередньо як паливо для агломерації виключається.

Також були проведені досліди щодо заміни коксової дрібниці різними видами кам'яного вугілля (рис. 1.7), які були здійснені на гранульованій шихті, що диктувалося прагненням інтенсифікувати спікання та одночасно уникнути погіршення газопроникності шару, що спікається, в результаті конденсації смолистих речовин.

Застосування вугілля вносить помітні зміни до технологічних показників процесу агломерації та на гранульованій шихті: порівняно з коксовою дрібницею знижується швидкість та температурний рівень спікання, що, у свою чергу, визначає скорочення виходу придатного та питомої продуктивності, підрахованої за придатним агломератом. Збільшення витрати вугілля на спікання не дозволяє досягти

найвищих показників роботи установки на коксовій дрібниці, оскільки поряд із збільшенням виходу придатного в цьому випадку має місце подальше зниження швидкості процесу.



1-коксової дрібниці; 2-антрацитового штабу; 3-слабоспеченого вугілля; 4-коксівного вугілля; 5-газового вугілля

Рисунок 1.7 – Показники процесу агломерації при звичайному спіканні (а) та збагаченні повітря киснем до 30% (б) з використанням

Процес виділення і конденсації смоли в шарі, що спікається, не надав помітного впливу на швидкість агломерації гранульованої шихти, яка залишалася практично на постійному рівні в міру заміни коксової дрібниці газовим вугіллям, що має високий вихід смоли. Низька реакційна здатність антрациту зумовила при використанні найбільше зниження швидкості спікання агломерату.

Вміст закису заліза та вихід придатного агломерату служать непрямими показниками температурно-теплового рівня процесу, який при заміні коксової дрібниці газовим вугіллям певною мірою знизився, призвівши до зниження продуктивності агломераційної установки.

У зв'язку з відсутністю можливості експериментального визначення кількості смоли, що виділяється з спекаемого шару з газами, були проведені розрахунки відповідних величин на основі середніх даних про вихід смоли з вугілля при шаровому горінні і витратних показників агломераційного процесу. Результати розрахунків свідчать про відносну близькість роботи на антрациті і вугілля, що слабо спікається (табл. 1.4).

Розглянуті вище кількісні дані про вихід смоли з кам'яного вугілля при шаровому горінні і показники спікань агломерату на викопних видах твердого палива можуть служити основою для використання худого і слабоспікаючого вугілля в агломераційному виробництві замість коксової дрібниці.

1.3 Виробництво агломерату з використанням торф'яного коксу

Ідея розробки використання торфу в якості замінника коксу в металургійних процесах базується на існуючих потребах сучасної промисловості в коксу, яка є основним сиром металургійної галузі та дефіциту деревного вуглецю, використовуваного при виробництві високоякісного чавуну, кристалічного кремнію та ін.

Таблиця 1.4 - Показники процесу агломерації на різних видах твердого палива при звичайному режимі спікання (чисельник) та зі збагаченням повітря киснем до 30% (знаменник)

показник	Вміст вуглецю в шихті, % при використанні палива							
	К. д *		А		СС		Г	
	4,5	6,0	4,5	6,0	4,5	6,0	4,5	6,0
Витрата палива на спікання, кг/т шихти	53,5 53,5	71,0 71,0	54,5 54,5	72,5 72,5	55,6 55,6	74,2 74,2	74,3 74,3	99,0 99,0
Швидкість спікання, мм/хв	36,0 41,7	35,6 41,2	32,0 38,0	31,0 37,5	33,5 39,0	33,0 37,8	33,0 41,0	34,3 40,5
Вміст FeO в агломераті, %	17,1 16,2	18,7 16,4	17,0 14,8	18,0 16,1	17,1 15,0	18,2 16,0	15,8 14,5	17,0 15,0
Вихід придатного, %	71,2 74,0	74,3 77,2	70,0 73,0	73,5 76,5	71,0 72,0	72,0 76,0	70,0 71,0	70,5 74,5
Питома продуктивність придатного агломерату, т/(м²·ч)	2,01 2,30	1,75 2,10	1,80 2,05	1,62 1,80	1,78 2,00	1,60 1,75	1,65 1,85	1,55 1,65
Розрахункова кількість смоли, що виділилася з шару, що спекається, г\т шихти	- -	- -	340 340	460 460	420 420	570 570	1570 1570	2120 2120
* Коксова дрібниця								

Нинішні проблеми металургів пов'язані з найбільшою технологією отримання сталі з чавуну, яка в свою чергу – результат високотемпературної обробки суміші залізної руди і кам’яновугільного коксу в доменній печі. Постійно зростаюча потреба в сталі, яка стала основним конструкційним матеріалом сучасного світу, вимагає пропорційного збільшення обсягів отримання коксу.

У зв'язку з цим, протягом останніх десятиліть усі зусилля технологів були спрямовані на вдосконалення технології виплавки чавуну та зниження основного показника витрати коксу. За останні 40 років витрата коксу в Україні знизилася з 930 кг коксу на одну тонну чавуну до 540 кг. У світі цей показник доходить до 300 кг на одну тонну чавуну. Однак зниження часткового використання коксу теж вартісна процедура. Наприклад, установка вдування вугільного пилу, що дозволяє на 30 % замінити дорогий і дефіцитний кокс на більш дешеві енергетичні кути, коштує кілька десятків мільйонів доларів. Таким чином, всі вищевиявлені проблеми вимагають шукати можливу альтернативу використанню коксуючих вугіль. Для заміни коксу може бути використано практично будь-яке природне паливо, з'явилася ідея використовувати для цих цілей торф. Опити доменної плавки чавуну з використанням коксу проводилися ще в минулому сторіччі. Запаси торфу в Україні дуже значні, видобуток його ведеться відкритим способом, що істотно знижує собівартість кінцевого продукту. Розробка одного гектара торф’яної залежі дозволяє зберегти до ста гектарів лісових насаджень. Добича торфу і його переробка достатньо екологічні. Область застосування торфу можна розділити за обсягом потреб конечних користувачів. Так, на початковій стадії виробництва можна орієнтуватися на відносно некрупних споживачів: ливарне виробництво; виробництво феросплавів; виробництво електродів; виробництво кремнію, абразивів та ін. д.

При збільшенні потужності виробництва основним споживачем може стати доменне виробництво, потреба якого найбільш велика. У таблиці

наведено порівняння якісних характеристик кам’яновугільного коксу, склад якого визначається за ГОСТ 3340-88, і торф’яного коксу.

Таблиця 1.5 – Зрівняння якісних характеристик кам’яновугільного коксу та торфу

Вид сировини	Вміст у сировині, %		Вміст у готовій сталі, %	
	Сірка	Фосфор	Сірка	Фосфор
Кам’яновугільний кокс	0,40–1, 40	0,15–0,40	0,020–0,025	0,020–0,025
Торф’яний кокс	0, 10–0,30	0,03–0,04	0,004–0,020	0,008–0,020

Торф'яний кокс (табл. 1.6), отриманий у камерних печах, випробовували в лабораторних та промислових умовах комбінату «Азовсталь».

У лабораторних дослідженнях використовували торф'яний кокс 1,3-0; 3-0; 5-0; та 8-0 мм. У цьому крупність коксової дрібниці становила 3-0, вапняку 3-0, концентрату 2-0, повернення 10-0 мм. Введення торф'яного коксу в шихту в кількості до 50% від витрат паливної суміші (табл. 1.7) практично не позначилося на зміні насипної маси шихти, оскільки оптимальна вологість шихти збільшилася з 5,5 до 6,0 і 6,5% при використанні паливної суміші відповідно 25 та 50% торф'яного коксу.

Відповідно до змінених газодинамічних умов спікання і зростання реакційної здатності палива спостерігали прискорення процесу агломерації при використанні торф'яного коксу з верхньою межею крупності 3-5 мм (при 25% даного виду палива в суміші з коксовою дрібницею) і 5-8 мм (при 50%). Вказаним випадкам відповідали кращі показники роботи агломераційної установки з виходу придатного, питомої продуктивності та міцності спеку; при цьому оптимальна витрата вуглецю склала 4-5%.

Таблиця 1.6 - Ситовий та технічний склад торф'яного коксу та коксової дрібниці

Показник	Торф'яний кокс для спікань		Коксова дрібниця
	лабораторних	Дослідно-промислових	
Ситовий склад, % перед дробленням, мм:			
>50	-	6,0	-
50-25	-	11,0	-
25-10	-	22,4	-
10-5	-	34,2	-
<5	-	26,4	-
Після дроблення, мм:			
>5	-	8,0	-
5-3	-	12,6	5,7
3-1,3	-	17,2	26,5
1,3-0,54	-	20,0	27,3
0,54-0,29	-	11,4	13,2
<0,29	-	30,8	28,3
Технічний склад, %:			
W	30,0	41,5	15,5
A	10,6	22,3	12,9
S	0,21	0,20	0,57
V	5,0	6,7	1,4
Температура займання, ˚С	-	425	725
Реакційна здатність, %	-	95	15

Таблиця 1.7 – Показники процесу спікання при використанні торф'яного напівкоксу

Вміст торф'яного коксу в паливній суміші, %	Характеристика шихти				Характеристика процесу спікання			Якість агломерату		
	Крупність торф'яного коксу, мм	Вміст вуглецю, %	Насипна маса шихти, т/м³	Початкова газопроникність, л/хв	Швидкість спікання, мм/хв	Вихід придатного, %	Питома продуктивність*, т/(м²·год)	Барабанне число, %	Feo, %	$S_{агл}$, %
0	-	3	2,10	86	16,4	67,7	1,16/1,15	31,0	11,40	0,044
	-	4	2,06	79	17,6	68,9	1,22/1,17	28,3	13,51	0,034
	-	5	2,03	96	16,6	75,4	1,24/1,09	34,2	17,90	0,038
	-	6	1,98	112	16,5	69,5	1,13/1,06	37,2	19,30	0,039
25	3-0	4	2,02	130	17,6	60,6	1,06/1,16	35,3	12,80	0,028
		5	2,01	98	18,9	65,9	1,22/1,24	35,7	15,80	0,030
		6	1,94	118	19,6	64,9	1,20/1,21	35,8	17,70	0,034
	5-0	3	2,12	85	17,3	65,0	1,17/1,20	33,2	9,72	0,032
		4	2,02	100	19,5	72,3	1,38/1,26	28,5	13,13	0,027
		5	2,00	89	18,7	66,1	1,21/1,22	31,4	15,28	0,032
	8-0	4	2,03	106	15,1	65,7	1,02/1,02	30,3	13,52	0,025
		5	2,00	121	17,3	60,4	1,02/1,12	33,1	14,85	0,032
		6	1,96	124	16,2	54,7	0,84/1,01	38,2	17,67	0,029
50	3-0	4	2,09	126	15,6	43,6	0,71/1,07	42,6	10,26	0,030
		5	2,05	114	16,2	41,8	0,68/1,05	40,9	13,79	0,031
		6	1,97	116	21,2	43,3	0,87/1,32	-	16,26	0,028
	5-0	3	2,00	118	16,2	50,6	0,89/1,13	32,7	8,93	0,028
		4	2,05	114	17,7	56,1	0,98/1,17	31,2	11,31	0,026
		5	1,97	129	17,7	60,6	1,04/1,15	29,8	14,64	0,031
		6	1,94	127	20,8	57,7	1,11/1,26	32,6	16,85	0,027
	8-0	4	2,07	125	17,7	56,3	1,02/1,20	26,4	11,58	0,030
		5	2,02	128	18,7	62,6	1,14/1,21	28,3	14,67	0,030
		6	1,94	129	19,6	52,8	0,95/1,18	31,0	15,04	0,026

Окрема серія лабораторних дослідів була присвячена покращенню можливості повної заміни коксової дрібниці торф'яним коксом. Однак було отримано незадовільні результати: процес йшов нерівно та нестійко. Збільшення крупності торф'яного коксу до 0-8 мм. покращувало показники спікання, але результати залишалися значно гіршими, ніж під час роботи на коксовій дрібниці.

Відзначено також, що для агломерації залізорудних матеріалів, що використовувалися, нижня межа крупності торф'яного коксу повинна становити близько 1,3 мм; збільшення у торф'яному коксі класу 0-1,3 мм погіршує показники роботи агломераційної установки, знижуючи швидкість процесу та вихід придатного.

Дослідно-промислові дослідження із заміни коксової дрібниці на торф'яний кокс проводили на двох і трьох одночасно працюючих агломераційних машинах. Було отримано близько 9000 т агломерату, частка торф'яного коксу паливної суміші склала 30-35%. Торф'яний кокс дробили таким чином, щоб порівняно з коксовою дрібницею він мав підвищений вміст класу > 3 мм (20,6% проти 5,7% для коксової дрібниці). Ситовий склад коксової дрібниці та торф'яного коксу наведено у табл. 1.8.

Таблиця 1.8 – Ситовий склад палива, %

Паливо	Клас крупності, мм							
	>5	5-3	3-1,3	1,3-0,54	0,54-0,29	0,29-0,174	0,174-0,1	<0,1
Коксова дрібниця	5,7		25,5	27,3	13,2	9,8	7,7	10,8
Торф'яний кокс	8,0	12,6	17,2	20,0	11,4	9,4	8,1	13,3

Вологість шихти за період дослідних спікань становила в середньому 5,3 проти 4,9% при звичайному спіканні, що відповідає даним лабораторним дослідам.

Швидкість руху агломераційних машин у дослідний період збільшилася в середньому на 4,5%, продуктивність стрічок зросла на 4-6% порівняно з найкращими середньомісячними показниками під час роботи на коксовій дрібниці.

При використанні торф'яного коксу збільшилася кількість дрібних фракцій у поверненні та відсіві агломерату, вміст у ньому класу 3-0 мм збільшився у середньому з 38% до 45%, а класу 12-5 мм знизився з 43,5% до 35,5%. У поверненні та відсіву агломерату в доменному цеху містився підвищений вміст залишкового вуглецю, в середньому 1,6-1,8 проти 1,2-1,3% при звичайному паливі. Останнє пояснюється порушенням рівномірності процесу спікання, що також зазначалося й у лабораторних дослідах.

Механічна міцність агломерату та його розсіви перед бункерами доменного цеху практично не відрізнялися від тих самих показників, які мали місце при роботі з використанням однієї коксової дрібниці.

Проведені лабораторні та промислові досліди показали, що торфовим коксом в умовах виробництва можна замінювати до 25-50% коксової дрібниці.

2 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Опис експериментальної установки

До складу рудної частини агломераційної шихти входять такі компоненти:

аглоруда (-8 мм), залізорудний концентрат (-0,1 мм), колошниковий пил (-3 мм), окалина, шлами, повернення (дрібний агломерат, фракція -5 мм).

Іншу групу складових аглошихти утворюють флюсуючі добавки: вапняк $CaCO_3$ (-3 мм); доломітизований вапняк, доломіт Ca, Mg (CO_3); вапно CaO.

Паливом при агломерації служить подрібнена коксова дрібниця (-3 мм) і антрацитовий штиб (-3 мм).

Лабораторна установка (рис. 2.1) складається з газового пальника 7 і переносної аглочаші 1, в якій змонтовано колосникові грати 3. Температура газів під колосниковими гратами вимірюється термопарою 8, встановленої під колосниками. Вакуум створюють за допомогою ексгаустера 5, витрата повітря визначають за допомогою діафрагми 13 і дифманометра 14. Гази, що відходять, очищають від пилу за допомогою труби Вентурі 12, тверді частинки збираються в шламовідстійнику.

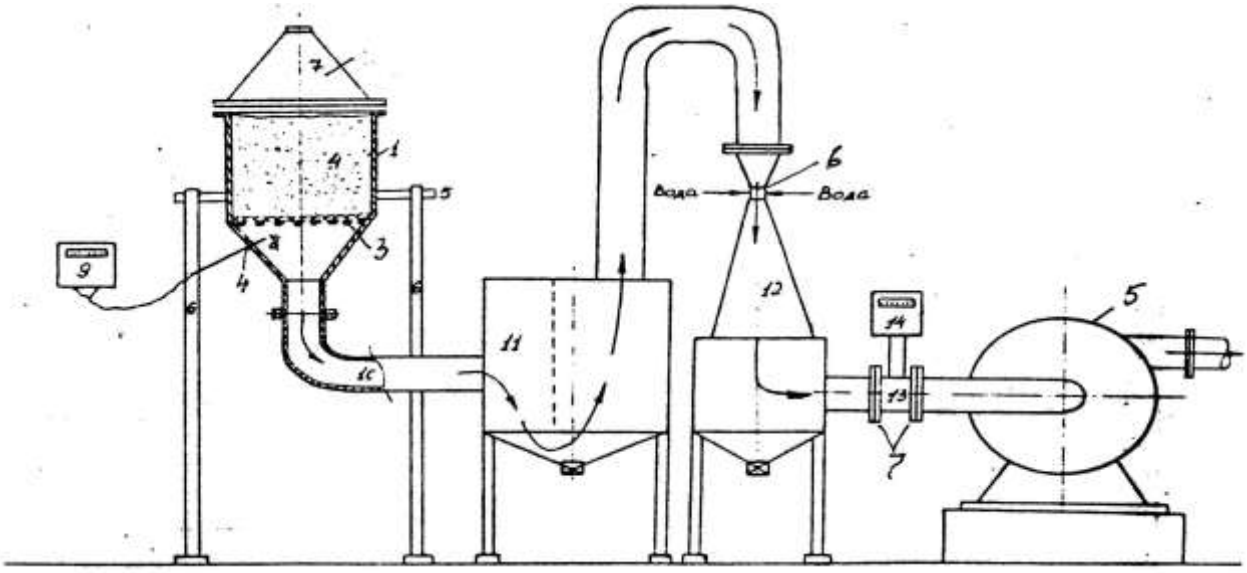


Рисунок 2.1 – Схема агломераційної вакуумної лабораторної установки

2.2 Характеристика шихтових матеріалів

Як об'єкт дослідження при розробці технології виробництва агломерату з частковою заміною твердого палива торфом використовували технологічну схему та шихтові умови агломераційного цеху ПівдГЗК.

Залізозорудну частину об'єкта переважно представляв магнетитовий концентрат поточного виробництва з масовою часткою заліза не менше 65,2% (відповідно до ТУ-14-2-213-86). Хімічний склад концентрату представлений у табл. 2.1

Таблиця 2.1 – Хімічний склад концентрату

Матеріал	Хімічний склад, %					
	$Fe_{заг}$	FeO	CaO	MgO	SiO_2	ППП
Концентрат	65,2	27,0	0,2	0,2	8,4	0,8

Кількість вологи у концентраті становить 10,0±0,5%.

Крім того, до залізорудної складової входили аглоруди та повернення поточного виробництва. Вміст масової частки заліза в аглоруді та поверненні відповідало 53,7 та 54,3%.

Як флюс використовували вапняк Камишбурунського залізорудного комбінату із вмістом CaO+MgO=54±1,0%, зокрема MgO щонайменше 2 - 3%.

Як паливо застосовували три види: коксову дрібницю, антрацитовий штиб та активований торф. Порівняння показників твердого палива представлено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Порівняння показників твердого палива

найменування показника	Вид палива		
	Коксова дрібниця	Антрацитовий штиб	Торф
1. Зольність	12,2-12,76	12,3-17,5	3,38
2. Елементарний склад паливної маси, %			
C	81,36-84,4	77,5-82,9	57,8
H_2	0,65	н.с.	5,8
S	1,59-1,8	3,0-3,43	0,3
O_2	1,23	н.с.	33,4
N_2	1,35	н.с.	2,7
3. Вихід летких, %	1,8-3,27	1,57-5,2	62,8
4. Теплота згоряння, ккал/г	6700-7000	6000-6200	5220-5600
5. Пористість, %	55,4-60,1	3,5	50-60
6. Реакційна здатність, мл (м.с.)	0,7-1,0	0,51	3,08
7. Температура початку займання, ˚С	620-650	470-560	380-450

Масова частка вологи у торфі змінюється від 42,3 до 54,8, абсолютна вологість торфу (в середньому 50,6%) у 2,8 та 7,2 рази перевищує вологість відповідно до коксової дрібниці та антрацитового штибу. Однак у зв'язку з високою гігроскопічності та питомою поверхнею торфу (300-800м²/кг)

розвантаження і подача його до складу шихти не повинна викликати великих труднощів.

Аналіз даних у таблиці свідчить про те, що в порівнянні з традиційними сортами палива в торфі переважають леткі речовини, причому їх основна маса представлена киснем (30,6% маси сухого торфу), внаслідок чого посилюється активне горіння палива. Наявність кисню в торфі сприяє також розвитку реакцій у твердій фазі контактів зерен концентрату з флюсом в результаті попереднього окислення магнетиту до гематиту з подальшим утворенням легкоплавких феритів кальцію. У звичайних умовах термообробки шихти через брак кисню в газовій фазі в зоні інтенсивного нагріву процеси твердофазного спікання обмежені реакціями утворення фаяліту в місцях контакту магнетиту з зернами кварцу. Тому спікання офлюсованих шихт з урахуванням магнетитового концентрату пов'язані з підвищеним витратою палива.

Необхідно відзначити знижений вміст золи в торфі порівняно з коксовою дрібницею на 9,1% (абс.), антрацитовим штибом – 11,5% (абс.) та низький вміст вуглецю – на 33,4 та 26,4% (абс.) у порівнянні відповідно з коксовою дрібницею та антрацитовим штибом.

Привертає увагу низький вміст у торфі сірки (0,3%) проти 1,7 і 3,2% відповідно в коксової дрібниці та антрацитовому штибі.

Як видно з таблиці 2.2 кількість вуглецю вноситься однієї тонної торфу значно (в 2,3 - 2,5 рази) менше, ніж традиційними сортами палива, але одна тонна вуглецю торфу значно дешевше, ніж одна тонна вуглецю коксової дрібниці та антрацитового штибу.

При виконанні досліджень вибирали два склади шихти: перший стосовно шихтових умов агломераційного цеху ПівдГЗК (базовий) і другий - який відрізняється від базового співвідношенням коксової дрібниці, антрацитового штибу і торфу в суміші. У таблиці 2.3 наведено витратні коефіцієнти шихтових матеріалів, визначені відповідно до металургійного

розрахунку виходячи з хімічного складу компонентів та заданого складу обпаленого продукту.

Відповідно до розрахунку шихти, компоненти зважуються на терезах ВЦЛ-10м (шкала 0 - 10 кг, ціна розподілу 0,01 кг) та РП-100 (шкала 0 - 100 кг, ціна розподілу 0,1 кг) і вручну ретельно перемішуються. Концентрат перед цим протирається через сито зі сторонами комірки 3 мм. після змішування, відповідно до ГОСТ 15054-80 (методи відбору та підготовки проб для хімічного аналізу та визначення вмісту вологи) відбирається проба на визначення вмісту вологи.

Таблиця 2.3 - Склад аглошихти

Матеріал	База		Дослідний					
	%	кг	5		10		15	
			%	кг	%	кг	%	кг
Концентрат	58,18	29,09	58,18	29,09	58,18	29,09	58,18	29,09
Аглоруда	16,52	8,26	16,52	8,26	16,52	8,26	16,52	8,26
Вапняк	19,24	9,62	19,24	9,62	19,24	9,62	19,24	9,62
Паливо	6,06	3,03	5,76	2,88	5,454	2,727	5,15	5,76
Повернення	25	12,5	25	12,5	25	12,5	25	12,5
Торф	-	-	0,3	0,15	0,606	0,303	0,91	0,455

3 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА АГЛОМЕРАТУ З ВИКОРИСТАННЯМ АКТИВОВАНОГО ТОРФУ

3.1 Дослідження технологічних властивостей торфу

3.1.1 Гранулометричний склад та насипна щільність торфу

З партій торфу, що прибувають на комбінат, відбиралися проби масою 15-20 кг кожна і розсіювалися на ситах з осередками 25, 15, 9, 5, 3 і 1,6 мм. У таблиці 3.1 наведено середній гранулометричний склад торфу.

Таблиця 3.1 – Гранулометричний склад торфу

Вихід класів, %							
+25	15-25	9-15	5-9	3-5	1,6-3	1,0-1,6	-1,0
0,8	1,9	7,7	7,5	17,9	7,9	59,6	4,6

Фрезерний торф, що поступив на комбінат, складався переважно з частинок крупністю не менше 1,6 мм. Вихід цього класу змінювався від 44,5 до 70,4%. Необхідно відзначити наявність у торфі в невеликій кількості (0,6-1,8%) великих частинок (понад 25мм). Привертає увагу незначна кількість у торфі пилоподібних частинок (менше 1 мм). Загалом середній діаметр частинок торфу становив 3,47 мм.

Все це вказує на необхідність проведення промислових досліджень із введенням у шихту неподрібненого торфу, слід очікувати на його підвищену концентрацію у верхніх пластах шару, що має сприяти зміцненню агломерату.

Насипна щільність торфу (табл.3.2) становить середньому 0,35т/м^3.

Таблиця 3.2 – Насипна щільність матеріалів

Матеріал	Вологість %	Насипна щільність, т/м³			
		Пухке укладання	Ущільнення, режим I	Ущільнення, режим II	Середнє
Торф	56,5	0,32	0,34	0,39	0,35
Концентрат поточного виробництва	11,0	1,76	2,11	2,72	2,20
Суміш концентрату (94%) з торфом (6%)	12,7	1,54	1,76	2,05	1,78
Кокс зі складу (початковий)	10,8	0,58	0,65	0,66	0,63
Суміш зі складу (початковий)	8,9	0,66	0,75	0,80	0,74
Суміш коксу вихідного (94%) з торфом(6%)	13,3	0,3	0,59	0,69	0,51
Суміш штиба вихідного (94%) з торфом (6%)	11,8	0,64	0,71	0,72	0,69
Суміш коксу (50%) зі штибом (50%) - подрібнені	10,0	0,63	0,73	0,80	0,72
Суміш дробленого коксу та штибу (94%) з торфом (6%)	11,2	0,55	0,65	0,72	0,64

Показово, що різні режими ущільнення незначно впливають на його насипну щільність. Так, перехід від пухкої укладання до комбінованої (струшування з механічним ущільненням, режим II) призвів до зростання насипної щільності всього на 0,07 т/м^3.

Як видно з таблиці 3.2, добавка торфу надає розпушуючий вплив на компоненти шихти особливо на концентрат. Насипна щільність суміші концентрату з добавкою 6% торфу зменшується більш ніж на 20%.

Для якісної оцінки зміни сили внутрішнього тертя деяких шихтових матеріалів (добавки до них торфу) виконано вимірювання природного укосу (таблиця 3.3).

Таблиця 3.3 – Кут природного укосу шихтових матеріалів та їх сумішей з торфом

№ пп	Матеріал	Кут природного укосу, град.
1.	Концентрат поточного виробництва	52,0
2.	Торф	43,0
3.	Суміш 94% концентрату поточного виробництва та 6% торфу	45
4.	Суміш подрібненого технологічного палива (50% коксу та 50% штиба)	34
5.	Суміш подрібненого палива 94% з торфом (6%)	37
6.	Кокс вихідний (зі складу)	32
7.	Суміш 94% вихідного коксу та 6% торфу	38
8.	Штиб вихідний (зі складу)	35
9.	Суміш 94% вихідного штибу та 6% торфу	40

Встановлено, що присадки (6%) торфу на кут природного укосу залежить від природи основного компонента. Так, суміш концентрату з торфом має кут укосу на 7 менший, ніж власне концентрат. Така сама кількість торфу призводить до зростання внутрішнього тертя як суміші з вихідним (недробленим) паливом, і після його дроблення.

Звідси випливає, що максимально ефективне використання торфу можливе при додаванні його до концентрату з подальшою подачею суміші до бункера шихтового відділення аглоцеху.

3.1.2 Кінетика сушіння торфу

Зіставлялася інтенсивність вологознімання в концентраті і торфі при нагріванні на терезах масою 200 гр. кожна в сушильній шафі з температурою 105 °С.

Таблиця 3.4 - Кінетика сушіння торфу

Тривалість сушіння, година	1,0	2,0	2,5	3,5	4,5	5,0
Вихід вологи з торфу, %	24,8	40,3	48,6	52,3	52,7	52,7
Те саме, з концентрату, %	10,2	11,0	11,0	-	-	-

Як видно з даних таблиці 3.4, за рівних умов термічної обробки швидкість видалення вологи з торфу в 2,25 рази менше, ніж з концентрату, що обумовлено наявність внутрішньої пористості у частинок торфу. Отже, добавка торфу до концентрату повинна суттєво підвищити температуру котунів (гранул).

З метою перевірки цього положення підготовлені в лабораторному чашевому грануляторі дві партії котунів, одна з яких складалася з концентрату, а друга - з концентрату (95%) і торфу (5%) витримувалися під горном агломашини при температурі 1150°С протягом п'яти хвилин. Окатиші, що складалися з концентрату, повністю зруйнувалися, а з добавкою торфу зберегли свою форму і обпеклися, але їх пористість становила 37-42% проти

25-28% у промислових офлюсованих котунів ПівнГЗК з добавкою бентоніту. Це призвело до збільшення відновлюваності обпалених котунів на 12-14%, але їх міцність зменшилася до 150 кг/ок.

Проведені випробування свідчать про доцільність проведення промислових випробувань з виробництва котунів із заміною бентонітових глин торфом.

3.1.3 Структурно-механічні та енергетичні властивості торфу

У зв'язку з відсутністю у відомій технічній літературі відомостей про структурно-механічні, енергетичні та масообмінні властивості торфу та сумішей на основі шихтових матеріалів стосовно елементарних технологічних стадій агломераційного процесу проведено дослідження комплексних параметрів, що у сукупності дозволяють оцінити вплив торфу на показники виробництва.

Структурно-механічні властивості торфу оцінювалися за величиною його капілярної вологоємності, для чого скляний циліндр діаметром 30мм засипався торф шаром 50 мм. Один край циліндра, оснащений сіткою з осередками 1 мм і покритий фільтрувальним папером, опускався в посудину з водою. Глибина занурення становила 3 мм. Під впливом капілярних сил, що розвиваються в пористому середовищі, вода піднімалася до шару. Максимальна кількість вологи, увібраної торфом, характеризувала його капілярну вологоємність,

Повна вологоємність визначалася за допомогою занурення всієї маси торфу у воду та подальшого видалення гравітаційної вологи.

Маса зв'язаної води визначалася методом електропровідності, що базується на діелектричних властивостях плівок води, що примикають до поверхні мінеральних частинок.

В результаті вимірювань встановлено:

капілярна вологоємність концентрату 18,4%

капілярна вологоємність торфу 380,9%

повна вологоємність торфу 483,6%

маса зв'язаної води у торфі 27-43%

маса зв'язаної води у концентраті 2,4-2,8%

Масообмінна здатність системи оцінювалася двома методами, що відрізняються відносним розташуванням торфу та концентрату (таблиця 3.5).

Таблиця 3.5 - Масообмін у суміші концентрату (94%) та торфу (6%)

Номер серії дослідів	Спосіб кладки	Вихідна вологість, %		Вологість після спільної витримки %		Відхилення вологості, +, -, %	
		Концентрату	торфу	Концентрату	торфу	Концентрату	торфу
1	Концентрат – вгорі Торф – внизу	11,3	57,5	10,6	68,6	-0,7	+11,1
2	Торф - вгорі Концентрат – внизу	11,3	57,5	10,8	65,7	-0,5	+8,1

Наведені у таблиці 3.5 дані свідчать про досить інтенсивний масообмін між концентратом і торфом. Особливо ефективно поглинання торфом вологи відбувається під тиском, створюваним масою концентрату (серія 1). Отже, для максимального використання здатності вологопоглинаючої торфу необхідна організація змішування торфу з концентратом на складі (наприклад, грейферне перелопачування суміші).

3.1.4 Аналіз комкуючої здатності торфу

Досліди виконані в лабораторному чашевому грануляторі діаметром 0,44 м, що обертається зі швидкістю 12 об/хв. Кут нахилу чаші 35˚. Тривалість обробки матеріалу у грануляторі становила 10 хвилин.

Результати дослідів наведено у таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 - Комкуємість власне концентрату та його суміші з торфом

Матеріал	Гранулометричний склад						Міцність			
	Вихід класів, %						Динамічна, раз		Статистична, кг/ок	
	+25	15-25	9-15	5-9	3-5	-3	15-25	9-15	15-25	9-15
Концентрат поточного виробництва	13,0	24,3	42,9	17,6	2,2	-	7,2	7,8	1,40	1,04
Концентрат поточного виробництва (95%) торф (5%)	1,0	7,9	26,4	30,8	26,8	7,1	7,4	8,2	1,44	1,11

Процес обгортування концентрату поточного виробництва вологістю 1,3% характеризується високим виходом великих (некондиційних гранул). Вміст класу понад 15 мм становить 38,3%.

Додавання до нього 5% палива без зміни режимів роботи гранулятора стабілізує гранулометричний склад котунів. Вихід великих грудок (більше 15мм) зменшується на 28,4% (абс.) у грануляторі міститься оптимальна кількість зародкових центрів (33,9%), що сприяють послідовному зростанню котунів. У безперервному виробництві котунів на сучасних технологічних лініях виділення зародків (класу 0 - 5 мм) не викликає труднощів.

В агломераційному процесі присутність у шихті класу 0-3 мм у кількості до 30% є неодмінною умовою отримання якісного агломерату блокової структури.

Відзначено деяке збільшення динамічної та статичної міцності котунів з добавкою торфу до концентрату: кількість скидань з висоти 300 мм збільшилася на 2,8 – 5,1%, а міцність на стиск зросла на 2,9 – 6,7%

3.2 Розробка технології використання торфу при агломерації у лабораторних умовах

3.2.1 Технологічна схема використання активованого торфу в агломераційній шихті

Технологічна схема використання активованого торфу як часткового замінника твердого палива розроблялося стосовно шихтових умов і схеми ланцюга апаратів Південного гірничо-збагачувального комбінату. Розроблено два способи: перший – самостійне подання торфу за існуючою схемою підготовки твердого палива; другий – спільне змішування всіх видів палива (антрацитовий штиб, коксова дрібниця та активований торф) з подальшим дробленням та дозуванням до складу агломераційної шихти.

На рис. 3.1 представлена принципова схема подачі активованого торфу до складу агломераційної шихти. Розробка двох способів подачі торфу викликано тим, що внаслідок достатньої малої насипної маси торфу (0,53м³/т) можливе «підвисання» їх у бункерах шихтового відділення.

3.2.2 Результати лабораторних спікань

У лабораторних умовах визначено вплив добавок різної кількості торфу на процес обгортування агломераційної шихти стосовно умов ПГЗК.

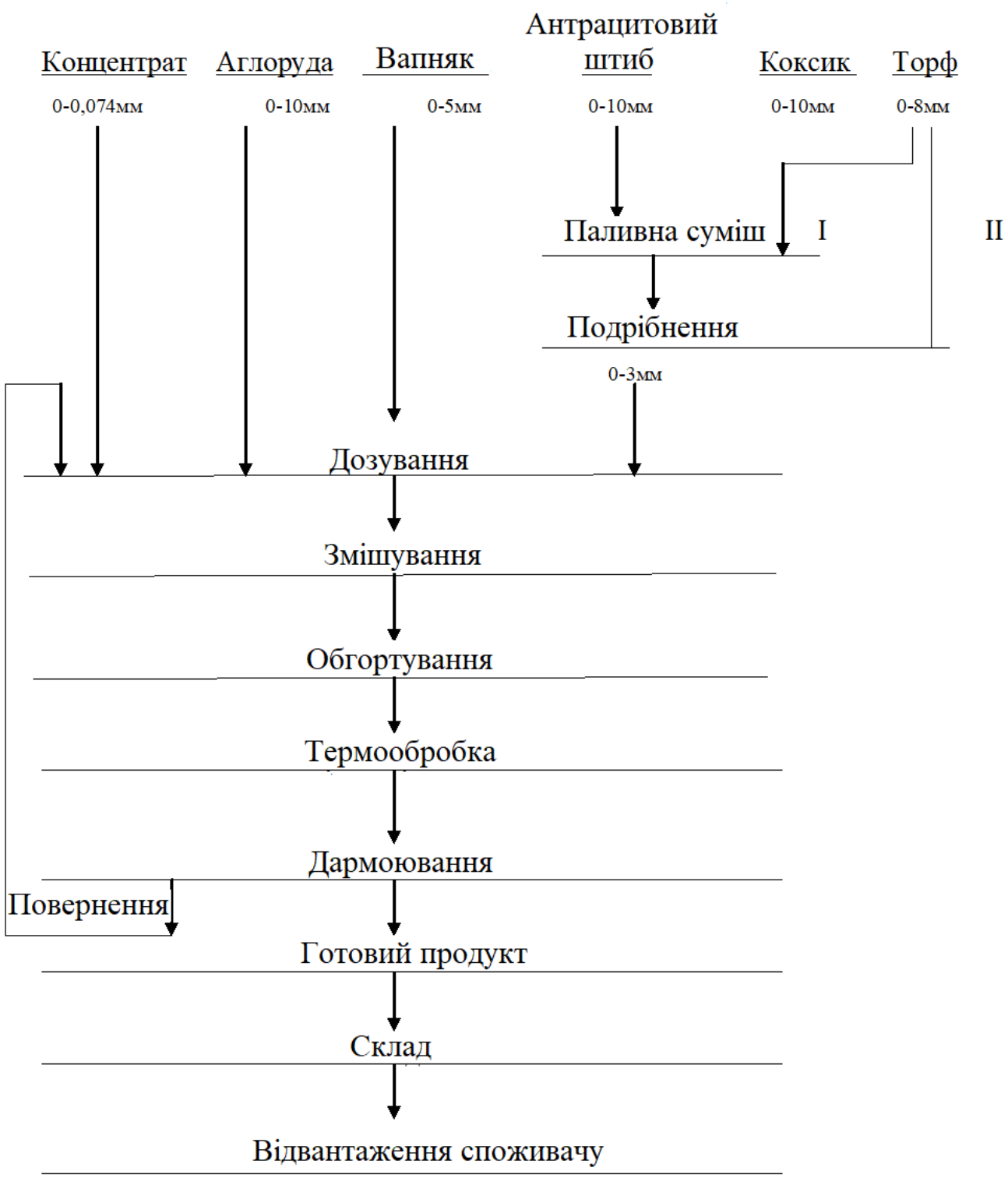


Рисунок 3.1 – Технологічна схема подачі активованого торфу

Результати зміни гранулометричного складу аглошихти з частковою заміною твердого палива представлені у таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 – Гранулометричний склад аглошихти з частковою заміною твердого палива

Фракційний склад аглошихти, %	База	Торф		
		5%	10%	15%
Вміст фракції – 3мм	34,5	6,70	15,00	6,60
Вміст фракції 3-5мм	22,50	42,00	22,00	31,00
Вміст фракції 5-8мм	21,00	25,40	38,50	36,00
Вміст фракції 8-15мм	18,50	22,60	22,00	24,10
Вміст фракції -15мм	3,50	3,30	2,50	2,30

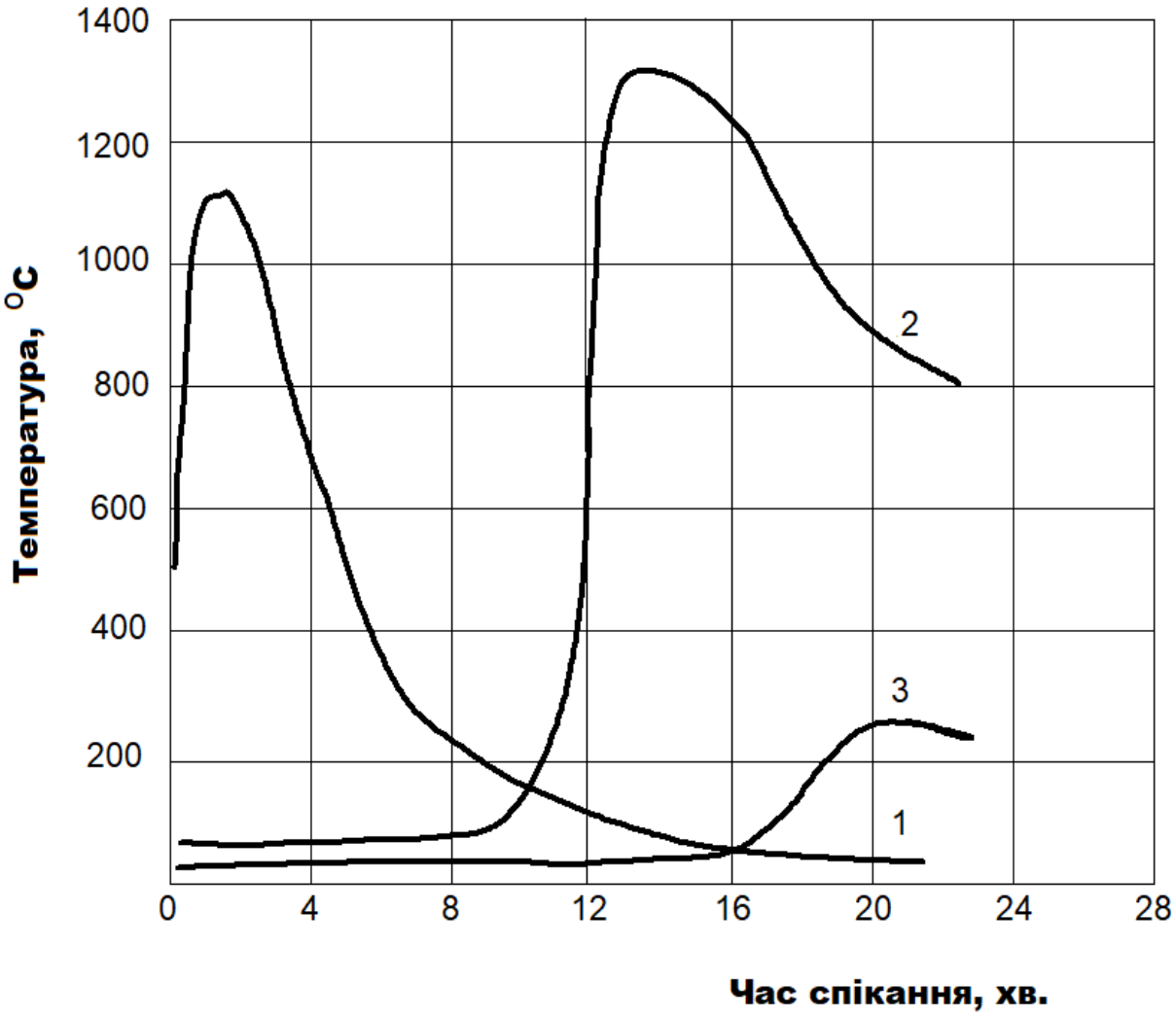
При порівнянному аналізі отриманих даних встановлено, істотне зменшення у складі агломераційної шихти дрібних фракцій. Так, вміст фракції – 3мм зменшився у 2-5раз. Кількість фракцій 3-5мм при витраті 5% торфу зросла на 20%, при витраті 10% залишилося на тому ж рівні, а при витраті 15% торфу збільшилося на 9-10%.

Тенденція до підвищення кількості фракцій 5-8мм та 8-15мм зберігається при зміні вмісту активованого торфу від 5 до 15%. Кількість фракції +15 мм залишилося приблизно на тому ж рівні.

Аналіз обгортування показав сприятливий вплив добавки активованого торфу до складу шихти. Отже добавка активованого торфу в кількості 5-7% від твердого палива стосовно шихтових умов Південного ГЗК забезпечить стійкі показники окомкування аглошихти і забезпечить оптимальні умови для запалення та агломерації.

Обкомкована шихта завантажувалася в агломераційну чашу і піддавалася агломерації за технологічним режимом, максимально

наближеним до промислового. Результати лабораторних досліджень наведено у таблиці 3.8 та на рис. 3.2-3.7 причому на рис. 3.2-3.5 представлені термограми процесу агломерації аглошихти базової та з різним вмістом торфу.

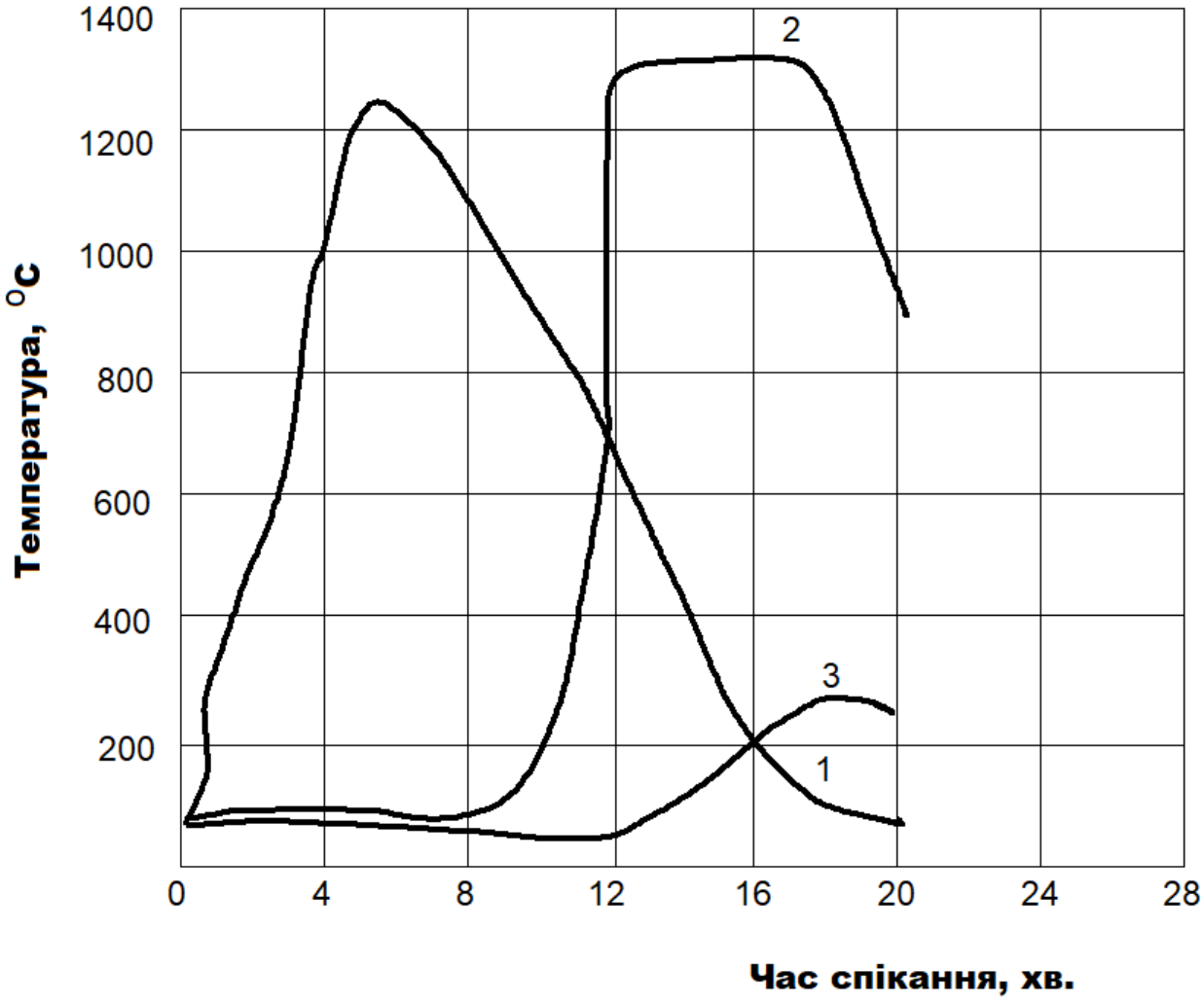


1 - температура верху шару, що спікається

2 - температура середини шару, що спікається

3 - температура відпрацьованого газу

Рисунок 3.2 – Термограма процесу агломерації базової аглошихти

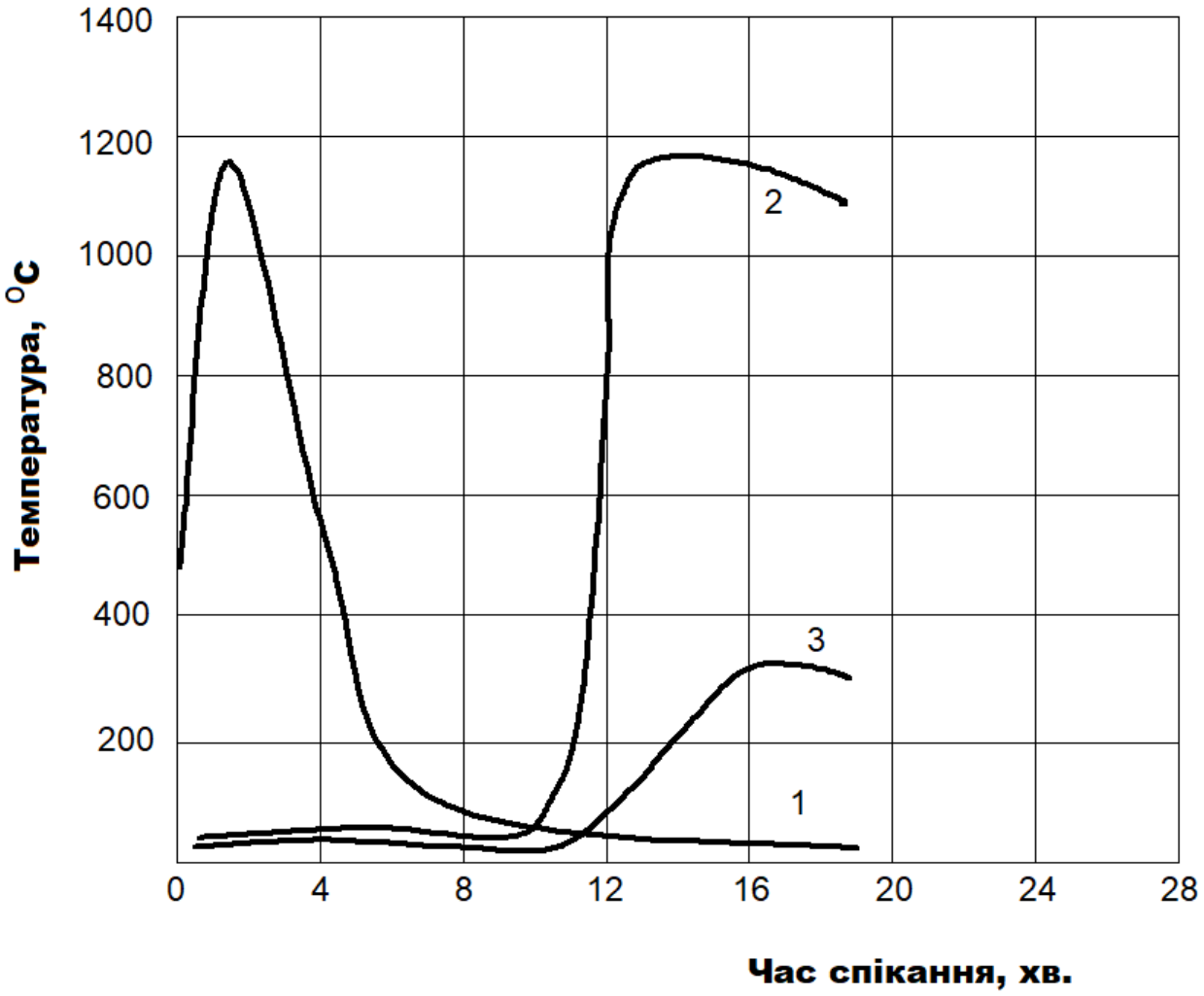


1 - температура верху шару, що спікається

2 - температура середини шару, що спікається

3 - температура відпрацьованого газу

Рисунок 3.3 – Термограма процесу спікання аглошихти, що містить 5% торфу

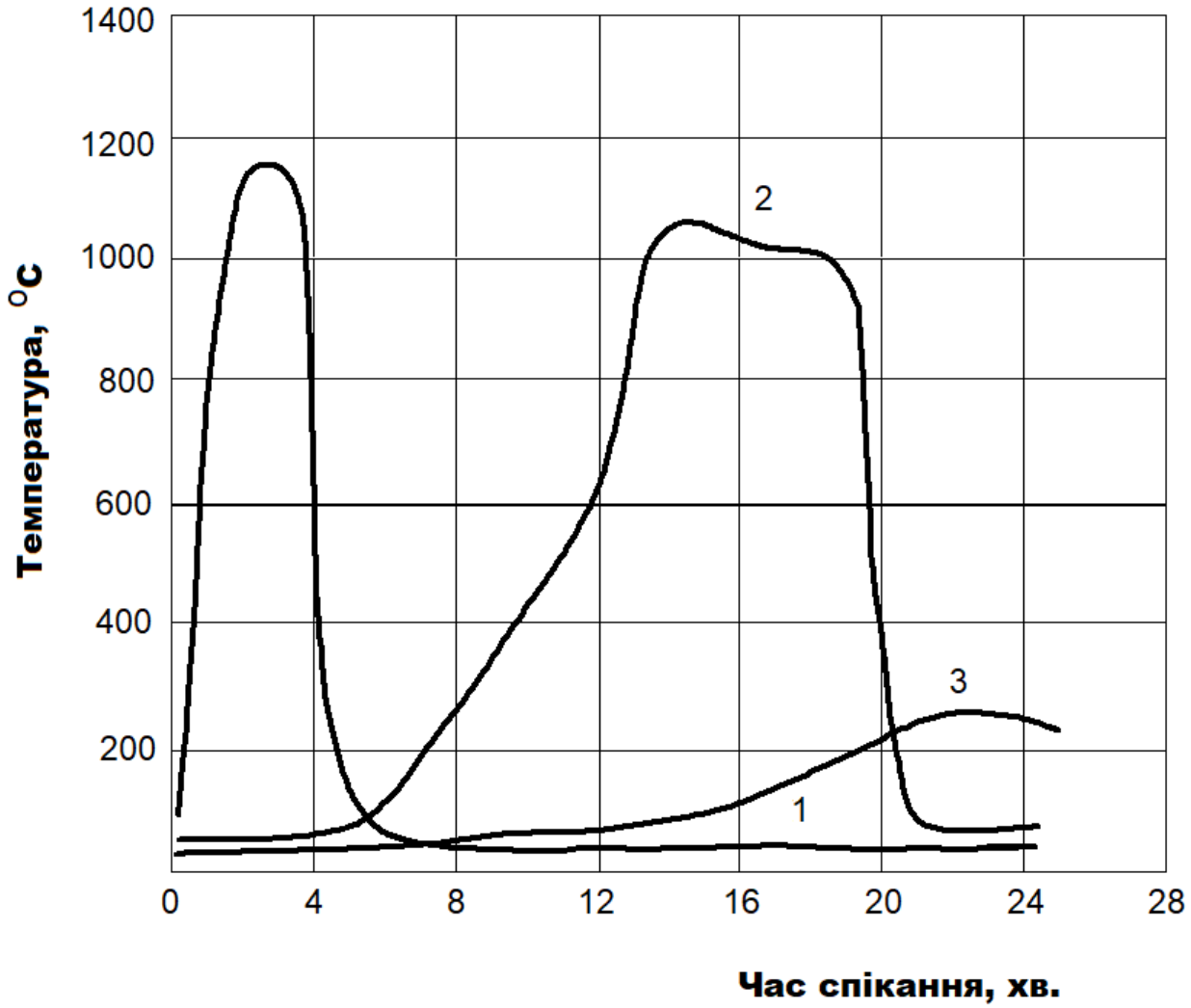


1 - температура верху шару, що спікається

2 - температура середини шару, що спікається

3 - температура відпрацьованого газу

Рисунок 3.4 – Термограма процесу спікання аглошихти,
що містить 10% торфу



1 - температура верху шару, що спікається

2 - температура середини шару, що спікається

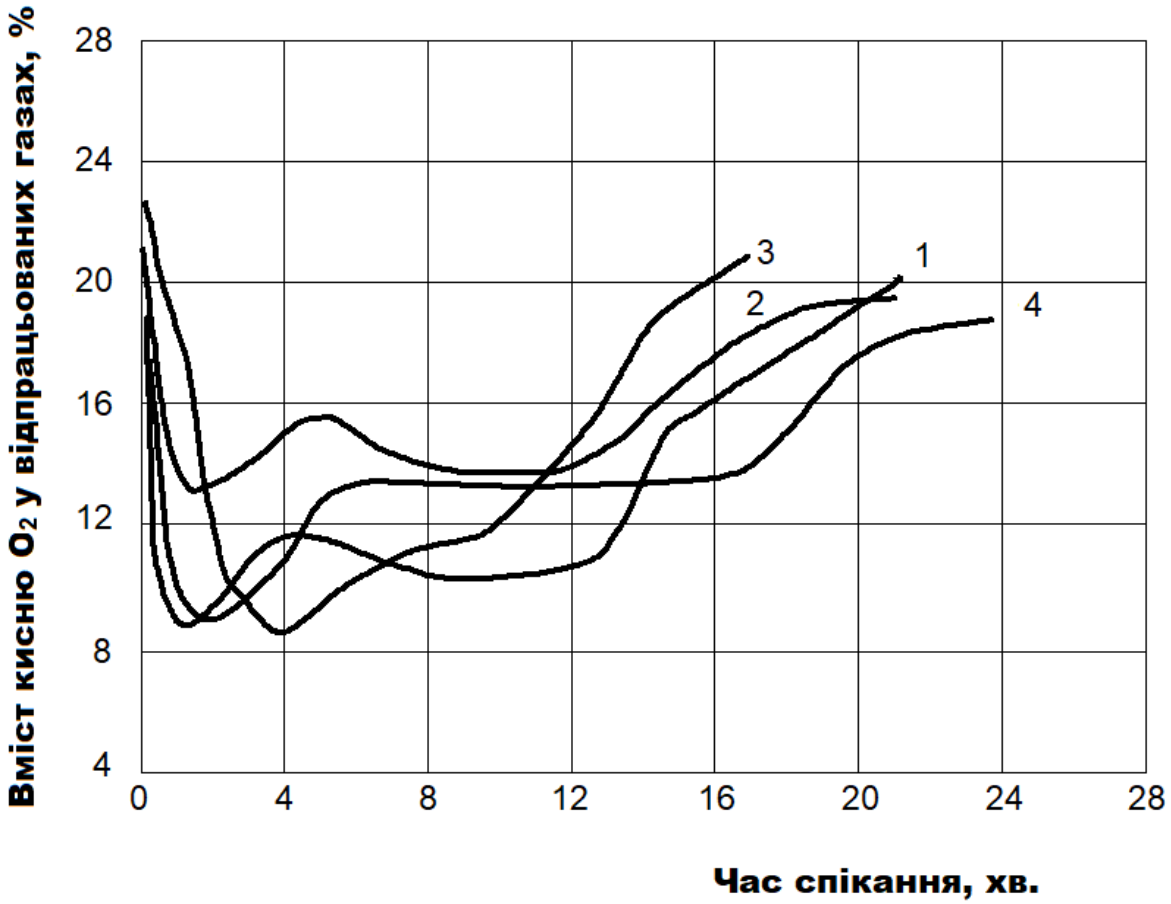
3 - температура відпрацьованого газу

Рисунок 3.5 – Термограма процесу спікання аглошихти, що містить 15% торфу

Вимірювання температур проводилося в автоматичному режимі по висоті агломераційного шару (1-верх, 2-середина, 3-температура відпрацьованого газу). Порівняльний аналіз термограм показав практично однаковий характер зміни температур у шарі проти базовим експериментом. Однак слід зазначити, що процес агломерації при введенні до складу шихти 5% торфу протікає на 4 хвилини швидше, ніж у базовому. Введення 10% торфу

забезпечує закінчення процесу агломерації також на 4-5 хвилин швидше (22 хвилини в базовому та 17-18 хвилин при 10% торфу). Введення до складу шихти 15% торфу забезпечує тривалість процесу як у базовому досвіді. Отже, у промислових умовах задля забезпечення як заміни торфом основних видів палива, а й підвищення продуктивності агломашини доцільно вводити 5-7% активованого торфу.

На рисунку 3.6 представлені криві впливи заміни твердого палива торфом на вміст кисню у газах, що відходять при агломерації.



1 - звичайна аглошихта ПівдГЗК

2 - аглошихта, що містить 5% торфу

3 - аглошихта, що містить 10% торфу

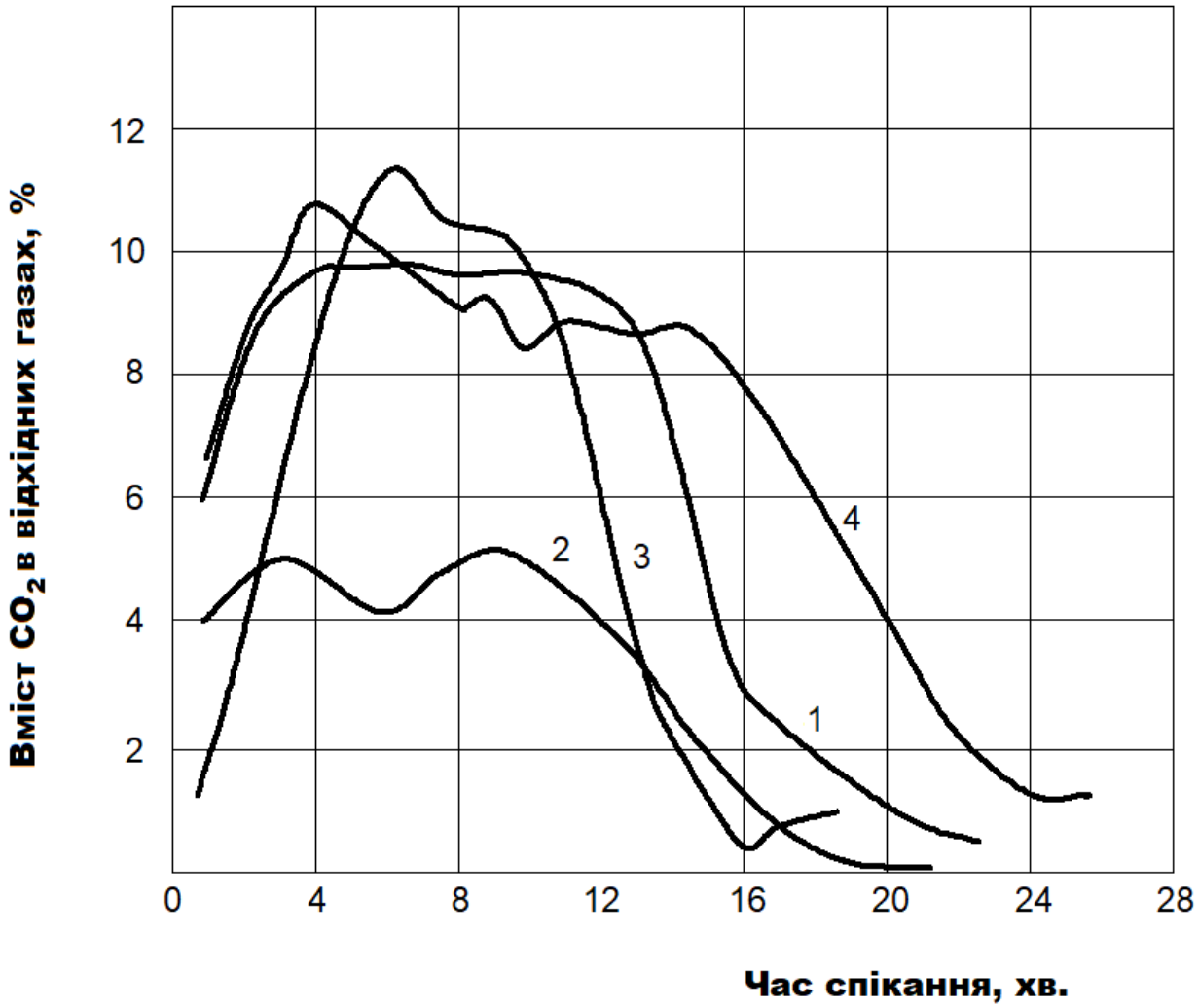
4 - аглошихта, що містить 15% торфу

Рисунок 3.6 – Вплив заміни твердого палива торфом на вміст O_2 у відпрацьованих газах при агломерації

Аналіз характеру кривих показав підвищений вміст O_2 у газовій фазі. Це ймовірно зіграє позитивну роль у процесі агломерації, оскільки відомо, що

агломерація протікає з нестачею кисню при спалюванні твердого палива в шарі.

На рис. 3.7 (вплив заміни твердого палива торфом на вміст CO_2 у відпрацьованому газі при агломерації) підтверджує повніше догоряння монооксиду вуглецю до CO_2 за часткової заміни твердого палива торфом.



1 - звичайна аглошихта ПівдГЗК

2 - аглошихта, що містить 5% торфу

3 - аглошихта, що містить 10% торфу

4 - аглошихта, що містить 15% торфу

Рисунок 3.7 – Вплив заміни твердого палива на торф на вміст CO_2 у відпрацьованих газах при агломерації

У таблиці 3.8 представлені усереднені показники процесу агломерації на шихтових матеріалах ПГЗК з частковою заміною твердого палива.

Таблиця 3.8 - Усереднені показники процесу агломерації на шихтових матеріалах ПГЗК з частковою заміною твердого палива

№ пп	Показники процесу спікання	Одиниця вимірювання	База	Кількість торфу		
				5%	10%	15%
1	Час обгортування	хв	1,5	1,5	1,5	1,5
2	Маса сирої аглошихти (+4 кг постіль)	кг	61,0	60,0	61,0	61,0
3	Вологість шихти	%	9,3	9,5	9,2	9,5
4	Висота шару спікання	мм	280	280	280	280
5	Час запалювання	хв	3	3	3	3
6	Початкове розрядження у вакуум-камері	мм. вод. ст.	1020	940	900	1030
7	Час спікання	хв	23,2	19,8	17,5	24,9
8	Температура відпрацьованого газу	ºС	280	275	265	240
9	Маса спека	кг	50,0	49,5	50,5	51,5
10	Вихід агломерату	%	81,87	82,5	82,79	84,43
11	Вихід придатного, +5мм	%	87,7	86,06	84,45	82,91
12	Вміст дрібниці -5 мм	%	12,3	13,94	15,54	17,09
13	Міцність на удар +5 мм	%	64,0	55,0	68,0	59,13
14	Міцність на стирання -0,5 мм	%	9,67	19,93	6,47	16,2
15	Питома продуктивність аглопроцесу	т/м³·год	0,831	0,924	1,051	0,729

Дані, наведені у табл. 3.8 показують, що при інших рівних показниках процесу та якості готового продукту найбільш прийнятним до умов аглоцеху ПівдГЗК, що забезпечує підвищення питомої продуктивності аглопроцесу, є використання в якості замінника твердого палива 5-10% активованого торфу.

3.3 Промислові випробування технології використання активованого торфу як часткового замінника твердого палива під час виробництва агломерату

З метою визначення можливості використання торфу як часткового замінника традиційних видів палива при агломерації на аглофабриці ПГЗК проведено промислові випробування.

3.3.1 Спосіб подачі активованого торфу

Торф, що поступив на аглофабрику, розвантажується на спеціально підготовлений майданчик складу палива. У початковому періоді торф завантажувався грейфером у модернізований осередок. Однак у процесі роботи було виявлено недолік такої схеми подачі, а саме: зависання вологого торфу в бункері та неможливість його дозування ваговим дозатором на збірний конвеєр палива у заданій розрахунковій кількості.

Для підвищення надійності роботи схеми надалі було запропоновано здійснювати попереднє змішування торфу з коксовою дрібницею у співвідношенні 1/3. отриману суміш через модернізовану комірку подавали на збірний конвеєр твердого палива і далі за існуючою технологічною схемою шихтове відділення.

3.3.2 Результати промислових випробувань в умовах аглоцеху ПівдГЗК

При визначенні можливості використання торфу при виробництві агломерату промислові випробування проводилися у два етапи: базовий (підготовка та спікання шихти здійснювали за звичайною технологією) та досвідчений (в шихту вводилося 7% торфу загальної маси необхідного для спікання твердого палива).

Питома витрата компонентів аглошихти наведена у таблиці 3.9.

Таблиця 3.9 – Питома витрата компонентів шихти (натуральних) на 1 т агломерату, кг/т

Періоди випробувань	Компоненти					
	Концентрат	Аглоруда	Вапняк	Коксова дрібниця	Антрацитовий штиб	Торф
Базовий	737,6	248,4	254,0	44,04	39,0	-
Дослідний	777,6	208,4	254,0	43,95	33,1	5,9

З таблиці видно, що у дослідному періоді витрата аглоруди знизився з 25,2 до 21,1%. Витрата палива залишилася на колишньому рівні, незважаючи на знижений вміст вуглецю в торфі (53% у торфі та 86,4% у коксовій дрібниці, 81,4% в антрацитовому штибі).

У таблиці 3.10 наведено обсяг якостей агломерату.

Таблиця 3.10 - Обсяг та якість агломерату.

Період	Середньодобове виробництво, т	Хімічний склад агломерату, %				
		Fe	FeO	SiO_2	CaO	осн
Базовий	23316	54,27	12,26	9,08	11,61	1,28
Дослідний	23999	54,36	12,66	9,04	11,47	1,27

З таблиці 3.10 випливає, що введення торфу в паливну суміш призводить до зростання виробництва агломерату на 2,8%, незважаючи на зниження витрат аглоруди. Крім того, відзначено збільшення на 0,4% FeO в агломераті.

3.3.3 Характеристики міцності готового продукту

Міцність дослідного агломерату визначалася за ГОСТ 15137-77 («Метод визначення міцності агломерату в барабані, що обертається»). Результати наведено у таблиці 3.11.

Таблиця 3.11 – Міцність агломерату

№ пп	Індекс на удар сод. фр. ±5 мм, %	Індекс на стирання сод. фр.-0,5 мм, %
1	68,3	14,2
2	70,1	12,0
3	69,0	13,4
Середнє	69,1	13,2

Крім цього, слід зазначити зниження вмісту лугу в агломераті на 0,05% (абс.) з 16,33% у базовому періоді до 16,28% у дослідному.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

4.1 Аналіз потенційно шкідливих і небезпечних чинників виробничого середовища агломераційного цеху

Безпека агломераційного процесу залежить від швидкості руху агломераційної стрічки, від характеру і вмісту шихтових матеріалів та готового агломерату, від щільності укладання (газопроникності) шихти і характеру її розподілу. Таким чином, нормованими параметрами агломераційного процесу є маса переробляються вихідних матеріалів і готового агломерату, швидкості їх переміщення, обсяг, тиск і температура на різних стадіях агломераційного процесу. Порушення процесу агломерації, пов'язані зі змінами фізико-хімічних параметрів, призводить до зміни технології спікання, впливають на технологічний стан агрегату і безпеку обслуговуючого персоналу. Агломерація залізорудних матеріалів характеризується різноманіттям операцій з підготовки та огрудкованню вихідної сировини. У кожній з перерахованих операцій можуть виникнути виробничі фактори, вплив яких, на працюючих може призвести до травм. До таких факторів належать рушійні машини і механізми, вироби, заготовки, матеріали, транспортери подачі сировини, випалювальні машини, дробарні матеріали, вантажно- розвантажувальні пристрої, електрокари, рухомі поїзди тощо. Для попередження травматизму опорні ролики змішувальних барабанів, зубчасті вінці, шестірні, сполучні муфти і інші обертаючі частини механізмів огороджені кожухами. Змішувальні барабани огороджені решітками з обох бічних сторін. Обслуговуючому персоналу забороняється заходити за огородження під час роботи змішувального барабану. Під час змішування в барабані виділяється пар і велика кількість пилу. Щоб запобігти попаданню пари і пилу в атмосферу виробничих приміщень, отворі змішувальних барабанів з боку видачі шихти щільно закриті кожухами і обладнані витяжними трубами, виведені назовні будівлі. Ці труби

забезпечують таку витяжку, щоб пара і пил не вибивалися у виробничі приміщення з змішувального барабана. Дверцята люка змішувального барабана, призначені для доступу обслуговуючого персоналу всередину при очищенні та ремонті, забезпечені блокуванням, що виключає можливість пуску барабана в роботу з відкритою дверцятами. Чистити або ремонтувати змішувальний барабан, а також відбирати проби матеріалу безпосередньо з барабана під час роботи забороняється Щоб усунути застрягання матеріалів у течки, за якими шихта надходить у змішувачі, перетин течок і кут їх нахилу досить великі. Якщо на змішувачах спостерігається застрягання матеріалів у підвідних течках, то на їх стінках встановлені вібратори. Щоб уникнути аварійних завалів матеріалами при роботі системи транспортерів влаштована блокування, що зупиняє суміжні транспортери у разі зупинки одного з них. Запальні горни є потужними джерелами тепла і променій енергії. Стінки і склепіння запальних горнів агломераційних машин теплоізольовані. Над горнами влаштовані парасолі з витяжними трубами, виведеними за межі будинку. З боків горнів, для захисту від тепловіпромінення, влаштовують екрани. Щоб з-під запального горна не вибивало полум'я, його встановлюють так, щоб задній край горна не перекривав почергово вакуум-камеру агломераційної машини. Запальні горни опалюються газом. Підводи газу до запалювальних горнів і всі газові пристрої виконані та експлуатуються відповідно до вимог правил техніки безпеки в газовому господарстві металургійних заводів. Основним обладнанням агломераційної фабрики є агломераційна машина.

Це складний механізм, що має рухомі, обертальні частини і частини, нагріті до високої температури. Обслуговування цієї машини пов'язано з цілою низкою небезпек для обслуговуючого персоналу. Всі обертові і рухомі частини приводів, зірочки та зубчасті передачі агломераційних машин мають надійні огородження й кожухи. Для зручного обслуговування влаштовані майданчики та сходи, огороджені поручнями. Стінки вакуум-камер та

газовідвідні труби зазвичай нагріті до значних температури (150°С), тому вони покриті теплоізоляцією.

Для уловлювання агломерату, що обсипається з колосників, по всій їх довжині влаштовані воронки, з'єднані течки з транспортером прибирання пилу. Прорізи в підлозі, де стрічки виходить під завантаження, зашиті залізними листами з мінімальним зазором до спікальних візків. Загрузочна частина агломераційної машини на всю ширину торцевої сторони в місці перегину стрічки закрита запобіжним металевим щитом. Під стрічкою у розвантажувальній її частини влаштовані проходи для обслуговуючого персоналу. Ці проходи зверху і з боків огороджені листовим залізом.

Ця частина відокремлена від спікательної частини машини стіною по всій висоті приміщення. Двері для проходу на робочу майданчик розвантажувальної частини мають пристрої для закривання.

Розвантажувальна частина, дробарка агломерату, грохоти та жолоби знаходяться в герметизуючих кожухах, приєднаних до загального укриттю агломераційної машини з тим, щоб пил і гази з розвантажувальної частини та інших пристроїв відсмоктувати під дією розрідження ексгаустера. Між робочою площадкою розвантажувальної частини і майданчиком спікательної частини агломераційної машини організована звукова та світлова сигналізація і переговорна зв'язок. Приймальні лійки агломерату, встановлені під перегином стрічки, мають кут нахилу стінок 50°. Випускні отвори воронок і течки круглого перетину діаметром не менш 400мм герметично закриті і виведені на грохот. Жолоби для спуску агломерату після просівання зверху перекриті і влаштовані так, щоб агломерат не прокидався повз вагонів. Для усунення застрягання агломерату нахил колосників не менше 45°. Чистити ринви можна тільки після зупинки агломашин. Цю роботу виконують за допомогою довгих ломів і пік, через спеціальні люки у верхній частині жолобів. Для зручного та безпечного доступу до риз і грохотом з бічної сторони від них влаштовані сходи і зручні майданчики з поручнями. На аглофабриці обслуговування шляхів пов'язано з небезпеками наїзду рухомого

складу, травмування при очищенні шляхів від агломерату в результаті падіння його з розвантажувальних жолобів. З метою безпеки пересування вагонів, що знаходяться під навантаженням, проводиться штовхальниками, без ручної зачіпки тягових пристосувань.

Шляхи мають нормальні габарити наближення до будівель і обладнання. Прибирання шляхів від прокидається агломерату виконують лише після прийняття заходів, що виключають можливість подачі рухомого складу, і після зупинки спікальні машин.

Міри захисту від небезпечних та шкідливих факторів в агломераційнному цеху показані в таблиці 4.1.

Таблиця 3.1 - Технічні міри захисту від потенціальних небезпечних та шкідливих факторів

Небезпечний або шкідливий фактор виробничого середовища	Захисне обладнання	Тип обладнання	Габарити обладнання та його характеристика	Місце установки на плані
Пиловиділення	Система пилозадавлення	Аспіраційна система, витяжні парасольки	Ф - 11500 м	Дробарки в хвостовій частині а/м, по довжині
Шум	Шумопоглинаючі екрани	Металевий лист	Товщина 10 мм	Споруда цеха
Тепловиділення від горна а/м, хв. частина а/м	Захист теплоізоляційним матеріалом	Аератори Аспіраційна системи	Ф - 11500 м	На спікальне відділення

4.2 Розробка заходів захисту від впливу небезпечних і шкідливих чинників виробничого середовища агломераційного цеху

До небезпечних і шкідливих чинників в агломераційному цеху відносять: пиловиділення з розвантажувальної частини агломашин; вапняний пил в перевантажувальних вузлах конвеєрів; тепловиділення від горна агломашин, вакуумкамер, охолоджувальних барабанів, газоочисного обладнання; наявність вібрації в ексгаустерному відділенні, у приймальному відділенні і шихтових, на ділянках дроблення вапна і дроблення палива, в

районі змішувальних барабанів; шум практично на всіх ділянках цеху. Результатом впливу на організм теплового випромінювання є швидке стомлення; зниження працездатності; ослаблення опірності організму до шкідливих впливів; різні захворювання: теплове виснаження (симптоми - слабість, нудота, головний біль), тепловий удар (симптоми - запаморочення, збудження, тремтіння, конвульсії, марення), теплові судоми (симптом - м'язові спазми), катаракта очей. Пил, проникаючи в легені людини, може викликати специфічні захворювання (силікоз та ін.). Пил дратує шкіру, очі, ясна, вуха. В повітрі робочої зони містяться такі шкідливі хімічні речовини: речовини 1 класу небезпеки - ангідрид хромовий та оксид марганцю у вигляді аерозолі конденсації. Речовини 2 класу небезпеки - фенол, сірководень, луги їдкі. Фенол відноситься до соматичних отрут, призводить до пошкодження кровоносної системи.

Сірководень відноситься до хімічно задушливим токсичних речовин, які знижують вміст кисню у вдихуваному повітрі, пов'язуючи його хімічно. Сірководень викликає параліч дихання. Речовини 3 та 4 класу небезпеки - азоту діоксид, ангідрид сірчистий, вуглецю оксид, аміак. Діоксид азоту відноситься до токсичних речовин, що викликають в першу чергу поразка кінцевих дихальних шляхів і легеневих альвеол. Ангідрид сірчистий і аміак відносяться до токсичних речовин, що викликають в основному поразки верхній частині дихального тракту. Оксид вуглецю з'єднується з гемоглобіном крові, і відноситься до хімічно - задушливим речовинам. При веденні технологічного процесу виробництва агломерату, на стадії підготовки сировини, а саме при випалюванні вапняку, а також при спіканні агломерату, як паливо використовується природний газ. Температура самозаймання - 650°С.

У таблиці 4.2 наведено концентрацію вибухонебезпечних сумішей.

Таблиця 4.2 - Межі вибухонебезпечності природного газу в суміші з повітрям (в відсоток відносно до обсягу)

Нижня межа, %	Верхня межа, %	Діапазон вибухобезпеки
5	15	10

Виробничі приміщення агломераційного цеху з позиції електробезпеки характеризуються як особливо небезпечні.

Аналіз шкідливих і небезпечних виробничих факторів та карта умов праці для робочого місця агломератника представлені в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 - Оцінка факторів виробничого трудового процесу агломератника

№	Чинники виробничого середовища і трудового процесу	Нормативне значення	Фактичне значення	III клас: шкідливі і небезпечні умови			Тривалість дії чинників в за зміну %
				I ступінь	II ступінь	III ступінь	
1	Шкідливі хімічні речовини, мг/м^3 3-4 клас небезпеки:						
	- ангідрид сірчаний (SO_2)	1,0	1,3	-	-	40,0	80
	- оксид вуглецю	20,0	1,15	-	-	-	80
2	Пил, переважно фіброгенної дії, мг/м^3	4,0	3,9	-	-	25,0	80
3	Вібрація (загальна і локальна), дБ	92	90	-	-	14	80
4	Шум, дБА	80	79	9	-	-	80
5	Мікроклімат в приміщенні:						
	- температура повітря, °С	27	28	-	-	13	80
	- швидкість руху повітря, м/с	0,5	0,48	1,6	-	-	80
	- відносна вологість, %	<70	50	-	-	-	80
	- інфрачервоне випромінювання, Вт/м^2	140	129	-	-	3500	80
6	Тяжкість праці	Важка III					
7	Напруженість праці	Напружена					

Таким чином, проведений аналіз умов праці при отриманні агломерату в агломераційному цеху дозволяє зробити висновок про перевищення нормативних показників по рівню шуму, вібрації, інфрачервоного випромінювання. Перевищують допустимі концентрації також кількості пилу, оксиду вуглецю та ангідриду сірчаного у повітрі робочої зони киснево-

конвертерного цеху. Все це дозволяє віднести умови праці до III класу 3 ступеня. За показниками робоче місце слід вважати з шкідливими і небезпечними умовами праці.

4.3 Заходи з електробезпеки

У агломераційному цеху машини і апарати, що виробляють, перетворюють, розподіляють і споживають електроенергію, називаються електроустановками. Необережне поводження з електроенергією призводить до травм.

Електротравматизм визначається різними причинами: несправністю ізоляції, захисних пристроїв (заземлення, огороджування, сигналізації, блокування, захисного відключення); необізнаністю осіб, обслуговуючих установки; порушеннями правил пристрою електроустановки.

Дія струму на організм людини виявляється в електричному ударі і місцевій поразці організму. Електричний удар спричиняється випадковим дотиком людини до струмоведучої частини, яка опинилася під небезпечною напругою внаслідок несправності ізоляції дротів, заземлення (або його відсутність). Ураження отримує весь організм - нервова система, м'язи, тканини і внутрішні органи. Миттєво виникає судорожна реакція м'язових волокон серця і дихальної системи, що нерідко призводить до смерті. Місцеві поразки виявляються в опіках, найчастіше рук.

При пошкодженні ізоляції електроустаткування напруга може випадково з'явитися на металевих частинах (на корпусі, кожусі, станині, на броні кабелю тощо), які в нормальному положенні не знаходяться під напругою. При сполученні з металевими конструкціями, що виявилися під напругою, виникає небезпека поразки електричним струмом.

Для освітлювальної мережі загального освітлення допускається напруга не вище 250 В. У приміщеннях з підвищеною небезпекою та особливо

небезпечних для світильників місцевого та ремонтного освітлення і для ручного інструменту напруга не повинна перевищувати 36 В.

Для захисту від дотику здійснюють недоступне розташування струмопровідних частин (на висоті, під підлогою або приховано в стінах). Мінімальна висота підвісу голих проводів 3,5 м (якщо не потрібна велика висота через можливість зачіпання їх якими-небудь предметами з землі або проїжджаючим транспортом); найменше допустима відстань до працюючих при напрузі 15 кВ - 0,7 м, а 220 кВ - 3 м.

Голі струмоведучі частини, до яких можливий дотик людей, надійно захищають у всіх випадках, коли напруга перевищує 65 В у приміщеннях без підвищеної небезпеки, 36 В - в приміщеннях з підвищеною небезпекою. При напрузі понад 250 В захищають не тільки голі, а й ізольовані струмоведучі частини. Електричне обладнання фарбують у встановлені кольори. Це має не тільки розпізнавальне і естетичне значення; забарвлення відіграє певну захисну роль, тому що завдяки своїм ізолюючим властивостям при аваріях обладнання виключає небезпеку утворення електричного кола через тіло працівника, що доторкнувся до обладнання або знижує її.

В якості захисної ізоляції можна застосовувати покривні лаки, електроізолюючі плівки, емалеві й олійні фарби.

4.4 Заходи пожежної безпеки

У агломераційному цеху застосовують природний газ, який в суміші з повітрям у певному співвідношенні вибухонебезпечний і відноситься до категорія вибухо- і пожежонебезпеці Б.

До категорії «Б» (вибухопожежонебезпечних) відносяться виробництва, пов'язані із застосуванням рідин з температурою спалаху парів більше 280°С, горючих газів, здатних вибухати при вмісті більше 10% до обсягу повітря; сюди ж відносяться процеси, які передбачають застосування цих рідин і газів, в кількостях, які можуть утворювати з повітрям вибухонебезпечні суміші та

виробництва, в яких виділяються перехідні у завислий стан горючі волокна або пил у такій кількості, що вони можуть утворювати з повітрям вибухонебезпечні суміші.

У агломераційному цеху для гасіння пожеж застосовується: вода, пісок, вогнегасник вуглекислотний ОУ-Б, вогнегасник хімічний пінний річний ОХП-10 [19].

На території аглофабрики влаштований протипожежний водопровід, об'єднаний з господарсько-питним або виробничим. Діаметр труб зовнішнього діаметру 100 мм. Для отримання води з водопостачання встановлені гідранти - крани, що знаходяться безпосередньо на зовнішній підземної водопровідної магістралі. По натиску води зовнішні водопровідні системи можуть бути високого і низького тиску.

Матеріали для гасіння пожеж повинні бути дешевими.

4.5 Технічні заходи виробничої санітарії

4.5.1 Освітлення виробничих приміщень

Величини освітлення і коефіцієнти запасу приміщень і майданчиків виробництва обрані у відповідності з галузевими нормами штучного освітлення для заводів чорної металургії та нормами освітлення. Природне освітлення приміщень використовується в денний час доби через бічні прорізи. У відповідності до встановлених коефіцієнтами природного освітлення, розраховуємо для прийнятої в проекті системи природного освітлення нормативне значення КПО за формулою:

$$e_н = e \cdot m \cdot c, \qquad (4.1)$$

де e - значення КПО, (%), для роботи малої точності (розмір об'єкта від 1м) - VI розряд зорової роботи;

e = 0,9 (бічний);

m - коефіцієнт світлового клімату; т = 0,9 (IV пояс);

с - коефіцієнт сонячності клімату; с = 0,7.

$$e_н = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 0,7 = 0,567.$$

Так як природне освітлення виробничих приміщень є недостатнім, прийнята система загального рівномірного штучного освітлення з частковою локалізацією світильників по майданчиках в зонах обслуговування основних технологічних вузлів. Для цілей проведення ремонтів та огляду обладнання передбачені штепсельні розетки для підключення переносних світильників. З метою забезпечення безпеки персоналу та безперервності технологічного процесу, передбачається аварійне освітлення для експлуатації і продовження робіт. В якості джерел світла застосовуються наступні освітлювальні прилади [15]:

1) Лампи розжарювання - для освітлення обладнання.

2) Лампи ДРЛ - для освітлення виробничих приміщень.

3) Лампи люмінесцентні - для освітлення апаратури управління, електро- щитових і приміщень обслуговуючого персоналу.

Так як застосування голих ламп неприпустимо, для освітлення використовуються світильники наступних типів:

1) Альфа - для освітлення обладнання.

2) Глибоковипромінювач - для освітлення високих приміщень.

3) Універсал - для освітлення невисоких приміщень.

Напруга мережі загального освітлення 220 В, переносного - 36 В.

4.5.2 Опалення та вентиляція

Виробничі приміщення агломераційного цеху, за характером шкідливих виділень відносяться до групи з переважним виділенням пилу. До них підходять приміщення приймального, шихтового відділень, відділення

дроблення і випалу вапна. З одночасним виділенням тепла, газів і пилу. До них відносяться приміщення відділення агломерації і гарячого повернення. З одночасним виділенням тепла, газів, пилу і вологи. Виробничі приміщення агломераційного цеху відносяться до «гарячих» приміщень, надлишкові тепловиділення в яких перевищують 23 Вт/м^3[12]. У таблиці 3.4 представлені значення прийнятих допустимих параметрів повітряного середовища в робочій зоні виробничих приміщень.

Таблиця 4.4 - Значення прийнятих допустимих параметрів повітряного середовища в робочій зоні виробничих приміщень

Характеристика приміщень за надлишковим тепловиділення	Період року	Категорія тяжкості	Температура повітря, С	Відносна вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м / с	Температура повітря непостійних робочих місць,°С
Більше 23 Вт/м^3	«холодний»	Середньої тяжкості - 2б	15-21	75	Не більше 0	13-23
		Важка - 3	13-19	75	Не більше 0	12-20
	«теплий»	Середньої тяжкості - 2б	16-27	70 (при 25С)	0.2-0.5	15-27
		Важка - 3	15-26	75 (при 24 С)	0.2-0.6	13-26

Опалення будинків має значення не тільки для створення потрібної температури в приміщенні, але і для збереження будівель, так як погано опалювальні будівлі схильні вогкості, що викликає їх руйнування. У аглоцеху застосовують парове опалення. За способом подачі та розподілу повітря застосовуються дві системи опалення. Централізована система опалення - повітряне опалення поєднане з припливною вентиляцією та децентралізована система - нагрівання повітря здійснюється місцевими опалювальними приладами. У цеху знаходиться бойлерна, розташована в спікальні корпусі. Для подачі пари у віддалені ділянки цеху труби теплоізольовані. Вентиляція є ефективним засобом забезпечення потрібних гігієнічних якостей повітря, що відповідає вимогам Санітарних норм проектування промислових підприємств

[13]. У цеху застосовують штучну і природну вентиляцію. Для штучної вентиляції подається незабруднене повітря, в холодний період року повітря піддається нагріванню. Загальна природна вентиляція здійснюється шляхом провітрювання. Для провітрювання у виробничих приміщеннях і галереях є отвори в стіні з пристроєм для закривання.

Вентиляції на агломераційної фабриці здійснюється за допомогою великих централізованих установок. Приплив в спікальний зал, компенсуючий обсяг витяжки під дією аглоексгаустерів, здійснюється десятьма приточувань системами загальною продуктивністю 600000 м^3/год. Крім того, для поліпшення мікроклімату на робочих місцях агломератників в районі головних частин агломераційних машин передбачена подача повітря шістьма душуючими установками з обробкою повітря на типових кондиціонерах. Продуктивність кожної душуючої установки 20000 м^3/год. Роздача повітря через перфоровані повітроводи рівномірної роздачі виробляється на висоті близько 3 метрів від підлоги. Для видалення тепла і газів над запальними горнами встановлені парасольки.

У приміщенні зворотного ходу палет передбачена подача припливного повітря об'ємом 600000 м^3/год десятьма приточувань камерами влаштованими так само як і камери, що подають повітря в спікальний зал. У відділення газоходів приплив повітря здійснюється чотирма аналогічними камерами загальною продуктивністю 240000 м^3/год.

Таким чином, для компенсації витяжки під дією ексгаустери 1440000 м^3/год повітря спеціально обробляють у камерах і потім вентиляторами подають в окремі приміщення. Приплив повітря в приміщенні повернення здійснюється в окремій камері припливної з регулюванням температури і фільтрацією його на масляних самоочисних фільтрах, подачу повітря проводять у верхню зону через повітропровід рівномірної роздачі. Обсяг припливу повітря компенсується об'ємом витяжки. Попередження забруднення повітряного середовища.

Для забезпечення процесу грохочення вібраційні грохоти укладені в укриття, з яких видаляється повітря відсмоктувачами в обсязі по 40000 м^3/год. з кожного укриття. Цей обсяг визначається через умови створення швидкості руху повітря в нещільності та щілинах укриттів грохотів, рівний 3 м/с. Над хопером є парасолі. Об'єм повітря, відсмоктується від кожного парасольки, прийнятий рівним 80000 м^3/год. з розрахунку створення швидкості руху повітря в зазорі кромкою парасольки і бортом хопера, рівний 2м/с. Запилений повітря, відсмоктується від парасольок і укриттів проходить очищення. Уловлені в процесі очищення пил повертається в технологічний процес. Так як просівання агломерату відбувається безперервно, а навантаження в хопери - періодично, то відсмоктування повітря з укриттів грохотів і парасольок над хопера здійснюється роздільно. Таким чином кожна агломашина на виході обслуговується окремими системами аспірації. Для поліпшення умов праці робітників зайнятих на видачі агломерату, служить спеціальний коридор з якого виробляється обслуговування пневмозатворів бункерів навантаження.

Для поліпшення умов праці осіб, зайнятих спостереженням за роботою аг- лоексгаустерів є коридори - пульти управління. Стіна коридорів, обернена в бік аглоексгаустерів засклена.

У відділенні повернення передбачається аспірація місць видачі повернення з барабанів охолоджувачів на транспортер. Запилювання тут відбувається за рахунок наявності дрібних фракцій, а також потужних конвекційних потоків, підносять ці фракції. Обсяг відсмоктувачів від кожної пересипання - 4000 - 5000 м^3/год.

Для каналізації виділень пари в місці пересипання повернення з транспортера на транспортер передбачено пристрій укриття головки верхнього транспортера з відсмоктуванням повітря з нього. Об'єм повітря виймається з укриття становить 10000 м^3/год.

4.5.3 Виробничий шум, виробнича вібрація

Шум - це безладне сполучення різних за частотою і силі звуків, несприятливо впливають на організм людини. Шум викликає зміни в нервовій системі; впливає на психіку людини, серцево-судинну систему, травлення, погіршує сон.

Робота в умовах сильного шуму може викликати головний біль, запаморочення, ослаблення уваги [17].

Тривала дія надмірного шуму призводить до стійких поразок і порушення функцій слухових органів. Шум є причиною швидкого розвитку втоми і зниження працездатності. Шум може з'явитися непрямою причиною нещасного випадку (якщо, наприклад, він маскує попереджувальні сигнали). Шум впливає на зміну чутливості зору.

Для зниження рівня шуму передбачено проведення наступних заходів:

1) Огородження шумних агрегатів звукоізолюючими перегородками;

2) Установка звукоізолюючих кабін для обслуговуючого персоналу;

3) Постачання обслуговуючого персоналу засобами індивідуального захисту від шуму (бірушами, навушниками);

4) Встановлення галасливого обладнання на пружні амортизатори.

Вібрації впливають на нервову систему, шлунково-кишковий тракт, м'язи.

Кістково-суглобовий апарат, зір, слух. Тривала дія вібрацій може привести до важко виліковної вібраційної хвороби.

4.5.4 Виробничі випромінювання

У агломераційному цеху під час проведення технологічного процесу утвориться теплове випромінювання. Поверхні технологічного обладнання: печей випалу вапна, горнів для запалювання шихти, палет, вакуум-камер, газоходів і газоочисних апаратів, окожушування агломашин створюють

інфрачервоні промені довжиною хвилі до 10 мкм. Тепловий ефект впливу опромінення залежить від довжини хвилі і інтенсивності потоку випромінювання, площі опромінюваної ділянки

4.5.5 Об'ємно-планувальні рішення будівель і споруд цеху

Агломераційний цех є джерелом виділення шкідливостей в навколишнє середовище і відноситься до 1 класу підприємств. На підставі цього для цеху передбачено розміщення санітарно-захисної зони шириною 1000 м. Агломераційний цех розташований з підвітряного боку до житлового району. Прохідний пункт примикає до адміністративно-банного комплексу, і розміщений на відстані 500 м від цеху, що відповідає санітарним нормам проектування промислових підприємств.

Від прохідного пункту і адміністративно-банного комплексу до корпусів цеху проведена автомобільна дорога з пішохідним тротуаром. У місці перетину пішохідної дороги з залізничною колією передбачений перехідний місток. Пункт харчування розташований в адміністративному корпусі на відстані 50 м від цеху, що відповідає нормі. Всі виробничі приміщення цеху мають висоту більше 3,5м [11].

Усі майданчики, призначені для обслуговування обладнання, розташовані на висоті більше 0,6 м від підлоги, сходи, перехідні містки, отвори в підлозі і люки огороджені поручнями висотою 1,2 м з суцільною обшивкою низом на висоту 0,2 м. Стіни виробничих приміщень мають гладку поверхню, що перешкоджає скупченню пилу.

4.5.6 Санітарно - побутові приміщення

Для задоволення санітарних і побутових потреб працівників аглоцеха в проекті передбачені санітарно-побутові приміщення. Процес виробництва агломерату відповідно до санітарної характеристикою технологічних процесів

відноситься до 2 групі. Склад санітарно-побутових приміщень на підставі цього буде наступним: гардеробні для зберігання одягу, приміщення для сушіння одягу, душові, вбиральні. Так як кількість працівників не перевищує 250 чоловік у зміну, передбачений буфет з доставкою гарячої їжі з їдальні. Гардеробні застосовують для зберігання вуличного і робочого одягу. У гардеробних встановлені закриті шафи, кількість яких прийнято дорівнює кількості працюючих в усіх змінах з урахуванням тимчасових робітників і практикантів. Висота всіх шаф 165 см, ширина 50 см, глибина 50 см. Ширина проходу між шафами 1,5 м. Шафи обладнані штучною вентиляцією. Душові розміщуються в окремих приміщеннях суміжних з гардеробними. Кількість душових - з розрахунку одна душова кабіна на три працівника у зміну. У виробничих приміщеннях туалети розміщені на відстані не перевищує 75 м від найбільш віддаленого робочого місця. Для періодичного відпочинку працюють передбачені кімнати відпочинку, що розташовані на відстані не перевищує 200 метрів від робочого місця. У приміщення подається кондиційоване повітря і питна вода. Для роздачі питної води у виробничих приміщеннях встановлені фонтанчики, а також автомати з газованою підсоленою водою. В адміністративно - побутовому корпусі розташовані гардеробні, душові, вбиральні, приміщення для сушіння одягу. В адміністративному корпусі розташовані гардеробні, душові, вбиральні, буфет. У виробничих приміщеннях цеху розташовані кімнати відпочинку та прийому їжі, вбиральні. Здравпункт розміщується в доменному цеху.

4.5.7 Заходи техніки безпеки

Щоб уникнути прокидання матеріалів, ширина стрічки транспортерів більше її робочої частини приблизно на 60 ... 80 мм. Швидкість руху стрічки не перевищує 1,5 м/хв. Для попередження прокидання матеріалів на внутрішню частину холостої вітки над холостий гілкою транспортера встановлений спеціальний стелю. Налипає на стрічку матеріали очищаються

спеціальним скребком. Конструкція пересувних розвантажувальних візків транспортерів (автострел) виключає можливість їх перекидання й мимовільного пересування. Барабани і бічні сторони візки закриті запобіжними щитами. Колеса розвантажувальних візків огороджені збоку і спереду. Забирають прокидаєшся матеріали вручну лише після зупинки транспортерів.

Щоб усунути небезпеку падіння людей у бункери, над бункерами встановлюються запобіжні грати з чарунками не більше 200х200 мм. Грати виконують зварними із сталевих смуг, поставлених на ребро, що забезпечує рівну їх поверхню і попереджає падіння людей під час пересування по решітках. Розміри галерей транспортерів призначені, виходячи з умов зручного та безпечного обслуговування транспортерів. Тим транспортерами і стінами галереї на проміжок не менше 0,7 ... 1 м, а при розташуванні двох і більше транспортерів між ними зазор не менше 1 ... 1,5 м, а з боку, зверненою до зовнішніх стін, - не менше 0,7 м. У похилих галереях зроблені сходинки або трапи.

У приміщенні спікання агломерату основним шкідливим фактором виробничого середовища є теплове випромінювання від горна, поверхні агломерату та укриття агломашин. В якості заходів захисту від дії теплового випромінювання приймаємо:

1) Механічна вентиляція для видалення надлишкової теплоти.

2) Витяжні парасольки над запальним горном агломашин.

3) Повітряне душування робочого місця агломератника.

Електробезпека. Захисні заходи від ураження електричним струмом повинні бути з урахуванням допустимих для людини значень струму при даній довжині шляхи проходження його через тіло.

Захисні пристрої призначені для захисту від перевантаження, дотику до струмоведучих частин електротехнічного обладнання, дотику до неструмопровідним металевим корпусом виробничого обладнання, випадково опинилися під напругою. Для запобігання перевантаження необхідні

правильний вибір перерізу провідників, недопущення включення в мережу непередбачених додаткових споживачів, виключення нагрівання частин електроустановок вище допустимого. Захист від дотику до струмоведучих частин електричних установок досягається ізоляцією, огорожею, недоступним розташуванням струмоведучих частин, використання дистанційного керування, блокування і попереджувальної сигналізацією. Застосування заземлюючих і зануляючих пристроїв.

Заходи боротьби з пилом. Виробництво агломератів з пилуватих руд, концентратів характеризується великим виділенням пилу. Про що свідчить атестація робочих місць, а саме, при нормі запиленості 4 мг/м^3, в цеху запиленість складає 500 мг/м^3. Тому, для поліпшення умов праці і роботи механізмів необхідно зробити ряд заходів для зменшення запиленості. Ущільнення окожушування всіх перевантажувальних вузлів, повинен бути передбачений змив пилу з підлоги водою, на ділянках, у приміщеннях повинні бути витяжні парасольки, застосування аспіраційної системи з подальшою утилізацією пилу, наявність ЗІЗ від пилу (респіраторів),застосування аераторів з розпиленням води.

4.6 Розрахунок протишумного пульта управління в спікальному відділенні аглоцеху

Одним з несприятливих факторів у агломераційному цеху з точки зору гігієни праці є шум. Будова звукоізолюючих кабін є ефективним і найбільш поширеним засобом захисту виробничого персоналу від шуму. Розрахунок здійснюється в такому порядку [20].

Необхідне зниження шуму кабіни визначають за формулою:

$$R_{каб.пот.} = L_{ш} - L_{доп} \qquad (4.2)$$

де $L_ш$ - активний рівень звукового тиску на робочому місці шумного приміщення на передбачуваному місці установки кабіни, який вимірюється у спікальному приміщенні, дБ;

$L_{доп}$ - допустимий рівень звукового тиску на робочих місцях в кабінах, дБ.

Для середньогеометричної частоти активної смуги 63 Гц [21]:

$$R_{каб.тр.} = 91\text{-}83 = 8 \text{ дБ}.$$

Для наступних частот розрахунок аналогічний.

Проектуємо звукоізолюючу кабіну для оператора спікательного відділення агломераційного цеху розмірами 3х3 м і висотою 2,5 м. Кабіна спостереження має вікно площею 2,55 м і двері площею 2 м^2. Площа глухої частини стін 25,5 м^2, площа даху 9 м^2.

Постійну приміщення звукоізолюючу кабіни $B_к$ визначаємо за формулою:

$$V \cdot \mu \cdot B_к = k; \qquad (4.3)$$

де V - об'єм кабіни оператора, м^3; k = 0,6 для приміщень із звукопоглинальний обшивкою стелі і частини стін; μ - частотний коефіцієнт

$$B_к = 0,6 \cdot 0,92 \cdot 22,5 = 12,4 \text{ м}^2$$

Глуху частину стін кабіни управління виконуємо з цегли. Приймаємо товщину стіни в одну цеглину h = 0,25 м. Дах кабіни управління виконуємо із залізобетонної плити завтовшки 8 см. Вибираємо подвійне вікно із стеклами завтовшки 3 мм і повітряним проміжком 100 мм. Скло по контуру ущільнені

гумою. Двері багатошарові, по контуру також передбачено ущільнення гумою. Звукопоглинальний підвісна стеля виконуємо із сталевих перфорованих листів товщиною 2 мм, на які укладаються мінераловатні напівтверді плити ППМ товщиною 60 мм, загорнуті склотканиною типу ЕЗ-100. Стіни кабіни управління викону- ються з облицюванням мінераловатними плитами ПА / С без повітряного проміжку. Потрібної ізоляцію повітряного шуму і-м елементом кабіни (глухий частиною стін та перекриття, вікном, дверима) визначають за формулою:

$$IgB_к + 10 \cdot R_{тр.і} = L_ш - 10 \lg n \bullet \lg S_i - L_{доп.} + 10; \quad (4.4)$$

де S_i - площа і-го елемента кабіни, через який шум проникає в кабіну, $м^2$;

n - кількість елементів, n = 3 (вікно, стіни, стеля).

Для вікна:

$$R_{тр.} = 87-10,9 +4-83 +6 = 3,1 \text{ дБ}.$$

Фактична звукоізоляція вікна на всіх частотах більше ніж вимагається. Для двері:

$$R_{тр.} = 87-10,9 +3-83 +6 = 2,1 \text{ дБ}.$$

Фактична звукоізоляція таких дверей у нормованому діапазоні також вище ніж вимагається. Для стіни:

$$R_{тр.} = 87-10,9 +14-83 +6 = 13,1 \text{ дБ}.$$

Фактична звукоізоляція стіни в усьому нормованому діапазоні вище ніж вимагається.

Для даху:

$$R_{тр.} = 87\text{-}10{,}9 + 9{,}5\text{-}83 + 6 = 8{,}6 \text{ дБ}.$$

Фактична звукоізоляція даху на всіх частотах вище ніж вимагається. Для забезпечення нормального мікроклімату в кабіні керування передбачається подання кондиціонованого повітря за допомогою кондиціонера КА1-25. Зважаючи на велику запиленість повітря кондиціонер не може працювати на рециркуляцію, тому робота здійснюється на зовнішньому повітрі. Припливне повітря очищається в чарункових фільтрах і за допомогою осьового вентилятора подається в кондиціонери.

Технічна характеристика кондиціонера КА1-25:

1. Холодопродуктивність 29 кВт;
2. Споживана потужність 11,4 кВт;
3. Напруга мережі змінного струму:

- Силових мереж 380 В;
- Ланцюгів управління 220 В;

4. Частота струму 50 Гц;
5. Витрата води на кондиціонер 6,0 ± 0,6 $м^3$/год;
6. Теплопродуктивність 25 кВт;
7. Номінальний режим:

Температура повітря на вході в кондиціонер 27 °С;

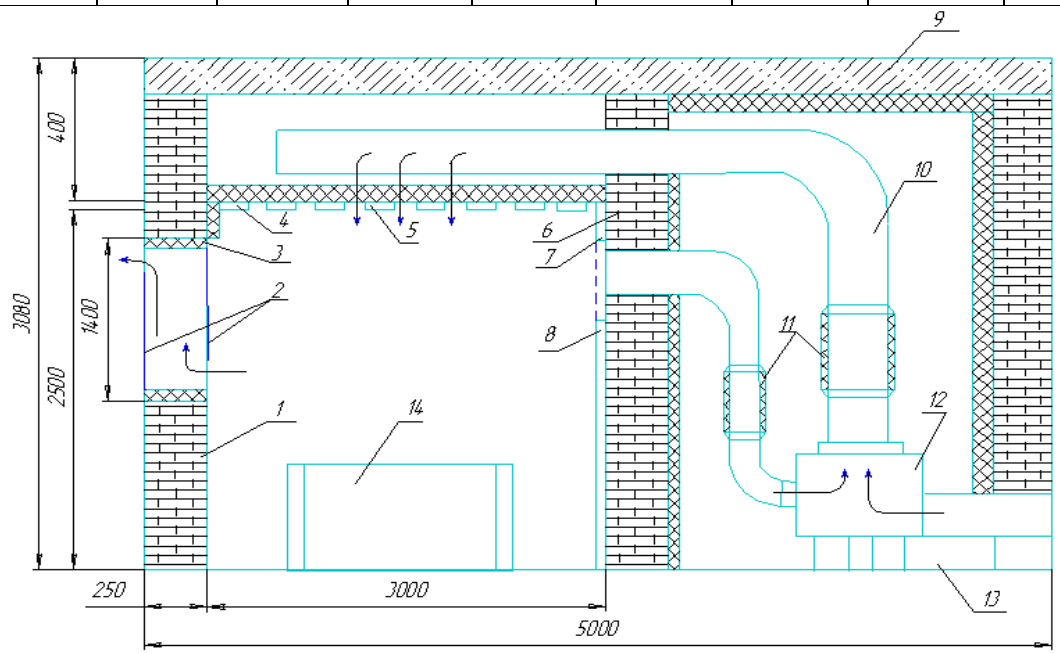
Відносна вологість повітря на вході в кондиціонер 60%;

- Температура води на вході в кондиціонер 25 ^{0}С .

Результати розрахунку зведені в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 - Результати розрахунку

Величини	Значення величин в октавних полосах по середньогеометричних частотах, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$L_ш$, дБ	91	99	95	91	88	82	74	52
$L_{доп}$, дБ	83	74	68	63	60	57	55	54
$R_{каб.тр}$, дБ	8	25	27	28	28	25	19	-2
M	0,92	0,86	0,8	0,92	1,15	1,6	2,1	2,9
$B_к$, м^2	12,4	11,6	10,8	12,4	15,5	21,6	28,4	39,4
$10lgB_к$, дБ	10,9	10,6	10,3	10,9	11,9	13,3	14,5	15,9
$10lgS_{вікна}$, дБ	4							
$10lgS_{двері}$, дБ	3							
$10lgS_{стіни}$, дБ	14							
$10lgS_{стелі}$, дБ	9,5							
10lg n, дБ	6							
$R_{т\ вікна}$, дБ	3,1	24,4	26,7	27,1	26,1	21,7	14,5	7,9
$R_{т\ двері}$, дБ	2,1	23,4	25,7	26,1	25,1	20,7	13,5	-8,9
$R_{т\ стіни}$, дБ	13,1	34,4	36,7	37,1	36,1	31,7	24,5	2,1
$R_{т\ стелі}$, дБ	8,6	29,9	32,2	32,6	31,6	27,2	20	-2,4
Звукоізоляція кабіни, дБ	94	97	98	98	95	92	90	88



1 - цегляна стіна; 2 - подвійний вітраж; 3 - поролон по контуру; 4 - звуко-ізолююча мінераловатна підвісна стеля; 5 - припливна вентиляційна решітка; 6 - перегородка; 7 - плити ПА / С; 8 - помилкова стінка з рециркуляційної гратами; 9 - кришка ; 10 - повітропровід припливної вентиляції; 11 - глушники шуму; 12 - кондиціонер КА1-25 13-віброізолятори; 14 - пульт управління

Рисунок 4.1 - Звукоізолююча кабіна оператора

Висновок: Розроблено заходи, що забезпечують безпечні умови праці, виконано розрахунок протишумного пульта управління для досягнення санітарних норм за рівнем шуму в спікальному відділенні аглоцеху, розрахунок показав що дані заходи на всіх частотах вище, ніж вимагаються.

ВИСНОВКИ

1. Агломерат, вироблений з використанням торфу, за своїми фізичними та металургійними властивостями відповідає агломерату, виробленому за прийнятою раніше технологією.

2. Провівши порівняльний аналіз витрат з виробництва агломерату до вдосконалення технології та після впровадження можна зробити такі висновки:

- Річний обсяг виробництва збільшився на 213,8 тис. т або на 3,8%;

- Витрата палива в умовному паливі по цеху знизилася на 10,3 кг/т або у вартісному вираженні - 4,16 грн./т; при цьому додалася витрата торфу активованого на 12,3 кг/т або у вартісному вигляді – + 1,99 грн/т;

- Витрата вапняку по цеху знизилася на 3,5 кг/т агломерату, у вартісному вигляді - 0,44 грн./т;

3. Експерименти, проведені в дослідно-промислових умовах, показали, що підготовка агломераційних шихт із застосуванням торфу активованого дозволяє істотно поліпшити фракційний склад аглошихти, підвищити газопроникність шару, що спікається. При цьому продуктивність агломашини підвищується на 11,6% при заміні до 20% твердого палива торфом активованим.

4. Відсутність необхідності в капіталовкладеннях, простота реалізації і висока ефективність роблять розроблену технологію перспективною для широкого використання на металургійних підприємствах України з повним циклом.

5. Розглянуто небезпечні та шкідливі фактори, що шкідливо діють на організм людини в процесі виробництва агломерату. Запропоновано основні заходи щодо захисту робітника від впливу небезпечних і шкідливих факторів та правила техніки безпеки. З метою дотримання екологічних вимог були запропоновані методи покращення умов праці агломераційному цеху, проведено розрахунок трьох кабін оператора спікального відділення.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Шатоха В.І. Екологічне забезпечення виробництва чавуну. Дніпропетровськ: Пороги, 2001. 181 с.

2. Котляр М.И., Гогенко О.А., Шатоха В.И., Крипак С.Н. Управление свойствами агломерационных шихт в условиях утилизации металлургических шламов путем добавки торфа активированного / Системы технологии. Регіональний міжвузівський збірник наукових праць. Випуск 3(26). Дніпропетровськ, 2003. С. 105-115.

3. Основи металургійного виробництва металів і сплавів : підручник для металург. спец. вищ. навч. закл. / Д. Ф. Чернега, В. С. Богушевський, Ю. Я. Готвянський [та ін.] ; за ред. Д. Ф. Чернеги, Ю. Я. Готвянського. Київ : Вища школа, 2006. 503 с.

4. Дурягіна З. А., Лизун О. Я., Пілюшенко В. Л. Сплави з особливими властивостями : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закладів. Львів : Львівська політехніка, 2007. 236 с.

5. Теорія будови рідкого, аморфного і кристалічного стану (об’єм поверхні та поверхня в об’ємі) : монографія / М.М. Бережний та ін. Кривий Ріг : «Мінерал», 2007. 291 с.

6. Смірнов О. М., Макуров С. Л., Сафонов В. М. Виробництво зливків сталі та промислових сплавів : навч. посіб. Донецьк : Ноулідж, 2013. 405 с.

7. Попович В. В., Попович В. В. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство. Львів : Світ, 2006. 624 с.

8. Атаманюк В. В. Технологія конструкційних матеріалів. Київ : Кондор, 2006. 528 с.

9. Технології одержання металів та сплавів для ливарного виробництва : навч. посіб. / А. М. Верховлюк, А. В. Нарівський, В. Г. Могилатенко. За ред. академіка НАН України В. Л. Найдека. Київ : Видавничий дім “Вініченко”, 2016. 224 с.

10. Збожна О. М. Основи технологій : навч. посіб. Тернопіль : Карт-бланш, 2002. С. 30–58.

11. Смирнов В. О., Білецький В. С. Фізичні та хімічні основи виробництва. Київ : Наука, 2005. С. 45−48.

12. Афтанділянц Є. Г., Зазимко О. В., Лопатько К. Г., Поліщук А. В. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство. Конспект лекцій в 2-х книгах. Київ: НУБіП України, 2016. 125 с.

13. Сологуб М. А., Рожнецький І. О., Некоз О. І. Технологія конструкційних матеріалів та матеріалознавство. Київ : Техніка, 2002. С. 374.

14. Попович В. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство. Книга І. Львів. 2000. С. 264.

15. Попович В., Голубець В. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство. Книга ІІ. Суми : Університетська книга, 2002. С.259.

16. Державні санітарні правила "Підприємства чорної металургії" ДСП 3.3.1.038-99.

17. Наказ МОЗ від 14.07.2020 № 1596 «Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин у повітрі робочої зони».

18. Наказ МОЗ України «Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин у повітрі робочої зони» 14.07.2020 № 1596.

ДОДАТОК А

ПУБЛІКАЦІЇ ЗА ТЕМОЮ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Міністерство освіти і науки України
Запорізький національний університет
Інженерний навчально-науковий
інститут ім. Ю. М. Потебні

ІНЖЕНЕРНІ ІННОВАЦІЇ ТА РОЗБУДОВА НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ

Матеріали
І Міжнародної науково-практичної конференції
Інженерного навчально-наукового інституту
ім. Ю. М. Потебні

09–10 травня 2024 року

Видавничий дім
«Гельветика»
2024

УДК 001.895:62+330.341.1(477)(062.552)
І-62

Редакційна колегія:

В. В. Храпкіна, доктор економічних наук, професор, професор кафедри маркетингу та управління бізнесом, Національний університет «Києво-Могилянська академія» (м. Київ);

О. Г. Вагонова, доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри прикладної економіки, підприємництва та публічного управління, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка» (м. Дніпро)

Рекомендовано до друку
Рішенням Вченої ради Запорізького національного університету
(протокол № 14 від 27 червня 2024 року)

І-62 **Інженерні інновації та розбудова національної економіки** : матеріали І Міжнародної науково-практичної конференції Інженерного навчально-наукового інституту ім. Ю. М. Потебні (09–10 травня 2024 року, м. Запоріжжя) / наук. ред. Н. Г. Метеленко ; Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю. М. Потебні Запорізького національного університету. – Одеса : Видавничий дім «Гельветика», 2024. – 1020 с.

ISBN 978-617-554-288-0

У виданні представлені тези доповідей учасників І Міжнародної науково-практичної конференції «Інженерні інновації та розбудова національної економіки» (09–10 травня 2024 року), підготовлені за такими базовими тематичними напрямами, як: Цифрова трансформація економіки України: Industry 4.0, інноваційне підприємництво, національна безпека; Європейські інтеграційні процеси розбудови національної економіки: фінанси, оподаткування, страхування; Фізична електроніка та біоінженерія: тренди розвитку; Інженерна екологія. Сучасні технології кольорової та чорної металургії; Інновації в інженерії програмного забезпечення; Електрична інженерія: відновлювані джерела енергії, «зелена» воднева енергетика, інтеграція в енергетичну інфраструктуру Європи; Архітектура та будівництво: фундатор сучасних будівельних технологій; Механічна інженерія: сучасне обладнання та новітні технології в промисловості; Філософія управління та адміністрування: ризик-менеджмент і цифровізація на макро- і мікрорівнях; Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка: сучасні виклики.

УДК 001.895:62+330.341.1(477)(062.552)

© Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю. М. Потебні
Запорізького національного університету, 2024
© Автори статей, 2024

ISBN 978-617-554-288-0

2. Чубенко В. А., Хіноцька А. А. Технологія прокатного виробництва : навч. посібник. Кривий Ріг : видавничій центр КНУ, 2017. 169 с.

УДК 669.05:622.78

Ревінська Ксенія Валентинівна
магістрант, 1 курс, кафедра металургійних технологій, екології та техногенної безпеки, Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю. М. Потебні Запорізького національного університету

Калиновський Максим Сергійович
здобувач вищої освіти першого освітнього рівня, 4 курс, кафедра металургійних технологій, екології та техногенної безпеки, Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю. М. Потебні Запорізького національного університету

Кириченко Олексій Геннадійович
к. т. н., доцент, доцент кафедри металургійних технологій, екології та техногенної безпеки, Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю. М. Потебні Запорізького національного університету

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТОРФУ У ВИРОБНИЦТВІ АГЛОМЕРАТУ

Актуальність. У зв'язку зі збільшеною вартістю зазвичай застосовуваних для агломерації теплоносіїв (коксової дрібниці та антрацитового штибу) виникла необхідність у пошуку вуглецевмісних матеріалів, що відповідають вимогам агломераційного переділу. Причому, замінник повинен бути значно дешевшим за традиційно застосовувані сорти палива і мати ряд специфічних властивостей, що надають позитивний вплив на процес підготовки та спікання шихти, основним компонентом якої є вологий (11 і більше %) тонкозернистий магнетитовий концентрат. Відмінна особливість подібних концентратів полягає у схильності до неорганізованого структуроутворення, що знижує ефективність підготовки та спікання шихти в існуючих агрегатах. З цієї ж причини частина палива (особливо антрацитового штибу,

Найбільш перспективним напрямом у вирішенні проблеми агломераційного палива, що склалася, є розробка технології виробництва нових видів агломераційного палива. Узагальнення результатів досліджень

процесу агломерації дозволяє вже зараз сформулювати основні вимоги, яким повинні задовольняти замінники коксової дрібниці, що помітно відрізняються своєю природою і істотно впливають на техніко-економічні показники роботи агломераційних установок.

Аналіз останніх досліджень. Найбільш повно інформація щодо використання коксу представленах у роботах [1; 2].

Мета. Розробити технологію використання торфу активованого як замінника коксу при агломерації залізних руд.

Основний текст. Технологічна схема використання активованого торфу як часткового замінника твердого палива розроблялося стосовно шихтових умов і схеми ланцюга апаратів Південного гірничо-збагачувального комбінату. Розроблено два способи: перший – самостійне подання торфу за існуючою схемою підготовки твердого палива; другий – спільне змішування всіх видів палива (антрацитовий штиб, коксова дрібниця та активований торф) з подальшим дробленням та дозуванням до складу агломераційної шихти.

На рис. 1 представлена принципова схема подачі активованого торфу до складу агломераційної шихти. Розробка двох способів подачі торфу викликано тим, що внаслідок достатньої малої насипної маси торфу (0,53 м^3/т) можливе «підвисання» їх у бункерах шихтового відділення.

У лабораторних умовах визначено вплив добавок різної кількості торфу на процес обгортування агломераційної шихти стосовно умов ПГЗК. Результати зміни гранулометричного складу аглошихти з частковою заміною твердого палива представлені у таблиці 1.

Таблиця 1

Гранулометричний склад аглошихти з частковою заміною твердого палива

Фракційний склад аглошихти, %	База	Торф		
		5 %	10 %	15 %
Вміст фракції – 3 мм	34,5	6,70	15,00	6,60
Вміст фракції 3–5 мм	22,50	42,00	22,00	31,00
Вміст фракції 5–8 мм	21,00	25,40	38,50	36,00
Вміст фракції 8–15 мм	18,50	22,60	22,00	24,10
Вміст фракції – 15 мм	3,50	3,30	2,50	2,30

При порівнянному аналізі отриманих даних встановлено, істотне зменшення у складі агломераційної шихти дрібних фракцій. Так, вміст фракції – 3 мм зменшився у 2–5 раз. Кількість фракцій 3–5 мм при витраті 5 % торфу зросла на 20 %, при витраті 10 % залишилося на тому ж рівні, а при витраті 15 % торфу збільшилося на 9–10 %.

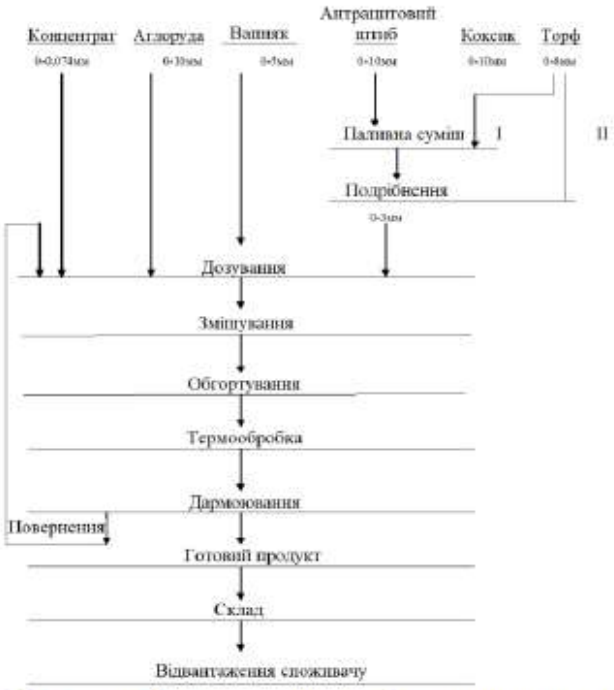


Рис. 1. Технологічна схема подачі активованого торфу

Тенденція до підвищення кількості фракцій 5–8 мм та 8–15 мм зберігається при зміні вмісту активованого торфу від 5 до 15 %. Кількість фракції +15 мм залишилося приблизно на тому ж рівні.

Аналіз обгортування показав сприятливий вплив добавки активованого торфу до складу шихти. Отже добавка активованого торфу в кількості 5–7 % від твердого палива стосовно шихтових умов Південного ГЗК забезпечить стійкі показники окомкування аглошихти і забезпечить оптимальні умови для запалення та агломерації. Обкомкована шихта завантажувалася в агломераційну чашу і піддавалася агломерації за технологічним режимом, максимально наближеним до промислового.

Висновки. Агломерат, вироблений з використанням торфу, за своїми фізичними та металургійними властивостями відповідає агломерату, виробленому за прийнятою раніше технологією.

Список використаних джерел

1. Шатоха В. І. Екологічне забезпечення виробництва чавуну. Дніпропетровськ : Пороги, 2001. 181 с.
2. Котляр М. І., Гогенко О. А., Шатоха В. І., Кріпак С. Н. Управление свойствами агломерационных шихт в условиях утилизации металлургических

шламов путем добавки торфа активированного. *Системы технологии. Регіональний міжвузівський збірник наукових праць.* Випуск 3 (26). Дніпропетровськ, 2003. С. 105–115.

УДК 621.43:504.05

Румянцев Владислав Ростиславович
к. т. н., доцент, доцент кафедри металургійних технологій, екології та техногенної безпеки, Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю. М. Потебні Запорізького національного університету

Савінов Вячеслав Петрович
здобувач PhD, спеціальність 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка, Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю. М. Потебні Запорізького національного університету

ОПТИМІЗАЦІЯ ЗГОРЯННЯ ПАЛИВА У ДВИГУНАХ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ ЯК ШЛЯХ ДО ЗМЕНШЕННЯ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ДОВКІЛЛЯ

Двигуни внутрішнього згоряння (ДВЗ), як і раніше, залишаються основними джерелами енергії в різних галузях людської діяльності. Вони є і основними споживачами палив нафтового походження. Оскільки світові запаси нафти безперервно скорочуються, то крім пошуку альтернативних палив велика увага приділяється питанням економії традиційних палив. Кроки, здійснені дослідниками та конструкторами ДВЗ за останні роки в цьому напрямку, принесли суттєві позитивні результати. З метою мінімізації всіх теплових і механічних втрат, найбільш повного використання теплоти палива, що згоряє, йде вдосконалення практично всіх систем ДВЗ. До найбільш відчутних досягнень можна віднести, зокрема, появу систем живлення бензинових ДВЗ з безпосереднім упорскуванням бензину в камери згоряння, акумуляторних систем упорскування палива Common Rail в дизелях, автоматично регульованих фаз газорозподілу, оптимізованих високотемпературних систем охолодження ДВЗ та ін. І цей процес безперервно продовжується, що дає підстави припускати отримання ще більш високих показників роботи