

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 Демченко Нікіта Юрійович
(ПІБ)

академічної групи 133-20-1
(шифр)

спеціальності 133 Галузеве машинобудування
(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою «Комп'ютерний інжиніринг в машинобудуванні»
(офіційна назва)

на тему Зворотній інжиніринг двокамерного кульового млина [REDACTED]
(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтингово ю	інституцій ною	
Кваліфікаційної роботи	Кухар В. Ю.			
розділів:				
Конструкторський	Кухар В. Ю.			
Експлуатаційний	Кухар В. Ю.			
Рецензент				
Нормоконтролер	Кухар В. Ю.			

Дніпро
2024

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.

ЗАТВЕРДЖЕНО:

завідувач кафедри
інжинірингу та дизайну в
машинобудуванні

_____ Заболотний К.С.
(підпис) (прізвище, ініціали)

«_____» _____ 2024 року

**ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
на здобуття ступеня бакалавра**

студенту Демченко Нікіта Юрійович академічної групи 133-20-1
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності 133 Галузеве машинобудування
(код і назва спеціальності)

спеціалізації _____
(офіційна назва)

за освітньо-професійною програмою «Комп'ютерний інжиніринг в
машинобудуванні»
(офіційна назва)

на тему Зворотній інжиніринг двокамерного кульового млина _____
затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» № 380-с від
30.04.24, додаток №5

Розділ	Зміст	Термін виконання
Конструкторський	Розглянути загальні відомості про кульові млини та галузі їх застосування, розглянути технічну характеристику кульового млина, виконати опис устрою кульового млина, розробити конструкторську документацію двокамерного кульового млина із застосуванням зворотного інжинірингу	25.06.2024
Експлуатаційний	Провести аналіз небезпечних та шкідливих факторів при використанні кульового млина, розробити методи боротьби з цими факторами	01.07.2024

Завдання видано _____ Кухар В.Ю.
(підпис керівника) (прізвище, ініціали)

Дата видачі **05.05.2024**

Дата подання до екзаменаційної комісії **30.06.2024**

_____ прийнято до виконання _____ Демченко Н.Ю.
(підпис студента) (прізвище, ініціали)

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

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 43 сторінки, 3 рисунки, 12 посилань, 7 додатків.

Об'єкт розробки – процес подрібнення будівельних матеріалів малої та середньої твердості сухим методом за допомогою двокамерного кульового млина [REDACTED]

Предмет розробки – геометричні та технологічні параметри двокамерного кульового млина [REDACTED]

Мета кваліфікаційної роботи – розробка комплексу конструкторської документації двокамерного кульового млина [REDACTED] з використанням методів зворотного інжинірингу.

У вступі наведено короткий опис млина та процесу зворотнього інжинірингу. Обґрунтовано необхідності виконання зворотного інжинірингу двокамерного кульового млина [REDACTED]

В конструкторському розділі наведено призначення, галузь застосування, принцип роботи кульового млина, а також виконано зворотній інжиніринг кульового двокамерного млина [REDACTED]. Розділ містить розрахунки основних параметрів млина та його кресленики.

В експлуатаційному розділі наведено вимоги санітарних норм, проведено аналіз небезпечних та шкідливих факторів при експлуатації кульового двокамерного млина, а також методи боротьби з такими факторами як: шуми, вібрації, запиленість, представлені засоби індивідуального захисту працівників.

Результати роботи включають розрахунок основних параметрів млина та комплект конструкторської документації до кульового двокамерного млина [REDACTED]

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025			ІДМБ.РК.24.02-00.00.000 ПЗ		
	Літ.	Аркуш	Аркушів		
		1	2		
	Реферат			НТУ «ДП», ММФ, 133-20-1	
Н. Контр.	Кухар				
Затвердив.	Заболотний				

Сфера застосування: – заводи для виготовлення будівельних матеріалів.

Ключові слова: КУЛЬОВИЙ ДВОКАМЕРНИЙ МЛИН, ЗВОРОТНИЙ ІНЖИНІРИНГ, ПОДРІБНЕННЯ, РОЗРАХУНОК, БАРАБАН, КУЛІ ПОДРІБНЕННЯ.

Графічна частина проекту складає 2 аркуші формату А1, 4 аркуші формату А3.

Результат перевірки тексту пояснювальної записки на плагіат:

Перевірка на подібність виконана за допомогою сайту my.plag.com.ua.
Подібність - 9%.

Представлена кваліфікаційна робота бакалавра 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 інжинірингу та дизайну.

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

					<i>ІДМБ.РК.24.02-00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

Вступ	7
Розділ 1 Конструкторський.....	9
1.1 Теоретичні аспекти зворотного інжинірингу	9
1.1.1 Основні поняття та принципи	9
1.1.2 Методи та інструменти зворотного інжинірингу	10
1.2 Загальні відомості про барабанні млини	11
1.2.1 Основні типи млинів їх характеристики та опис.....	11
1.2.2 Опис устрою двокамерного кульового млина	16
1.2.3 Опис принципу дії барабанного млина	17
1.3 Обґрунтування необхідності зворотнього інжинірингу двокамерного кульового млина	18
1.4 Технічні характеристики.....	18
1.5 Розрахунок двокамерного кульового млина.....	19
1.5.1 Розрахунок частоти обертання барабана млина	19
1.5.2 Розрахунок кутової швидкості	20
1.5.3 Розрахунок потужності та вибір двигуна.....	20
1.5.4 Розрахунок передавального числа та вибір редуктора.....	21
1.5.5 Розрахунок крутного моменту.....	22
1.5.6 Вибір швидкохідної муфти	22
1.5.7 Вибір тихохідної муфти	23
1.6 Розроблено конструкторську документацію на кульовий двокамерний млин	23
1.7 Висновки за конструкторським розділом	24
Розділ 2 Експлуатаційний	26
2.1 Дії обслуговуючого персоналу при виконанні ремонтних робіт чи обслуговуванні млина.....	26
2.1.1 Конструкція	26
2.1.2 Вказівки щодо обслуговування та ремонту	26
2.1.3 Налагодження та перевірка технічного стану	27
2.2 Шкідливі фактори при експлуатації млина.....	29
2.2.1 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів	29

					<i>ІДМБ.РК.24.02-00.00.000 ПЗ</i>		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив.	Демченко				Літ.	Аркуш	Аркушів
К.розділу	Кухар				1	2	
Керівник.	Кухар				Зміст		
Н. Контр.	Кухар				НТУ «ДП», ММФ, 133-20-1		
Затвердив.	Заболотний						

2.2.2	Захист від пилу, шуму та вібрації	30
2.2.3	Індивідуальні засоби безпеки	31
2.3	Безпека для людини та навколишнього середовища при експлуатації млина	32
2.3.1	Безпека людини.....	32
2.3.2	Електробезпека.....	34
2.3.3	Розміщення обладнання, машин, механізмів та деталей згідно з ДСТУ та санітарними нормами.....	35
2.3.4	Вимоги санітарних норм до санітарно-побутових приміщень	36
2.4	Висновки експлуатаційного розділу	38
	Висновки	40
	Перелік посилань	42
	Додаток А Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи.....	
	Додаток Б Специфікації до складальних креслеників.....	
	Додаток В Презентація кваліфікаційної роботи.....	
	Додаток Г Відгук нормоконтролера.....	
	Додаток Д Відгук керівника кваліфікаційної роботи.....	
	Додаток Е Результат перевірки тексту ПЗ на плагіат.....	
	Додаток Є Рецензія на кваліфікаційну роботу.....	

					<i>ІДМБ.РК.24.02-00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Кульові барабанні млини широко використовуються в гірничо-збагачувальному виробництві для подрібнення корисних копалин, у виробництві цементу, гіпсу тощо. Завдяки простоті конструкції, високій надійності та можливості легко регулювати ступінь подрібнення. Кульові барабанні млини активно використовувалися сто років тому у виробництві різних матеріалів.

Двокамерний кульовий млин [REDACTED] досі використовується в Україні та є важливою частини Української промисловості будівельних матеріалів малої та середньої твердості. Але він, як і всі машини, потребує якісного та своєчасного технічного обслуговування, а іноді ремонту, оскільки час від часу спроможний виходити з ладу.

В наш час відсутня сучасна конструкторська документація на ці млини, яка потрібна для якісного обслуговування, тож є потреба виконання зворотного інжинірингу двокамерного кульового млина. Це особливо важливо в умовах сучасної економіки, де збільшення якості обслуговування машин, а в подальшому зменшення витрат на виробництво є пріоритетним завданням для багатьох підприємств. До того ж, цей підхід сприяє розвитку інноваційних рішень та впровадженню новітніх технологій в конструюванні промислового обладнання.

Враховуючи зростаючий попит на сировину та будівельні матеріали, оптимізація обслуговування шарових млинів та їх модернізація може суттєво вплинути на продуктивність підприємств та знизити екологічний вплив за рахунок зменшення споживання енергії та ресурсів.

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025			<i>ІДМБ.РК.24.02-00.00.000 ПЗ</i>		
	<i>тис</i>	<i>Дата</i>			
			<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
				1	2
<i>Н. Контр.</i>	<i>Кухар</i>		Вступ НТУ «ДП», ММФ, 133-20-1		
<i>Затвердив.</i>	<i>Заболотний</i>				

Зворотний інжиніринг - процес дослідження готової машини або пристрою, а також документації на неї, для розуміння конструкції та принципу роботи з метою зміни, модернізації або відтворення машини або пристрою з аналогічними функціями, але без прямого копіювання.

Вище викладене свідчить про актуальність поставленого завдання виконання зворотнього інжинірингу готового продукту та розробці на його основі конструкторської документації кульового двокамерного млина ██████████

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

					<i>ІДМБ.РК.24.02-00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ

1.1 Теоретичні аспекти зворотного інжинірингу

1.1.1 Основні поняття та принципи

Зворотний інжиніринг являє собою комплексний процес дослідження вже створеної машини, пристрою або технічної системи разом із наявною технічною документацією. Його основною метою є глибоке розуміння конструктивних особливостей виробу, принципів його функціонування та технічних характеристик. Отримані в результаті такого аналізу знання використовуються для удосконалення, модернізації або відтворення аналогічних технічних систем із подібними функціональними можливостями без прямого копіювання оригінальної конструкції.

На відміну від механічного відтворення чужих рішень, зворотний інжиніринг спрямований передусім на виявлення ключових технічних ідей, принципів побудови та досягнутих параметрів виробу. Це дозволяє використовувати отримані результати для створення власних інженерних розробок, що відповідають сучасним вимогам технологічного розвитку.

У сучасних умовах зворотний інжиніринг виступає одним із інструментів підвищення техніко-технологічної конкурентоспроможності продукції. Він доповнює інші легальні способи отримання технологій, зокрема придбання ліцензій, а також може використовуватися разом із методами технічного аналізу ринку та інженерної аналітики.

Методи зворотного інжинірингу широко застосовуються у різних галузях промисловості, зокрема в машинобудуванні, автомобілебудуванні та електроніці. У сфері машинобудування використання цього підходу дозволяє вирішувати низку важливих інженерних завдань, серед яких:

- виявлення слабких місць конструкції машини та їх подальший аналіз з метою уникнення аналогічних недоліків під час проектування нових виробів;

					<i>ІДМБ.РК.24.02-00.00.000 ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив.</i>	<i>Демченко</i>				Конструкторський розділ	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>К.розділу</i>	<i>Кухар</i>						1	
<i>Керівник.</i>	<i>Кухар</i>					<i>НТУ «ДП», ММФ, 133-20-1</i>		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Кухар</i>							
<i>Затвердив.</i>	<i>Заболотний</i>							

- визначення прихованих або недостатньо задокументованих функціональних можливостей технічної системи;
- дослідження результатів експлуатації машин та оцінка ефективності їх конструктивних рішень;
- відтворення втрачених, пошкоджених або зношених деталей у випадках, коли придбання оригінальних запасних частин є неможливим або потребує термінового проведення ремонту;
- застосування нових механізмів і деталей із подальшою їх адаптацією до існуючих машин або технологічного обладнання;
- відтворення виробів, знятих з виробництва, з урахуванням наявних технологічних можливостей підприємств-виробників.

1.1.2 Методи та інструменти зворотного інжинірингу

3D-сканування. Цей метод застосовується для отримання точної цифрової моделі існуючого об'єкта. За допомогою лазерних або оптичних сканерів формується масив просторових даних у вигляді так званих точкових хмар, які після подальшої обробки перетворюються на повноцінну тривимірну модель виробу.

Використання спеціалізованого програмного забезпечення. Інженерні програмні комплекси дають змогу виконувати аналіз існуючих виробів або технічних систем, відтворювати їхню структуру, конструктивні особливості та функціональні характеристики.

Фізичне розбирання виробу. Даний підхід передбачає послідовне демонтування машини або пристрою з метою дослідження конструкції, вивчення складових елементів та принципів їх взаємодії.

Аналіз вимірювальних даних. У межах цього методу виконуються вимірювання геометричних розмірів, характеристик матеріалів та інших параметрів виробу, що дозволяє отримати необхідну інформацію для точного відтворення конструкції.

Застосування програм для аналізу роботи системи. Програмне забезпечення використовується для дослідження функціонування технічного об'єкта.

					<i>ІДМБ.РК.24.02-00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розроблення конструкторської документації. Завершальним етапом зворотного інжинірингу є підготовка та оформлення технічної документації виробу, включаючи створення креслень, специфікацій та інших конструкторських матеріалів.

1.2 Загальні відомості про барабанні млини

1.2.1 Основні типи млинів їх характеристики та опис

Призначення млинів — доведення шляхом подрібнення розмірів шматків вхідної сировини до кінцевої крупності, яка зумовлена наступною технологією її використання.

Подрібнення – це процес поступового зменшення розміру твердого матеріалу від його початкових розмірів до необхідних. В деяких випадках цей процес є підготовчим, і отриманий продукт відправляється на подальшу обробку, наприклад, у виробництві цементу. В інших випадках, наприклад виробництво щебню, подрібнення використовується для отримання товарного продукту, тобто подрібнення має самостійне значення.

При виробництві цементу, вапна, гіпсу, керамічних виробів тощо матеріали подрібнюються до частинок розміром менше десятих часток міліметра. Процес помелу відрізняється великою енергоємністю та вартістю. Для помелу матеріалів використовують барабанні, середньохідні, ударні, вібраційні та струменеві млини.

У барабанних млинах матеріал подрібнюється всередині порожнього барабана, що обертається. При обертанні барабана тіла, що мелють (кулі або стрижні) і подрібнюваний матеріал (звані «завантаженням») спочатку рухаються по круговій траєкторії разом з барабаном, а потім падають по параболі. Частина завантаження, розташована ближче до осі обертання, скачується вниз по підстилаючих шарах.

Матеріал подрібнюється в результаті стирання при відносному переміщенні тіл, що мелють, і частинок матеріалу, а також внаслідок удару.

					<i>ІДМБ.РК.24.02-00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Барабанні млини класифікують за:

- режимом роботи - періодичної та безперервної дії;
- за способом помелу - сухого та мокрого помелу;
- за характером роботи - млини, що працюють за відкритим та замкнутим циклом;
- за формою тіл, що мелють - кульові, стрижневі і самоподрібнення (без мелючих тіл);
- за способом розвантаження - з механічною та пневматичною розвантаженням;
- по конструкції завантажувального та розвантажувального пристрою - із завантаженням та вивантаженням через люк, із завантаженням та вивантаженням через порожні цапфи, з периферійним розвантаженням;
- по конструкції приводу - з центральним та периферійним приводом.
- За формою барабана – розрізняють млини циліндричні та циліндрично-конічні
- За відношенням довжини барабана до діаметра – короткі, довгі, трубні: в коротких млинів довжина менша за діаметр або наближена до нього; у довгих довжина досягає 2 – 3 діаметрів; у трубних довжина барабана більша діаметра не менш ніж 3 рази.

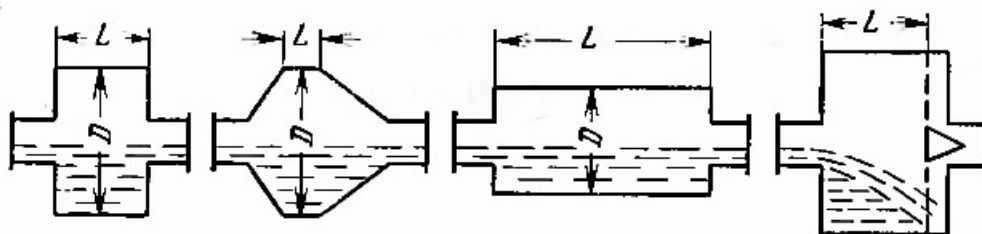


Рисунок 1.1 - Типи барабанних млинів за формою барабана [2]

Барабанні млини порівняно прості за конструкцією і зручні в експлуатації. Однак вони мають суттєві недоліки: малі швидкості впливу тіл, що мелють на матеріал, в роботі бере участь тільки частина тіл, що мелють,

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ІДМБ.РК.24.02-00.00.000 ПЗ

Арк.

з робочого об'єму млина через щілиноподібні або круглі отвори на торцевій решітці, пульпоприймальні камери пульпопідйомного пристрою, встановленого між торцевою решіткою та торцевою розвантажувальною кришкою. При обертанні барабана з пульпою подрібнений матеріал через решітку в камеру пульпоприймача радіальними перегородками піднімається вище осі млина і самопливом зливається через порожню цапфу розвантажувальної кришки.

Примусове видалення подрібненого матеріалу з барабана млина дозволяє підтримувати низький рівень пульпи, що значно підвищує ефективність впливу подрібнюваного матеріалу на частинки матеріалу і сприяє більш швидкому переміщенню грубозернистої пульпи уздовж осі барабана. Цей тип млина також називають млином з примусовим розвантаженням або млином з низьким вмістом пульпи.

Млин з розвантажувальними отворами на розвантажувальному кінці барабана використовується для сухого подрібнення стрижнями. Така конструкція забезпечує переміщення грубо подрібненого сухого матеріалу уздовж барабана.

Млин, який здійснює вивантаження через решітку на циліндричній поверхні розвантажувального кінця барабана, використовується для забезпечення низького рівня пульпи в барабані при роботі млина з докритичною або надкритичною швидкістю обертання, тобто в умовах, коли елеваторний пульпопідйомник не працює через збільшення відцентрової сили, що діє на вивантажувану пульпу, або обмеженого зволоження подрібнюваного матеріалу, який буде використовуватися.

Млин, який здійснює периферійне вивантаження через сито, має барабан, а його циліндрична поверхня зовні покрита сіткою. Подрібнений матеріал з камери подрібнення надходить на сито через щелеподібний отвір між облицювальними плитами барабана, на якому відбувається сортування готового продукту.

					<i>ІДМБ.РК.24.02-00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У промисловості будівельних матеріалів переважно застосування мають млини безперервної дії, сухого і мокрого помелу, що працюють у відкритому або закритому циклі.

У млинах, що працюють за мокрим способом, матеріал виходить з них дещо недоподрібненим і поділяється в сепараторах або гідрокласифікаторах на готовий продукт і велику фракцію, яка повторно подрібнюється в млині. При такій схемі роботи ефективність помелу та продуктивність підвищуються внаслідок безперервного видалення з млина дрібної фракції матеріалу.

Млини періодичної дії використовують для тонкого помелу глин та глазурі у виробництві тонкої кераміки. Млини з відносно коротким барабаном називаються кульовими, а млина з довжиною, що перевищує в 4-5 разів діаметр, - трубними.

Кульові млини $0,9 \times 1,8$ та $1,5 \times 1,6$ м (діаметр та довжина барабана), призначені для помелу матеріалів середньої твердості, випускають двох виконань: для сухого та мокрого способу помелу. Розрізняються вони між собою конструкцією завантажувальних та розвантажувальних пристроїв.

- Трубні млини $2 \times 10,5$ та $2,6 \times 13$ м застосовують для помелу у відкритому циклі кlinkеру та сировини, що вимагають тонкого подрібнення як при сухому, так і при мокрому помелі.
- Млин $1,5 \times 5,6$ м призначений для помелу руд та будівельних матеріалів сухим способом.
- Млин $3,2 \times 8,5$ служить для помелу м'якої сировини мокрим способом у відкритому та замкнутому циклі та для помелу сировинних матеріалів із підсушуванням у замкнутому циклі.
- Трубний млин $3,2 \times 15$ м випускається для мокрого помелу сировини та для помелу кlinkеру у відкритому або замкнутому циклі.
- Млин $4 \times 13,5$ м призначений для помелу кlinkеру з добавками та сировинних матеріалів мокрим способом.

					<i>ІДМБ.РК.24.02-00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Млин $4,2 \times 10$ м застосовують для помелу сировини з одночасною його підсушуванням при роботі по замкнутому циклу.

Таким чином, двокамерний кульовий млин [REDACTED] відноситься до типу кульових млинів та використовується для помелу руд та будівельних матеріалів сухим способом.

1.2.2 Опис устрою двокамерного кульового млина [REDACTED]

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

					<i>ІДМБ.РК.24.02-00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

					<i>ІДМБ.РК.24.02-00.00.000 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

					<i>ІДМБ.РК.24.02-00.00.000 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

					<i>ІДМБ.РК.24.02-00.00.000 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

					<i>ІДМБ.РК.24.02-00.00.000 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

					<i>ІДМБ.РК.24.02-00.00.000 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

					<i>ІДМБ.РК.24.02-00.00.000 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

					<i>ІДМБ.РК.24.02-00.00.000 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

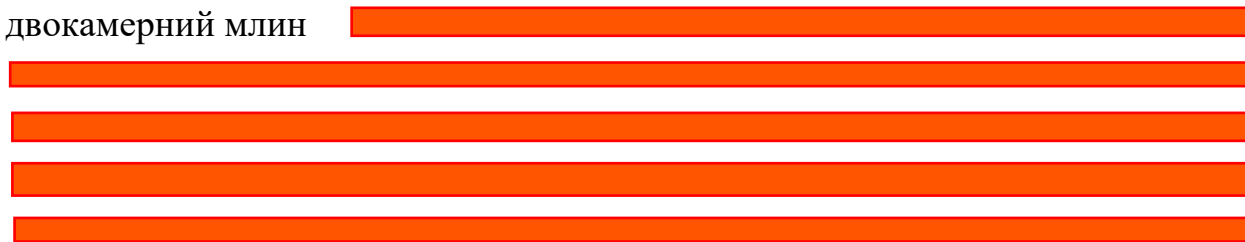
1.7 Висновки за конструкторським розділом

У конструкторському розділі:

1. Наведено основні поняття та методи виконання зворотнього інжинірингу, з'ясовано та обрано потрібні інструменти для поставленої задачі.
2. Обґрунтовано актуальність обраної теми вказано позитивні наслідки виконання поставленої мети, а саме вивчення устрою та принципу дії кульового двокамерного млина та його основних вузлів, розробка конструкторської документації та розрахунок млина.
3. Досліджено та описано класифікації барабанних млинів, потребу та умови їх використання, досліджено устрій та роботу кульового двокамерного млина [REDACTED]. Встановлено що кульовий двокамерний млин призначений для подрібнення будівельних матеріалів малої та середньої твердості сухим методом на заводах для виготовлення будівельних матеріалів.
4. Проведено розрахунки основних частин кульового двокамерного млина: внутрішній діаметр барабана, критичну та номінальну кількість обертів барабана, кутову швидкість обертів барабана, розраховано потужність електродвигуна, передавальне число редуктора, крутний момент на швидкохідному та тихохідному валу. Обрано електродвигун, редуктор, швидкохідну та тихохідну муфти.

					ІДМБ.РК.24.02-00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Розроблено конструкторську документацію на кульовий двокамерний млин



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

					ІДМБ.РК.24.02-00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2 ЕКСПЛУАТАЦІЙНИЙ

2.1 Дії обслуговуючого персоналу при виконанні ремонтних робіт чи обслуговуванні млина

2.1.1 Конструкція

2.1.2 Вказівки щодо обслуговування та ремонту

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

					<i>ІДМБ.РК.24.02-00.00.000 ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Експлуатаційний розділ	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розробив.</i>	<i>Демченко</i>						1	
<i>К.розділу</i>	<i>Кухар</i>							
<i>Керівник.</i>	<i>Кухар</i>							
<i>Н. Контр.</i>	<i>Кухар</i>							
<i>Затвердив.</i>	<i>Заболотний</i>							
						<i>НТУ «ДП», ММФ, 133-20-1</i>		

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

2.1.3 Налагодження та перевірка технічного стану

					<i>ІДМБ.РК.24.02-00.00.000 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

					<i>ІДМБ.РК.24.02-00.00.000 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 Шкідливі фактори при експлуатації млина

2.2.1 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів

Небезпечні та шкідливі виробничі фактори поділяють на чотири групи: фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні. У цьому проекті найбільш знаковими чинниками є фізичні чинники.

					<i>ІДМБ.РК.24.02-00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

До фізичних факторів відносять такі: підвищений рівень шуму, пилу та вібрації; нестача освітленості, а також природного світла; незахищені рухомі елементи обладнання.

Захисні заходи слід застосовувати і від небезпеки впливу на людину електричного струму (змінного та постійного).

2.2.2 Захист від пилу, шуму та вібрації

Інтенсивність утворення пилу визначається сукупністю факторів, серед яких основними є фізико-механічні характеристики оброблюваного матеріалу (крихкість, розмір частинок, вологість), спосіб транспортування матеріалів і продуктів збагачення, параметри навколишнього повітря (рух і вологість), а також ступінь герметичності технологічного обладнання.

До основних заходів зменшення пиловиділення на підприємстві належать:

- забезпечення максимальної герметизації обладнання та ізоляція зон інтенсивного пиловиділення;
- застосування аспіраційних систем з подальшим очищенням повітря;
- зволоження матеріалу в межах, допустимих технологічними вимогами;
- регулярне видалення осілого пилу.

Зниження негативного впливу шуму на організм працівників досягається шляхом поєднання загальних технічних рішень і використання засобів індивідуального захисту.

До основних заходів загального характеру належать:

- заміна шумного обладнання або його окремих елементів на менш шумні аналоги;
- звукоізоляція джерел шуму та технологічних процесів із підвищеним рівнем акустичного навантаження;
- впровадження автоматизації, механізації та дистанційного керування, що дозволяє оператору працювати поза зоною дії підвищеного шуму.

					<i>ІДМБ.РК.24.02-00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ефективне зниження рівня шуму досягається шляхом удосконалення конструкції механізмів. Зокрема, відкриті зубчасті передачі доцільно замінювати редукторами, а прямозубі колеса — косозубими або шевронними. У ряді випадків можливе використання зубчастих коліс із полімерних матеріалів, що характеризуються нижчим рівнем шуму.

З метою зменшення шуму також рекомендується заміна металевих втулково-пальцевих і ланцюгових муфт на високоеластичні муфти з гумовими пружними елементами.

Звукоізоляція приміщень, де розташовані джерела інтенсивного шуму, забезпечується шляхом збільшення товщини огорожувальних конструкцій або застосування звукопоглинальних матеріалів (акустична штукатурка, повсть тощо). Віконні прорізи виконуються зі склоблоків, а двері обладнуються тамбурами та ущільненням по периметру.

Зниження впливу вібрації досягається такими заходами:

- встановлення обладнання на спеціальні фундаменти або віброгасильні основи;
- оптимізація жорсткості кріплення для зменшення амплітуди коливань;
- усунення неврівноваженості обертових елементів шляхом статичного та динамічного балансування.

Як засоби індивідуального захисту від вібрації застосовують спеціальне взуття з амортизувальною гумовою підошвою та захисні рукавиці.

2.2.3 Індивідуальні засоби безпеки

Для додаткового захисту від впливу небезпечних та шкідливих факторів, робочі цехи забезпечуються спецодягом та запобіжними пристроями:

					<i>ІДМБ.РК.24.02-00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для захисту працівників від механічних впливів і загальних виробничих забруднень використовується спеціальний робочий одяг. З метою зниження впливу середньо- та високочастотного шуму застосовуються протишумні навушники.

Захист голови під час виконання робіт як у приміщенні, так і на відкритому повітрі забезпечується використанням захисних текстолітових касок. Для зменшення впливу вібрації передбачено застосування спеціального взуття з амортизувальною гумовою підошвою. Захист рук від механічних пошкоджень здійснюється за допомогою бавовняних рукавиць із посиленими накладками.

Обслуговуючий персонал повинен працювати у справному та правильно підбраному одязі. Використання одягу з вільними елементами (широкими рукавами або штанинами), які можуть бути захоплені рухомими частинами обладнання, не допускається.

Перед початком роботи працівники зобов'язані привести одяг у належний стан, одягнути засоби індивідуального захисту та перевірити їх справність.

2.3 Безпека для людини та навколишнього середовища при експлуатації млина

2.3.1 Безпека людини

Основними вимогами техніки безпеки при експлуатації машин та механізмів є: їх стійкість під час роботи та переміщення; механічна міцність окремих деталей; огороження всіх частин, що рухаються і обертаються, і повна справність машин.

Стойкість машин та обладнання досягається правильною установкою на міцний фундамент та відповідними кріпленнями до фундаменту. При монтажі стаціонарних вуглезбагачувальних машин та обладнання ретельно перевіряються їх кріплення до фундаменту або перекриття, після чого перевіряється їхня стійкість.

					<i>ІДМБ.РК.24.02-00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Міцність машин та механізмів забезпечується розрахунками при її конструюванні та виготовленні. Особливо важливо зберегти міцність машини при ремонті, коли відбувається заміна деталей, що зносилися, і частин новими. Замінні частини, як правило, заводського виготовлення. У разі виготовлення змінних деталей у майстернях фабрик потрібно використовувати метал відповідної марки та витримувати всі креслярські розміри.

Для захисту обслуговуючого персоналу від зіткнення з частинами машин, що рухаються, у млина огорожені:

- корпус млина – міцно прикріплений до підлоги, поручнями заввишки не менше 1м, що виключають доступ до корпусу млина, що обертає;
- муфти – кожухами, що знімаються, укріпленими на фундаменті.

Знімати огорожі на ходу та працювати без них категорично заборонено. Огородження встановлюються і на межі небезпечних зон, куди можуть відлітати частини деталей, що зламалися, інструменту.

Конструкція огорожі, а також кріплення їх до корпусу машин або фундаменту перевірені на динамічне навантаження від можливих ударів предметів, що відлітають з небезпечної зони. Огородження не мають гострих кутів та різких виступів. Жорсткість огорож витримує випадкові навантаження з боку обслуговуючого персоналу. Виконуються огорожі із суцільного металу або з ґрат та сіток з окуляром не більше 50x50 мм. Огородження легко знімаються і встановлюються, а якщо необхідно, мають дверцята для спостереження і догляду за огорожуваним механізмом.

Для попередження про небезпеку під час роботи млина повинна застосовуватися система звукової та світлової сигналізації, сигнали якої повинні бути легко помітні у виробничих умовах.

Конструкція млина передбачає систему сигналізації, а також систему автоматичної зупинки та відключення приводу від джерел енергії при аварійних ситуаціях.

					<i>ІДМБ.РК.24.02-00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Змащування, чищення та ремонт машин і механізмів проводиться тільки при повній зупинці та відключенні їх від двигуна або при знятті напруги, причому вжито заходів, що перешкоджають помилковій подачі напруги. Усі рухомі частини та ходові пристрої машин та механізмів надійно застопорені.

2.3.2 Електробезпека

Електробезпека – система організаційних та технічних заходів та засобів, які забезпечують захист людей від шкідливого та небезпечного впливу електричного струму, електричної дуги, електромагнітного поля та статичної електрики.

Оператор повинен стежити за тим, щоб електродвигуни та кожухи електроустаткування були заземлені. Робота у разі несправності захисного заземлення забороняється.

У пускового пристрою на підлозі покладено гумовий килимок.

Забороняється робити ремонт, не відключивши електродвигун машини. Увімкнення та вимкнення електродвигуна млина повинно здійснюватися оператором у гумових рукавичках.

Пускати в хід електродвигун можна лише переконавшись у повній справності всіх механізмів та електричної частини та у відсутності людей біля них.

При надмірному нагріванні електродвигуна, іскрінні на контактних кільцях необхідно припинити роботу млина та викликати електрика для виправлення.

Усунення несправностей в електроустаткуванні та ремонт його повинні проводитись змінним майстром-електриком.

Для електродвигуна повинні передбачатися також захист від струмів навантаження та нульовий захист.

У всіх випадках відключення мережі захистами допускається застосування пристрою автоматичного повторного включення (АПВ)

					<i>ІДМБ.РК.24.02-00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

одноразової дії, а також застосування пристроїв автоматичного включення резерву (АВР) за умови застосування апаратури з блокуванням проти подачі напруги на лінії та електроустановки при пошкодженні їх ізоляції щодо землі та короткому замиканні .

Заземленню підлягають металеві частини електротехнічних пристроїв, що не перебувають під напругою, але можуть опинитися під напругою у разі пошкодження ізоляції, а також трубопроводи, сигнальні троси та ін.

2.3.3 Розміщення обладнання, машин, механізмів та деталей згідно з ДСТУ та санітарними нормами

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

					<i>ІДМБ.РК.24.02-00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

2.3.4 Вимоги санітарних норм до санітарно-побутових приміщень

Створення безпечних умов праці на підприємстві починається з моменту вибору майданчика для його будівництва, вирішення питань планування та благоустрою території, розміщення будівель, споруди, транспортних комунікацій, інженерних мереж, організації систем господарського та побутового обслуговування. При цьому будівлі та споруди розміщують з урахуванням кліматичних та природних умов: об'єкти з найбільшою виробничою шкідливістю розташовані з підвітряного боку.

Для обслуговування робітників та службовців передбачено допоміжні будівлі та приміщення, в яких розміщені: санітарно-побутові приміщення, пункти громадського харчування, медичні пункти та інші допоміжні служби підприємства.

Допоміжні приміщення за своїм складом та устроєм відповідають вимогам будівельних норм і правил.

Санітарно-побутові приміщення розміщені у прибудовах до виробничих будівель. У будинках побутових приміщень, окремо для чоловіків та жінок, розміщені: вбиральні; душові, умивальні, приміщення для особистої гігієни жінок тощо. Побутові приміщення пов'язані з відділеннями збагачувальної фабрики утепленими переходами. Всі побутові приміщення містяться в чистоті та регулярно дезінфікуються.

					ІДМБ.РК.24.02-00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Гардероби обладнані подвійними закритими шафами, для домашнього одягу та робочої, з полицями за кількістю працюючих у всіх змінах, та лавами. Гардеробні з'єднані в один комплекс із душовими та умивальними. Відстань між рядами шаф становить 2 м, а глибина шаф 0,5 м, висота 1,65 м, ширина 30 см. У верхній нижній частині шафи передбачені вентиляційні отвори.

Душові приміщення влаштовані з розрахунку одна духова кабіна на 5 осіб за кількістю працюючих у численній зміні. Мінімальні розміри кабіни 90х90 см, забезпечені дерев'яними решітками для підлоги, перед душні кімнати з лавами та вішалками.

При душових влаштовуються вмивальні таким чином, що на 20 осіб припадає один кран із змішувачем гарячої та холодної води.

Вбиральні розміщені з таким розрахунком, що від них до робочих місць – 80 м, вони обладнані підлоговими чашами (у чоловічих вбиральнях – і пісуарами) з розрахунку 1 підлогова чаша або 1 унітаз на 15 жінок та 1 підлогова чаша або 1 унітаз та 1 пісуар на 30 чоловіків.

Приміщення для особистої гігієни жінок передбачено за кількістю жінок, які працюють у найбільш численній зміні. Воно розміщено разом із вбиральнями і складається з місць для перевдягання (0,7 м² одне місце) та індивідуальних кабін для процедур (1,8х1,2 м) з гігієнічними та сантехнічними пристроями. Кількість кабін визначено із розрахунку одна кабіна на 100 жінок.

На підприємстві передбачені приміщення для знепилювання, прання та ремонту спецодягу. Площі приміщень для сушіння та знепилювання спецодягу становлять по 9,5 м². Для прання робочого одягу передбачені пральні.

Приміщення громадського харчування (при 250 осіб у зміні) обладнане з розрахунку 1 посадкове місце на 4 особи. Відстань від робочих місць до їдальнь або буфетів 200 м.

Пристрої питного водопостачання у виробничих приміщеннях розташоване з відривом 75 м від робочих місць. Це фонтанчики, закриті баки

					ІДМБ.РК.24.02-00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

з насадками, що фонтанують. Їх кількість прийнято з розрахунку один пристрій на 100 осіб.

Для проходів працюючих встановлюються тротуари шириною 1,6 м. при розташуванні виходу з будівель перпендикулярно до залізничної колії перед ним встановлюються бар'єри, що захищають довжиною 6 м у кожену сторону від виходу. Підлоги у виробничих приміщеннях задовольняють гігієнічним та експлуатаційним вимогам для даного виробництва.

У приміщеннях, де застосовуються агресивні та отруйні речовини, підлога зроблена стійкими до хімічного впливу застосовуваних речовин. Для відведення пролитих на підлогу рідин передбачені стоки.

На одного працюючого припадає 16 м³ об'єму та 4,6 м² площі виробничого приміщення. Висота приміщень від підлоги до низу конструкцій перекриття, що виступають, становить 2,2 м, у місцях масового проходу людей висота приміщення становить 2 м, а висота інших проходів – 1,8 м. Дверні прорізи робляться без порогів, їх розміри забезпечують вільний проїзд транспортних засобів з вантажем.

На підприємстві передбачено медичні пункти. До його складу входять: вестибюль, перев'язувальна, кабінети для прийому хворих та стоматологічний кабінет, кімната чергового медичного персоналу, комора, вбиральня з умивальником. Інгалятор з аерозольними установками складається з процедурних (за кількістю аерозольних установок) і має розміри 4,5 х 4,5 м кожна. А також приміщення для очікування відпочинку – 6 м² та додатково 4 м² для розміщення робочого столу та пульта управління, компресорна площа близько.

2.4 Висновки експлуатаційного розділу

В експлуатаційному розділі були розгорнуті такі теми:

					<i>ІДМБ.РК.24.02-00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Розроблені вказівки щодо дій працівників при налагодженні конструкції та основних частин млина, при його встановленні, ремонті та обслуговуванні.
2. Наведено аналіз небезпечних та шкідливих факторів при експлуатації млина, наведено як захистити працівника від пилу шуму та вібрацій що виходять від працюючої машини. Наведено рекомендації щодо використання індивідуальних засобів захисту людини.
3. Наведено організаційні та технічні заходи та засоби, які забезпечать захист людини при експлуатації млина від небезпечного впливу електричного струму.
4. Розроблено правила розміщення обладнання, машин, механізмів та деталей кульового двокамерного млина, для його безпечної експлуатації.

					<i>ІДМБ.РК.24.02-00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ВИСНОВКИ

1. Обґрунтовано актуальність обраної теми вказано позитивні наслідки виконання поставленої мети, а саме вивчення устрою та принципу дії кульового двокамерного млина та його основних вузлів, розробка конструкторської документації та розрахунків млина.
2. Наведено основні поняття та методи виконання зворотнього інжинірингу, з'ясовано та обрано потрібні інструменти для вирішення поставленої задачі.
3. Досліджено та описано класифікації барабанних млинів, потребу та умови їх використання, досліджено устрій та роботу кульового двокамерного млина [REDACTED]. Встановлено що кульовий двокамерний млин призначений для подрібнення будівельних матеріалів малої та середньої твердості сухим методом на заводах для виготовлення будівельних матеріалів.
4. Проведено розрахунки основних частин кульового двокамерного млина: внутрішній діаметр барабана, критичну та номінальну кількість обертів барабана, кутову швидкість обертів барабана, розраховано потужність електродвигуна, передавальне число редуктора, крутний момент на швидкохідному та тихохідному валу. Обрано електродвигун, редуктор, швидкохідну та тихохідну муфти.
5. Розроблено конструкторську документацію на кульовий двокамерний млин
6. Розроблено вказівки, щодо дій працівників при налагодженні конструкції та основних частин млина, при його встановленні, ремонті та обслуговуванні.

					<i>ІДМБ.РК.24.02-00.00.000 ПЗ</i>		
<i>Зм.</i>	Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025	<i>Дата</i>			<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Роз</i>						1	2
<i>К.ро.</i>							
<i>Кері</i>							
<i>Н. К</i>							
<i>Затвердив.</i>	<i>Заболотний</i>				Висновки <i>НТУ «ДП», ММФ, 133-20-1</i>		

7. Наведено аналіз небезпечних та шкідливих факторів при експлуатації млина, наведено як захистити працівника від пилу шуму та вібрацій що виходять від працюючої машини. Наведено рекомендації щодо використання індивідуальних засобів захисту людини.
8. Наведено організаційні та технічні заходи та засоби, які забезпечать захист людини при експлуатації млина від небезпечного впливу електричного струму.
9. Розроблено правила розміщення обладнання, машин, механізмів та деталей кульового двокамерного млина, для його безпечної експлуатації.

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

					<i>ІДМБ.РК.24.02-00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перелік посилань

1 Кухар В. Ю. Лекція «Зворотній інжиніринг». URL: <https://do.nmu.org.ua/course/view.php?id=3250>. Дата звернення: 13.09.2023

2 Сокур М.І., Білецький В.С. Барабанні млини самоподрібнення - К.: Монографія. — Київ: ФОП Халіков Р.Х., 2022. — 225 с.

3 Bergling A. Zapfenlagerung dei Muhlen in den Bergbau in Zementindustrie // Kugellager.— 1976.— № 6.— S. 182—185.



5 Математична модель проходження матеріалу через розвантажувальні грати барабанного млина / М. І. Сокур, В. С. Білецький, Д. П. Божик, І. М. Сокур, Л. М. Сокур // Збагачення корисних копалин. – 2017. – Вип. 66 (107). – С. 88–95.

6 Математичне моделювання електроспоживання на дробильно–подрібнюючих комплексах ГЗК / М. І. Сокур, В. С. Білецький, Л. М. Сокур, І. М. Сокур // Збагачення корисних копалин. – 2017. – Вип. 65 (106). – С. 72–77.

7 Модель руху матеріалу в проточній частині барабанного млина / М. І. Сокур, В. С. Білецький, Д. П. Божик, І. М. Сокур // Збагачення корисних копалин. – 2017. – Вип. 66 (107). – С. 28–35.

8 Модель руху матеріалу в проточній частині барабанного млина / М. І. Сокур, В. С. Білецький, Д. П. Божик, І. М. Сокур // Збагачення корисних копалин. – 2017. – Вип. 66 (107). – С. 28–35.

9 Сокур М. І. Дослідження інноваційної конструкції корпусів млинів самоподрібнення / Сокур М. І., Білецький В. С., Божик Д. П. // Збагачення корисних копалин. – 2017. – Вип. 68 (109). – С. 82–91.

			<i>ІДМБ.РК.24.02-00.00.000 ПЗ</i>				
Зм.	Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025	Дата		Літ.	Аркуш	Аркушів	
Розр.					1	2	
К.роз.							
Керів.							
Н. К.							
Затвердив.	Заболотний			Висновки <i>НТУ «ДП», ММФ, 133-20-1</i>			

10 Математичні основи моделювання швидкісних режимів роботи млинів. / В. С. Білецький, В. О. Смирнов // Якість мінеральної сировини – 2018. – Т. 2. – С. 282–299.

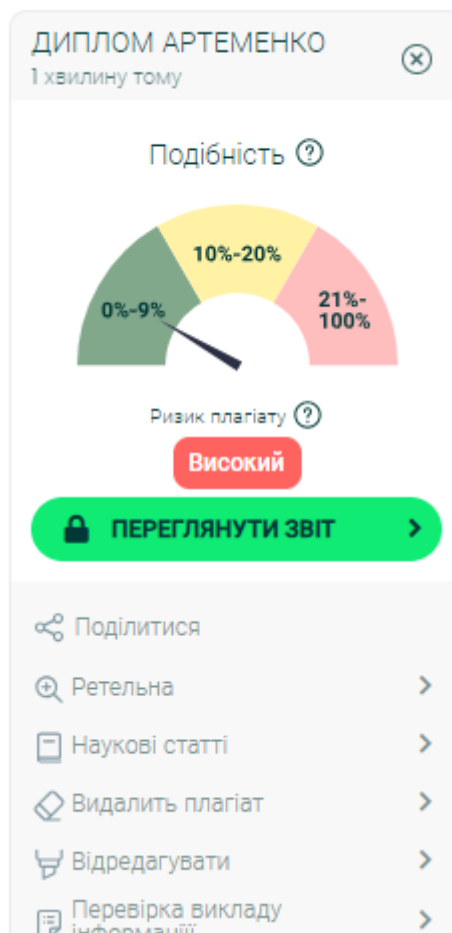
11 Смирнов В. М. Теоретичні основи розрахунку продуктивності барабанних млинів / В. М. Смирнов, В. С. Білецький, М. І. Сокур // Збагачення корисних копалин. – 2019. – Вип. 73 (114) – С. 58–66.

12 Сокур М. І. Збірник наукових праць / М. І. Сокур, В.С. Білецький, Д. П. Божик ; Кременчуц. нац. ун–т ім. М. Остроградського. – Кременчуг : Новабук, 2022. – 294 с.

					<i>ІДМБ.РК.24.02-00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕВІРКА НА ПОДІБНІСТЬ
за допомогою сайту my.plag.com.ua
кваліфікаційної роботи на здобуття ступеня бакалавра
студентки групи 133-20-1 Демченко Нікіта Юрійович

ПОДІБНОСТЬ 9%



Перевірив
завідувач кафедри інжинірингу та дизайну в машинобудуванні
_____ Заболотний К.С.