МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(повна найменування вищого навчального закладу)
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІМ. Ю.М. ПОТЕБНІ
(назва факультету)
КАФЕДРА МЕТАЛУРГІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ, ЕКОЛОГІЇ ТА ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ
(повна назва кафедри)

Кваліфікаційна робота/ проєкт

другий (магістерський) рівень вищої освіти
(рівень вищої освіти)

на тему «Сучасні способи та технології брикетування металевих матеріалів»

Виконав: студент 2 курсу, групи 8.1363- мчм

спеціальності 136 «Металургія»
(код і назва спеціальності)

освітньо-професійна програма «Металургія чорних металів»
(назва освітньої програми)

Нікіфоров Данило Сергійович
(ініціали та прізвище)

Керівник доцент, канд. техн. наук, доцент Воденнікова О.С.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент доцент, канд. техн. наук, доцент Нестеренко Т.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) рівень*
(другий (магістерський) рівень)

Спеціальність *136 «Металургія»*
(шифр і назва)

Освітньо-професійна програма *Металургія чорних металів*
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри *МТЕТБ*
Ю.О. Бєлоконь
"__" _____2024 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ (ПРОЄКТ) СТУДЕНТУ

Нікіфорову Данило Сергійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) *«Сучасні способи та технології брикетування металевих матеріалів»*

керівник роботи (проєкту) *Воденнікова Оксана Сергіївна, канд. техн. наук, доцент*
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від *"28" 02 2024 р. № 359-с*

2. Строк подання студентом роботи (проєкта) *01.12.2024р.*

3. Вихідні дані до роботи (проєкта) *Науково-технічна література, ДСТУ, патенти.*

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) *Реферат. Вступ. Аналіз сучасних методів брикетування металевих матеріалів. Вибір матеріалів та обґрунтування методики дослідження. Дослідження та розробка технології брикетування пилу та шламів газоочищення. Охорона праці та техногенна безпека. Загальні висновки. Перелік джерел посилання.*

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) *Титульний лист – 1. Вступ – 3. Розділ 1 – 4. Розділ 2 – 2. Розділ 3 – 4. Розділ 4 – 0. Загальні висновки – 2.*

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата завдання прийняв
Аналіз сучасних методів брикетування металевих матеріалів	*Воденнікова О.С., доцент*	
Вибір матеріалів та обґрунтування методики дослідження	*Воденнікова О.С., доцент*	
Дослідження та розробка технології брикетування пилу та шламів газоочищення	*Воденнікова О.С., доцент*	
Охорона праці та техногенна безпека	*Воденнікова О.С., доцент*	
Нормоконтроль	*Бондаренко Ю.В., доцент*	

7. Дата видачі завдання *01.03.2024р.*

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Приміпка
1	*Реферат. Зміст. Вступ.*		
2	*Аналіз сучасних методів брикетування металевих матеріалів*		
3	*Вибір матеріалів та обґрунтування методики дослідження*		
4	*Дослідження та розробка технології брикетування пилу та шламів газоочищення*		
5	*Охорона праці та техногенна безпека*		
6	*Загальні висновки. Перелік джерел посилання*		
7	*Графічна частина*		

Студент _____ *Нікіфоров Д.С.*
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи) _____ *Воденнікова О.С.*
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Розрахунково-пояснювальна записка: 92 с., 18 табл., 36 рис., 34 джерела посилання.

БРИКЕТ-ПРЕС, ГІДРАВЛІЧНИЙ ПРЕС, БРИКЕТУВАННЯ, ФЕРОНІКЕЛЬ, ШЛАМ ГАЗООЧИЩЕННЯ, НІКЕЛЬВМІСНИЙ ПИЛ, МІЦНІСТЬ БРИКЕТІВ.

Об'єкт дослідження: процес брикетування нікельвмісних відходів феросплавного виробництва та механізми ущільнення і зміцнення брикетів.

Мета роботи – удосконалити технологію виплавки феронікелю за рахунок використання вторинної сировини шляхом застосування технології брикетування пилу та шламів газоочищення.

Методи дослідження: дослідження хімічного та мінералогічного складу згідно загальноприйнятої методики; визначення фізико-механічних властивостей нікельвмісних брикетів здійснювалося в малих зразках відповідно до вимог стандартів; обробка експериментальних даних з використанням ПК.

Приведено огляд сучасних брикет-пресів для брикетування металевих матеріалів, розглянуто технологічні особливості брикетування матеріалів та вимоги до якості брикетів.

Розглянуто методику брикетування нікельвмісних відходів феросплавного виробництва шляхом холодного вібропрасування та в двохвалковому брикет-пресі.

Приведено дослідження технології брикетування пилу та шламів газоочищення феронікелевого виробництва та визначено оптимальні показники брикетування.

Проаналізовано потенційно-небезпечні та шкідливі чинники в лабораторних умовах при брикетуванні металевих матеріалів.

Рекомендовано до впровадження у промислове виробництво технологію виплавки феронікелю з частковою заміною окисленої нікелевої руди на нікельвмісні брикети власного виробництва.

ЗМІСТ

ВСТУП…… 7
1 АНАЛІЗ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ БРИКЕТУВАННЯ МЕТАЛЕВИХ МАТЕРІАЛІВ..... 10
1.1 Огляд сучасних брикет-пресів для брикетування металевих матеріалів... 10
1.1.1 Брикет-прес для металевої стружки типу Y83-315……... 10
1.1.2 Гідравлічний брикет-прес типу ENERPAT BM-160…… 12
1.1.3 Прес-підбирач металобрухту типу N-SERIES NTB…….. 14
1.1.4 Брикет-прес типу LINDEMANN EtaBriq……... 18
1.1.5 Брикет-прес типу RUF 11-22…….. 21
1.1.6 Гідравлічний брикет-прес типу Y83-630…… 21
1.1.7 Гідравлічний брикет-прес типу ENERPAT SMB-F250B……. 26
1.1.8. Гідравлічний прес-пакувальник серії TITAN Y81……. 28
1.1.9 Алюмінієвий прес-підбирач…….. 30
1.1.10 Брикетувальна машина з накипу…… 35
1.2 Технологічні особливості брикетування матеріалів та вимоги до якості брикетів……..……..... 37
1.3 Висновки…… 49
2 ВИБІР МАТЕРІАЛІВ ТА ОБГРУНТУВАННЯ МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕННЯ…… 51
2.1 Методика брикетування нікельвмісних відходів феросплавного виробництва шляхом холодного вібропресування..... 53
2.2 Методика брикетування нікельвмісних відходів феросплавного виробництва в двохвалковому брикет-пресі..... 55
2.3 Висновки……..……
3 ДОСЛІДЖЕННЯ І РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ БРИКЕТУВАННЯ ПИЛУ ТА ШЛАМІВ ГАЗООЧИЩЕННЯ……..... 59
3.1 Дослідження брикетування нікельвмісних відходів феросплавного

виробництва способом холодного вібропресування..... 59
3.2 Дослідження брикетування нікельвмісних відходів феросплавного виробництва на двохвалковому брикет-пресі……..... 64
3.3 Дослідження сходу шихти в міжвалковий простір…… 72
3.4 Висновки…… 74
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА…… 75
4.1 Характеристика потенційно-небезпечних та шкідливих чинників в лабораторних умовах при брикетуванні металевих матеріалів…….. 75
4.2 Заходи з пожежної та техногенної безпеки…… 77
4.3 Природне та штучне освітлення ……... 81
4.4 Висновки……..… 86
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ..... 87
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ……. 89

ВСТУП

Відомо, що сьогодні основою сировинної бази металургійної промисловості є дрібнодисперсні руди та концентрати, які являють собою продукти глибокого збагачення, оборотні матеріали, техногенні відходи, які раніше не використовували для подальшої переробки. Саме тому необхідність використання зазначених матеріалів пояснюється кількісним вмістом в них цінних компонентів. Відомі методи окускування сировини, наприклад, агломерацією та окотуванням, багато в чому вичерпали свої резерви та можливості. Виходячи з вище зазначеного, наукові доробки, спрямовані на забезпечення металургійного виробництва первородною високоякісною шихтою є дуже актуальними, а напрямок виробництва залізовмісних брикетів – перспективним [1].

На сьогодні процес брикетування має ряд істотних переваг, які в свою чергу дозволяють вважати його перспективним методом окускування [2]:

– брикетування пред'являє менш жорсткі вимоги до якості сировини, що дозволяє окусковувати сировину широких класів крупністю 10,0–0,074 мм, а також більші або тонші фракції практично в будь-яких співвідношеннях;

– процес технологічно простий; деяку складність представляє лише дозування сполучних та їх змішування з матеріалом, що брикетується;

– зберігаються властивості компонентів, що входять до брикету;

– брикетування є екологічно чистим способом окускування.

Таким чином, вище окреслені переваги дозволяють ефективно вирішувати актуальне завдання – отримання нових комплексних видів сировини, що включають оксиди заліза, відновник і флюс, впровадження нових способів обробки сировини, наприклад, металізацією, зниження шкідливого впливу металургійних процесів на навколишнє середовище.

Мета роботи – удосконалити технологію виплавки феронікелю за рахунок використання вторинної сировини шляхом застосування технології

брикетування пилу та шламів газоочищення.

Поставлена мета в роботі вирішується наступними завданнями:

– проаналізувати сучасний стан питання комплексної переробки нікельвмісних руд при виплавці феронікелю;

– теоретично узагальнити результати дослідження процесів брикетування нікельвмісних відходів газоочищення;

– розробити науково-обґрунтовану технологію брикетування нікельвмісного пилу і шламів газоочищення окислених нікелевих руд;

– привести організацію та затрати на виконання науково-дослідної роботи по дослідженню технології брикетування пилу та шламів газоочищення;

– проаналізувати потенційно-небезпечні та шкідливі чинники в процесі брикетування нікельвмісних відходів феросплавного виробництва.

Об'єкт дослідження: процес брикетування нікельвмісних відходів феросплавного виробництва та механізми ущільнення і зміцнення брикетів.

Предмет дослідження: закономірності процесів формування і ущільнення брикетів, вплив різних технологічних чинників на характеристики міцності брикетів.

Наукова новизна одержаних результатів. Основні висновки і положення, що характеризують наукову новизну роботи полягають у наступному:

1. Вперше запропоновано рішення актуальної науково-технологічної задачі гірно-металургійного комплексу України, що полягають в розробці і дослідженню способу брикетування нікельвмісних відходів для часткової заміни бідних за вмістом окислених нікелевих руд для феронікелевого виробництва.

2. Розроблено нові технологічні параметри та склад матеріалів, що пов'язують, для брикетування шламів та пилу газоочищення феронікелевого виробництва на ТОВ “Побузький феронікелевий комбінат” для водного розчину лігносульфоната технічного 4% (по твердому) при вологості шихти від

10% до 15% та для рідкого скла 5% при вологості шихти від 8% до 10%.

3. Встановлено взаємовплив основних технологічних параметрів процесу брикетування на характеристики міцності та фізико-механічні характеристики сирих брикетів і брикетів після відпалу. Показано, що характеристики міцності брикетів з матеріалом, що пов'язує, на основі рідкого скла від 10% до 30% вище, ніж матеріалу на основі лігносульфоната технічного.

Практичне значення одержаних результатів:

1. Визначено основні технологічні показники брикетування шламів та пилу газоочищення:

– тиск пресування брикетів від 400 кгс/см^2 до 600 кгс/см^2;

– вологість шихти не більше 10%;

– кількість матеріалів, що пов'язують, від 4% до 5 %;

– час сушки сирих брикетів для лігносульфоната технічного становить 15хв. та рідкого скла 25 хв.;

– тривалість випалу брикетів близько 60 хв.

2. Розроблено і рекомендовано до впровадження у промислове виробництво технологію виплавки феронікелю з частковою заміною окисленої нікелевої руди на нікельвмісні брикети власного виробництва.

Апробація результатів роботи. Основні положення роботи доповідались і обговорювались на 1 конференції:

1. Воденнікова О. С., Воденніков С. А., Нікіфоров Д. С. Огляд сучасних брикет-пресів для брикетування металевих матеріалів. *Інноваційні технології в науці та освіті. Європейський досвід* : VII Міжнародна конференція (Дніпро, 23–25 грудня 2024 р.). Дніпро: Журфонд, 2024. С. 97–101.

1 АНАЛІЗ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ БРИКЕТУВАННЯ МЕТАЛЕВИХ МАТЕРІАЛІВ

1.1 Огляд сучасних брикет-пресів для брикетування металевих матеріалів

1.1.1 Брикет-прес для металевої стружки типу Y83-315

Згідно літературному джерелу [3] брикет-прес для металевої стружки типу Y83-315 (виробництва Китай) (рис. 1.1 та табл. 1.1) використовуються для процесу брикетування (або пресування) сталевої, чавунної, мідної, алюмінієвої, латунної, титанової стружки в компактний брикет, який має циліндричну форму.

Таблиця 1.1– Технічна характеристика брикет-пресу типу Y83-315

Потужність	22 кВт
Вага брикету	від 3,5 до 5,5 кг
Продуктивність	від 1 до 1,2 т/год
Робочий тиск	25МПа
Олійна станція	2500 л
Зусилля пресування	325 т
Вага	8 т
Розмір преса	1650х1150х3155 мм

Технологія брикетування полягає в наступному:

– брикети практично не містять у своєму складі залишків охолоджувальних рідин та олії.

– переплав стружки, що пресується, в брикети, дає змогу мати більший вихід металу, що в свою чергу підвищує продуктивність металургічного

процесу загалом.

– під час встановлення брикет-преса не потрібні додаткові вкладення на монтаж, оскільки прес постачається готовим для під'єднання до електроживлення та може бути встановлений без спеціального фундаменту.

– гідравлічний привод створює зусилля пресування близько 315 т, що достатньо для отримання якісних брикетів.

Приклад готового брикету, отриманого на брикет-пресі типу Y83-315 зображено на рис. 1.2.

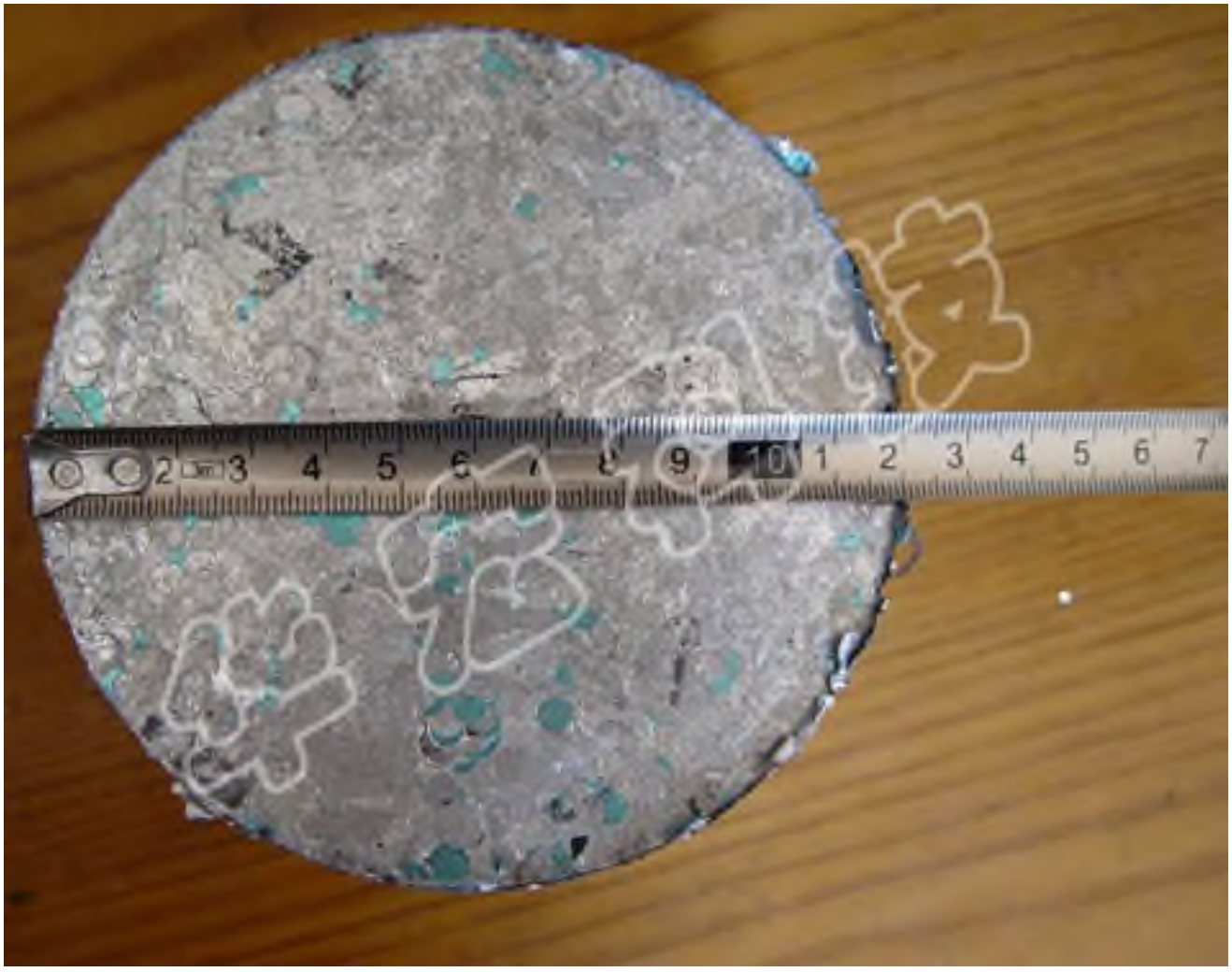


Рисунок 1.2 – Приклад готового брикету, отриманого на брикет-пресі типу Y83-315



Рисунок 1.1 – Брикет-прес для металевої стружки типу Y83-315 (Китай)

1.1.2 Гідравлічний брикет-прес типу ENERPAT BM-160

Згідно джерела [4] гідравлічний брикет-прес типу ENERPAT BM-160 (рис. 1.3 та табл. 1.2) використовується для пресування тирси металів (зокрема сталі, чавуна, міді, алюмінію) у компактний брикет (у вигляді циліндру).

Таким чином, гідравлічний брикет-прес призначений для брикетування

стружки чорних і кольорових металів. Прес активно використовують у мідних ливарних заводах, сталевих ливарних цехах, алюмінієвих сплавних ливарних заводах та інших подібних виробництвах.



Рисунок 1.3 – Гідравлічний брикет-прес типу ENERPAT BM-160

Таблиця 1.2 – Технічна характеристика гідравлічного брикет-пресу типу Y83-315

Вага	5 т
Довжина	3000 мм
Зусилля пресування	160 т
Обсяг бака маслостанції	140 л
Висота	1800 мм
Ширина	1500 мм
Потужність двигуна	18,5 кВт

Приклад готового брикету, отриманого на гідравлічному брикет-пресі типу ENERPAT BM-160 зображено на рис. 1.4.

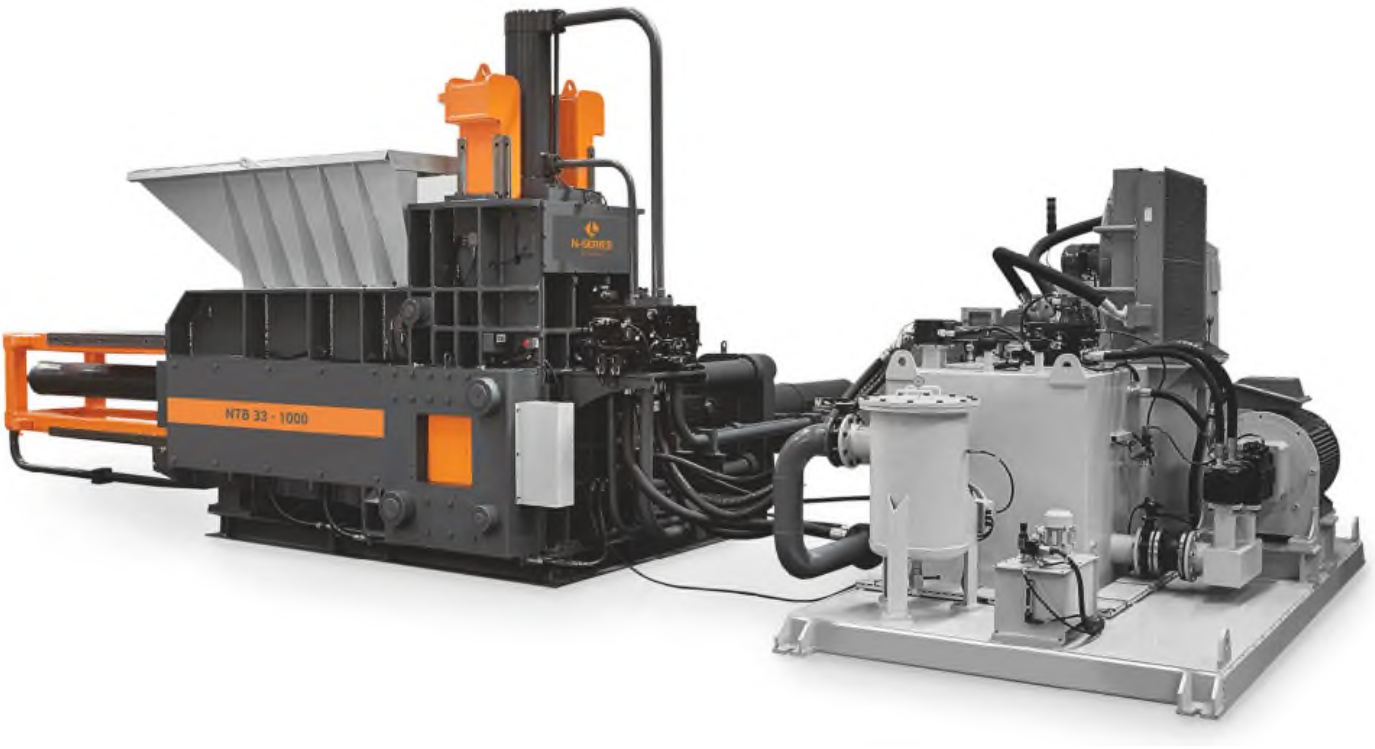


Рисунок 1.4 – Приклад готового брикету, отриманого на гідравлічному брикет-пресі типу ENERPAT BM-160

1.1.3 Прес-підбирач металобрухту типу N-SERIES NTB

Згідно джерела [5] прес-підбирач типу N-SERIES NTB (рис. 1.5 та табл.. 1.3) використовується для пресування всіх типів металобрухту в тюки високої щільності. Дані тюки відповідають вимогам сталеливарних і ливарних заводів.

Потрійні прес-підбирачі виробництва NTB використовуються як на звалищах, так і в регулярній експлуатації на підприємствах з переробки. Міцна конструкція дозволяє пресувати відходи штампування, листовий метал, банки, легкі профілі, дріт і тонкостінні труби. Великі шматки брухту автоматично розрізаються вбудованим лезом. Завдяки потрійному пресуванню та короткому часу циклу він використовується скрізь, де потрібно ефективно пресувати брухт у компактні тюки.


N-SERIES
NTB 33 - 1000

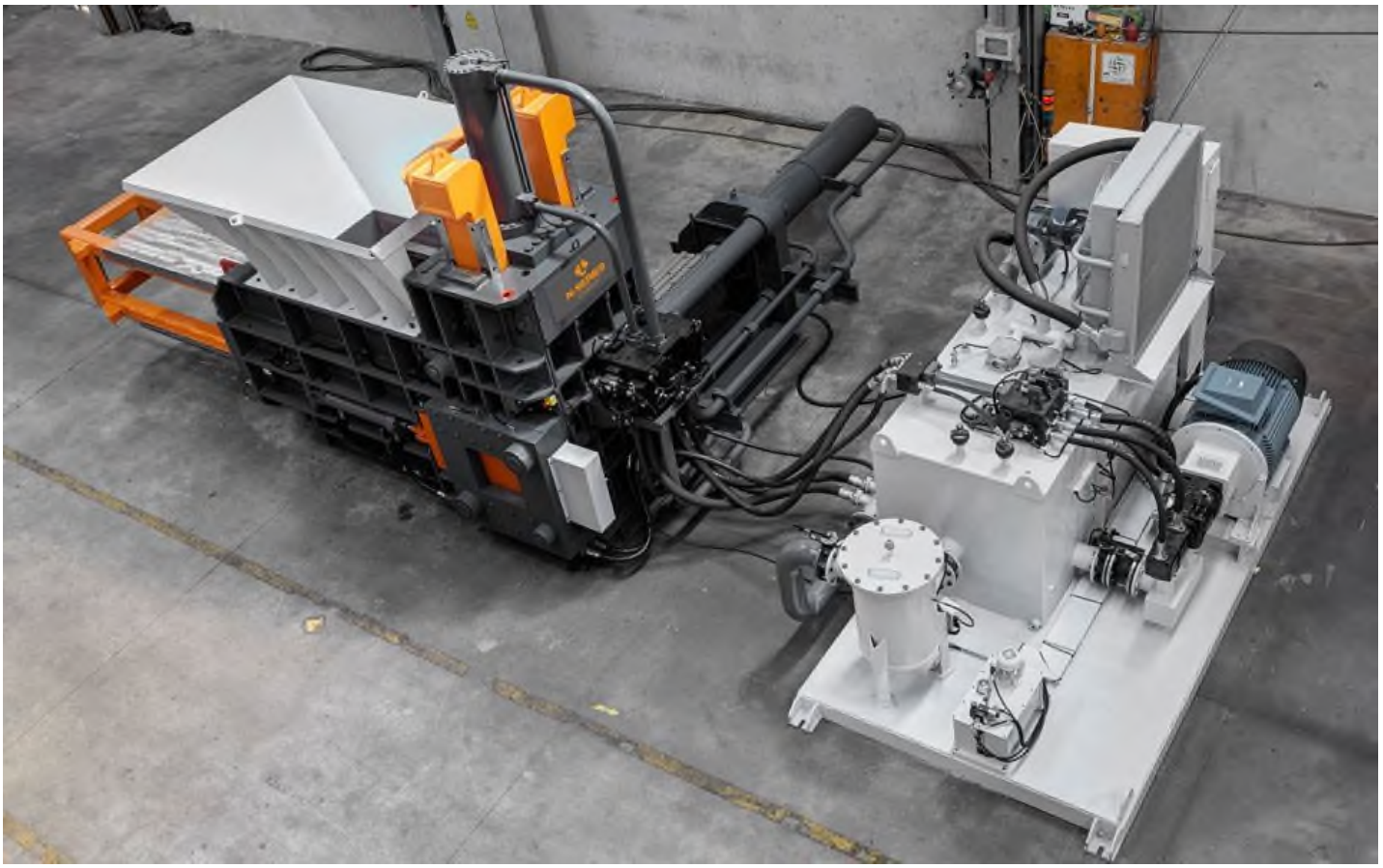




Рисунок 1.5 – Прес-підбирач металобрухту типу N-SERIES NTB

Таблиця 1.3 – Технічна характеристика прес-підбирача металобрухту типу N-SERIES NTB

Розміри тюка	від 300 х 300 мм до600 х 600 мм
Об'єм кормоустановки	2,1 х 10,9 м³
Пропускна здатність/год	до 25 т
Тривалість циклу без навантаження	до 35 секунд
Питомий тиск	від 1047 до 3207 Н/см²

1.1.4 Брикет-прес типу LINDEMANN EtaBriq

Інформація джерела [6] показує, що брикет-прес типу LINDEMANN EtaBriq (рис. 1.6 та табл. 1.4) характеризується горизонтальним брикетуванням і попередньо натягнутими стяжними стрижнями та є на сьогодні інноваційними брикет-пресами. Дана доробка призначена для переробки великої кількості стружки, як у металообробці, так і в промисловості з переробки. Ці преси часто використовуються для обробки сталі, міді, алюмінію та латуні, але також можуть використовуватися для брикетування шліфувального шламу, змішаного зі стружкою. икети найвищої якості з продуктивністю до 9,8 т/год.

Таблиця 1.4 – Технічна характеристика брикет-преса типу LINDEMANN EtaBriq

Діаметр брикетів	від 140 до 220 мм
Пропускна здатність/год	від 500 до 9800 кг
Час циклу	до 8,5 секунд
Питомий тиск	від 18 300 до 41 100 Н/см^2
Автоматичне дотримання заданої довжини брикету завдяки вбудованій системі контролю	


EtaBriq 630 - 155

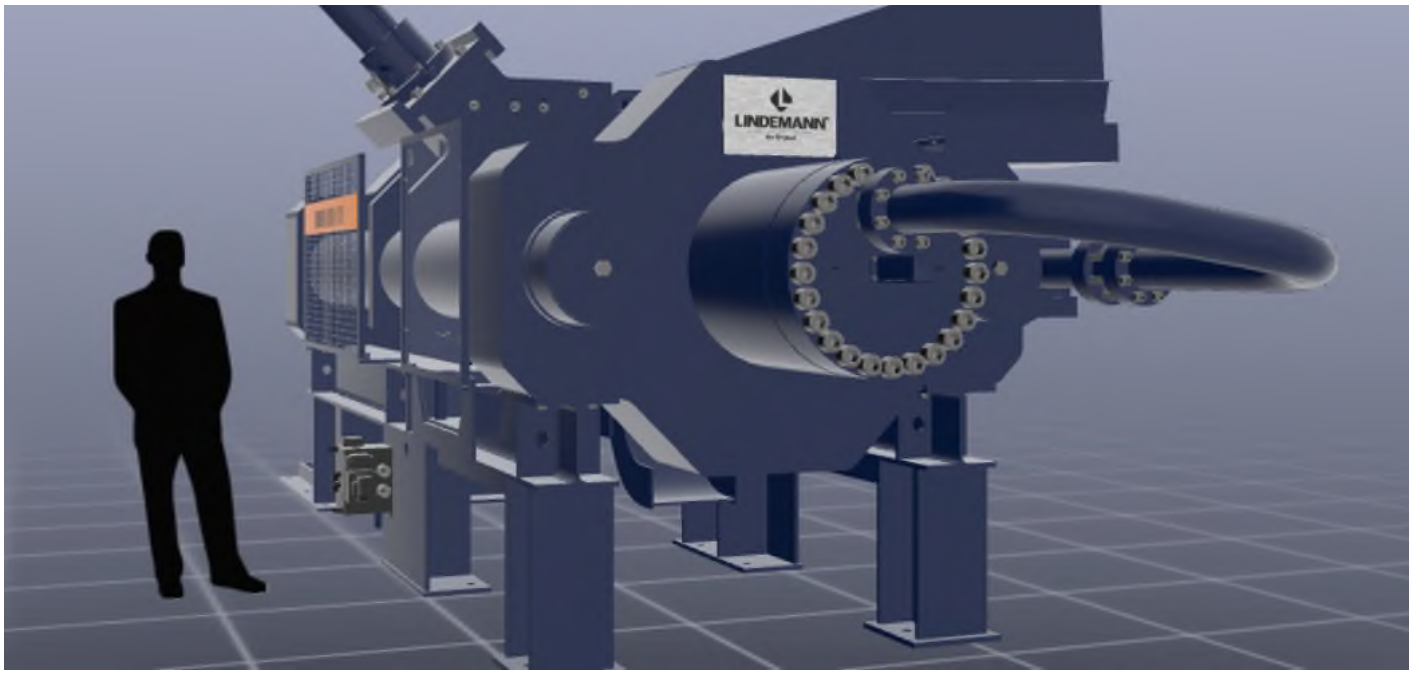


Рисунок 1.6 – Брикет-прес типу LINDEMANN EtaBriq

1.1.5 Брикет-прес типу RUF 11-22

Джерело [7] показує, що брикет-прес типу RUF 11-22 (GMBH & CO. KG, Німеччина) (рис. 1.7 та табл. 1.5) використовується переважно для середньої та великої кількості металевої стружки. Він має короткий термін амортизації (рис. 1.8).

Таблиця 1.5 – Технічна характеристика брикет-преса типу типу RUF 11-22

Матеріал	метал
Максимальна продуктивність	алюміній від 130 до 700 кг/година; латунь, бронза, мідь від 150 до 1150 кг/година; магній від 60 до155 кг/година; сталь та лиття від 200 до 850 кг/година; титан від 140 до 550 кг/година
Потужність	11 кВт, 15 кВт, 22 кВт
Питомий тиск	від 1700 до 5000 кг/см²
Розмір брикету у перерізі	150х60 мм, 150х75 мм, 150х120 мм, Ø60 мм, Ø70 мм, Ø80 мм, Ø100 мм
Розмір	2700 х 2000 х 2200 мм
Вага	від 3,3 до 3,9 т

.

1.1.6 Гідравлічний брикет-прес типу Y83-630

Аналіз джерела [8] показав, що гідравлічний брикет-прес типу Y83-630 (рис. 1.9 та табл. 1.6) (виробництва Китай) є горизонтальним пресом, який використовується для брикетування сталевої та чавунної стружки та призначений для перероблення залізної стружки у великих обсягах.



Рисунок 1.7 – Брикет-прес типу RUF 11-22



Рисунок 1.8 – Процес роботи брикет-пресу типу RUF 11-22



Рисунок 1.9 – Гідравлічний брикет-прес типу Y83-630

Приклад готового брикету, отриманого на гідравлічному брикет-пресі типу Y83-630, зображено на рис. 1.10.

Прес типу Y83-630 виробляється з автоматичним керуванням і в комплекті з подавальним конвеєром, який транспортує стружку в приймальний бункер преса, завдяки чому досягається максимальна продуктивність обладнання.



Рисунок 1.10 – Приклад готового брикету, отриманого на гідравлічному брикет-пресі типу Y83-630

Таблиця 1.6 – Технічна характеристика гідравлічного брикет-преса типу Y83-630

Розмір брикету	200х(від 160 до 200) мм
Щільність брикету	сталева стружка від 5000 до 5500 кг/м^3 чавунна стружка від 4800 до 5000 кг/м^3
Продуктивність	сталева стружка від 4500 до 5500 кг/год чавунна стружка від 6000 до 8000 кг/год
Тиск у системі	25 МПа
Час циклу	від 10 до 12 с
Вага	48 т

1.1.7 Гідравлічний брикет-прес типу ENERPAT SMB-F250B

Данні [9] показали, що гідравлічний брикет-прес типу ENERPAT SMB-F250B (виробництва Великобрітанія) (рис. 1.11 та табл. 1.7) застосовується для пакетування мчорних і кольорових металів і сплавів, що дає змогу знизити транспортні витрати (а з великими пресами заощадити й на охороні вагонів) і поліпшити якість подальшого перероблення у печах.

Таблиця 1.7 – Технічна характеристика гідравлічного брикет-преса типу ENERPAT SMB-F250B

Зусилля пресування	250 т
Розмір камери пресування	2000х1400х900 мм
Розмір пакета	600х500х500 мм
Вага пакета	від 230 до 270 кг
продуктивність	5 т/год
Потужність	44 кВт



Рисунок 1.11 – Гідравлічний брикет-прес типу ENERPAT SMB-F250B

1.1.8. Гідравлічний прес-пакувальник серії TITAN Y81

Данні [10] показали, що має існування і гідравлічний прес-пакувальник серії TITAN Y81 (рис. 1.12 та таблиця 1.8) (виробництва DHKJ, Китай). Гідравлічний прес-пакувальник призначений для пресування сталі, міді та алюмінію.

Таблиця 1.8 – Технічна характеристика гідравлічного прес-пакувальника серії TITAN Y81

Модель №.	Y81-2500
Тип викиду	ВийшовБейл
Ведений тип	Гідравлічний
Розмір камери	2000*1400*1000мм
Розмір тюка	500*500 мм
Номінальна сила	250t
Транспортний пакет	1. Пластиковаупаковкатадерев'янийфутляр, сталевийдріт Fixe
Специфікація	Y81F/T
Торгова марка	DHKJ
Код HS	8422400000
Виробнича потужність	100 комплектів/рік

Приклад готового брикету, отриманого на гідравлічному пресі-пакувальнику серії TITAN Y81, зображено на рис. 1.13.



Рисунок 1.12 – Гідравлічний прес-пакувальник серії TITAN Y81



Рисунок 1.13 – Приклад готового брикету, отриманого на гідравлічному пресі-пакувальнику серії TITAN Y81

1.1.9 Алюмінієвий прес-підбирач

З джерела [11] видно, що алюмінієвий прес-підбирач (рис. 1.14 та таблиця 1.9) використовується для усіх видів металевих відходів, сталевих відходів, міді, алюмінієвої стружки, корпусів автомобілів тощо. Він в основному підходить для сталеплавильних і переробних виробництв, чорної та

кольорової металургії та характеризується:

– Розроблений із швидким блоком, який може значно підвищити ефективність роботи.

– Підкладкова плита--Hardox500.

– Гідравлічна трансмісія, компактний дизайн, чудова герметичність.

– Спосіб розвантаження тюків включає поворот, бічний висування та висування вперед.

– Новий дизайн інтеграції: уникайте вторинної установки, зручно для транспортування.

– Гідравлічний привод із ручним керуванням або ПЛК, використовуйте дизельний двигун, коли електричний двигун недоступний.

Таблиця 1.9 – Технічна характеристика алюмінієвого прес-підбирача

Модель	Y81f-160a	Y81f-160c	Y81f-160d
Номінальна сила	1600 кун	1600 кун	1600 кун
Розмір прес-коробки	1200*800*550 мм	1400*900*700 мм	1600*1000*800 мм
Розмір тюка	300*300 мм	320*320 мм	400*400 мм
Вага тюка	60~80 кг	80~100 кг	80~100 кг
Виробництво	14~16t/8h	15~18t/8h	15~18t/8h
Загальна потужність	18,5 кВт	22 кВт	15кВт*2
Вага машини	Близько 7,5 тонн	Близько 9 тонн	Близько 10 тонн

Приклад готового брикету, отриманого на алюмінієвому прес-підбирачі, зображено на рис. 1.15.





Рисунок 1.15 – Приклад готового брикету, отриманого на алюмінієвому прес-підбирачі


TRITON
TLLU 148895 6



Рисунок 1.14 – Алюмінієвий прес-підбирач

1.1.10 Брикетувальна машина з накипу

Брикетувальна машина з накипу/оксидної луски (рис. 1.15 та табл. 10) (виробництва Китай) – це різновид механічного обладнання, яке може бути використано для перетворення пилу накипу на млині, пилу оксидної окалини, що утворюється під час виготовлення сталі, в брикети за допомогою екструзійного формування валиків високого тиску. Під час ковки сталі та процесу гарячої прокатки реакція сталі з киснем у повітрі, як правило, утворює масивні валики, викликає накопичення, відходи ресурсів. Якщо використати ці вагові ваги в повному обсязі, підприємства можуть зменшити собівартість продукції, тим часом досягнувши функцій енергозбереження та захисту навколишнього середовища.

Кінцеві брикети відрізняються високою міцністю, їх легко транспортувати. Брикети можуть бути виготовлені з еліптичною формою, овальною формою, формою яйця, формою подушки, квадратною формою тощо, а також можуть бути розроблені відповідно до попиту клієнтів. Брикетувальна машина ZhengkeMill має особливості високого тиску, високий коефіцієнт брикетування, стабільну роботу, енергозберігаючий підсилювач &; охорона навколишнього середовища. Брикетні машини для млинного виробництва не тільки можуть повною мірою використовувати промислові відходи, але й значно заощадити споживання енергії та економічні витрати. Брикетна машина ZhengkeMill експортувалась на металургійний завод в Омані, Індія, Малайзія, ПАР, Саудівська Аравія, Танзанія, Монголія та ін. Відповідно до конструкції процесу, виробнича лінія для брикетування машин для виробництва брикетів може вибрати деяке допоміжне обладнання, таке як сушарки для матеріалів, змішувачі, дозувальні машини, сушарка для брикетів та інше обладнання.

Кінцеві брикети, вироблені брикетувальним верстатом, можуть бути використані в доменних печах, виплавці металу, хімічних та плавильних аксесуарах тощо; він широко використовується в металургійній промисловості,

хімічній промисловості та інших галузях промисловості. Наприклад, металургійний завод може використовувати брикетувальну машину для виробництва брикетів для виготовлення відходів накипу на брикети; ці брикети можуть поставлятися на хімічні заводи як основний матеріал для виготовлення феросиліцію. Крім того, брикети з млинних накипів також можуть бути використані для виготовлення губчастого заліза, зародковий губчастий залізо має високий вміст Fe, низьку домішку та стабільний елемент. Брикети з млини також можна поставляти на хімічний завод з виготовлення оксиду заліза червоним, а окис заліза червоного кольору з низьким вмістом домішок може використовуватися як чудовий сталевий матеріал. Це дуже широкі галузі застосування. Цей проект є хорошим проектом енергозбереження& охорона навколишнього середовища та переробка ресурсів, що заохочуються країною та політикою [12] .

Таблиця 1.10 – Технічна характеристика брикетувальних машин з накипу

Модель	Діаметррулону (мм)	Продуктивність (т / год)	Потужність (кВт)	Брикети форма і розмір
ZKBM290	290	1-3	5.5	Визначається користувачами
ZKBM360	360	4-6	11-15	
ZKBM430	430	6-8	18.5	
ZKBM500	500	7-12	18.5-55	
ZKBM650	650	10-15	37-45	
ZKBM750	750	15-20	75-110	
ZKBM850	850	20-25	90-110	
ZKBM1000	1000	25-30	90-132	

Приклад готового брикету, отриманого на брикетувальній машині з накипу, представлено на рис. 1.16.



Рисунок 1.16 – Приклад готового брикету, отриманого на брикетувальній машині з накипу

1.2 Технологічні особливості брикетування матеріалів та вимоги до якості брикетів

В металургії процеси брикетування використовують для підготовки деяких руд і концентратів (мідні, нікелеві, молібденові та інші) для утилізації рудної дрібниці, відходів металургійних виробництв, флюсів, спеціальних, екзотермічних шлакоутворуючих сумішей, шихт для металотермічних процесів, дрібних фракцій активного вапна для розширення сировинної бази коксування та інші. При порівняно невеликих об'ємах виробництва процеси рудного брикетування використовують для заміни окомкування з випалом, яке має ряд недоліків:





Рисунок 1.15 - Брикетувальна машина з накипу

жорсткі вимоги по вологості і фракційному складу початкової сировини, утворення залізистих силікатів при випалі та ін.

При підготовці до брикетування однокомпонентних матеріалів основне завдання зводиться до отримання сировини однорідного за фізико-хімічних властивостях (вологість, зольність, фракційний склад та інші). Забезпечення стабілізації основних властивостей сировини досягається перемішуванням, а фракційного складу - регулюванням процесів дроблення.

При брикетуванні різної сировини (дрібниці кам'яного вугілля, антрацитів, руди та ін.), окрім перерахованих операцій, для кращого перемішування з невеликою (максимально від 8% до 10%) кількістю того, що пов'язує, застосовують механічні змішувачі з пропарюванням шахти. Цим процесам передують операції усереднювання і попереднього перемішування, зазвичай в змішувачах горизонтального типу.

Останніми роками досить широкий розвиток отримали процеси гарячого брикетування рудної сировини при високих (від 800°С до 1000°С) і порівняно низьких температурах (приблизно до 500°С). Запропоновано декілька гіпотез цього процесу. Одна з найбільш досліджених гіпотез полягає в тому, що при гарячому брикетуванні зерна частково відновленої руди спекаються між собою під дією високого нагріву і тиску.

Міцність брикетів залежить від міцності зв'язків між частинками оксидів і обумовлена деформацією і ущільненням їх при брикетуванні. Найміцніші брикети виходять при підвищеному вмісті дрібниці або різноманітному фракційному складі початкового матеріалу, з руд (концентратів) багатших залізом, рівномірному розподілі відновлених оксидів заліза в матеріалі відновленні оксидів до вюститів, ступені відновлення »50%.

Середній розмір кристалів в брикетах значно більше, чим в початковій сировині, що указує на рекристалізацію, яка супроводжується зростанням кристалів.

Технологія отримання брикетів з різних видів сировини і

відходів має три основні напрями:

1. Перший спосіб - без матеріалів, що пов'язують, при високому тиску і порівняно низьких температурах (до температури в межах від 70 °С до 80 °С). Брикетують молоде землисте буре вугілля, торф, деякі види відходів, бідні руди, з підвищенимвмістом глинозему. Брикетування складається з операцій підготовки сировини, штучно сушки, пресування підсушеного матеріалу, охолоджування і складування брикетів.

2. Другий спосіб – з різними матеріалами, що пов'язують, при низькому і середньому тиску (від 20 МПа до 80 МПа) і температурах, які декілька перевищують температури розм'якшення (плавлення) матеріалів, що пов'язують (від 100 °С до140 ^{0}С). дрібниця кам'яного вугілля і антрацитів, напівкоксу, коксу, деяких руд і концентратів чорної та кольорової металургії, ряд відходів виробництва.

3. Третій спосіб – без матеріалів, що пов'язують, при середніх або високих температурах (від 300 °С до 1000 °С) і середньому тиску (від 50 МПа до 80 МПа). Шихта складається з двох-трьох вуглецьвмісних компонентів, деяких видів феросплавної сировини, металізованої дрібниці, відходів чорної металургії та ін.

Технологічна схема брикетування бурого вугілля приведена на рис. 1.17.

На підприємствах, що виробляють брикети з бурого вугілля, застосовують переважно парові трубчасті сушарки і значно рідше парові тарілчасті сушарки. Сушка на підприємствах торфобрикетів не уніфікована. Використовують сім основних способів сушки (пнемопароводяну, пневмогазову з вентилятором, що меле, пневмогазовю в трубах-сушарках, шахтно-млинову, пнемосепараційну, парову трубчасту і парогазову).

При виробництві коксобрикетів в Германії з молодого бурого вугілля використовують двухступеневу сушку. Аналогічна сушка - тільки з іншими типами сушильних установок використовується для сушки високовологого (максимально від 65% до 70%) великотоннажного відходу - гідролізного лігніну.

Для сушки рихлих різниць бідного залізняку використовують газові

барабанні сушарки. При виробництві брикетів без тих, що пов'язують, з вуглецьвмісних матеріалів в світовій практиці застосовують різного типу штемпельні преси, а руди з підвищеним вмістом глинозему можуть брикетуватися і на вальцьових пресах. Гаряче брикетування здійснюється за різноманітними технологічними схемами і залежить від властивостей початкової сировини. Стосовно вуглецьвмісної сировини, брикетування якої засноване на здатності деяких з цих матеріалів при певних температурах переходить в пластичний стан, використовують технологію з попереднім нагрівом і пресуванням при цих температурах. Ця технологія, вживана для отримання бездимного комунально-побутового палива і формованого коксу, дозволяє вводити в шихти інертні матеріали.

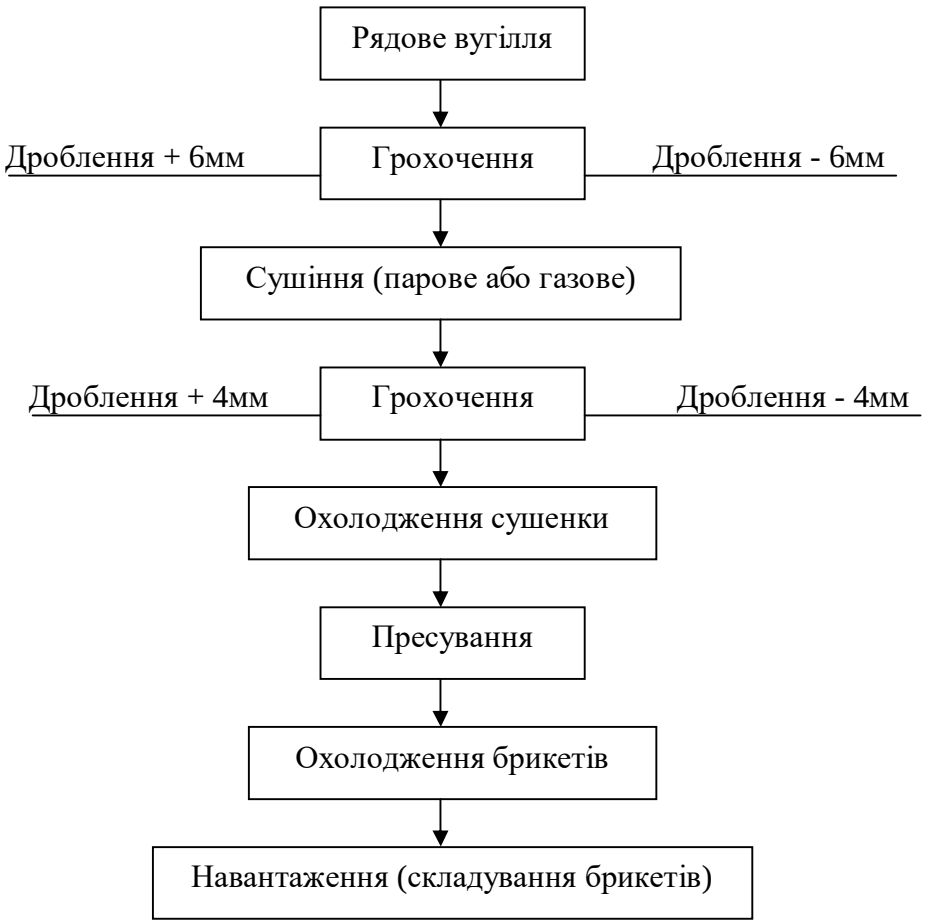


Рисунок 1.17 – Технологічна схема брикетування бурого вугілля

Для кам'яного вугілля температури переходу в пластичний стан складають від 400 ^{0}C до 450 ^{0}C, для торфів від 280 ^{0}C до 320 ^{0}C, для ряду вуглецьвмісних відходів від 200 ^{0}C до 250 ^{0}C.

На більшості підприємств, що діють, для брикетування ”гарячих” шихт використовують закриті вальцьові преси підвищеного тиску.

Для нагріву рудної сировини (”гарячий процес”) застосовують декілька видів нагрівальних пристроїв: різні реактори киплячого шару, череневі, шахтні печі та інші. Руди в реакторах нагрівають зазвичай протитечією різних газів або безпосередньо рідким паливом. Оптимальну температуру нагріву для кожної руди (шихти) встановлюють експериментальним шляхом. На більшості установок, що діють, гарячий процес здійснюється при температурах ~ від 800 ^{0}C до 1000 ^{0}C на закритих вальцьових пресах підвищеного тиску.

Брикетування кам'яновугільної, антрацитної дрібниці, дрібних руд, концентратів і відходів з тими, що пов'язують, проводиться за технологією, яка передбачає попередній нагрів сировини і матеріалів, що пов'язують, їх перемішування і брикетування на вальцьових пресах різних типів. Особливе місце займають комбіновані матеріали, що пов'язують, тобто які складаються з декількох складових частин.

В цьому випадку матеріал, що пов'язує, готується окремо (дозування, змішування, нагрів), а потім змішується з сировиною. В окремих випадках застосовують тверді матеріали, що пов'язують та які перемішуються, нагріваються (пропарюються) разом з сировиною. При брикетуванні кам'яновугільної дрібниці, деяких видів руди, відходів чорної і кольорової металургії, коксової, напівкоксової дрібниці і ряду інших відходів вводяться додаткові операції - підготовка того, що пов'язує, і його змішування з початковою сировиною. При гарячих процесах вводяться операції по попередньому нагріву сировини до необхідних температур і його пресуванню в нагрітому стані. У окремих процесах брикетування для зміцнення “сирих” брикетів застосовують їх

сушку, термообробку, обробку за допомогою карбонізації та гідротермальними (автоклавними) способами.

Основними видами устаткування, що застосовується практично для всіх видів сировини і відходів, є сушильні та пресові установки. Як допоміжне устаткування застосовують різні дробильно-сортувальні пристрої, транспортні засоби для охолоджування (нагріву) матеріалу і готових брикетів, апаратуру для зміцнення готових брикетів, засоби автоматики, автоматичного контролю .

До основних вимог, що пред'являються до різних рудних та руднопаливним брикетам, відносять:

1. Брикети повинні мати достатню механічну міцність, щоб протистояти навантаженням, що виникають при їх видачі з преса (скиданні), транспортуванні та засипці в металургійну піч, при цьому вони не повинні утворювати великої кількості дрібниці.

2. Брикети повинні володіти водостійкість і атмосферостійкістю, особливо в разі тривалого транспортування до споживача

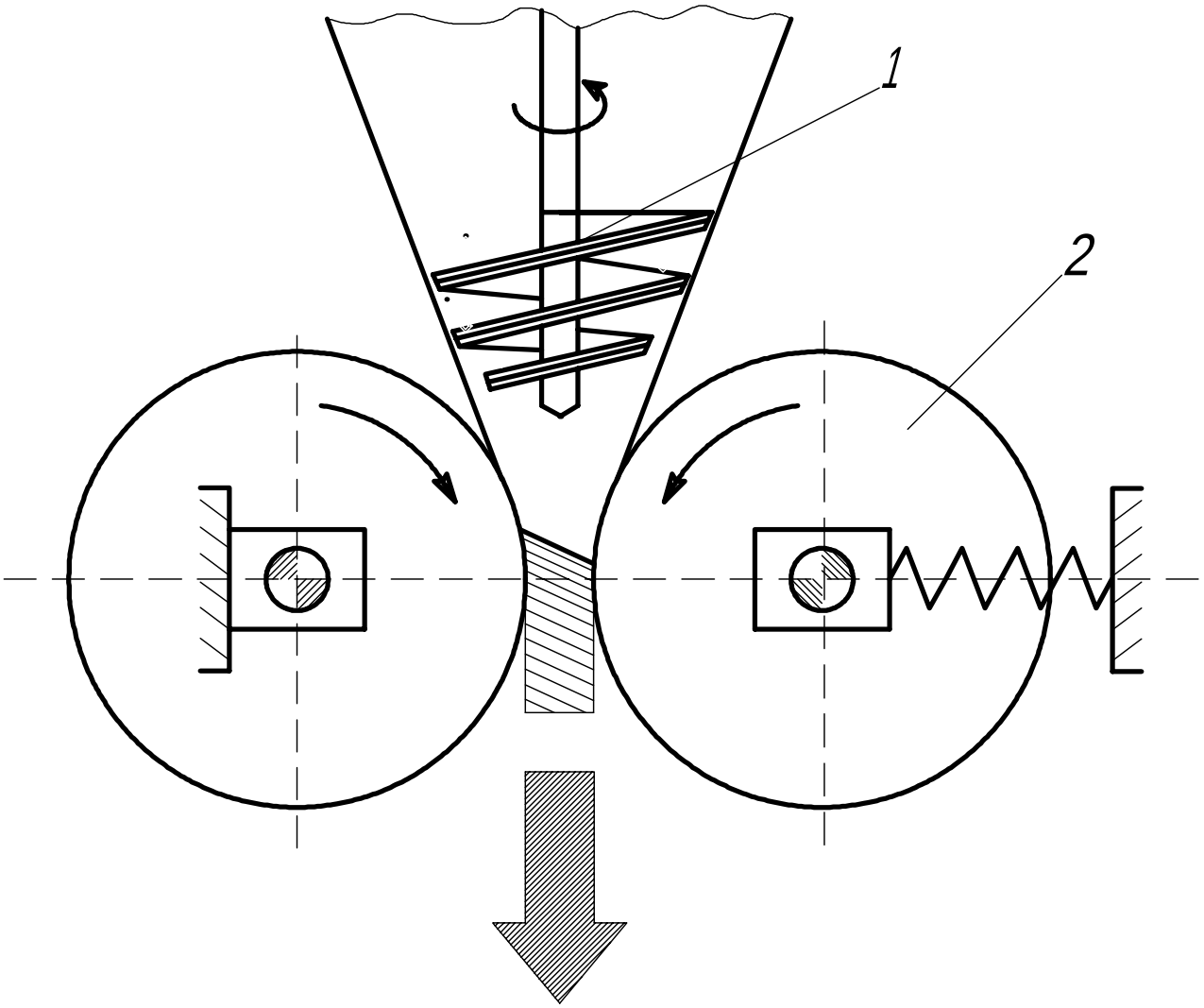
3. Брикети повинні мати високу термостійкість в окислювальному або відновному середовищах, в залежності від їх призначення, тобто зберігати форму при температурі до 1000 ° С і не утворювати дрібниці. Рекомендується визначати термостійкість брикетів шляхом нагрівання їх протягом трьох хвилин при температурі до 1500 ºС.

4. Брикети не повинні містити шкідливих речовин (луг, вільного хлору, сильних кислоти та інших), які руйнують футеровку печі та погіршують якість металу, що виплавляється.

5. За формою, габаритами та вагою брикети повинні відповідати вимогам конкретного виробництва.

На сьогоднішній день найбільш енергоємним та найдешевшим способом окускування нікелевих руд є брикетування, для якого в основному використовують різні модифікації валкових (вальцових) пресів з тиском пресування до 160 МПа та номінальним посиленням преса 10 МН.

При пресуванні ущільнення матеріалу досягає 75%, тому розроблені різні живильники - підпресувальники, конструкція яких визначається властивостями і станом шихти. Найбільшого поширення набув конічний гвинтовий живильник- підпресувальник (рис. 1.18).



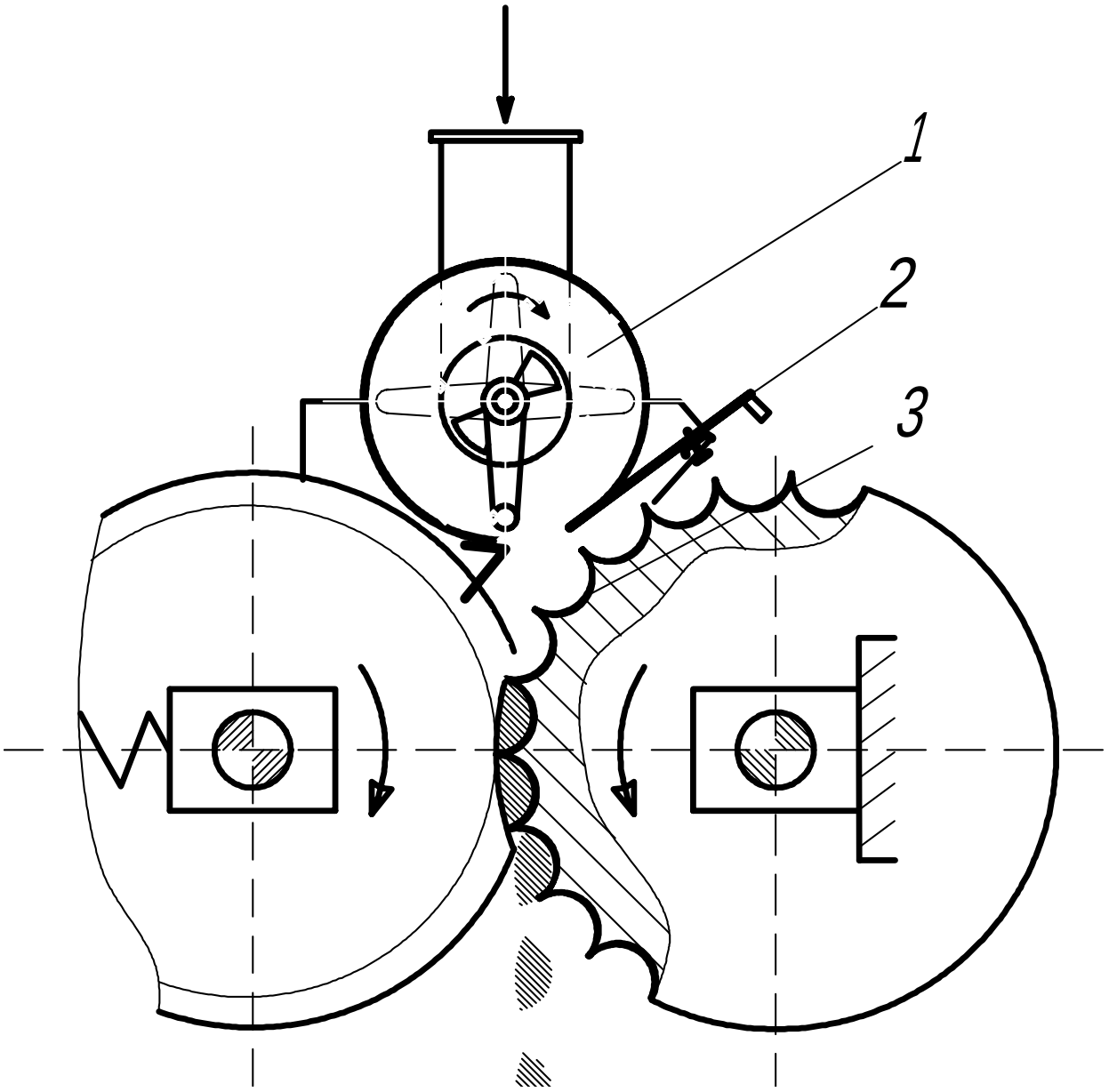
1– шнек; 2 – валки пресу

Рисунок 1.18 – Вертикальний шнековий під пресувальник

Теоретичні розрахунки показують, що за допомогою гвинтового підпресувальника можна створити тиск підпресування від 0,007 МПа до 0,7 МПа. Застосовують також відцентрові з нажімною пружиною (рис. 1.19), гладковалковою відцентровою (рис. 1.20), черв'ячні (рис. 1.21) та універсальні

(рис. 1.22), вібраційні ущільнювачі шихти.

Основним фактором, що визначає умови захоплення матеріалу в валкових пресах, є діаметр валків: чим він більший, тим вище тиск пресування. Однак при цьому зростає необхідна потужність приводу, зусилля преса, витрата енергії, знос валків.



1– відцентровий живильник; 2 – натискна пружина; 3 – валки пресу

Рисунок 1.19 – Відцентровий живильник з натискною пружиною

Для виготовлення бандажів валків застосовують низько вуглецеву сталь з цементацією на глибину не менше 1,5 мм з наступним загартуванням до твердості HRC 55-64. Також застосовують абразивостійкі леговані сталі

40ХМЛ, Х12Ф1Л, а для пресів гарячого брикетування жаро- і абразивостійкй сталі. Напрацювання бандажів складає не менше 30 тис. тон брикетів при холодному брикетуванні та 20 тис. тон - при гарячому брикетуванні.

Найбільші з валкових брикетних пресів мають діаметр валків 1400 мм., ширину валків до 1500 мм, окружну швидкість валків до 1 м/с, частоту обертання від 4 об./хв. до 40 об./хв., продуктивність до 200 т/год. при обсязі брикету 200 $см^3$ та його щільності 2,5 $т/м^3$. Потужність приводу досягає 670 кВт, маса пресів - до 80 т. Допустимий зазор між валками - не більше чим від 1,0мм до 1,5 мм.

Широке використання модифікацій валкових брикетних пресів для підготовки сировини викликані їх високою продуктивністю, економічністю енергії, низькими експлуатаційними витратами, порівняно невеликими габаритами, можливістю окускування абразивних матеріалів при дуже високих температурах, великих механічних навантаженнях і можливістю отримання брикетів необхідних розмірів, форм.

Валковий прес дозволяє отримати брикети з комплексного сировини, що складається з декількох компонентів.

Основними перевагами валкових пресів є:

– безперервність процесу;

– відсутність динамічних навантажень;

– порівняно малий знос робочих поверхонь;

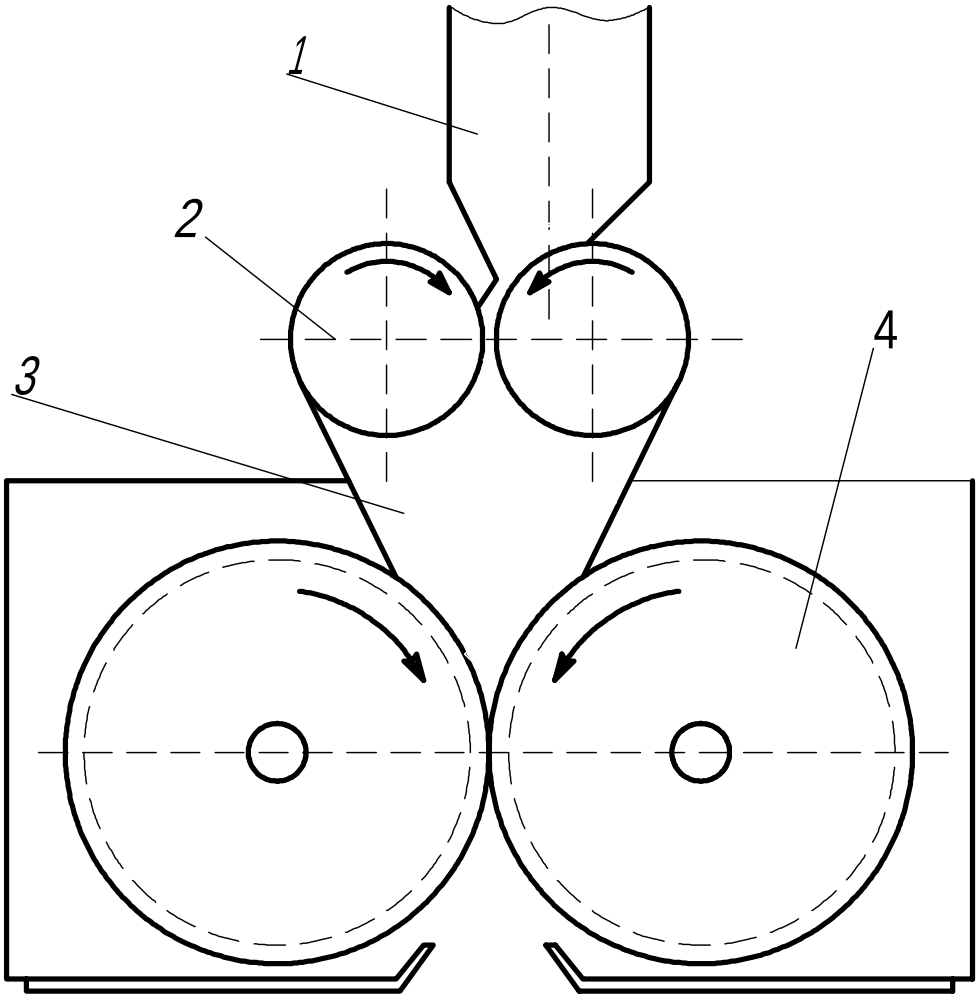
– невисокий витрата енергії;

– велика продуктивність.

використання валкових пресів показало, що одним з недоліків є утворення асиметричних брикетів, що виникає в результаті взаємного зміщення напівформ, а міцність зв'язку матеріалу по лінії з'єднання цих брикетів коливається в межах від 10% до 20% міцності іншої маси.

Недоліком пресування за принципом прокатки є невелика тривалість прикладання тиску та дії на брикет зусиль, що руйнують, в зоні пружного

розширення. Для підвищення залишкової міцності брикету прагнуть збільшити час перебування матеріалу під тиском, обмежуючи частоту обертання валків. Існуючі дозатори та підпресувальника не забезпечують рівномірність об'ємного дозування і розподілу матеріалів по робочій ширині валків, що сприяє підвищеному зносу їх середній частині і передчасного виходу з ладу.

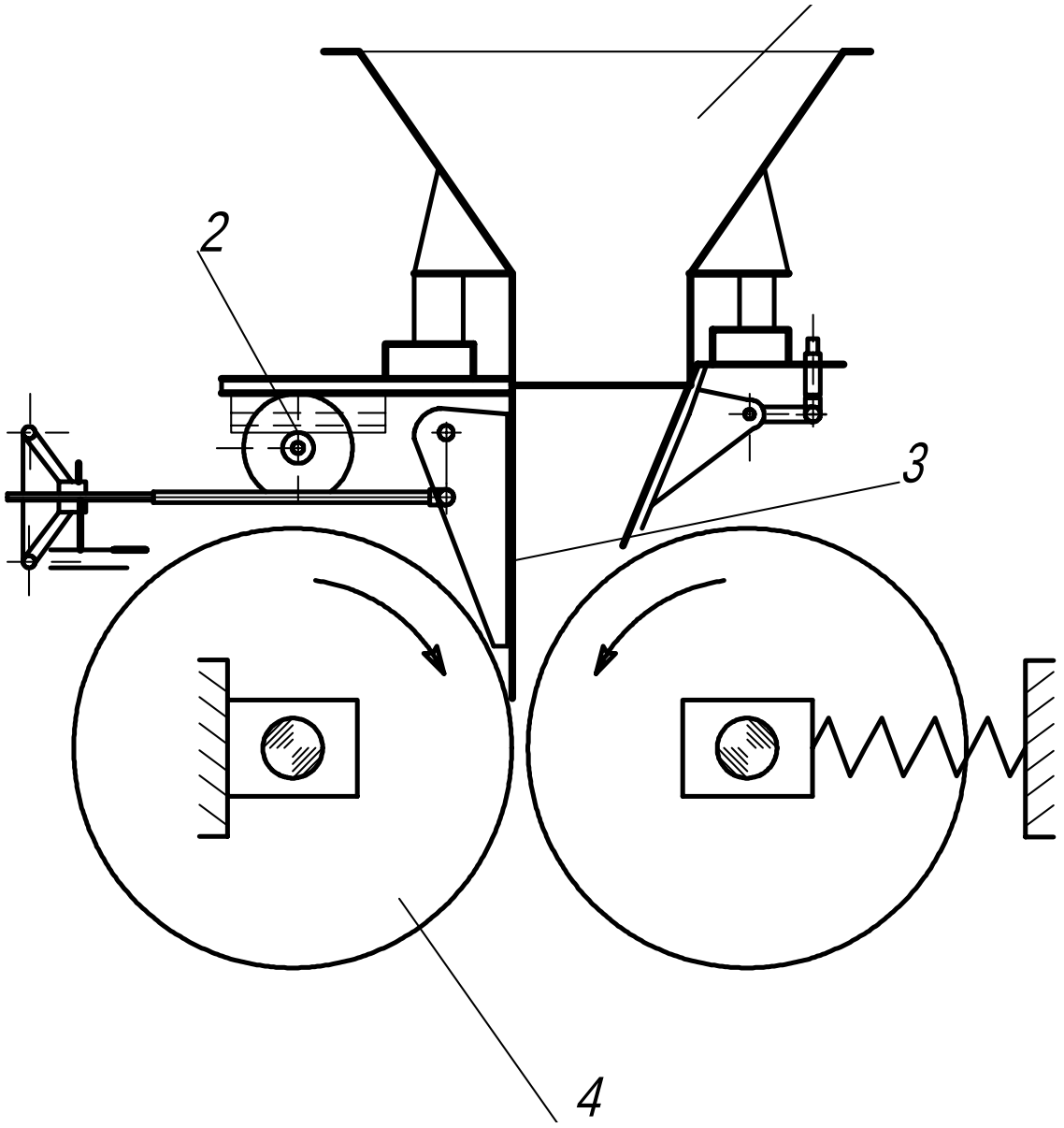


1 – завантажувальний бункер; 2 – гладкі валки; 3 – завантажувальна воронка пресу; 4 – валки

Рисунок 1.20 - Ущільнювач шихти з двома гладкими валками

Широке використання валкових пресів викликано їх високою продуктивністю, низькими експлуатаційними витратами, порівняно

невеликими габаритами, можливістю окускування абразивних матеріалів при дуже високих температурах, великих механічних навантаженнях і можливістю отримання брикетів необхідних розмірів та форм [13] – [18].



1 – завантажувальна воронка; 2 – черв’ячна передача; 3 – щека, яка ущільнює та рухається; 4 – валки

Рисунок 1.21 – Черв’ячний пристрій, що ущільнює

1.3. Висновки

1. Проаналізовані сучасні види брикет-пресів, ризначені для пресування

чорних та кольорових металів та сплавів:

– брикет-прес для металевої стружки типу Y83-315;

– гідравлічний брикет-прес типу ENERPAT BM-160;

– прес-підбирач металобрухту типу N-SERIES NTB;

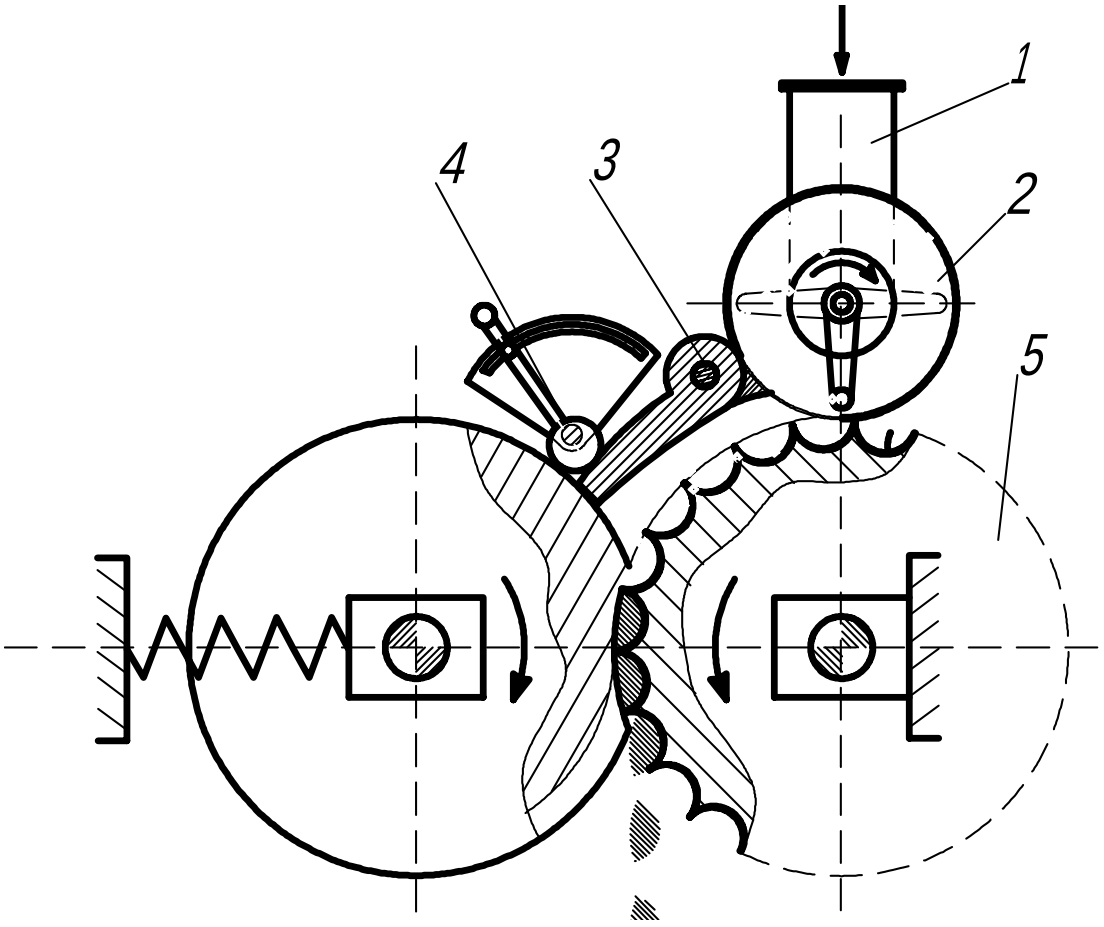
– брикет-прес типу LINDEMANN EtaBriq;

– брикет-прес типу RUF 11-22;

– гідравлічний брикет-прес типу Y83-630;

– гідравлічний брикет-прес типу ENERPAT SMB-F250B;

– гідравлічний прес-пакувальник серії TITAN Y81 та інші.



1 –завантажувальна воронка; 2 – центробіжний живильник; 3 – щековий ущільнювач; 4 – ексцентрик; 5 – вальци

Рисунок 1.22 – Універсальний ущільнювач шихти

2 ВИБІР МАТЕРІАЛІВ І ОБГРУНТУВАННЯ МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Технологія брикетування металевих матеріалів розглянута на прикладі брикетування нікельвмісних відходів феросплавного виробництва, впровадженого в лабораторних умовах ТОВ “Побузький феронікелевий комбінат” (Україна). Брикетування нікельвмісних відходів феросплавного виробництва здійснювали (табл. 2.1) шляхом холодного вібропресування (рис. 2.1) та на двохвалковому гідравлічному пресі (рис. 2.2).

Таблиця 2.1 – Характеристика методів брикетування нікельвмісного пилу

Показник	Метод брикетування	
	холодне вібропресування	двохвалковий брикет-прес
Склад шихти,%: - пил газоочищення - шлам (по сухому) - матеріал, що пов'язує	 59 32 9	 61 36 3
Вологість матеріалу, що пов'язує, %	цемент марки “400” - 15	ЛТС та рідке скло - від 8 до 15
Продуктивність установки, т/рік	12,5	10,2
Форма брикету	кубічна 80мм х 80мм х 80мм	циліндрова Ø 30мм х 28мм х 15мм
Міцність брикету, кг/см^2	від 60 до 80	від 27 до 38 (природна сушка)
Тиск пресування, кг/см^2	0	від 200 до 600

У якості шихти для процесу брикетування використовують:

– шлами газоочищення з масовою часткою вологи в них від 85% до 90%;

– сухий пил електрофільтрів;

– матеріали, що пов’язують.



Рисунок 2.1 – Схема гідравлічного пресу

Річна витрата основних матеріалів при виробництві брикетів складає:

- пил газоочищення - 65 тис. т;
- шлами (по сухому) - 35 тис. т;

Разом - 100 тис. т;

- матеріали, що пов'язують (10%) - 10 тис. т

Всього - 110 тис. т.

2.1 Методика брикетування нікельвмісних відходів феросплавного виробництва шляхом холодного вібропресування

Для брикетування нікельвмісних відховід феросплавного виробництва шляхом холодного вібропресування на 50-тонному гідравлічному пресі марки ПСУ-50 (рис. 2.1) розмір брикетів становив 80 мм х 80 мм х 80 мм (табл. 2.1). У якості матеріалу, що пов'язує, використовували цемент марки “400”.

В лабораторних умовах відібрана партія сухого пилу газоочищення насипною вагою 0,982 т/м^3 і просушені шлами вагою 0,786 т/м^3. Пил і шлам перед змішуванням просівали з метою видалення сторонніх матеріалів. Шлам попередньо просушували до вмісту залишкової вологи не більше 2%. Шлами, що подаються на установку, представляють рідку суспензію, питома вага якої становить від 1,1 кг/л до 1,17 кг/л. Співвідношення вмісту пилу і шламу в шихті становило 4:1. Оптимальна волога шихти і витрата матеріалу, що пов'язує, підбиралися дослідним шляхом з урахуванням показника міцності сирого брикету на роздавлювання. Середній гранулометричний і хімічний склад сировинних матеріалів представлений в табл. 2.2 та табл. 2.3.

Таблиця 2.2 – Середній гранулометричний склад сировинних матеріалів

Найменування	Середній гранулометричний склад сировинних матеріалів, мм					
	0,3	0,3-0,5	0,2-0,3	0,1-0,15	0,05-0,07	0,02
Шлами, %	-	48,0	11,0	1,0	6,0	34
Пил від електрофільтрів, %	0,24	0,56	4,01	5,78	8,7	80,7

Таблиця 2.3 – Середній хімічний склад сировинних матеріалів

Найменування	Масова частка елементів, % (мас.)							
	Ni	$Fe_{(заг)}$	SiO_2	MgO	CaO	$A1_2O_3$	C	S
Шлами	0,9-3,0	11-12	31,0	20	5,0	3,4	7	0,3
Пил від електрофільтрів	2,2-2,3	11-15	40-44	23-26	0,6-0,8	4-8	-	-

Шихта завантажувалася на вібростіл з розмірами осередків 160 мм х 80 мм х 80 мм. При вібропрасуванні висота брикету зменшилася від 1,9 разів до 2 разів, що свідчить про хороший елемент, що пов'язує.

Формування брикету проводиться на металевих або дерев'яних піддонах. Сформовані блоки не мають достатньої міцності для передачі їх в основний технологічний процес, і потрібний їх вилежування на піддонах протягом від 20 годин до 24 годин.

Якість готових брикетів оцінювалася міцністю на роздавлювання або скиданням (ГОСТ 8462-85) брикетів з висоти 0,5 м на сталеву плиту з подальшим визначенням кількості дрібниці (фракції менше 5 мм), що утворюється. Міцність брикетів оцінювали при природній сушці та після сушці

при температурі. Сушку брикетів при температурі від 150 ^{0}С до 220 ^{0}С проводили в нагрівальній шафі з рециркуляцією нагрітого повітря при швидкості фільтрації від 0,2 м^3/с до 0,8 м^3/с протягом витримки від 2 годин до 2,5 годин.

2.2 Методика брикетування нікельвмісних відходів феросплавного виробництва в двохвалковому брикет-пресі

При брикетуванні шихти на двохвалковому брикет-пресі (рис. 2.2) брикет мав циліндрову форму з паралельними площинами підстав і відомої площі з розмірами осередку 30 мм х 28 мм х 15 мм (табл. 2.1). Тривалість перемішування пилу з матеріалом, що пов'язує, становить від 5 хв. до 6 хв. при оборотах валів 9 хв$^{-1}$. У якості матеріалу, що пов'язує, використовували:

– водний розчин лігносульфоната технічного (згідно з ТУ 2455-064-05711131-03) в співвідношенні вода: ЛСТ = 1,25:1 (щільність від 1,15 г/см^3 до 1,2 г/см^3);

– рідке скло (щільність 1,4 г/см^3) (згідно зГОСТ 13078-81);

– цемент марки “400” (згідноз ГОСТ 30515 – 2013).

Додатково розглядали можливість застосування у якості матеріалу, що пов’язує затверджувача рідкого скла (згідно з ГОСТ Р 57571-2017), бентонітної глини (згідно з ГОСТ 28177 -89) та мазуту (згідно з ГОСТ 10585-2013).

Дослідження брикетування на двохвалковому брикет-пресі проводилися з використанням шихти вологістю від 10% до 15% і питомим тиском пресування від 200 кг/см^2 до 600 кг/см^2 [40], [41]. Насипна маса шихти становила від 0,8 т/м^3 до 1,1 т/м^3 залежно від вмісту вологи і типу матеріалу, що пов'язує.

На підставі лабораторних досліджень проводилося випробування технології брикетування нікельвмісного пилу аспіраційних газоочищень в промислових умовах на ТОВ “Побузький феронікелевий комбінат”. Дозування,

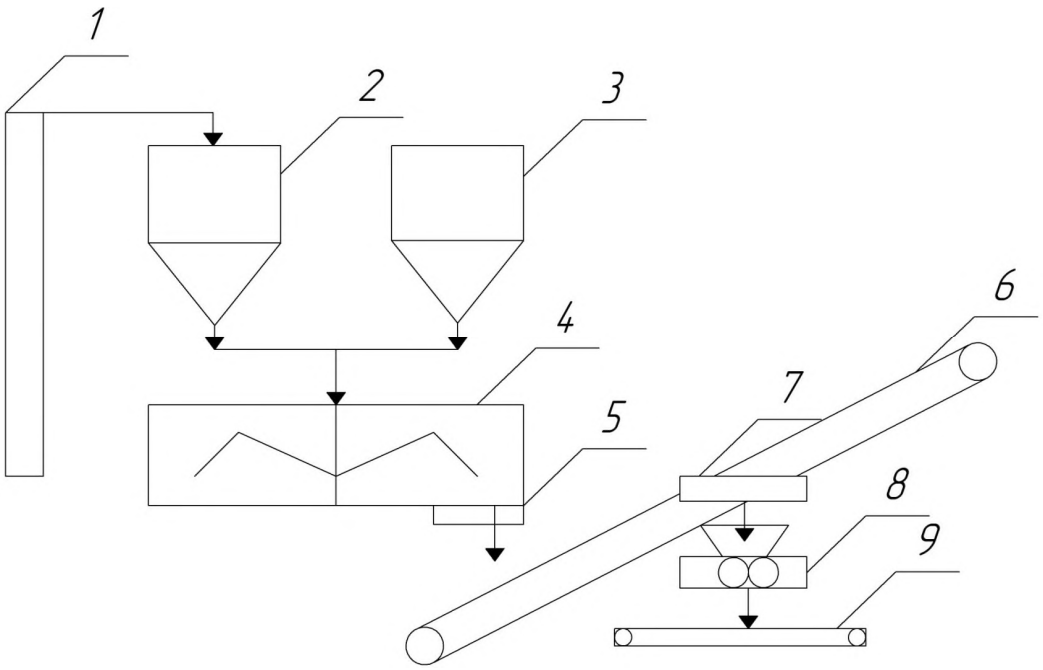
змішування і брикетування шихти здійснювалися за схемою, представленою на рис. 2.3.

Сухий гарячий пил (1) з бункера-накопичувача (2) по трубопроводу поступає в багатолопатевий змішувач (4), що самостійно зважується, в кількості від 0,8 т до 1 т. Після завантаження заданої кількості пилу в змішувач дозується заздалегідь підготовлений матеріал, що пов'язує (3), де і відбувається власне перемішування шихти. Перемішана шихта вивантажується із змішувача за допомогою відкриття шиберного пневмозатвора (5) на конвеєрну стрічку (6). За допомогою скребкового розподільника (7) шихта прямує у валковий брикет-прес (8), а потім за системою конвеєрів (9) в трубчасту обпалювальну піч.



Рисунок 2.2 – Схема двохвалкового брикет-пресу

Режим сушки брикетів та якість готових брикетів оцінювали аналогічно методиці, запропонованої в підрозділі 2.1.



1 – пил; 2 – бункер-накопичувач пилу; 3 – бункер-накопичувач матеріалу, що пов'язує; 4 – багатолопатевий змішувач; 5 – шиберний пневмозатвор; 6 – конвеєрна стрічка; 7 – скребковий розподільник; 8 – двохвалковий прес; 9 – система конвеєрів

Рисунок 2.3 – Схема ділянки брикетування шламів та пилу газоочищення
за допомогою двохвалкового брикет-пресу

2.3 Висновки

1. В умовах ТОВ “Побузький феронікелевий комбінат” для брикетування нікельвмісних відходів феросплавного виробництва запропоновано методику брикетування шламу та пилу газоочищення шляхом холодного вібропресування та в двохвалковому брикет-пресі.

2. Запропоновано для процесу брикетування шламу та пилу газоочищення у якості матеріалу, що пов'язує, використовувати лігносульфонат технічний, рідке скло та цемент марки “400”.

3 ДОСЛІДЖЕННЯ І РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ БРИКЕТУВАННЯ ПИЛУ ТА ШЛАМІВ ГАЗООЧИЩЕННЯ

3.1 Дослідження брикетування нікельвмісних відходів феросплавного виробництва способом холодного вібропресування

Основним достоїнством брикетування способом холодного вібропресування є те, що в процесі вібрації різко знижується в'язкість формувальної суміші. Під впливом вібрації значно зменшується тертя і зчеплення між частинками в суміші, формувальна суміш в цілому перетворюється з жорсткої і малорухливої в дуже рухливу текучу масу, що у свою чергу не вимагає значних зусиль, що прикладаються до пуансона преса.

Поєднання вібрації і пресування дозволяє отримати брикет максимальної міцності та щільності.

Брикетування способом холодного вібропресування забезпечує:

– виготовлення брикетів із заздалегідь заданим хімічним складом;

– прогнозовану і регульовану механічну міцність брикету;

– використання у складі брикетів різних промислових відходів (окалина, пил, кокс, вугілля, шлами і тому подібне).

Для створення брикету використовували пил та шлам газоочищення (у відношенні 4:1) та матеріал, що пов’язує, у вигляді цементу марки “400”. Процес брикетування здійснювали згідно методиці, описаній в розділі 2.1.

Основними операціями при виробництві залізо-нікельвмісних брикетів є:

– обезводнення шламів;

– підготовка напівсухих сумішей (маса вологи $m_{вологи}$ =15 %);

– формування брикетів;

– вилежування (сушка) брикетів;

– передача готової продукції (брикетів) в технологічний процес.

З урахуванням фізичного стану початкових матеріалів необхідна річна

кількість води ($Р_{води}$) для отримання суміші при виробництві брикетів складе:

$$P_{âîäè} = B \times W, \tag{3.1}$$

$$P_{âîäè} = 110000 \times 0{,}15 = 165000 т.$$

де В – річна витрата основних матеріалів при виробництві брикетів, т/рік;

W – вміст вологи в суміші, приймаємо 0,15.

Загальне надходження суспензії за рік складе:

$$P_{ñóñïåíçèè} = \frac{P_{øëàìîâ} \times 100}{m_{âîëîãè}}, \tag{3.2}$$

$$P_{ñóñïåíçèè} = \frac{35 \times 100}{15} = 233{,}3 \ òèñ.ò/ðîê,$$

де $Р_{шламів}$ – річний об'єм надходження шламів (по сухому), т/рік.

Годинна витрата суміші складає:

$$Р_{ñóìøè} = \frac{Â}{Р_{÷àñó}}, \tag{3.3}$$

$$Р_{ñóìøè} = \frac{110000}{7035} = 15{,}64 т.$$

де $Р_{часу}$ – річний фонд робочого часу, приймаємо 7035 годин.

При вмісті шламів в суспензії 10%, кількість надходження суспензії на згущування складе 350 тис. т/рік або 49,75 т/год.

Надлишок води після повторного згущування шламів повертається в оборотний цикл складе від 182 тис. т/рік до 298 тис. т/рік або від 26 т/год. до

42 т/год.

В цілях отримання шламу необхідної вологості для приготування суміші (вміст вологи 35 %) передбачається установка двох згущувачів одноярусних з центральним приводом.

Необхідна розрахункова площа осадження згущувача складе:

$$S_{çãóùóâà÷à} = \frac{V_{øëàì³â}}{V_{çãóù.\ ïëò}}, \qquad (3.4)$$

$$S_{çãóùóâà÷à} = \frac{4,94}{0,1} = 49,4ì^{2},$$

де $V_{øëì³â}$ – годинний об'єм шламів (по сухому), приймаємо 4,94 т;

$V_{çãóù.ïëò}$ – питоме навантаження на згущувач, приймаємо 0,1 т/м^2 за годину.

З урахуванням продуктивності згущувача при щільності продукту, що згущує, від 60% до 70% пропонується установка двох згущувачів типу Ц-6М2, при цьому номінальний діаметр чана складає 6000 мм, номінальна висота чана 2500 мм, площа осадження 28 м^2.

Брикетування за допомогою холодного вібропрасування здійснюється за схемою: суспензія з масовою часткою вологи від 85% до 90 % з радіальних згущувачів перекачується насосами в одноярусні згущувачі, де масова частка вологи знижується до 35%. Шлами, що згущують, подаються шламонасосом в ємність, звідки через дозатор поступають в змішувач.

Подача пилу від електрофільтрів і матеріалу, що пов'язує, (цементу) проводиться автотранспортом (цементовоз) комбінату або пневмотранспортом від електрофільтрів на ділянку брикетування по трубопроводу.

Прийом пилоподібних матеріалів здійснюється в автоматизовані склади (склад цементу) місткістю 28 т.

Витрата матеріалу, що пов'язує, за рік складає від 5000 т/рік до 10000 т/рік при роботі 1 лінії. Приймається установка в кожній лінії поодинці

автоматизованого складу цементу, обладнаному камерним насосом, що забезпечує подачу матеріалів, що пов'язують, на відстань до 50 м.

Місткість одного складу дозволяє працювати одній лінії формування брикетів близько 40 годин. Передбачається використання двох ліній по формуванню брикетів.

Для приготування суміші передбачається використання змішувача примусової дії з інтенсифікатором СБ-203:

– об'єм по завантаженню - 750 л.;
– об'єм готового замісу - 500 л;
– число циклів в годину – від 20 до 35.

З урахуванням об'ємної ваги від 1,1 т/м^3 до 1,15 т/м^3 продуктивність одного змішувача складає від 11 т/год. до 19 т/год., що забезпечує завантаження однієї лінії формування брикетів (необхідно 7,8 т/год.).

Сировина, що переробляється, є дрібною фракцією, і ведення металургійного процесу вимагає їх окускування.

Передбачається установка двох комплексів для виготовлення дрібноштучних бетонних виробів широкої номенклатури KR-850, цикл формування складає від 20 секунд до 50 секунд, розміри формувальної зони 1100 мм х 600 мм х 40 мм.

Вилежування сформованих брикетів проводиться в критому складі, куди піддони з брикетами переносяться маніпулятором-штабелером, що працює в автоматичному режимі. При русі крана-штабелера уздовж складу піддони укладаються в певному порядку, що дозволяє проводити їх добове звернення. Піддони з брикетами, що вилежувалися протягом від 20 годин до 24 годин, переносяться на конвеєр повернення, по якому вони подаються в зону перевантаження на конвеєр готової продукції. Піддони з брикетами по конвеєру поступають в зону передачі їх на конвеєр готової продукції. Для передачі їх з конвеєра на конвеєр встановлюється (під кутом 45^0 до рухомого конвеєра) упор. При русі конвеєра брикети переміщаючись уздовж упору, потрапляють на

лоток і з лотка на конвеєр, який переносить їх в накопичувальний бункер.

Передача брикетів з ділянки на відкритий склад руди або на лінію флюсу (минувши стадію дроблення) проводиться автотранспортом.

Шлами подаються на установку насосами, встановленими в шламовій насосній радіальних відстійників по трубопроводу. Доставка матеріалів, що пов'язують, здійснюється автоцементовозами. Подача пилу від електрофільтрів до установки проводиться також автоцементовозом.

Споживачами електроенергії є електроприймачі технологічного устаткування, живлення яких здійснюється напругою 380В (220В) з частотою 50 Гц. Загальна встановлена потужність електроприймачів ділянки брикетування складає 170 кВт. Загальна річна витрата електроенергії з урахуванням коефіцієнта завантаження і одночасності роботи (0,8) складе 956760 кВт·год./рік.

У разі потреби передбачається освітлення території та автодоріг відповідно до норм і правил, що діють. Подача власних сировинних матеріалів і передача готової продукції здійснюється за схемою, що діє на комбінаті, силами автотранспортного цеху.

За пропонованою технологією підготовки відходів і брикетування, можливими джерелами забруднення атмосферного повітря можуть бути місця вивантаження пилоподібних добавок і матеріалів, що пов'язують, у витратні бункери.

Зберігання пилоподібних матеріалів проводиться в автоматизованих складах-накопичувачах цементу, які випускаються Слов'янським заводом “Бетонмаш”. Процес змішування сухих добавок відбувається з шламами вологістю від 30% до 35 %.

Незначні пилевидалення, що утворюються при вивантаженні і дозуванні матеріалів, віддаляються з виробничого приміщення приточновитяжною вентиляцією, що забезпечує гарантовану підтримку нормативних концентрацій забруднюючих речовин в робочій зоні. Можливе поступове осідання пилу на

підлозі та устаткуванні ліквідовується періодичним прибиранням пилу промисловими пилососами. Уловлений пил повертається у виробництво.

Рівні шуму, що створюються устаткуванням, за паспортними даними не перевищують 30 дБл. Зниження рівня шуму до нормативного забезпечується поряд конструктивних заходів.

Таким чином, запропонована схема переробки промислових дрібнофракційних нікельвмісних відходів дозволяє забезпечити високоефективний, безвідходний спосіб утилізації відходів з високим ступенем автоматизації виробничого процесу.

Експериментальні дослідження отриманих способом холодного вібропресування нікельвмісні брикети показують, що міцність брикетів, знаходиться в межах від 60 кг/см^2 до 80 кг/см^2 (табл. 2.1).

Готові брикети будуть використовуватися як добавки до сировини при виробництві феронікелю та інших сплавів.

3.2 Дослідження брикетування нікельвмісних відходів феросплавного виробництва на двохвалковому брикет-пресі

Для створення брикету використовували пил та шлам газоочищення (у відношенні 4:1) та матеріали, що пов’язують, у вигляді лігносульфанату технічного та рідкого скла. Процес брикетування здійснювали згідно методиці, описаній в розділі 2.2.

Дослідженнями брикетування в двохвалковому брикет-пресі встановлено, що коефіцієнт ущільнення (відношення первинної висоти шару матеріалу в пресформі до висоти його після пресування) з різною вологістю в діапазоні тиску пресування від 400 кг/см^2 до 600 кг/см^2 складає від 1,9 до 2,1, що свідчить про задовільні параметри брикетування матеріалу.

Найкращі результати по міцності брикетів на роздавлювання досягаються при тиску пресування від 400 кг/см^2 до 600 кг/см^2 (табл. 3.1) незалежно від типу

матеріалу, що пов'язує. Зниження питомого тиску пресування менше 400 кг/см^2 значно знижує міцності сирих брикетів. Перевищення тиску пресування понад 600 кг/см^2 неістотно впливає на міцність сирих брикетів.

Таблиця 3.1 – Вплив тиску пресування шихти на міцність сирих брикетів (пил/шлам=4/1)

Тиск пресування, Р, кгс/см^2	Зусилля роздавлювання, σ, кг/см^2	
	рідке скло (W)=10%	ЛСТ (W)=10%
200	14,6	11,8
400	23,1	18,5
600	18,5	19,5

Таблиця 3.2 – Вплив кількості речовини, що пов'язує, на міцність сирих брикетів (при тиску пресування 400 кгс/см^2 і вологості 10%)

Речовина, що пов'язує	Зусилля роздавлювання, σ, кг/см^2			
	Кількість речовини, що пов'язує, %			
	2	4	6	8
ЛСТ	18,0	23,5	20,0	16,0
Рідке скло	15,9	21,2	16,0	14,0

Аналіз експериментальних даних показує (табл. 3.2), що міцність сирих брикетів для матеріалів, що пов'язують (для ЛСТ від 16 кг/см^2 до 23 кг/см^2, для рідкого скла від 14 кг/см^2 до 21 кг/см^2) досягають свого максимального значення при концентраціях від 4% до 5%, після випалу спостерігається значне збільшення міцності брикетів при тій же концентрації речовин, що пов'язують.

Таким чином, найміцніші та транспортабельні брикети як в сирому, так і в сухому стані отримані при використанні у якості матеріалу, що пов'язує, ЛСТ при вологості шихти 15±0,5% (витрата матеріалу, що пов'язує, 2,5±0,5 % по

твердому). Міцність сирих брикетів з ЛСТ складає від 11,5 кг/см^{2}до 19,5 кг/см^2 (рис. 3.2, крива 1).

При використанні у якості матеріалу, що пов'язує, рідкого скла в кількості 4,5±0,5 % міцність сирих брикетів складає від 14,5 кг/см^2 до 18,5 кг/см^2 (рис. 3.1, крива 2). Міцність просушених брикетів до вмісту залишкової вологи (від 6% до 8%) декілька збільшується і складає від 18 кг/см^2 до 24 кг/см^2 (табл. 3.3). Збільшення питомої витрати рідкого скла не приводить до істотного збільшення міцності брикетів і економічно не вигідно.

Експериментально встановлено, що оптимальна вологість шихти знаходиться в межах від 8% до 10% (рис. 3.2).

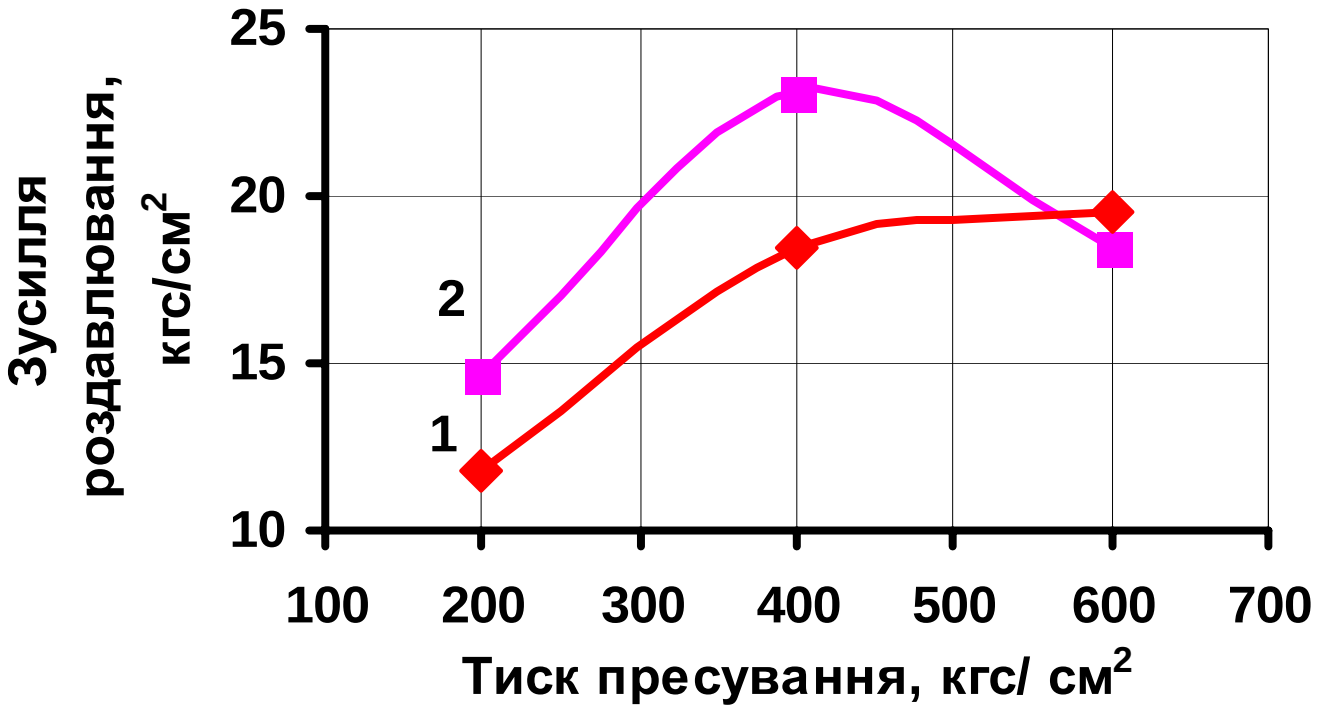
Дослідження процесу сушки сирих брикетів показали, що найбільш прийнятні умови сушки (без утворення тріщин в брикетах) досягаються при температурі повітря від 160 °С до 180°С і швидкості повітряного потоку від 0,3 м/с до 0,5м/с. В перші 15 хв. сушки втрачається від 30 % вологи до 35 % вологи, після 30 хв. сушки втрачається до 60 % вологи, а при сушці на протязі 1 години залишкова волога складає не більше 1,5 % (рис. 3.3 та 3.4).

Додатково було досліджено можливість застосування у якості матеріалу, що пов’язує, будівельного цементу, затверджувача рідкого скла, бентонітної глини та мазуту .

Використання у якості матеріалу, що пов’язує, будівельного цементу марки “400” в кількості від 3% до 8% позитивних результатів не показало.

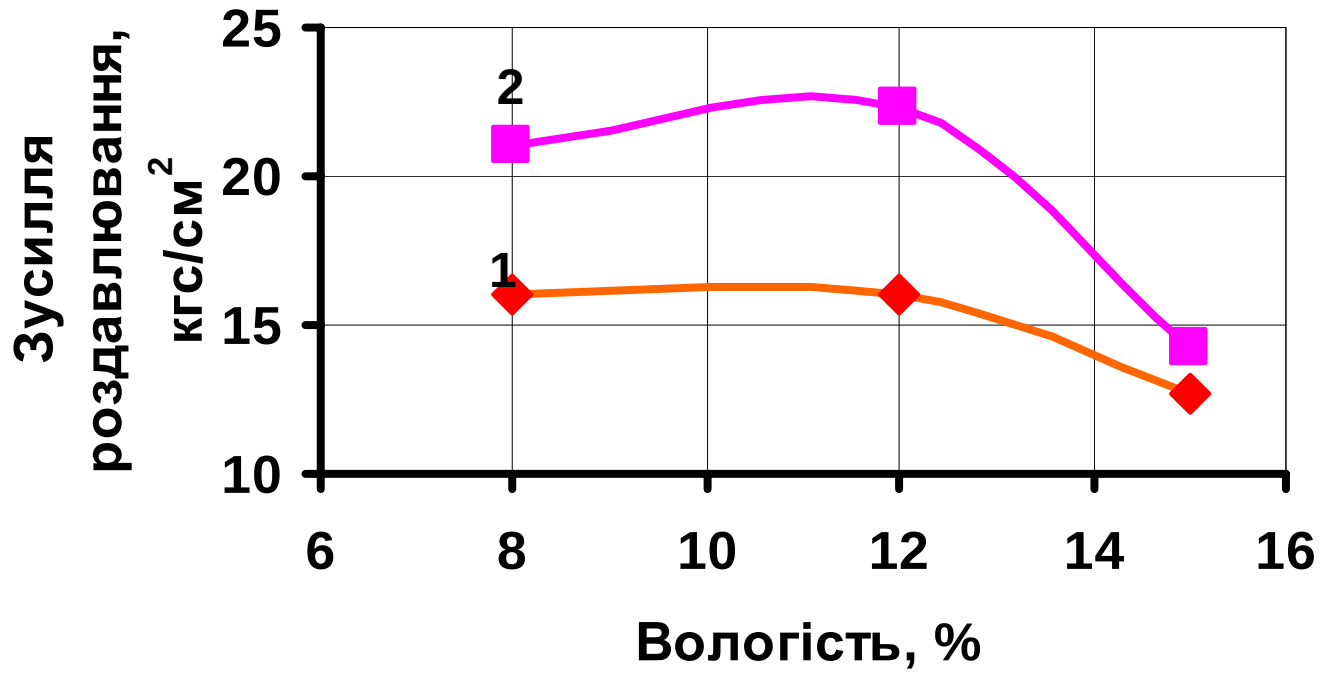
Таблиця 3.3 – Вплив сушки брикетів (при 180 ^{0}С) на їх міцність

Речовина, що пов'язує	Кількість речовини, що пов'язує, %	Зусилля роздавлювання, σ, кг/см^2			
		Час сушки, хв.			
		без сушки	15	30	60
Рідке скло (W=15%)	3	15,9	21,4	21,6	23,3
Рідке скло (W=10%)	4	19,8	18,2	21,8	24,1
ЛСТ (W=15%)	2	15,2	19,5	17,1	16,3



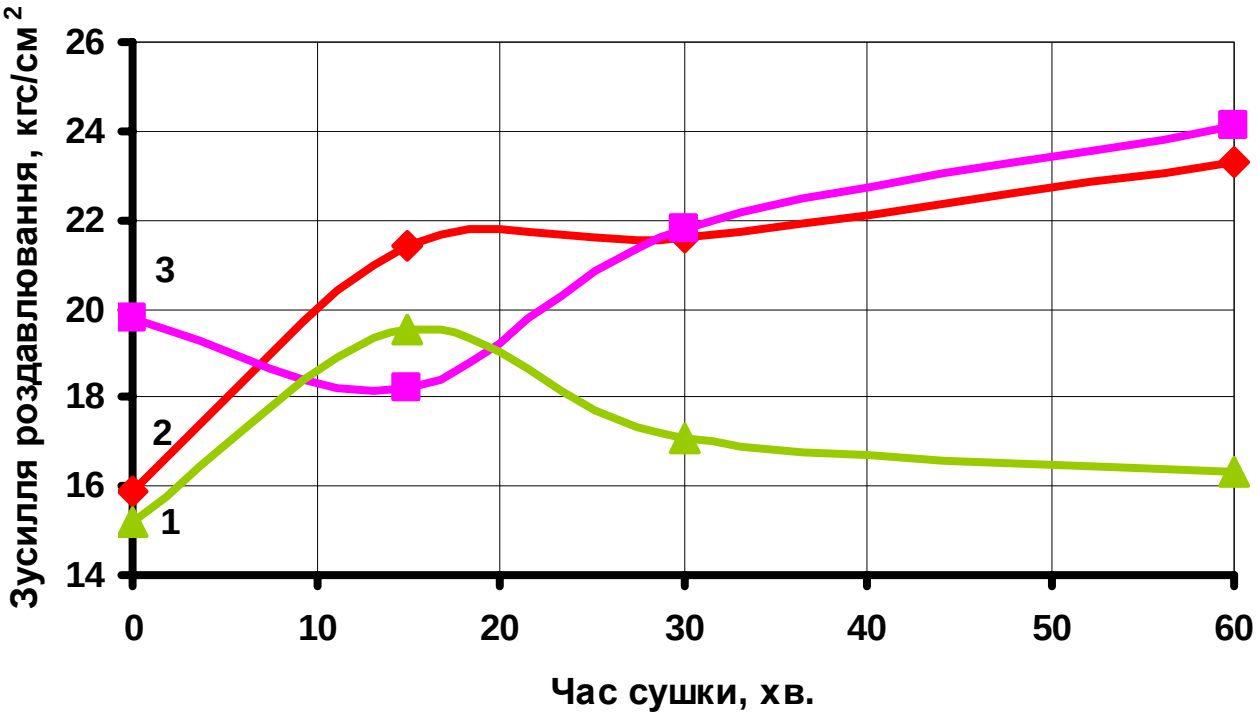
1 – ЛСТ; 2 – рідке скло

Рисунок 3.1 – Залежність міцності сирих брикетів від тиску пресування



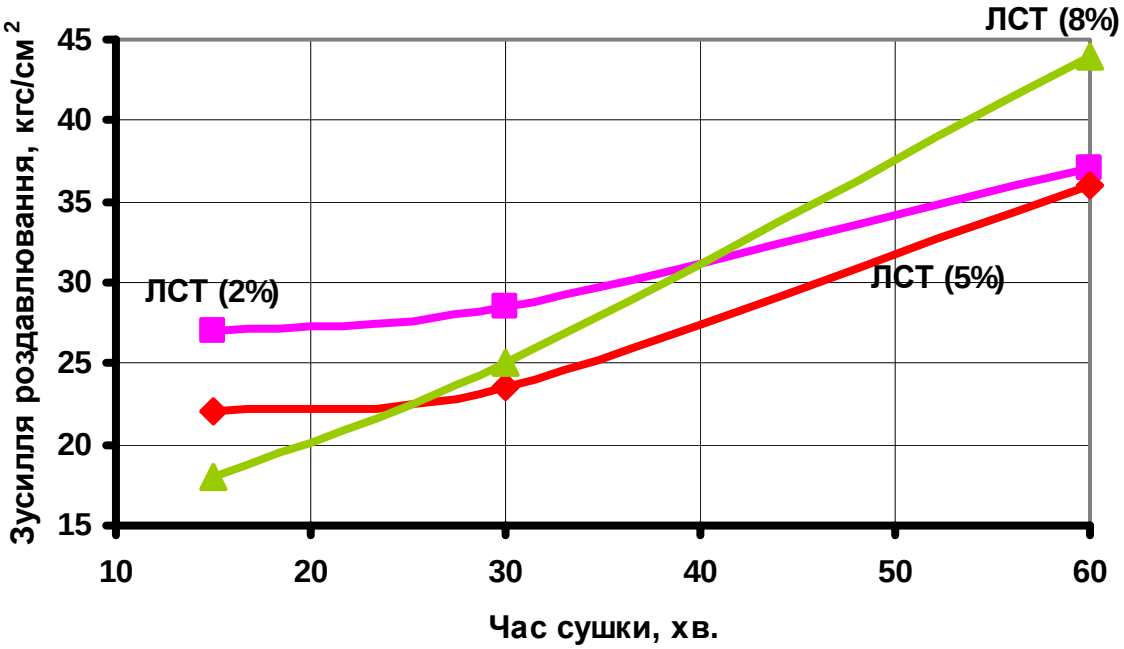
1 – ЛСТ; 2 – рідке скло

Рисунок 3.2 – Залежність міцності сирих брикетів від вологості



1 – ЛСТ (W=15%); 2 – рідке скло (W=15%); 3 – рідке скло (W=10%)

Рисунок 3.3 – Залежність міцності брикетів від часу сушки (Т=180 ^{0}С)



1 – ЛСТ (8%); 2 – ЛСТ (5%); 3 – ЛСТ (2%)

Рисунок 3.4 – Залежність міцності брикету від тривалості випалу

Таблиця 3.3 – Вплив сушки брикетів (при 180 ^{0}С) на їх міцність

Речовина, що пов'язує	Кількість речовини, що пов'язує, %	Зусилля роздавлювання, σ, кг/см^2			
		Час сушки, хв.			
		без сушки	15	30	60
Рідке скло (W=15%)	3	15,9	21,4	21,6	23,3
Рідке скло (W=10%)	4	19,8	18,2	21,8	24,1
ЛСТ (W=15%)	2	15,2	19,5	17,1	16,3

Міцність сирих брикетів при використанні будівельного цементу складала від 5 кг/см^2 до 7 кг/см^2.

Після примусової сушки при температурі від 160 ^{0}С до 180°С і тривалість від 15хв. до 30 хв. брикети “кришаться”, а при однократному (двохкратному) скиданні на сталеву плиту з висоти 0,5 м, руйнуються з утворенням до 30% дрібниці фракції менше 5 мм.

Добавка в суху шихту порошкового затверджувача рідкого скла в кількості від 5% до 46% від вмісту останнього відчутного збільшення міцності сирих брикетів не дала.

При введенні в шихту від 3% глини до 6% глини міцність сирих брикетів була невисокою, а вихід придатної фракції складав не більше 50%. Збільшення або зниження вмісту сухої бентонітової глини істотного впливу на міцність брикетів не надало. Сирі брикети руйнувалися на дрібні і крупні частини, а то і розсипалися на дрібницю, при падінні на конвеєрну стрічку.

При використанні у шихті 1% мазуту міцність сирих брикетів задовільна, але при сушці такі брикети втрачають свою міцність.

Характерною особливістю властивостей нікелевих шламів і пилу, окрім непостійності хімічного складу, є незадовільна змочуваність матеріалу, що пов'язує, і низька насипна щільність (від 0,8 т/м^3 до 1,0 т/м^3). Вибираючи матеріал, що пов'язує, і збільшуючи тривалість перемішування шихти, можна досягти помітного зниження ступеня гідрофобності пилу і достатньо хорошої якості розподілу матеріалу, що пов'язує, за всім обсягом суміші.

Випробування брикетів на термостійкість показали, що найбільш термостійкі брикети із зв'язкою на основі лігносульфонату технічного. Причому, із збільшенням вмісту матеріалу, що пов'язує, від 2% до 8%, міцність обпалених брикетів зростає від 40 кг/см^2 до 46 кг/см^2 відповідно (табл. 3.4). Для збільшення термостійкості брикетів потрібна хоч би незначна їх сушка (від 10 хв. до 15 хв.) Встановлено, що брикети на зв'язці з рідкого скла не термостійкі, схильні до пошарового руйнування протягом перших п’яти хвилин випалу та вимагають глибшого попереднього просушування [42], [43].

Декілька кращі показники міцності сирих брикетів із збільшенням виходу придатної фракції (+5мм) були досягнуті при використанні віброподпресування шихти в бункері брикет-преса. В даному випадку щільність брикетів склала від 1,8 г/см до 1,9 г/см, а вихід придатної фракції від 75% до 80%. Ситовий склад брикетів приведений нижче:

Розмір фракцій, мм: +20 10 -20 5-10 <5

Вихід фракцій %: >40 22 > 16 до 20

Умови брикетування і якість брикетів були покращені, коли в шихту, що брикетується, ввели власне повернення. Експериментальні дослідження показали, що при вмісті в шихті повернення фракції менш 5мм до 10% щільність брикетів, що здається, склала близько 2 г/см^3 при вологості 18%.

Таблиця 3.4 – Міцність брикетів після випалу

Речовина, що пов'язує	Зусилля роздавлювання, σ, кг/см^2		
	Кількість речовини, що пов'язує, %		
	2	5	8
ЛСТ	40	46,2	46,2
Рідке скло	27	38	37

3.3 Дослідження сходу шихти в міжвалковий простір

Характерною особливістю властивостей нікелевих шламів і пилу, окрім

непостійності хімічного складу, є незадовільна змочуваність матеріалу, що пов'язує, і низька насипна щільність (від 0,8 т/м^3 до 1,0 т/м^3). Вибираючи сполучні матеріали і збільшуючи тривалість перемішування шихти можна досягти помітного зниження ступеня гідрофобності пилу і досить хорошої якості розподілу матеріалу, що зв'язує, по всьому об'єму суміші [44].

Дослідження показують, що при перемішуванні матеріалу, що пов'язує, у вигляді лігносульфоната технічного, з пилом насипна щільність шихти знижується, шихта стає рихлою, як би розпушеною. Така властивість шихти затрудняє її подачу у необхідній кількості в міжвалковий простір брикет-преса. Збільшення висоти шару шихти в бункері брикет-преса до максимально можливого не дало відчутного поліпшення сходу шихти. Валки брикет-преса не в змозі самостійно захопити необхідну кількість матеріалу, виникає дефіцит матеріалу в міжвалковому просторі і, як результат, не створюються умови для досягнення заданого зусилля пресування (більше 350 кгс/см^2). Брикети, що утворюються, неміцні, відразу ж при падінні руйнуються, а їх самостійне випадання з осередків бандажа валів проблематично. Максимальний вихід фракції +5мм склав від 65% до 75%, а щільність брикетів, що здається, складала від 1,6 г/см^3 до 1,7 г/см^3 при мінімально необхідній від 2,2 г/см^3 до 2,4 г/см^3. Із збільшенням оборотів валів щільність брикетів істотно не змінювалася.

Введення в шихту різних видів матеріалів, що пов'язують, наприклад, рідкого скла, бентонітової глини та інших матеріалів так само не дало відчутних позитивних результатів по поліпшенню сходу шихти в міжвалковий простір.

Таким чином, для брикетування шламів та пилу газоочищення феронікелевого виробництва на ТОВ “Побузький феронікелевий комбінат” для підвищення міцності сирих брикетів і збільшення виходу придатної фракції (+5мм) необхідно пропрацювати варіант автоматичної дозованої подачі шихти та попереднього її підпресування перед валяннями брикет-преса. З метою підвищення вологостійкості брикетів та їх подачі через трубчасті печі, доцільно пропрацювати технічну можливість та економічну ефективність використання у

якості матеріалу, що пов'язує, кам'яновугільних пеків.

При використанні для брикетування шламів та пилу газоочищення феронікелевого виробництва у якості матеріалів, що пов'язують, ЛСТ та рідкого скла їх оптимальна витрата складає для ЛСТ 4% (по твердому) при вологості шихти від 10% до 15% та для рідкого скла 5% при вологості шихти від 8% до 10% відповідно [19]-[22].

3.4 Висновки

1. Встановлено, що оптимальна витрата матеріалів, що пов'язують, для брикетування шламів та пилу газоочищення феронікелевого виробництва на ТОВ “Побузький феронікелевий комбінат” складає:

– для водного розчину лігносульфоната технічного 4% (по твердому) при вологості шихти від 10% до 15% та міцності сирих брикетів від 14 кг/см^2 до 18 кг/см^2;

– для рідкого скла 5% при вологості шихти від 8% до 10% та міцності сирих брикетів від 17 кг/см^2 до 19 кг/см^2.

2. На підставі аналізу та узагальнення отриманих експериментальних даних визначено оптимальні показники брикетування шламів та пилу газоочищення:

– тиск пресування брикетів від 400 кгс/см^2 до 600 кгс/см^2;

– вологість шихти не більше 10%;

– кількість матеріалів, що пов'язують, від 4% до 5 %;

– час сушки сирих брикетів для лігносульфоната технічного становить 15хв. та рідкого скла 25 хв.;

– тривалість випалу брикетів близько 60 хв.

3. Розроблено і рекомендовано до впровадження технологію виплавки феронікелю з частковою або повною заміною руди на нікельвмісні брикети власного виробництва.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

Відомо, що в Україні щороку утворюється близько 1 млрд. т техногенних відходів, у тому числі лише 10-15% використовуються як вторинні ресурси, інші складуються у різних сховищах, погіршуючи цим довкілля і займаючи великі площі земель.

З одного боку процес переробки та утилізації відходів, використання їх у вигляді відносно дешевої сировини для металургійного виробництва можуть дати значне зниження витрат на шихту, підвищення якостей та конкурентоспроможності, а головне зниження собівартості готової продукції. З іншого боку, це допоможе вирішити екологічні проблеми очищення цілих регіонів, де накопичилися величезні техногенні родовища відходів, а також утилізації накопичень відходів. Тим більше, що за масштабами негативного впливу на довкілля чорна металургія посідає 4 місце серед інших галузей промисловості. Більшість відходів (близько 88%), що утворюються на підприємствах галузі, відносяться до V класу небезпеки (інші, переважно, до IV).

4.1 Характеристика потенційно-небезпечних та шкідливих чинників в лабораторних умовах при брикетуванні металевих матеріалів

Робота з брикет-пресом повинна відповідати “Технологічній карті безпечного виконання робіт пресом для пресування металобрухту” (рис. 4.1) [23].

При проведенні досліджень з брикетування металевих матеріалів (зокрема, брикетування шламів та пилу газоочищення феронікелевого виробництва) на працівника лабораторії негативний вплив мають:

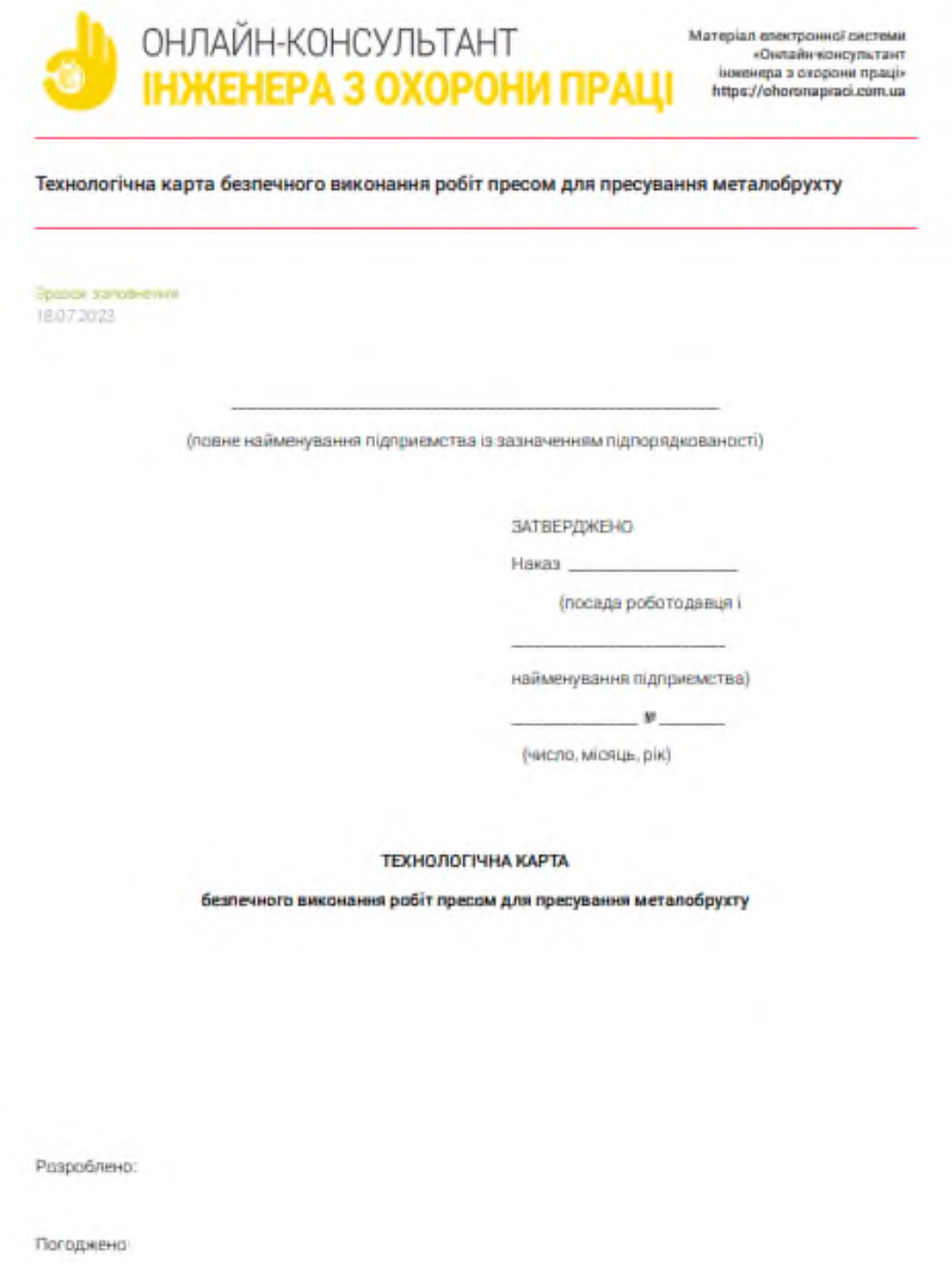
– шум, що перевишує допустимі норми;

– підвищенна температура повітря;

– підвищенний рівень тепловиділення;

– небезпека ураження електричним струмом;

– надмірна запиленність і загазованність повітря та інші. Тому можна зробити висновок, що в лабораторії допустимі умови праці, а категорія напруженості праці – незначна.



ОНЛАЙН-КОНСУЛЬТАНТ
ІНЖЕНЕРА З ОХОРОНИ ПРАЦІ

Матеріал електронної системи
«Онлайн-консультант
інженера з охорони праці»
https://ohoronapraci.com.ua

Технологічна карта безпечного виконання робіт пресом для пресування металобрухту

Зразок заповнення
18.07.2023

_____

(повне найменування підприємства із зазначенням підпорядкованості)

ЗАТВЕРДЖЕНО
Наказ _____
(посада роботодавця і
_____
найменування підприємства)
_____ № _____
(число, місяць, рік)

ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА
безпечного виконання робіт пресом для пресування металобрухту

Розроблено:

Погоджено:

Рисунок 4.1 – Титульний лист “Технологічної карти безпечного виконання робіт пресом для пресування металобрухту” [23]

4.2 Заходи з пожежної та техногенної безпеки

Будівлю, в якій знаходиться лабораторія, по вибуховій і пожежній небезпеці можна віднести до приміщення категорії Д, оскільки в лабораторії є горючі (книги, документи, меблі) і важкоспалимі речі (різне лабораторне устаткування), які при взаємодії з вогнем можуть горіти без вибуху. За конструктивними характеристиками будівлю можна віднести до будівель з несучими та огороджувальними конструкціями з природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону або залізобетону, де для перекриттів допускається використання дерев'яних конструкцій, захищених штукатуркою або важко горючими листовими, а також плитковими матеріалами. Отже, ступінь вогнестійкості будівлі можна визначити як третю (III).

Причинами виникнення пожежі в лабораторії можуть бути:

– несправності електропроводки, розеток і вимикачів, які можуть призвести до короткого замикання або пробою ізоляції;

– використання пошкоджених (несправних) електроприладів.

Пожежна безпеку лабораторії забезпечується відповідно до ГОСТ 12.1.004-91 та ДБН В.1.1.7-2016 системою запобігання пожежі, протипожежної захисту та організаційно-технічними заходами.

Для гасіння пожеж застосовують вогнегасники ВВК-1,4 (ОУ-2) в кількості 3 шт.(рис. 4.2), пожежний інвентар (покривало з негорючого теплоізоляційного полотна, ящики з піском (рис. 4.3), бочки з водою, пожежні відра, совкові лопати); пожежний інвентар (багри, ломи, сокири та ін.) .



Рисунок 4.2 – Вогнегасник вуглекислотний типу ВВК-1,4 (ОУ-2) [24]

Особливу увагу необхідно приділяти евакуації людей з приміщень. Евакуація проводиться по заздалегідь спланованих шляхах.

Для зниження небезпеки поразки людини електричним струмом треба проводити такі заходи технічного характеру:

– всі металеві конструкції і окремі частини устаткування лабораторії, доступні для доторку людини повинні підлягатися зануленню (захисне заземлення неефективне);

– забезпечувати безперервність ланцюга від кожної корпусу електроустановки до нейтралі джерела;



Рисунок 4.3 – Ящик для піску з дозатором [25]

– додатково застосовувати повторне заземлення нульового дроту із метою зниження потенціалузануленних корпусів і напруження доторку;

– проводити періодичний контроль ізоляції не рідше разу на рік виміром її активного опору під час випробування підвищеним напругою протягом 1 хв..

Організаційні заходи відповідно до ДБН В.1.1.7-2016 наступні:

– треба використовувати плакати наочної агітації;

– треба забезпечити нормальний режим праці та відпочинку робочим: час безперервної роботи трохи більше 4-х годин; десятьох хвилинні перерви через щогодини роботи [26]-[29]

Правильна евакуація персоналу лабораторії з будівель під час пожежі дуже важлива, щоб уникнути тисняви і паніки. Тому розробка плану евакуації (рис. 4.4) має конкретні вимоги. Виготовлення планів евакуації регламентується відповідно до ДСТУ 12.2.143-2009.

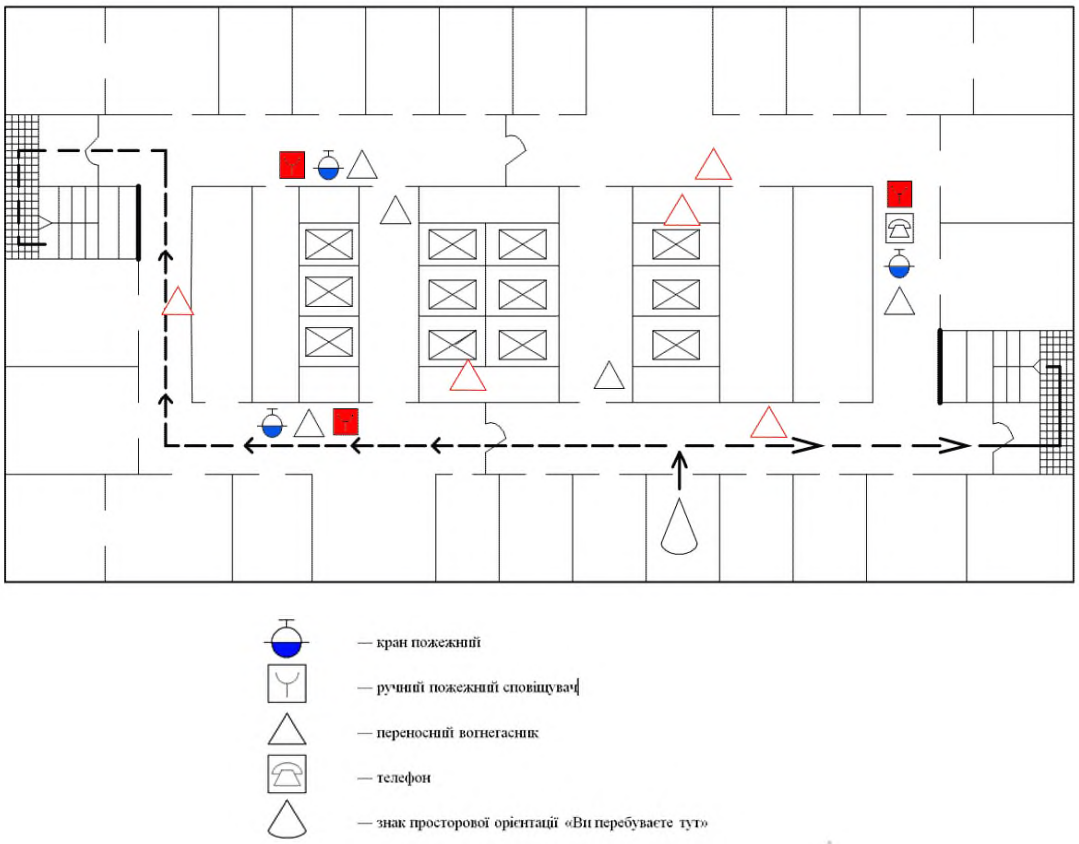


Рисунок 4.4 – Зразок плану евакіації персоналу з n-го поверху [30]

Безпосередньо на графічній частині плану евакуації зазначаються маршрути руху, евакуаційні виходи (сходові клітки, зовнішні відкриті сходи, виходи безпосередньо назовні), а також умовне графічне позначення у вигляді символів місць розташування кнопок ручних пожежних сповіщувачів, телефонних апаратів, первинних засобів пожежогасіння. На об'єктах з масовим перебуванням людей (50 і більше людей) на додаток до схематичного плану повинна бути розроблена інструкція, що визначає дії персоналу по забезпеченню безпечної й швидкої евакуації людей, за якою, не рідше одного разу в півріччя, повинні проводитися практичні тренування всіх задіяних для евакуації працівників [26].

4.3 Природне та штучне освітлення

Поліпшення освітленості сприяє поліпшенню працездатності навіть у тих випадках, коли процес праці практично не залежить від зорового сприйняття. 90 % інформації людина отримує через органи зору. Світло впливає на обмін речовин, серцево-судинну систему, нервово-психічну сферу. Раціональне освітлення сприяє підвищенню продуктивності праці, його безпеки. При недостатньому освітленні і поганому його як відбувається швидке втомлення зорових аналізаторів, підвищується травматичність. Дуже висока яскравість викликає порушення функції очі.

Виробниче освітлення буває:

– природним (обумовлено прямими сонячними променями і розсіяним світлом небозводу, змінюється в залежності від географічної широти, часу доби, ступеня хмарності, прозорості атмосфери) (рис. 4.5);

– штучним (створюється штучними джерелами світла (лампа розжарювання і т. д.) застосовується при відсутності або нестачі природного) (рис. 4.6).

Природне і штучне освітлення нормується залежно від характеристики зорової роботи, найменшого розміру об’єкта розрізнення, фону контрасту

об'єкта з фоном. Для природного освітлення нормується коефіцієнт природного освітлення (КПО), причому для бічного освітлення нормується мінімальне значення КПО, а для верхнього та комбінованого - середнє значення.



Рисунок 4.5 – Приклад природного освітлення в процесі брикетування матеріалів

Освітленість на робочому місці повинна відповідати:

– характеру зорової роботи;

– рівномірному розподілу яскравості на робочій поверхні та відсутності різких тіней;

– величині освітлення постійна у часі (відсутність пульсації світлового потоку);

– оптимальній спрямованості світового потоку і оптимальний спектральний склад;

– всі елементи освітлюваних установок повинні бути довговічні, вибухо-, пожежо-, электробезпечні.



Рисунок 4.6 – Приклад лампи, що використовується для штучного освітлення в процесі брикетування матеріалів [33]

При встановленні норми освітленості необхідно враховувати: розмір об’єкта розрізнення, контраст по проекту з фоном і характер фону. На підставі цих даних визначається норма освітленості. Так, наприклад, для на рис. 4.7 представлено освітлення робочих місць працівників бухгалтерії чи відділу по підбору персоналу.

При виборі джерел штучного освітлення повинні проконсультувати їх електричні, світотехничні, конструктивні, експлуатаційні та економічні показники. На практиці використовуються два види джерел освітлення: лампи розкалювання і газорозрядні. Лампи розкалювання прості по конструкції, мають швидкісне розгортання. Але світлова віддача їх (кількість випромінюваного світла на одиницю споживаної потужності) низькая – від 13 л/вт – до 15 л/вт; у галогенних – від 20 л/вт до 30 л/вт, але термін служби невеликий. Газорозрядні лампи мають світлову віддачу від 80 л/вт до 85 л/вт, а натрієві лампи від 115 л/вт до 125 л/вт і термін служби від 15 тис. годин до 20 тис.годин, вони можуть забезпечити будь-який спектр. Недоліками газорозрядних ламп є необхідність спеціального пускорегулюючого апарату, тривалий час розгортання, пульсація світового потоку, нестійка робота при температурі нижче 0 ºС .

Освітлення приміщень і робочих місць відповідає вимогам СП 52.13330.2016. Лабораторія відноситься до VIII розряду зорових робіт. Для VIII розряду значних робіт коефіцієнт природного освітлення рівний 0,5 %. Фактично коефіцієнт природного освітлення рівний 0,55 %, що вище за норму. Штучне освітлення приміщення лабораторії забезпечується люмінесцентними лампами ЛБ80-4. Нормативна освітленість робочої поверхні для VIII розряду значних робіт складає 50 Лк. Фактично ця вимога виконується. Для аварійного освітлення застосовують лампи розжарювання, потужністю 15 Вт, з світловим потоком 180 Лм, напругою 36 В и 12 В. Освітленість коридорів і допоміжних приміщень (вмивальні, вбиральні і т.д.), а також сходів складає 30 Лк. Природне освітлення в світлий час доби здійснюється через вікна [26] – [29], [31], [32].

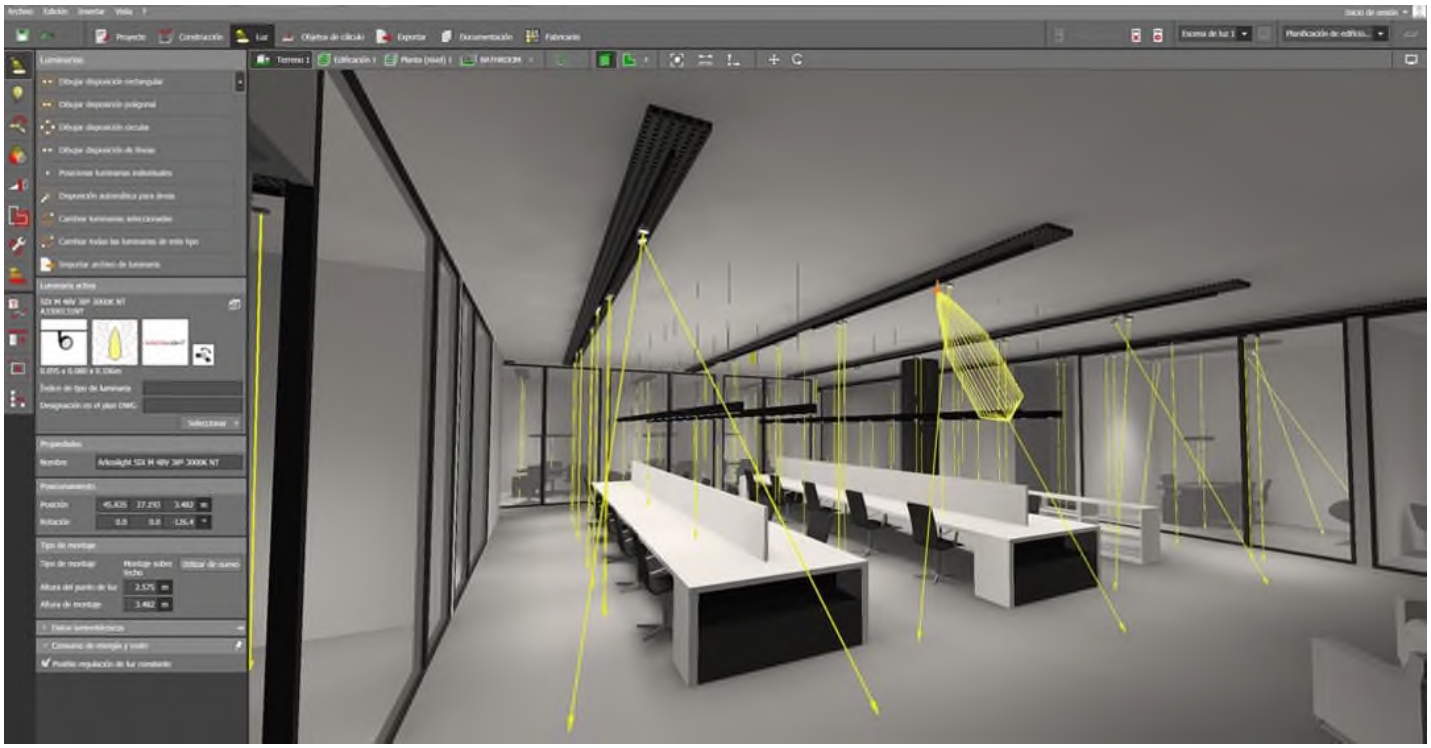


Рисунок 4.7 – Приклад розташування ламп для штучного освітлення [34]

4.4 Висновки

1. При проведенні досліджень з брикетування металевих матеріалів (зокрема, брикетування шламів та пилу газоочищення феронікелевого виробництва) проаналізовано потенційно-небезпечні та шкідливі чинники в лабораторних умовах. Встановлено, що в лабораторії допустимі умови праці, а категорія напруженості праці – незначна, тобто умови праці в лабораторії не призводять до зростання захворюваності з втратою працездатності та проявом початкових ознак професійної патології.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Проаналізовані сучасні види брикет-пресів, призначені для пресування чорних та кольорових металів та сплавів:

– брикет-прес для металевої стружки типу Y83-315;

– гідравлічний брикет-прес типу ENERPAT BM-160;

– прес-підбирач металобрухту типу N-SERIES NTB;

– брикет-прес типу LINDEMANN EtaBriq;

– брикет-прес типу RUF 11-22;

– гідравлічний брикет-прес типу Y83-630;

– гідравлічний брикет-прес типу ENERPAT SMB-F250B;

– гідравлічний прес-пакувальник серії TITAN Y81 та інші.

2. Встановлено, що оптимальна витрата матеріалів, що пов'язують, для брикетування шламів та пилу газоочищення феронікелевого виробництва на ТОВ “Побузький феронікелевий комбінат” складає:

– для водного розчину лігносульфоната технічного 4% (по твердому) при вологості шихти від 10% до 15% та міцності сирих брикетів від 14 кг/см^2 до 18 кг/см^2;

– для рідкого скла 5% при вологості шихти від 8% до 10% та міцності сирих брикетів від 17 кг/см^2 до 19 кг/см^2.

3. На підставі аналізу та узагальнення отриманих експериментальних даних визначено оптимальні показники брикетування шламів та пилу газоочищення:

– тиск пресування брикетів від 400 кгс/см^2 до 600 кгс/см^2;

– вологість шихти не більше 10%;

– кількість матеріалів, що пов'язують, від 4% до 5 %;

– час сушки сирих брикетів для лігносульфоната технічного становить 15хв. та рідкого скла 25 хв.;

– тривалість випалу брикетів близько 60 хв.

4. Розроблено і рекомендовано до впровадження технологію виплавки

феронікелю з частковою або повною заміною руди на нікельвмісні брикети власного виробництва.

5. При проведенні досліджень з брикетування металевих матеріалів (зокрема, брикетування шламів та пилу газоочищення феронікелевого виробництва) проаналізовано потенційно-небезпечні та шкідливі чинники в лабораторних умовах. Встановлено, що в лабораторії допустимі умови праці, а категорія напруженості праці – незначна, тобто умови праці в лабораторії не призводять до зростання захворюваності з втратою працездатності та проявом початкових ознак професійної патології.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Укрметалургпром. URL: https://www.ukrmetprom.org/ (дата звернення: 01.12.2024)

2. Як відбувається процес брикетування і які переваги він має порівняно з іншими методами переробки відходів? URL: https://www.0312.ua/list/411944 (дата звернення: 01.12.2024)

3. Прес для металевої стружки Y83-315. URL: https://presslom.com.ua/ua/p48299411-press-dlya-metallicheskoj.html Детальніше: https://presslom.com.ua/ua/p48299411-press-dlya-metallicheskoj.html (дата звернення: 01.12.2024)

4. Прес гідравлічний для брикетування ENERPAT BM-160. URL: https://presslom.com.ua/ua/p16032261-press-gidravlicheskij-dlya.html (дата звернення: 01.12.2024)

5. N-SERIES NTB Scrap Metal Baler. Robust, reliable and efficient triple-acting baler. URL: https://lindemann-metalrecycling.com/en/machinery/metal-balers/n-series-ntb-scrap-metal-baler (дата звернення: 01.12.2024)

6. LINDEMANN EtaBriq Metal Briquetter. URL: https://lindemann-metalrecycling.com/en/machinery/metal-briquetters/lindemann-etabriq-metal-briquetter#data (дата звернення: 01.12.2024)

7. Прес RUF 11-22. URL: https://rmpbio.ua/katalog/briketuvannya/g%D1%96dravl%D1%96chn%D1%96-presi/ruf-11-22 (дата звернення: 01.12.2024)

8. Прес для брикетування залізної стружки 630 тонн. URL: https://presslom.com.ua/ua/p990370089-press-dlya-briketirovaniya.html (дата звернення: 01.12.2024)

9. Прес для перероблення металолома ENERPAT SMB-F250B. URL: https://presslom.com.ua/ua/p15990278-press-dlya-pererabotki.html (дата звернення: 01.12.2024)

10. Машина для пресування міді. URL:

https://ua.dhbaler.com/baler/metal-baler/copper-baler-machine.html (дата звернення: 01.12.2024)

11. Алюмінієвий прес-підбирач. URL: https://ua.dhbaler.com/baler/metal-baler/aluminum-baler-machine.html (дата звернення: 01.12.2024)

12. Mill Scale Briquetting Machine. URL: https://ua.zhengkeru.com/briquetting-machine/mill-scale-briquetting-machine.html (дата звернення: 01.12.2024)

13. Технологія брикетування. URL: https://briket.com.ua/index.php/uk/tekhnolohiia-bryketuvannia (дата звернення: 01.12.2024)

14. Самойчук К.О., Самохвал В.А. Характеристики використання брикетування в переробній промисловості. Міжнародна науково-практична інтернет-конференція. 2020. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://elar.tsatu.edu.ua/bitstream/123456789/12484/1/24.pdf (дата звернення: 01.12.2024)

15. Особливості технології брикетування. URL: https://treba-solutions.com/osoblyvosti-tehnologiyi-bryketuvannya/ (дата звернення: 01.12.2024)

16. Процес брикетування вугілля за технологією успішного брикетування вугілля. URL: http://ua.dayang-briquettemachine.com/biomass-briquette-press/coal-briquetting-process.html (дата звернення: 01.12.2024)

17. Валковий прес. URL: https://lts.net.ua/ukr/valkovyjj_press.html (дата звернення: 01.12.2024)

18. Устаткування для виробництва брикету. URL: https://lts.net.ua/ukr/breket.htm (дата звернення: 01.12.2024)

19. Бессонов В. С., Воденникова О. С., Галицький Ю. П.. Вплив технологічних чинників пресування на міцності характеристики брикетів з нікельвмісного пилу. *Металургія та енергозбереження як основа сучасної промисловості* : XVI наук.-техн. конф. студентів, магістрантів, аспірантів і викладачів ЗДІА (Запоріжжя, 11–15 квітня 2011 р.). Запоріжжя : ЗДІА, 2011. С. 20.

20. Горобець В. В., Воденнікова О. С., Скачков В. Р. Дослідження оптимальних показників брикетування нікельвмісного пилу. *Збірник наукових праць магістрантів кафедри металургії*. 2017. Вип. 13. С. 131–137.

21. Воденнікова О. С., Воденнікова Л. В. Горобнцб В. В. Вплив витрати матеріалу на характеристики міцності брикетів з нікельвмісного пилу. *Věda a tecnologie: kpok do budoucnosti – 2017* : Materiály XIII Mezinárodní vědecko-pratiká konference (22-28 února 2017 г.). 2017., Volume 8: Fizika. Technické vědy. Zemědělství. Praha. Publishing House "Education and Science". P. 3–5.

22. Воденнікова О. С., Скачков В. О., Горобнць В. В. Дослідження міцності брикетів з нікельвмісного пилу в умовах ТОВ "Побузький феронікелевий комбінат". *Матеріали XXII науково-технічної конференції студентів, магістрантів, аспірантів і викладачів ЗДІА. Металургія як основа сучасної промисловості* (Запоріжжя, 23–27 жовтня 2017 р.). 2017. Том 1. С. 22.

23. Технологічна карта безпечного виконання робіт пресом для пресування металобрухту. URL: https://ohoronapraci.com.ua/examples/657936-tekhnolohichna-karta-bezpechnoho-vykonannya-robit-presom-dlya-presuvannya (дата звернення: 01.12.2024)

24. Вогнегасник вуглекислотний типу ВВК-1,4 (ОУ-2). URL: https://es-101.com/ua/ognetushitel-uglekislotnyjj-ou-2-vognegasnik-vuglekislotnijj-vvk-14-000013402.html/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=cid_20567731826_search_&utm_content=gid_153062448705_g_c_9194182_674468420613&utm_term=__&gad_source=1&gclid=EAIaIQobChMIlsLCre-NigMV-EKRBR1gSyK7EAQYASABEgIC5vD_BwE (дата звернення: 01.12.2024)

25. Ящик для піску з дозатором URL: https://litolan.ua/ua/product/yashchik-dlya-psku-z-dozatorom/?srsltid=AfmBOoqN0JAnz1UUaMHaWxShk0NZBF7GlNnJm20v1pZSg62duS3rI6kR (дата звернення: 01.12.2024)

26. Пожарова О. В. Охорона праці : навч. посіб. Одеса, 2022. 86 с.

27. Вахонєва Т. М. Основи охорони праці в Україні : навч. посіб. Київ :

ВД «ДАКОР», 2019. 505 с.

28. Ізгородін В. А.Охорона праці на підприємстві : практич. посіб. з розробки та ведення документації. Київ : Видавництво «ФОРТ», 2019. 440 с.

29. Грибан В. Г., Казначеєв Д. Г., Бойко О. І. Безпека життєдіяльності та охорона праці у схемах : навч. посіб. Дніпро : ДДУВС, 2019. 228 с.

30. Розробка планів евакуації при пожежі. URL: https://antifire.ua/rozrobka-planiv-evakuacii-22 (дата звернення: 01.12.2024)

31. Пістун І. П., Катренко Л. А., Кіт Ю. В. Охорона праці : навч. посіб. з практикумом. Київ : Унівеситетська книга, 2020. 540 с.

32. Левченко О. Г., Полукаров О. І., Зацарний В. В., Полукаров Ю. О., Землянська О. В. Охорона праці та цивільний захист : підручник. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 420 с.

33. Пиловологозахищений світильник Philips WT035C G2 LED40/NW PSU CFW L1200 IP65. URL: https://light-group.com.ua/product/pylovologozahyshhenyj-svitylnyk-philips-wt035c-g2-led40-nw-psu-cfw-l1200-ip65/?gad_source=1&gclid=EAIaIQobChMI9KH9nZeNigMVr4ODBx2MvThwEAAYAyABEgJK9fD_BwE (дата звернення: 01.12.2024)

34. Розрахунок освітлення. URL: https://light-group.com.ua/rozrakhunok-osvitlennia/?gad_source=1&gclid=EAIaIQobChMIjJytjvSNigMVJRCiAx2LTAxrEAAYASAAEgIeo_D_BwE (дата звернення: 01.12.2024)