

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»



Механіко-машинобудівний факультет

Кафедра інжинірингу та дизайну в машинобудуванні

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної роботи на здобуття ступеня бакалавра

студента Пузанова Івана Олеговича

академічної групи 133-21-1

спеціальності 133 Галузеве машинобудування

за освітньо-професійною програмою «Комп'ютерний інжиніринг у машинобудуванні»

з теми «Розробка технічного проєкту привода змішувача барабанного
[REDACTED]»

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Заболотний К.С.			
розділів:				
Конструкторський	Заболотний К.С.			
Експлуатаційний	Заболотний К.С.			

Рецензент				
-----------	--	--	--	--

Нормоконтролер	Заболотний К.С.			
----------------	-----------------	--	--	--

Встановлено, що матеріали даної кваліфікаційної роботи містять чутливу інформацію щодо реальних об'єктів критичної інфраструктури України, зокрема відомості про їх місце розташування, технології роботи, стійкість до аварійних ситуацій та заходи щодо відновлення, у зв'язку з чим такі матеріали не підлягають відкритому оприлюдненню та мають зберігатися відповідно до встановленого режиму.

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

ЗАТВЕРДЖЕНО:
завідувач кафедри
інжинірингу та дизайну
в машинобудуванні

_____ Панченко О.В.
« _____ » _____ 2025 року

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
ступеня бакалавра

студенту _____ Пузанову І.О. _____ академічної групи _____ 133-21-1
спеціальності: _____ 133 Галузеве машинобудування
за освітньо-професійною програмою «Комп'ютерний інжиніринг у машинобудуванні»
з теми «Розробка технічного проєкту привода змішувача барабанного _____»
затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» № 369-с від 14.05.2025 р., додаток №4

Розділ	Зміст	Термін виконання
Конструкторський	На основі виробничих практик розробити технічний проєкт привода змішувача барабанного _____, розробити технічну документацію	30.05.2025
Експлуатаційний	Привести технічні відомості щодо експлуатації машини, розробити заходи з безпечної експлуатації, інструкції з експлуатації, монтажу, технічного обслуговування	06.06.2025

Завдання видано _____ Заболотний К.С.

Дата видачі _____ 05.05.2025 р..

Дата подання до екзаменаційної комісії _____ 16.06.2025 р.

Прийнято до виконання _____ Пузанов І.О.

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 72 сторінки, 14 малюнків, 5 таблиць, бібліографія джерел.

Мета кваліфікаційної роботи: розробка конструкторської документації привода змішувача барабанного [REDACTED].

Об'єкт роботи – механічні процеси, що виникають під час роботи привода змішувача барабанного [REDACTED].

Предмет дослідження – конструктивні параметри привода змішувача барабанного [REDACTED].

У конструкторському розділі описано та проаналізовано поточний стан та проблеми машин для процесів змішування. У програмі SolidWorks розроблено проект барабана змішувача- гранулятора і проведено перевірку міцності лопатей та їх кріплень. Розраховано потужність приводу з урахуванням додаткового моменту від встановлених лопатей.

У експлуатаційному розділі обґрунтовано заходи щодо організації безпечних умов роботи змішувача-гранулятора та дотримання вимог під час встановлення та заміни лопатей.

Практичне значення полягає у розробці комплект конструкторської документації на привода змішувача барабанного [REDACTED]. Конструкція є універсальною та адаптованою під масове виробництво і модернізацію наявного обладнання.

Ключові слова: ЗМІШУВАЧ-ГРАНУЛЯТОР [REDACTED], ПОТУЖНІСТЬ ПРИВОДУ, РАДІАЛЬНА ЛОПАСНА НАСАДКА, ПЕРЕВІРКА МІЦНОСТІ ЛОПАТИ.

Графічна частина проекту складається з 3 аркушів формату А1.

					<i>ІДМБ.РК.25.24.00.00.000.ІЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Реферат</i>	<i>Літера</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Пузанов</i>					3	2
<i>Перевірів</i>		<i>Заболотний</i>				<i>НТУ "ДП" 133-21-1</i>		
<i>Керівник</i>		<i>Заболотний</i>						
<i>Н. Контр.</i>		<i>Заболотний</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Панченко</i>						

Результат перевірки тексту пояснювальної записки на плагіат за допомогою програмного забезпечення StrikePlagiarism.com: унікальність склала 78%. Результати перевірки наведено у додатку.

Представлена кваліфікаційна робота виконана з використанням матеріалів, наданих підприємством [REDACTED], містить інформацію, яка потенційно може представляти комерційну таємницю. Згідно із Положенням про систему запобігання та виявлення плагіату у Національному технічному університеті «Дніпровська політехніка» (зі змінами та доповненнями, затвердженими Вченою радою НТУ «Дніпровська політехніка» від 26.03.2019) кваліфікаційна робота бакалавра у такому разі повинна зберігатись в електронному архіві кафедри.

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

					<i>ІДМБ.РК.25.24.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

Вступ.....

1 Конструкторський розділ

1.1 Загальні відомості про процеси змішування-гранулятора 9

1.1.1 Схеми потоків та склад механічного обладнання фабрик з виробництва агломерату та котунів 9

1.1.2 Основні вимоги до якості агломерату і котунів 15

1.1.3 Змішування, зволоження та обгортання шихти 21

1.2 Розрахунок параметрів модернізації змішувача- гранулятора 22

1.2.1 Технічні характеристики змішувача-окомкователя барабанного фрикційного [REDACTED] 22

1.2.2 Визначення геометричних параметрів лопатей 23

1.2.3 Визначення критичної частоти обертання барабана 24

1.2.4 Визначення маси шихти в барабані, на лопаті, коефіцієнта заповнення барабана 24

1.2.5 Визначення відстані від центру мас шихти до центру барабана 28

1.3 Розрахунок необхідної потужності приводу змішувача-гранулятора [REDACTED] з урахуванням лопатевих насадок 31

1.3.1 Визначення маси барабана з футеруванням і лопатями 31

1.3.2 Визначення моменту для компенсації зміщення центру мас шихти в барабані 32

1.3.3 Визначення навантажень, що діють на опори барабана 33

1.3.4 Визначення моменту опору обертанню барабана і потужності приводу змішувача-гранулятора 35

1.4 Перевірка міцності лопатей та їх кріплень..... 38

1.4.1 Розрахунок лопаті на міцність..... 38

					<i>ІДМБ.РК.25.24.00.00.000.ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Пузанов</i>			<i>Зміст</i>	<i>Літера</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушіє</i>
<i>Перевірів</i>		<i>Заболотний</i>					1	3
<i>Керівник</i>		<i>Заболотний</i>				<i>НТУ "ДП"</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Заболотний</i>				<i>133-21-1</i>		
<i>Затверд.</i>		<i>Панченко</i>						

1.4.2 Розрахунок кріплень лопатей на міцність	41
1.4.3 Футерування лопатей	43
1.5 Висновки по конструкторському розділу.....	45
2 Експлуатаційний розділ.....	
2.1 Експлуатаційний підрозділ	
2.2 Безпека конструкції машини та її експлуатації.....	
2.2.1 Вимоги санітарних норм до санітарно-побутових приміщень. Санітарні норми на людину (об'єм та площа приміщення).....	
2.2.1.1 Загальні вимоги	
2.2.1.2 Водопостачання та каналізація.....	
2.2.1.3 Приміщення санітарно-побутові, громадського харчування та пункти охорони здоров'я	
2.2.2 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів.....	
2.2.3 Інженерно-технічні заходи боротьби з цими факторами.....	
2.2.3.1 Розміщення обладнання, машин, механізмів та деталей	
2.2.3.2 Освітлення робочих місць згідно з санітарними нормами	
2.2.3.3 Вентиляція та її здійснення.....	
2.2.3.4 Шуми та вібрації	
2.2.3.5 Електробезпека – інженерні заходи (захисне заземлення – його величина).....	
2.2.3.6 Пожежна безпека. До якої категорії вибухопожежної безпеки належить об'єкт. Засоби пожежогасіння.....	
2.2.3.7 Техніка безпеки при ремонтно-монтажних, зварювальних роботах, а також при роботі на різних верстатах	
2.2.3.8 Індивідуальні засоби захисту.....	
2.3 Висновки за розділом.....	
Висновки	
Перелік посилань.....	
Додаток А Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи	
Додаток Б Специфікації до складальних креслеників	

					<i>ІДМБ.РК.25.24.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток В Презентація кваліфікаційної роботи

Додаток Г Результати перевірки на плагіат

Додаток Д Витяг з протоколу засідання кафедри ІДМБ щодо апробації
кваліфікаційної роботи

Додаток Ж Відгук керівника кваліфікаційної роботи.....

Додаток І Відгук нормоконтролера.....

					<i>ІДМБ.РК.25.24.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Актуальність. Технологія переробки з корисними копалинами зумовлює те, що у багатьох випадках кінцевий продукт збагачення виходить у вигляді дрібних, а в деяких випадках і у вигляді пилоподібних матеріалів. У той самий час споживачі продуктів збагачення вимагають кінцевий продукт як окускованого матеріалу (агломерат, брикети, котуни).

Однією з технологічних операцій при оздобленні продуктів збагачення є змішування шихти в однорідну масу. Класично, шихта готувалася для всієї фабрики в барабанному змішувачі, а потім розподілялася по грануляторам.

Зараз на збагачувальних підприємствах експлуатуються машини, які містять у собі дві технологічні операції: змішування та гранулювання. Якість змішування в даному випадку не завжди виявляється достатньою, і іноді призводить до виникнення негабаритних котунів, так званих «валунів». Тому робота, спрямована на модернізацію змішувача-гранулятора з метою підвищення якості змішування шихти є актуальною.

Мета кваліфікаційної роботи: розробка конструкторської документації привода змішувача барабанного [REDACTED].

Об'єкт роботи – механічні процеси, що виникають під час роботи привода змішувача барабанного [REDACTED].

Предмет дослідження – конструктивні параметри привода змішувача барабанного [REDACTED].

Практичне значення полягає у розробці комплект конструкторської документації на привода змішувача барабанного [REDACTED]. Конструкція є універсальною та адаптованою під масове виробництво і модернізацію наявного обладнання.

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

ІДМБ.РК.25.24.0

Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Пузанов				ВСТУП	Літера	Аркуш	Аркуші
Перевірів	Заболотний						1	2
Керивник	Заболотний					НТУ "ДП" 133-21-1		
Н. Контр.	Заболотний							
Затвердив	Панченко							

РОЗДІЛ 1 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ

1.1 Загальні відомості про процеси змішування- гранулювання

1.1.1 Схеми потоків та склад механічного обладнання фабрик з виробництва агломерату та котунів

Агломераційні фабрики зазвичай розташовують безпосередньо на металургійних заводах. Це пов'язано з необхідністю використання під час виробництва агломерату великого обсягу побічних продуктів і відходів металургійного виробництва, а також через складність логістики готового продукту, пов'язану з його фізико-механічними властивостями.

Агломераційна технологія передбачає утилізацію колошникового пилу (відходу доменного виробництва), окалини з нагрівальних і термічних печей, а також дрібного коксу, отриманого внаслідок сортування у доменних і коксохімічних цехах. При розташуванні аглофабрики на металургійному заводі відпадає потреба у транспортуванні цих матеріалів. Додатковим фактором інтеграції є можливість використання доменного та коксового газів як палива для запалювання агломераційної шихти.

Офлюсований агломерат під час транспортування на значні відстані та багаторазового перевантаження руйнується, що спричиняє утворення значної кількості некондиційного відсіву (дрібною фракції). Розташування аглофабрики біля доменного цеху дозволяє транспортувати агломерат стрічковими конвеєрами. Такі фабрики функціонують як багатокомпонентні виробничі об'єкти, архітектура яких безпосередньо залежить від обраної схеми окискування компонентів шихти.

Структура типової агломераційної фабрики включає такі основні підрозділи: відділення вагоноперекидачів та приймальних бункерів; корпуси

					<i>ІДМБ.РК.25.24.00.00.000.ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>	<i>Пузанов</i>				<i>Конструкторский розділ</i>	<i>Літера</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркуші</i>
<i>Перевіриє</i>	<i>Заболотний</i>						1	
<i>Керівник</i>	<i>Заболотний</i>					<i>НТУ "ДП"</i>		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Заболотний</i>					<i>133-21-1</i>		
<i>Затверд.</i>	<i>Панченко</i>							

подрібнення палива, дроблення та сортування флюсів; відділення шихтових бункерів; дільниці змішування та гранулювання; а також корпуси спікання, охолодження, подрібнення та сортування агломерату. Завершують технологічний цикл газоочисні установки та відділення ексгаустерів..

Переміщення шихти між технологічними вузлами аглофабрики реалізується за допомогою розгалуженої мережі стрічкових конвеєрів, що включає спеціалізовані перевантажувальні станції.

Загальну апаратурно-технологічну схему агломераційної фабрики, оснащеної стрічковою машиною та прямолінійним охолоджувачем, представлено на рисунку 1.1.

Шихтові матеріали, які постачають на аглофабрику в залізничних вагонах, розвантажують у приймальні бункери (2) за допомогою роторних вагоперекидачів (1). Контроль маси вхідної сировини здійснюється залізничними вагами, встановленими перед розвантажувальною позицією.

У зимовий період аглоруда та концентрати з природною вологістю схильні до змерзання під час тривалого транспортування. Це зумовлює ускладнення розвантажувальних операцій і потребує додаткових витрат на спорудження та експлуатацію систем розморожування (теплеків).

Із приймальних бункерів сировина за допомогою пластинчастих або електровібраційних живильників спрямовується на стрічкові конвеєри. Через систему перевантажувальних вузлів матеріали потрапляють у розподільне відділення, яке забезпечує їх транспортування до усереднювальних складів або безпосередньо на стадії змішування та гранулювання.

Пошарове формування штабелів (3) на усереднювальних складах здійснюється за допомогою стрічкових конвеєрів (4), оснащених саморозвантажувальними візками або спеціалізованими штабелеукладачами. Такий підхід забезпечує гомогенізацію складу шихти.

					<i>ІДМБ.РК.25.24.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

транспортування до відділення шихтових бункерів. Традиційні системи конвеєрного формування штабелів, розповсюджені на багатьох діючих підприємствах, часто не забезпечують цільового рівня гомогенізації сировинної суміші. Склади великої місткості на сучасних агломераційних об'єктах оснащують високоефективним усереднювальним обладнанням. До таких технічних рішень належать, наприклад, штабелеукладачі типів Ш2К-750 та Ш1КП-1000, двороторні забірники У2Р-600 або універсальні машини МПЗУ-1250/750. Паливо та вапняк зі складів направляються стрічковими конвеєрами на дроблення та подрібнення. Для подрібнення вапняку застосовують молоткові дробарки (наприклад, серії ДМРІЕ), які функціонують у замкнутому циклі з грохотами (позиції 9 та 10 відповідно). У певних технологічних схемах вапняк подрібнюють у дві стадії: попереднє дроблення у молоткових дробарках до крупності 0–8 мм із наступним подрібненням у кульових млинах до фракції менше 3 мм.

Всі шихтові матеріали, підготовлені за гранулометричним складом, надходять у відділення шихтових бункерів. Приймальні бункери (позиція 11) місткістю 70–100 м³ компонують рядами, кількість яких відповідає кількості агломераційних машин на підприємстві. Кількість ємностей для кожного компонента залежить від рецептури шихти, призначеної для спікання. Згідно з типовими проектними рішеннями, для зберігання залізородних концентратів та аглоруди зазвичай виділяють вісім-дев'ять бункерів, для флюсів — чотири-п'ять, а для паливних компонентів — три-чотири одиниці.

Технологічна схема передбачає також наявність бункерів для повернення, окалини, колошникового пилу та інших добавок. У деяких випадках бункери повернення розміщують безпосередньо у відділенні первинного змішування, куди надходить повернення з агломераційної машини та відсівів зі скіпових ям доменного цеху. У такій схемі передбачається встановлення одного загального бункера місткістю 350 м³, що обслуговує всі агломашини

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

ІДМБ.РК.25.24.00.00

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Шихтові бункери завантажують за допомогою стрічкових конвеєрів, оснащених скидальними візками барабанного типу або пересувними конвеєрами. Компоненти шихти вивантажують із бункерів за допомогою тарілчастих або електровібраційних живильників. Після автоматичного зважування та дозування матеріали потрапляють на збірний стрічковий конвеєр (12) і транспортуються до корпусу первинного змішування.

В агломераційному процесі для змішування шихти застосовують змішувачі барабанного типу.

Підготовлену суміш транспортують до відділення агломерації, де через проміжні бункери вона надходить на вторинне змішування або гранулювання. Зокрема, на фабриках із машинами великої площі (200–400 м²) застосовують барабанні гранулятори типу ОБ-3,2х12,5.

Процеси змішування та гранулювання можуть бути поєднані в одному агрегаті — змішувачі-грануляторі. Варто враховувати, що завантаження в проміжні бункери супроводжується сегрегацією матеріалу, що знижує однорідність шихти за крупністю. Для запобігання сегрегації на сучасних підприємствах відмовляються від використання проміжних бункерів. У таких схемах шихту з барабанного змішувача (13) передають безпосередньо в гранулятор (14) за допомогою стрічкового конвеєра (15).

Підготовлену шихту з гранулятора (або змішувача другої стадії) подають на човниковий стрічковий розподільник. За його допомогою матеріал рівномірно заповнює бункер барабанного живильника агломераційної машини (позиція 16). Перед завантаженням основної шихти на колосникову решітку спікальних візків (палет) укладають захисний шар постілі (фракції готового агломерату). Завантажені візки надходять під запальний горн, де відбувається запалення твердого палива верхнього шару шихти. Під час руху палет агломераційною машиною крізь шар шихти під дією розрідження фільтрується повітря, внаслідок чого зона горіння палива поступово переміщується від верхніх горизонтів до нижніх. У розвантажувальній (хвостовій)

ІДМБ.РК.25.24.00.00.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

готовий спек сходить зі спікальних візків і потрапляє до одновалкової зубчастої дробарки (17). Подрібнений продукт спрямовується на самобалансний грохот (18), де відбувається відсів гарячого повернення крупністю 0–6 мм.

Гаряче повернення подається на збірний конвеєр шихтових бункерів для термічного підігріву компонентів суміші або проходить стадію водяного охолодження в агрегатах барабанного типу (19) з подальшим завантаженням у бункери шихтового відділення. Виділення з гарячого агломерату дрібних фракцій підвищує ефективність роботи охолоджувачів. Однак значні капітальні та експлуатаційні витрати на утримання самобалансних грохотів для гарячого агломерату та барабанних охолоджувачів зумовлюють перегляд технологічних схем. Зокрема, на окремих закордонних підприємствах спостерігається тенденція до відмови від сепарації гарячого повернення на користь охолодження всього обсягу подрібненого продукту.

У сучасній металургійній практиці для зниження температури агломерату використовують три основні типи охолоджувачів: прямолінійні, кільцеві та чашеві. У цих агрегатах шляхом продування або просмоктування повітря крізь шар матеріалу досягається охолодження продукту до температури близько 100°C. Зниження температури агломерату до вказаних значень сприяє подовженню ресурсу транспортного обладнання та покращенню санітарно-гігієнічних умов праці обслуговувального персоналу.

На окремих підприємствах технологічна схема передбачає часткове або повне охолодження агломерату безпосередньо на стрічці агломераційної машини. Після охолодження продукт проходить багатостадійне грохочення для розділення на кондиційний агломерат та повернення.

Для першої стадії грохочення перед етапом вторинного дроблення використовують стаціонарні грохоти (позиція 21), які класифікують агломерат на дві фракції. Надрешітний продукт подрібнюють у двовалкових дробарках (22). На подальших етапах класифікації із застосуванням грохотів самобалансного типу (23) матеріал розділяють на придатний продукт і повернення, також виділяється фракція агломерату для створення шару постілі, яку подають безпосередньо на колосникові решітки спікальних палет.

					<i>ІДМБ.РК.25.24.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Після завершення сортування кондиційний агломерат системою конвеєрів транспортується до доменного цеху або відвантажується у спеціалізовані залізничні вагони (хопери) (24).

Гарячі газы, що виходять при спіканні агломерату, відсмоктуються - нагнітачем (ексгаустером) - 28 через вакуум-камери - 25, газовий колектор - 26, систему пилоочищення - 27 і викидаються в димову трубу – 29.

1.1.2 Основні вимоги до якості агломерату та котунів

Шихтові матеріали, що надходять на аглофабрику, мають відповідати встановленим технічним умовам (ТУ). Кожна партія сировини повинна супроводжуватися паспортом або сертифікатом якості із зазначенням фізико-хімічних показників та маси вантажу.

Контроль якості передбачає візуальний огляд (визначення засміченості сторонніми домішками, грудкуватості флюсів, наявності вільної вологи в концентраті) та лабораторний аналіз відібраних проб. Згідно з регламентом, перевірки на вологість та хімічний склад підлягає не менше 10% кожного виду сировини щомісяця.

У разі невідповідності паспортних даних фактичній якості сировини контролери ВТК складають акт для пред'явлення претензій постачальнику.

Якщо фізичний супровід вантажу сертифікатами неможливий, постачальник забезпечує передачу відомостей про якість продукції за допомогою засобів електронного документообігу.

Забезпечення безперервності технологічного процесу та стабільності якісних показників готового продукту потребує підтримання на складах незнижуваного запасу сировини згідно з чинними нормативами підприємства.

Нормативний технологічний запас сировини має становити:

Концентрату вапнякового

Агломераційної руди

Черепашника

Марганецьвмістних відходів

Вапняку звичайного

Вапняку доломітизованого

					<i>ІДМБ.РК.25.24.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Твердого палива

Для мінімізації флуктуацій фізико-хімічних показників готового агломерату всі компоненти шихти (залізовмісні матеріали, флюси, паливо) мають проходити етап усереднення на складах згідно з технологічними регламентами.

Характеристика вихідних сирих матеріалів.

Концентрат. Основним залізородним матеріалом аглошихти є концентрат мокрого магнітного збагачення; він поставляється комбінату за затвердженими технічними умовами. Концентрат характеризується дрібнозернистою структурою і належить до категорії сировини з низькою здатністю до спікання.

Відбір проб концентрату та руди здійснюють контролери служби якості (ВТК) відповідно до ДСТУ 3195, а вологість матеріалів визначають згідно з методиками, встановленими ДСТУ 3201.

Аглоруда. Другим основним компонентом залізородної частини аглошихти є аглоруда. Для агломераційного процесу використовують руди з крупністю часток до 10 мм. При цьому вміст надрешітної фракції (>10 мм) суворо регламентується і не повинен перевищувати.

Флюси. Як флюсувальні добавки у процесі спікання використовують грудкуваті вапняки (фракція 20–80 мм) виробництва [REDACTED]. Для вапняку марки «Ч» (черепашник) з базовою крупністю 0–3 мм встановлено гранично допустиму верхню межу розміру часток — 5 мм.

Паливо. Як тверде паливо в агломераційному виробництві використовують коксову дрібницю та антрацитовий штиб. Відповідно до нормативних вимог, коксова дрібниця має постачатися з крупністю фракції 0–25 мм.

Аглодобавки. Техногенні відходи металургійного циклу перед надходженням на аглофабрику підлягають попередній підготовці безпосередньо у місцях їхнього утворення для забезпечення відповідності вимогам до агломераційної шихти.

Окалина та зварювальний шлак підлягають сортуванню та подрібненню до фракції не більше 10 мм у спеціалізованому цеху з переробки в

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

ІДМБ.РК.25.24.00.00.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Колошниковий пил зволожується до 8% у доменному цеху.

Шлами, залежно від рівня їхньої вологості, спрямовуються під естакаду рудного двору для тимчасового зберігання та природного зневоднення. Хімічний склад сировини контролюється шляхом відбору однієї усередненої проби масою не менше 1 кг, що здійснюється фахівцями відділу технічного контролю (ВТК) щодобово.

Пробовідбір здійснюється ручним способом безпосередньо в місцях складування сировини. Технологічний регламент передбачає роздільний відбір шламів із Волонтерівського та сталеплавильного накопичувачів; при цьому суворо забороняється відбір змішаних проб шламу з відсівом.

Виробництво та використання вапна. Використання вапна, отриманого внаслідок декарбонізації вапняку, виступає ефективним чинником інтенсифікації агломерації. Додавання вапна сприяє підсушуванню концентрату, що забезпечує точність його розподілу в дозувальному вузлі. Крім того, вапно стимулює процес огрудкування концентрату, підвищуючи газопроникність шару шихти, що забезпечує високу питому продуктивність агломераційних машин. Введення вапна до складу шихти дозволяє змістити реакції декарбонізації за межі агломераційної зони, що знижує загальне теплоспоживання процесу та скорочує питомі витрати твердого палива

Якісні показники вапна для агломераційного виробництва:

оксиди кальцію та магнію ($\text{CaO} + \text{MgO}$) акт.%, не менше

оксид магнію (MgO)%, не більше

діоксид кремнію (SiO_2)%, не більше

втрати при прожарюванні (ппп)%, не більше

вміст пального вуглецю (C)%, не більше

крупність понад 10мм, %, не більше

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

Гранулометричний склад суміші вапняків, призначених для випалу, має перебувати в межах 5–12 мм. Оптимальна крупність коксової дрібниці, що використовується як паливо для випалу вапняку, становить 0–6 мм.

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ІДМБ.РК.25.24.00.00.000.ПЗ					

Дозування компонентів шихти для процесу випалу виконується на конвеєрах (зокрема ПШ-11 та ПШ-35) із застосуванням систем автоматичного регулювання заданого співвідношення «вапняк : паливо».

Технологія виробництва вапна на випалювальних машинах КМ-14.

Конвеєрна випалювальна машина КМ-14 конструктивно є рухомою колосниковою решіткою. Вона складається із 72 палет, які з'єднані ланцюговим механізмом і рухаються за допомогою опорних та підтримувальних роликів. Шихту завантажують із накопичувального бункера безпосередньо на палети методом насипу. Запалювання шихти забезпечується водоохолоджуваним горном, оснащеним ежекційним пальником на природному газі. Температурний режим у горні має підтримуватися в межах 950-1100°C. Тиск природного газу перед подачею в горн має підтримуватися на рівні не нижче 1000 Па. Зниження температури нижче встановлених значень є неприпустимим, оскільки це створює ризик зриву полум'я та накопичення вибухонебезпечної газоповітряної суміші. Робочі параметри процесу випалу передбачають витрату природного газу в діапазоні 240–260 м³/год, витрату повітря — 2800–3000 м³/год, а також підтримання розрідження в колекторі спікання на рівні 3,8–4,0 кПа. Швидкість руху палет випалювальної машини варіюється в межах 0,15–0,45 м/хв залежно від гранулометричного складу шихти, висоти шару матеріалу та цільових показників якості готового продукту. Гаряче вапно у розвантажувальній частині машини через тічки надходить на пластинчастий конвеєр, звідки спрямовується до бункера-накопичувача або безпосередньо на конвеєрну систему (позиція ОІ-3,4).

Дозування шихти. Основна мета дозування компонентів — стабілізація фізико-хімічних характеристик агломерату відповідно до технологічних вимог. Дозування компонентів шихти здійснюється ваговим способом згідно з чинним розрахунком шихти та технологічними інструкціями.

Контроль точності дозування, який включає періодичне провішування матеріалів, виконується персоналом дільниці за участю представника служби технічного контролю (ВТК). Згідно з регламентом, контрольні заміри здійснюються на початку та в середині зміни, а також у разі корегування заданої продуктивності.

					<i>ІДМБ.РК.25.24.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

1.1.3 Змішування, зволоження та гранулювання шихти

Метою змішування, гранулювання та зволоження шихти є досягнення її хімічної однорідності та створення структури, що забезпечує високу газопроникність шару під час спікання.

Процес підготовки шихти реалізують у два етапи з використанням барабанних змішувачів та грануляторів. Оптимальні швидкісні режими роботи обладнання становлять: для змішувачів первинного змішування — 8–12 об/хв; для грануляторів агломераційних корпусів № 1 та № 2 — 6–7 об/хв.

Оптимальний вміст води в шихті становить 7-8%.

Зволоження шихти здійснюється методом дрібнодисперсного розпилення води за допомогою стисненого повітря безпосередньо в грануляторах. Зі зменшенням середнього розміру часток шихти (зростанням питомої поверхні) необхідно пропорційно збільшувати кількість води для забезпечення оптимальних умов грануляції.

Підсумовуючи, слід зазначити, що якість усереднення та підготовки шихти з дисперсних матеріалів є визначальним чинником стабільності технологічних процесів як у збагаченні корисних копалин, так і у виробництві наплавних матеріалів. Від ступеня гомогенізації шихти безпосередньо залежать якісні показники, стабільність хімічного складу, мікроструктура, а також вихід готового спікального продукту та характеристики наплавленого матеріалу.

1.2 Розрахунок основних геометричних, механічних та енергетичних параметрів барабанного змішувача- гранулятора

1.2.1 Технічні характеристики змішувача-гранулятора барабанного фрикційного

Змішувач-гранулятор барабанний фрикційний ██████████ призначений для змішування, зволоження та часткового обгорткування шихти перед її подачею на агломашину. Дніпроважмаш розробив змішувач-

					<i>ІДМБ.РК.25.24.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

гранулятор, який поєднує 2 операції: змішування і гранулювання тонкоподрібненого рудного концентрату.

Модернізований змішувач-гранулятор має такі паспортні характеристики:

Продуктивність, т/год , не більше

Діаметр барабана, м

Довжина барабана, м

Швидкість обертання барабана, об/хв

Кут нахилу барабана – нерегульований, що забезпечується при встановленні на фундамент, град

Розмір лопаті, м

Діаметр катка, м

Внутрішній діаметр барабана з футеруванням, м; (резинотканева стрічка товщиною 0,01м), м

Маса барабана, кг

Маса футеровки, кг

1.2.2 Визначення геометричних розмірів лопатей

Для визначення маси лопат розглянемо схему їх розташування (рисунок 1.2).

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

					<i>ІДМБ.РК.25.24.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

Рисунок 1.2 - Схема розташування лопатей у барабані змішувача

1.2.3 Визначення критичної частоти обертання барабана

Критична частота обертання забезпечує каскадний режим пересипання шихти.

(1.1)

(1.2)

					ІДМБ.РК.25.24.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

(1.3)

1.2.4 Визначення маси шихти в барабані, лопаті, коефіцієнта заповнення барабана

Визначимо площу сегмента поперечного перерізу барабана, який зайнятий шихтою (рисунки 1.3 і 1.4)

(1.4)

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

(1.5)

					<i>ІДМБ.РК.25.24.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

Рисунок 1.3 - Розташування шихти під час обертанні барабана з лопатевою насадкою

(1.6)

					ІДМБ.РК.25.24.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рисунок 1.4 – Приблизна схема розташування сегмента шихти на лопаті

(1.8)

(1.9)

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

(1.10)

(1.11)

(1.12)

(1.13)

(1.14)

					<i>ІДМБ.РК.25.24.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

· (1.15)

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

(1.16)

(1.17)

У разі барабана з лопатевою насадкою шихта поділяється на основну частину та шихту, що знаходиться в момент руху на лопатях. Вивчивши рух шихти, враховуючи, [REDACTED], можна помітити, що в кожен момент часу в барабані знаходяться приблизно 2 навантажених лопаті. Тому надалі, під час розрахунку враховуватимемо масу шихти на 2-х лопатях.

Визначимо площу основної частини шихти з урахуванням шихти, що знаходиться на лопатях у момент руху барабана:

(1.18)

					<i>ІДМБ.РК.25.24.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

(1.19)

(1.20)

1.2.5 Визначення відстані від центру мас шихти до центру барабана

Запишемо формулу для розрахунку площі сегмента, до якої входить величина кута поперечного перерізу барабана, який необхідно знайти :

(1.21)

					<i>ІДМБ.РК.25.24.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

(1.22)

Для визначення центрального кута поперечного перерізу барабана, що спирається на сегмент із шихтою, вирішується рівняння за допомогою функції root у програмі MathCad

(1.23)

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

(1.24)

					<i>ІДМБ.РК.25.24.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рисунок 1.5 - Відстань від центру мас шихти до центру камери

1.3 Розрахунок необхідної потужності приводу змішувача-гранулятора СБФ 2,8×10 з урахуванням лопатевих насадок

1.3.1 Визначення маси барабана з футеруванням та лопатями

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

(1.25)

(1.26)

					<i>ІДМБ.РК.25.24.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

(1.27)

(1.28)

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

1.3.2 Визначення моменту компенсації зміщення центру мас шихти в барабані

Визначимо момент необхідний компенсації усунення центру маси шихти

(1.29)

					<i>ІДМБ.РК.25.24.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

(1.30)

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

(1.31)

(1.32)

					<i>ІДМБ.РК.25.24.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

1.3.3 Визначення навантажень, що діють на опори барабана

Опорна система барабана складається з опорних та центруючих опор та бандажів, що перекочуються по катках.

Центруючі (опорні) катки утримують барабан від поздовжнього сповзання, при його куті 2...3 ° для переміщення шихти. На етапі оцінки параметрів змішувача- гранулятора виходимо з припущення, що барабан горизонтальний і все вагове навантаження зосереджується на опорних катках (рисунок 1.6)

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

Рисунок 1.6 – Розрахункова схема змішувача-гранулятора

Сила тиску на кожну з чотирьох каткових опор від маси барабана визначається:

(1.33)

					ІДМБ.РК.25.24.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

Виходячи з рисунка можна припустити, що при роботі змішувача-гранулятора сила тиску від маси шихти, яка прикладається до однієї пари опор

(1.34)

Силу тиску на каткові опори №1 та №2 визначаємо:

1.3.4 Визначення моменту опору обертанню барабана та потужності приводу змішувача-гранулятора

Момент опору обертанню барабана складається з таких складових:

(1.35)

					<i>ІДМБ.РК.25.24.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

(1.36)

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

(1.37)

(1.38)

					<i>ІДМБ.РК.25.24.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

(1.39)

(1.40)

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

(1.41)

(1.42)

(1.43)

					<i>ІДМБ.РК.25.24.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

(1.44)

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

1.4 Проектування тривимірної моделі живильника

1.5 Висновки по конструкторському розділу

1. Викладено загальні відомості щодо фабрики огрудкування, описані основні її технологічні процеси та вимоги до якості окатишів.

					<i>ІДМБ.РК.25.24.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

*Рисунок 1.7 – Розроблені кресленики привода змішувача барабанного
СБФ 2,8×10*

					ІДМБ.РК.25.24.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Описано процеси, що відбуваються в змішувачі-грудкувачі: змішування й огрудкування.

3. Виконано розрахунки: визначено геометричні розміри змішувача барабанного; визначено необхідну потужність приводу змішувача.

4. Розроблено технічний проєкт приводу змішувача барабанного. Розроблено твердотільну модель барабана змішувача-грудкувача. Розроблено складальні і робочі креслення царга.

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

					<i>ІДМБ.РК.25.24.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2 ЕКСПЛУАТАЦІЙНИЙ

2.1 Експлуатаційний підрозділ

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

					<i>ІДМБ.РК.25.24.00.00.000.ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Експлуатаційний</i> <i>розділ</i>	<i>Літера</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розробив</i>		<i>Пузанов</i>						
<i>Перевірів</i>		<i>Заболотний</i>						
<i>Керівник</i>		<i>Заболотний</i>						
<i>Н. Контр.</i>		<i>Заболотний</i>						
<i>Затвердив</i>		<i>Панченко</i>						
						<i>НТУ "ДП"</i> <i>133-21-1</i>		

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

					<i>ІДМБ.РК.25.24.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

2.2 Безпека конструкції машини та її експлуатації

2.2.1 Вимоги санітарних норм до санітарно-побутових приміщень. Санітарні норми на людину (об'єм та площа приміщення)

2.2.1.1 Загальні вимоги

Об'єм та площа виробничого приміщення на одного працюючого відповідають нормативним показникам і становлять 18 м³ та 5 м² відповідно. Висота приміщення від рівня підлоги до низу конструкцій перекриття становить 2,5 м, що узгоджується з вимогами. Оздоблення стін виконано лакофарбовими матеріалами, що відповідають чинним санітарно-гігієнічним вимогам та рекомендаціям щодо колірного оформлення виробничих середовищ. Система природної вентиляції передбачає наявність віконних стулок, площа яких становить 0,2 % від загальної площі приміщення, що забезпечує необхідну кратність повітрообміну згідно з діючими нормативами. Конструкція віконних систем дозволяє виконувати технічне обслуговування (очищення та ремонт) зовнішніх поверхонь безпосередньо з внутрішнього простору приміщення.

2.2.1.2 Водопостачання та каналізація

Взабезпечення виробничих та господарсько-питних потреб водою здійснюється шляхом підключення до централізованої міської мережі або через використання альтернативних джерел водопостачання. Вибір джерел водопостачання та гігієнічні вимоги до якості води для господарсько-побутових потреб регламентуються положеннями ДСанПіН 2.2.4-171-10 та іншими актуальними державними нормативами.

					<i>ІДМБ.РК.25.24.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Питне водопостачання персоналу організовано через питні фонтанчики або баки фонтанного типу. Відповідно до санітарних вимог, вони розташовані на відстані не більше 75 м від робочих місць. Температура питної води підтримується в межах ...°С. Для постачання питної газованої води встановлені сатуратори. Контроль якості питної води здійснюється шляхом хіміко-бактеріологічного аналізу не рідше одного разу на місяць для підтвердження її відповідності санітарним стандартам. Проектна потужність системи питного водопостачання розрахована виходячи з норми 3 л на добу на одного працівника при максимальній чисельності персоналу в зміні. Відведення стічних, промивних та господарсько-побутових вод забезпечується системами каналізації, що інтегровані в загальноміську мережу або підключені до локальних очисних споруд. Умови скидання стічних вод у водні об'єкти регламентуються актуальними нормами охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами.

2.2.1.3 Приміщення санітарно-побутові, громадського харчування та пункти охорони здоров'я

Санітарно-побутові приміщення, об'єкти громадського харчування та пункти охорони здоров'я на підприємстві спроектовані згідно з вимогами ДБН В.2.2-28:2010 «Будинки адміністративного та побутового призначення. Допоміжні блоки розташовані у прибудовах до основних корпусів і сполучені з виробничими зонами через систему критих переходів або коридорів.

Побутові приміщення існуючих об'єктів розміщені в напівпідвальних поверхах за наявності в них вентиляції з механічним збудженням. Для персоналу, що працює в неопалюваних приміщеннях, допускається розміщення санітарно-побутових вузлів у сусідніх будівлях, за умови дотримання нормативних вимог щодо довжини пішохідного шляху. У цих випадках переходи не облаштовують. Санітарний стан побутових приміщень підтримується шляхом регулярного прибирання та дезінфекції згідно з графіком санітарного обслуговування підприємства. Відповідно до принципу роздільного користування, побутові блоки для чоловіків та жінок укомплектовані гардеробними, душовими та іншими необхідними санітарно-гігієнічними приміщеннями, приміщення для особистої гігієни жінок тощо.

					<i>ІДМБ.РК.25.24.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Побутові приміщення необхідно утримувати в чистоті та регулярно дезінфікувати.

Гардеробні приміщення слід обладнувати закритими подвійними шафами для роздільного зберігання вуличного та спеціального одягу. Кількість місць і полиць має відповідати загальній чисельності персоналу в усіх змінах.

Згідно з нормами проектування побутових приміщень, кількість душових сіток визначається з розрахунку одна одиниця на 5 осіб у найбільш чисельній зміні. Аналогічно, умивальні мають бути обладнані змішувачами гарячої та холодної води з розрахунку один кран на 20 працюючих.

Облаштування та пропускна здатність приміщень для особистої гігієни жінок розраховуються на основі чисельності жіночого персоналу в найбільш зміні.

Технологічна схема обслуговування засобів індивідуального захисту має включати дільниці для знепилювання, прання, сушіння та ремонту спецодягу. Зокрема, розрахункова площа приміщень для сушіння та знепилювання становить 9,5 м².

Пристрої питного водопостачання у виробничих зонах розміщують на відстані не більше 75 м від робочих місць. Їхню кількість розраховують виходячи з норми: один пристрій на 100 працюючих.

Ширина тротуарів для пересування персоналу має становити не менше 1,6 м. У місцях, де вихід із будівлі розташований перпендикулярно до залізничної колії, передбачають огорожувальні бар'єри завдовжки по 6 м у кожен бік від виходу для гарантування безпеки. Також на території підприємства функціонує пункт охорони здоров'я.

Кількість індивідуальних шаф у гардеробних повинна відповідати обліковому складу працівників. Згідно з ергономічними вимогами, параметри шаф становлять: висота — 1650 мм, глибина — 500 мм, ширина — від 250 до 330 мм; відстань між рядами має бути не менше 2 м. У верхній та нижній частині шаф передбачають вентиляційні отвори. Для персоналу передбачається роздільне зберігання вуличного (домашнього) та спеціального робочого одягу в окремих шафах (або подвійних шафах) відповідно до санітарно-гігієнічних вимог.

					<i>ІДМБ.РК.25.24.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Душові приміщення обладнують кабінами, кількість яких визначається з розрахунку 3–5 осіб на одну кабінку в найбільш чисельній зміні. Відповідно до стандартів, мінімальні розміри кабіни становлять 0,9×0,9 м. Душові оснащують змішувачами холодної та гарячої води, а також переддушовими кімнатами, обладнаними лавами та вішалками

Пропускна здатність умивальних розраховується за нормою: один змішувач на 20 осіб у зміні. Вбиральні розташовують таким чином, щоб відстань до них від робочих місць у межах будівлі не перевищувала 75 м, а на території підприємства — 150 м. Вбиральні обладнують тамбурами з samozакривними дверима та умивальниками.

Тип об'єкта громадського харчування обирається залежно від чисельності персоналу в зміні: їдальні (понад 200 осіб), буфети (до 200 осіб) або кімнати прийому їжі (до 30 осіб). Максимальна відстань від робочих зон до приміщень харчування становить 300 м. При їдальнях передбачають умивальні та вбиральні. Розрахункова площа кімнат прийому їжі становить 1 м² на кожного відвідувача. Приміщення комплектують умивальниками та побутовою технікою для зберігання і розігріву страв.

2.2.2 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів

Трудова діяльність в умовах промислового виробництва супроводжується впливом комплексу шкідливих чинників, тривала дія яких підвищує ризики виникнення професійних захворювань та тимчасової або стійкої втрати працездатності. Під час експлуатації досліджуваного горизонтального вібраційного млина ключовими джерелами небезпеки є чинники фізичної природи.

Відповідно до стандартів безпеки праці, фізичні небезпечні та шкідливі виробничі чинники даного процесу включають: рухомі частини механізмів та незахищені елементи обладнання; підвищені рівні шуму та вібрації; а також незадовільні параметри світлового середовища (недостатню освітленість або відсутність природного світла).

До основних шкідливих чинників, що супроводжують експлуатацію млина, належать акустичний шум від процесу подрібнення, вібрація, яка передається від привода на конструктивні елементи агрегата, а також інтенсивне пилоутворення. Комплекс заходів із мінімізації негативного впливу

					<i>ІДМБ.РК.25.24.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

шкідливих чинників потребує корегування при зміні характеристик сировини, зважаючи на можливу токсичність або вибухонебезпечність певних видів пилю. Окрему увагу слід приділити системі електробезпеки, що передбачає захист персоналу від ураження постійним та змінним електричним струмом згідно з чинними нормативами

2.2.3 Інженерно-технічні заходи боротьби з цими факторами

2.2.3.1 Розміщення обладнання, машин, механізмів та деталей

Ключовими вимогами безпеки під час експлуатації та розміщення обладнання є забезпечення стабільності конструкцій у робочому режимі та обов'язкове екранування всіх рухомих і обертових елементів. Для дотримання зазначених вимог агрегат змонтовано на віброізоляційному фундаменті. З метою забезпечення безпечного обслуговування між одиницями обладнання передбачено проходи завширшки 1 м. Периметри небезпечних зон облаштовані захисними сітковими огороженнями заввишки 1 м, що відповідає вимогам чинних стандартів безпеки.

2.2.3.2 Освітлення робочих місць згідно з санітарними нормами

Головною метою організації виробничого освітлення є забезпечення оптимальних параметрів зорової роботи персоналу. Систему освітлення в цеху реалізовано через поєднання природного та штучного типів; окремо передбачено функціонування аварійного освітлення. Враховуючи характеристики зорової роботи (зокрема, мінімальний розмір об'єкта розрізнення та параметри фону), встановлено норму загальної освітленості робочої зони на рівні 150 лк.

На промисловому майданчику, де експлуатується досліджуваний горизонтальний вібраційний млин, впроваджено систему суміщеного освітлення, що передбачає використання природного світла у денний час та штучних джерел у вечірні та нічні зміни.

Місцеве стаціонарне освітлення реалізовано за допомогою світильників із безпечною напругою живлення 42 В. Згідно з регламентом технічного обслуговування, очищення світлотехнічного обладнання здійснюється двічі на місяць.

					<i>ІДМБ.РК.25.24.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

звукопоглинальних матеріалів та герметизацію корпусу агрегата. Якщо за допомогою колективних засобів захисту не вдається досягти відповідності рівнів шуму санітарним нормам, персонал повинен застосовувати засоби індивідуального захисту — протишумні вкладиші або навушники

Захист персоналу від шкідливого впливу акустичного шуму здійснюється шляхом впровадження колективних та індивідуальних засобів захисту. До колективних заходів належать: заміна обладнання на аналоги з низькими показниками шумоутворення, звукоізоляція джерел звукового тиску.

Мінімізація вібраційного впливу досягається шляхом монтажу агрегатів на відокремлені фундаменти або спеціалізовані віброізоляційні основи, що не мають жорсткого зв'язку з несучими конструкціями будівлі. Ефективним рішенням є застосування комбінованих віброізоляторів. Пружинні елементи у їхньому складі стійкі до впливу мастильних матеріалів та температурних перепадів, проте вони мають обмежену здатність до демпфування високочастотних коливань. Цей недолік компенсує прокладка з пружних матеріалів типу гуми.

До засобів індивідуального захисту від вібрації належить спеціальне віброзахисне взуття з амортизувальними підошвами та антивібраційні рукавиці, що знижують передачу коливань на кисті рук.

2.2.3.5 Електробезпека – інженерні заходи (захисне заземлення – його величина)

Відповідно до нормативної бази, електробезпека визначається як комплекс організаційних і технічних рішень, спрямованих на захист персоналу від потенційно шкідливого чи небезпечного впливу електричного струму, дуги, електромагнітних полів, а також статичної електрики.

					<i>ІДМБ.РК.25.24.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Експлуатація обладнання з несправною системою захисного заземлення недопустима. Робоча зона машиніста, зокрема поблизу пускових пристроїв, має бути обладнана діелектричними килимками згідно з вимогами безпеки.

Біля пускового пристрою під ноги машиніста повинен бути покладений гумовий килимок.

Технічне обслуговування та ремонт механізмів проводяться лише після повного знеструмлення електродвигунів млина та живильника. Операції з комутації обладнання здійснюються із застосуванням відповідних засобів індивідуального захисту.

Алгоритм запуску електродвигунів передбачає попередню перевірку технічного стану механічної та електричної частин, а також підтвердження відсутності сторонніх осіб у небезпечній зоні. Ремонтні роботи та усунення несправностей в електротехнічній системі виконуються кваліфікованим електротехнічним персоналом

Конструкція досліджуваного горизонтального вібраційного млина підключена до загальнозаводського контуру захисного заземлення. Згідно з результатами проведених вимірювань, опір заземлювального пристрою становить 4 Ом, що відповідає діючим нормативним вимогам.

2.2.3.6 Пожежна безпека. До якої категорії вибухопожежної безпеки належить об'єкт. Засоби пожежогасіння

Промаслені обтиральні матеріали підлягають зберіганню у спеціальних металевих контейнерах із щільними кришками з подальшою їх утилізацією відповідно до регламенту пожежної безпеки.

Персонал повинен володіти навичками використання первинних засобів пожежогасіння (вогнегасників різних типів, піску, азбестових полотен) для оперативної локалізації загорянь. При виникненні загоряння в електротехнічних установках необхідно насамперед знеструмити об'єкт, після чого застосувати відповідні засоби пожежогасіння (порошкові або вуглекислотні вогнегасники, протипожежні полотна або сухий пісок).

					<i>ІДМБ.РК.25.24.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Фізико-хімічні властивості сировини та матеріалів, що використовуються у технологічному процесі, є визначальними критеріями для оцінки ризиків виникнення пожежі чи вибуху. Згідно з відповідними методиками, на основі аналізу цих властивостей здійснюється категорювання виробничих об'єктів за ступенем пожежної небезпеки.

Згідно з чинними нормами пожежної безпеки, виробництва класифікуються за п'ятьма категоріями (А, Б, В, Г, Д). Досліджуваний об'єкт належить до категорії Д, оскільки технологічний процес передбачає роботу з негорючими матеріалами у стані, що не потребує термічної обробки.

До первинних засобів та речовин для локалізації осередків пожежі належать: вода (у різних агрегатних станах), повітряно-механічна піна, інертні газові суміші (вуглекислота, азот), а також протипожежні полотна з негорючих матеріалів (скловолокно, базальтове волокно).

Для гасіння пожеж, що виникають під час роботи горизонтального вібраційного млина, доцільно використовувати вуглекислотні вогнегасники (типу ВВ-5). Це обумовлено високими діелектричними властивостями вуглекислого газу, що усуває ризик ураження персоналу електричним струмом при роботі з електрообладнанням.

2.2.3.7 Техніка безпеки при ремонтно-монтажних, зварювальних роботах, а також при роботі на різних верстатах

Роботи, що передбачають втручання в цілісність металоконструкцій, виконуються за погодженням з головним механіком та під наглядом відповідальної особи. Регламент проведення таких робіт визначається технологічними картами та проектами виконання робіт.

Перед початком робіт повинна призначатися відповідальна особа, а всі виконавці робіт повинні ознайомитися з інструкціями під розпис.

Переміщення вантажів масою понад 50 кг здійснюється виключно із застосуванням підйомно-транспортних засобів. Вибір механізмів базується на відповідності їхньої вантажопідйомності масі найважчих елементів або вузлів обладнання

					<i>ІДМБ.РК.25.24.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Під час проведення такелажних робіт керування підйомом здійснюється одним уповноваженим сигнальником. Експлуатація технічних засобів, які не пройшли черговий технічний огляд у встановлений термін, є неприпустимою. Підготовчий етап ремонтних робіт передбачає очищення обладнання та повне знеструмлення його систем керування. У разі суміщення механічного та електротехнічного ремонту розробляються додаткові заходи забезпечення безпеки праці.

Геометричні параметри ремонтно-монтажного майданчика мають відповідати габаритам вузлів, деталей та технологічного оснащення, що підлягають обслуговуванню. При плануванні простору необхідно дотримуватися нормативних значень ширини проходів і проїздів для засобів механізації та вантажопідйомних механізмів.

Організація місць проведення вогневих робіт здійснюється відповідно до вимог пожежної безпеки, які передбачають диференціацію на постійні та тимчасові зони. Порядок оформлення наряду-допуску на проведення вогневих робіт, зокрема у вибухонебезпечних зонах, регламентується локальними нормативними актами підприємства та державними правилами пожежної безпеки.

Робочі зони проведення вогневих робіт комплектуються первинними засобами пожежогасіння згідно з нормами табельного забезпечення. З метою запобігання поширенню іскор та перегріву, вибухонебезпечні матеріали (зокрема балони з киснем) розміщують на безпечній відстані, що згідно з чинними нормами становить не менше 5 м.

З метою гарантування безпеки праці під час вогневих робіт встановлено ряд обмежень, зокрема: заборонено експлуатацію несправного зварювального обладнання, виконання зварювання на комунікаціях під тиском, використання засобів індивідуального захисту, забруднених мастильними матеріалами, а також проведення робіт на свіжопофарбованих поверхнях.

					<i>ІДМБ.РК.25.24.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2.3.8 Індивідуальні засоби захисту

Персонал виробничого цеху забезпечується сучасними засобами індивідуального захисту (ЗІЗ), що відповідають вимогам технічних регламентів. Комплект ЗІЗ формується на основі оцінки професійних ризиків та включає:

- захисні костюми підвищеної міцності для захисту від механічних впливів та забруднень;
- протишумні навушники, що знижують акустичне навантаження в діапазоні високих та середніх частот;
- захисні каски та спецвзуття з вібропоглинальними властивостями;
- антивібраційні рукавиці та респіратори класу захисту, що відповідають дисперсності виробничого пилу.

Вимоги безпеки передбачають використання ергономічного спецодягу, конструкція якого виключає ризик затягування елементів тканини обертовими вузлами обладнання. Перед початком зміни обов'язково є перевірка цілісності ЗІЗ та правильність їх застосування згідно з інструкцією

2.3 Висновки за розділом

У даному розділі проаналізовано технологічні аспекти експлуатації змішувача-окомковувача, а також ідентифіковано небезпечні та шкідливі виробничі чинники, що супроводжують роботу цього агрегату. Розроблено комплекс інженерно-технічних рішень, спрямованих на мінімізацію ризиків виробничого травматизму та забезпечення ефективного захисту персоналу від професійних шкідливостей. Досліджуване обладнання призначене для використання в металургійній промисловості, зокрема в технологічних лініях підготовки шихти та агломерації рудних матеріалів.

					<i>ІДМБ.РК.25.24.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Опрацьовано:

- Максимально допустима витрата води для зволоження шихтових матеріалів становить 28 м³/год.
- Питомий об'єм виробничого приміщення на одного працівника становить 18 м³, що відповідає діючим санітарно-гігієнічним нормам
 - Граничним рівнем зносу броньових елементів (барабана, завантажувального жолоба та розвантажувальної камери) вважається зменшення їх початкової товщини на 60–70%, після чого проведення заміни є обов'язковим

					<i>ІДМБ.РК.25.24.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі проаналізовано сучасний стан та актуальні технічні проблеми обладнання для змішування сипких матеріалів. Виконано розрахунок потужності привода з урахуванням додаткових динамічних моментів, зумовлених конфігурацією лопатей. У середовищі SolidWorks виконано 3D-моделювання барабана змішувача-гранулятора та проведено аналіз міцності лопатей і вузлів їх кріплення методом скінченних елементів.

У роботі висвітлено питання технологічної підготовки змішувача-гранулятора до експлуатації, ідентифіковано небезпечні та шкідливі виробничі чинники, а також обґрунтовано інженерні рішення щодо запобігання травматизму. Розроблено комплекс заходів для захисту персоналу від несприятливого впливу акустичного та вібраційного навантажень, а також від ризику викидів шихтових матеріалів із робочої камери.

Результат перевірки тексту пояснювальної записки на плагіат за допомогою програмного забезпечення StrikePlagiarism.com: унікальність склала 78%. Результати перевірки наведено у додатку.

Представлена кваліфікаційна робота виконана з використанням матеріалів, наданих підприємством [REDACTED], містить інформацію, яка потенційно може представляти комерційну таємницю. Згідно із Положенням про систему запобігання та виявлення плагіату у Національному технічному університеті «Дніпровська політехніка» (зі змінами та доповненнями, затвердженими Вченою радою НТУ «Дніпровська політехніка» від 26.03.2019) кваліфікаційна робота бакалавра у такому разі повинна зберігатись в електронному архіві кафедри.

					<i>ІДМБ.РК.25.24.00.00.000.ПЗ</i>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Пузанов				<i>Висновок</i>	Літера	Аркуш	Аркуші
Перевірив	Заболотний							
Керівник	Заболотний							
Н. Контр.	Заболотний					<i>НТУ «ДП» 133-21-1</i>		
Затвердив	Панченко							

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Дубинін А. І., Ханик Я. М., Атаманюк В. М. Обладнання для подрібнення матеріалів. Львів: НУ «Львівська політехніка», 2005. 140 с.
2. Саленко Ю. С. Обладнання для подрібнення матеріалів: дробарки та млини: навч. посіб. Кременчук: КДПУ, 2008. 100 с.
3. Машины та обладнання переробних виробництв: Навч. Посібник / О.В. Дацишин, А.І. Ткачук, Д.С.Чубов та ін., за ред. О.В. Дацишина. Київ : Вища освіта, 2005. – 159 с.
4. Гайдамака А. В. Деталі машин. Основи теорії та розрахунків : навчальний посібник для студентів машинобудівних спеціальностей усіх форм навчання / А.В. Гайдамака. Харків : НТУ «ХП», 2020. – 275 с.
5. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин. Київ : Вища школа, 1993. – 556 с.
6. Рудь Ю.С. Основи конструювання машин: Підручник для студентів інженерно-технічних спеціальностей вищих навчальних закладів. 2-е вид., переробл. Кривий Ріг: Видавець ФО-П Чернявський Д.О., 2015. – 492 с.
7. Бучинський М.Я. Основи творення машин : підручник / М.Я. Бучинський, О.В. Горик, А.М. Чернявський, С.В. Яхін ; за ред. О.В. Горика. Київ : Видавництво Ліра-К, 2020. – 448 с.
8. Організація і технологія вантажно-розвантажувальних робіт : електронний навчальний посібник комбінованого (локального та мережного) використання [Електронний ресурс] / В. П. Кужель, А. А. Кашканов, В. А. Кашканов, О. П. Антонюк. – Вінниця : ВНТУ, 2022. – 152 с.
9. Гандзюк М.П. Основи охорони праці: Підручник / М.П. Гандзюка. 5-е вид. К.: Каравела, 2011. 384 с.

					<i>ІДМБ.РК.25.24.00.00.000.ІЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Пузанов</i>			<i>Перелік посилань</i>	<i>Літера</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевірів</i>		<i>Заболотний</i>						2
<i>Керівник</i>		<i>Заболотний</i>				<i>НТУ “ДП” 133-21-1</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Заболотний</i>						
<i>Затвердив</i>		<i>Панченко</i>						

10. Ткачук К.Н. Основи охорони праці: Підручник. 2-ге видання доповнене та перероблене / К.Н. Ткачук, М.О. Халімовський, В.В. Зацарний, Д.В. Зеркалов, Р.В. Сабарно, О.І. Полукаров, В.С. Коз'яков, Л.О. Мітюк. За ред. К.Н. Ткачука і М.О. Халімовського. К.: Основа, 2006.– 448 с.

					<i>ІДМБ.РК.25.24.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		



Звіт подібності

метадані

Назва організації

Dnipro Polytechnic National Technical University

Заголовок

Пузанов ПЗ

Автор Науковий керівник / Експерт

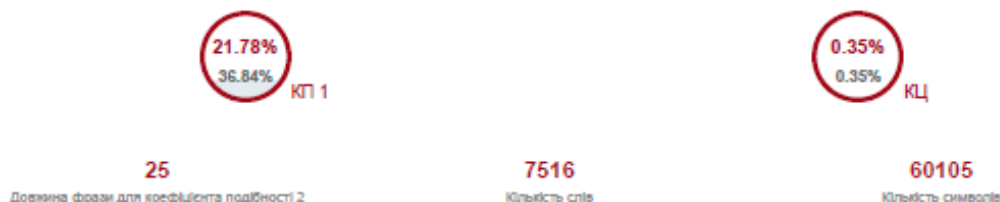
Пузанов Олена Панченко

підрозділ

Dnipro Polytechnic National Technical University

Обсяг знайдених подібностей

Коефіцієнт подібності визначає, який відсоток тексту по відношенню до загального обсягу тексту було знайдено в різних джерелах. Зверніть увагу, що високі значення коефіцієнта не автоматично означають плагіат. Звіт має аналізувати компетентна / уповноважена особа.



Тривога

У цьому розділі ви знайдете інформацію щодо текстових спотворень. Ці спотворення в тексті можуть говорити про МОЖЛИВІ маніпуляції в тексті. Спотворення в тексті можуть мати навмисний характер, але частіше характер технічних помилок при конвертації документа та його збереженні, тому ми рекомендуємо вам підходити до аналізу цього модуля відповідально. У разі виникнення запитань, просимо звертатися до нашої служби підтримки.

Заміна букв	8	5
Інтервали	A→	0
Мікропробіли	0	49
Білі знаки	0	0
Парафрази (SmartMarks)	a	277

Подібності за списком джерел

Нижче наведений список джерел. В цьому списку є джерела із різних баз даних. Колір тексту означає в якому джерелі він був знайдений. Ці джерела і значення Коефіцієнту Подібності не відображають прямого плагіату. Необхідно відкрити кожне джерело і проаналізувати зміст і правильність оформлення джерела.

10 найдовших фраз

Порядковий номер	Назва та адреса джерела URL (назва бази)	Копія тексту
		Кількість ідентичних слів (фрагментів)
1	http://masters.donntu.org/2012/fimm/udintsev/diss/indexu.htm	252 3.35 %
2	http://masters.donntu.org/2012/fimm/udintsev/diss/indexu.htm	210 2.79 %
3	http://ukrefs.com.ua/page_2_91012-Типова-технологическая-инструкция-агломерационной-фабрики-ОАО-Мариупольский-металлургический-комбинат-имени-И-И-Ича-по-эксплуатации-фабрики-окискования.html	166 2.21 %
4	http://masters.donntu.org/2012/fimm/udintsev/diss/indexu.htm	156 2.08 %