

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

Механіко-машинобудівний факультет

Кафедра інжинірингу та дизайну в машинобудуванні


**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
**кваліфікаційної роботи ступеня бакалавра**

студента Ярмола Ярослав Анатолійович  
(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 Розробка технічного проекту класифікатору гідравлічного продуктивністю  


(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Бондаренко А.О.			
розділів:				
Конструкторський	Бондаренко А.О.			
Експлуатаційний	Бондаренко А.О.			

Рецензент				
-----------	--	--	--	--

Нормоконтролер	Бондаренко А.О.			
----------------	-----------------	--	--	--

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  
машинобудуванніЗаболотний К.С.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 року

Критичну інформацію з  
матеріалів вилучено  
на підставі рекомендацій  
експертного висновку  
від 24.06.2025**ЗАВДАННЯ  
на кваліфікаційну роботу  
ступеня бакалавра**студенту Ярмолі Я.А. 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 Розробка технічного проекту класифікатору гідравлічного продуктивністюзатверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» №380-с від 30.04.2024 р.  
додаток № 5

Розділ	Зміст	Термін виконання
Конструкторський	Описати конструкцію класифікатору гідравлічного, принцип його роботи, розрахувати конструктивні параметри класифікатору гідравлічного, розробити комп'ютерну модель і технічну документацію	20.05.2024- 09.06.2024
Експлуатаційний	Розглянути заходи з охорони праці при експлуатації класифікатору гідравлічного, привести можливі неполадки та методи їх усунення	10.06.2024- 30.06.2024

Завдання видано

(підпис керівника)

Бондаренко А.О.

(прізвище, ініціали)

Дата видачі 20.05.2024 р.Дата подання до екзаменаційної комісії 30.06.2024 р.

Прийнято до виконання

(підпис студента)

Ярмола Я.А.

(прізвище, ініціали)

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

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 84 сторінки, 10 рисунків, 2 таблиці, 9 джерел інформації, 8 додатків.

**Об'єкт кваліфікаційної роботи** – процес гідравлічної класифікації

**Предмет кваліфікаційної роботи** – конструктивні і технологічні параметри гідравлічного класифікатору.

**Задача кваліфікаційної роботи** – визначити конструктивні і технологічні параметри установки на базі гідравлічного класифікатору продуктивністю [REDACTED] і розробити конструкторську документацію.

**Мета роботи** – визначити конструктивні і технологічні параметри установки на базі гідравлічного класифікатору продуктивністю [REDACTED]

В конструкторському розділі приведені відомості про процес гідравлічної класифікації і конструкції гідравлічних класифікаторів, виконаний повний опис особливостей конструкції складальних частин класифікатору гідравлічного продуктивністю [REDACTED] розраховані конструктивні і технологічні параметри гідравлічного класифікатору для гідравлічної класифікації [REDACTED]

розроблено твердотільну комп'ютерну модель класифікатору гідравлічного продуктивністю [REDACTED] конструкторську документацію: тривимірні комп'ютерні моделі, кресленики складальні, записку пояснювальну.

У експлуатаційному розділі виконано розробку експлуатаційних документів гідравлічного класифікатору для гідравлічної класифікації [REDACTED]

					<i>ІДМ.РК.24.35-00.00.000 ПЗ</i>			
<i>Зм</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб</i>		<i>Ярмола</i>			Реферат	<i>Літ.</i>	<i>Арк</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевірів</i>		<i>Бондаренко</i>					1	2
<i>Н. Контр.</i>		<i>Бондаренко</i>				<b>НТУ «ДП», ММФ, 133-20-1</b>		
<i>Затвердив</i>		<i>Заболотний</i>						

**Практичне значення роботи** – визначені параметри і документація гідравлічного класифікатору для гідравлічної класифікації [REDACTED]

[REDACTED] може бути використана з метою забезпечення збагачувальних фабрик з переробки [REDACTED]

[REDACTED] обладнанням виготовленим на місцевих підприємствах.

**Новизна роботи** – забезпечена можливість застосування на збагачувальних фабриках з переробки [REDACTED] установок виготовлених на вітчизняних підприємствах.

Кваліфікаційна робота ступеня бакалавр виконана з використанням вихідних матеріалів, наданих [REDACTED] підприємств НТУ ДП, містить інформацію, яка потенційно може представляти комерційну таємницю. Тому, відповідно до Положення 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 має зберігатись в електронному архіві кафедри.

**Кінцевий результат роботи** – розроблено конструкторську документацію у вигляді пояснювальної записки, 3D-моделі SOLIDWORKS, складальні кресленики у форматі A1, специфікації.

**Графічна частина:** 3 кресленики на форматі A1.

Ключові слова: КЛАСИФІКАТОР ГІДРАВЛІЧНИЙ, [REDACTED]  
ГРАВІТАЦІЙНА КЛАСИФІКАЦІЯ.

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

					<i>ІДМ.РК.24.35-00.00.000 ПЗ</i>	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		2

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

## ЗМІСТ

	Стор.
Вступ.....	7
1 Конструкторський розділ.....	9
1.1 Класифікація методів гравітаційного збагачення.....	9
1.2 Характеристика процесу класифікації та сфера його застосування.....	10
1.3 Принцип роботи і конструкції класифікаторів.....	14
1.4 Опис особливостей конструкції установки на базі класифікатору гідравлічного продуктивністю [REDACTED].....	19
1.5 Опис особливостей конструкції класифікатору гідравлічного ...	24
1.6 Конструкція корпусу ділильного класифікатору гідравлічного....	24
1.7 Конструкція бункеру піскового.....	26
1.8 Конструкція системи зливу шламів класифікації.....	28
1.9 Розрахунок класифікатору гідравлічного продуктивністю [REDACTED].....	30
1.10 Розрахунок технологічних і конструктивних параметрів системи зрошування класифікатора вертикального.....	34
1.11 Розрахунок конструктивних параметрів струминного живильнику вертикального класифікатору продуктивністю [REDACTED].....	38
1.12 Вибір насосу вертикального класифікатору продуктивністю [REDACTED].....	44
1.13 Висновки за розділом.....	46
2 Експлуатаційний розділ.....	47

					<i>ІДМ.РК.24.35-00.00.000 ПЗ</i>			
<b>Зм</b>	<b>Арк</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дата</b>				
Розроб		Ярмола			Зміст	<b>Літ.</b>	<b>Арк</b>	<b>Аркушів</b>
Перевірів		Бондаренко					1	2
Н. Контр.		Бондаренко			<b>НТУ «ДП», ММФ, 133-20-1</b>			
Затвердив		Заболотний						

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

і робота установки на базі класифікатора гідравлічного продуктивністю [REDACTED] ..... 47

2.2 Експлуатація класифікатора гідравлічного продуктивністю [REDACTED] ..... 50

2.3 Несправності насоса, ймовірні причини їх виникнення та методи усунення..... 52

2.4 Організація ремонту..... 53

2.5 Розборка насосів та його вузлів..... 55

2.6 Підготовка до дефектації та ремонту ..... 57

2.7 Технічні вимоги на дефектацію та ремонт ..... 57

2.8 Збірка та регулювання насосів..... 58

2.9 Регулювання ..... 59

2.10 Перевірка та приймання після ремонту..... 60

2.11 Центрування агрегату..... 60

2.12 Охорона праці..... 61

2.13 Висновок по експлуатаційному розділу..... 64

Висновок..... 66

Перелік посилань..... 67

Додаток А Відомість матеріалів до курсового проекту..... 68

Додаток Б Розрахунок конструктивних і технологічних параметрів класифікатора гідравлічного продуктивністю [REDACTED] ..... 69

Додаток В Конструкторська документація до складальних креслеників..... 72

Додаток Г Перевірка на плагіат..... 79

Додаток Д Презентація кваліфікаційної роботи..... 80

Додаток Е Витяг з протоколу ..... 82

Додаток Ж Відгук на кваліфікаційну роботу бакалавра..... 83

Додаток З Рецензія на кваліфікаційну роботу бакалавра..... 84

## ВСТУП

**Актуальність кваліфікаційної роботи:** з метою підвищення ефективності технології переробки [REDACTED] доцільно визначити основні конструктивні параметри та розрахувати конструкцію класифікатору гідравлічного, який працює у складі стаціонарної установки що призначена для гідравлічної класифікації [REDACTED] і може бути використаний на збагачувальних фабриках з переробки польвошпатової сировини.

**Предмет кваліфікаційної роботи** – конструктивні і технологічні параметри гідравлічного класифікатору.

**Об'єкт кваліфікаційної роботи** – процес гідравлічної класифікації [REDACTED]

**Мета кваліфікаційної роботи** – визначити конструктивні і технологічні параметри установки на базі гідравлічного класифікатору продуктивністю [REDACTED] для гідравлічної класифікації [REDACTED]

**Задача кваліфікаційної роботи** – визначити конструктивні і технологічні параметри установки на базі гідравлічного класифікатору продуктивністю [REDACTED] і розробити конструкторську документацію. Задача поділена на такі підзадачі:

- 1) Привести відомості про процес гідравлічної класифікації і конструкції гідравлічних класифікаторів;
- 2) Навести опис особливостей конструкції класифікатору гідравлічного продуктивністю [REDACTED]
- 3) Навести опис особливостей конструкції складальних частин класифікатору гідравлічного продуктивністю [REDACTED]

					ІДМ.РК.24.35-00.00.000 ПЗ			
<b>Зм</b>	<b>Арк</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дата</b>				
Розроб	Ярмола				Вступ	<b>Літ.</b>	<b>Арк</b>	<b>Аркушів</b>
Перевіриє	Бондаренко						1	2
Н. Контр.	Бондаренко				НТУ «ДП», ММФ, 133-20-1			
Затвердив	Заболотний							

4) Розробити твердотільну комп'ютерну модель класифікатору гідравлічного продуктивністю [REDACTED]

5) Розрахувати конструктивні і технологічні параметри гідравлічного класифікатору для гідравлічної класифікації [REDACTED]

6) Розробити конструкторську документацію: тривимірні комп'ютерні моделі, кресленики складальні, записку пояснювальну;

7) Розробити експлуатаційні документи гідравлічного класифікатору для гідравлічної класифікації [REDACTED]

**Практичне значення роботи** – визначені параметри і документація гідравлічного класифікатору для гідравлічної класифікації [REDACTED]

[REDACTED] може бути використана з метою забезпечення збагачувальних фабрик з переробки [REDACTED] обладнанням виготовленим на місцевих підприємствах.

**Новизна роботи** – забезпечена можливість застосування на збагачувальних фабриках з переробки [REDACTED] установок виготовлених на вітчизняних підприємствах.

**Методи досягнення мети** – у роботі проаналізовані і поставлені актуальні виробничі задачі, застосовані відомі формули і коефіцієнти при визначенні параметрів гідравлічної класифікації [REDACTED]

[REDACTED] документація розроблена у ліцензійній програмі SolidWorks, приведені відомі стандартні рекомендації з охорони парці при виконанні ремонтних, монтажних робіт гідравлічного класифікатору.

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

					ІДМ.РК.24.35-00.00.000 ПЗ	Арк
						2
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

## Розділ 1 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ

### 1.1 Класифікація методів гравітаційного збагачення

Гравітаційні методи збагачення реалізуються в складних багатокомпонентних і багатофазних суспензіях. Розділення зерен досягається за однією з розділових ознак за допомогою гідро- і аеродинамічного впливу на мінеральну суміш. Розділовими ознаками можуть служити: реологічні параметри розділового середовища; реологічні параметри середовища, що піддається одночасній дії електричного і магнітного полів; швидкість зерен в пульсуючому потоці рідини; швидкість зерен в потоці рідини, що тече по похилій площині; швидкість зерен у вертикальному потоці рідини; промивання і т.д.

Класифікація методів гравітаційного збагачення в залежності від тієї чи іншої розділової ознаки може бути наступною:

1. Розшарування в самопливних збагачувальних середовищах: гідравлічних, пневматичних, важкорідинних, суспензійних гідравлічних і пневматичних, електролітних (магнітогідродинамічна сепарація).

2. Сепарація зерна в пульсуючому потоці сепаруючого середовища: гідравлічне та пневматичне осадження, збагачення у вібраційних жолобах, пневматична сепарація, збагачення в пульсаторах.

3. Сепарація зерна в рідкому струмені, що тече по похилій площині: збагачення в жолобах, збагачення в шлюзах, збагачення в струменевих збагачувальних концентраторах, збагачення на столах концентрації, збагачення на шнекових сепараторах.

					<i>ІДМ.РК.24.35-00.00.000 ПЗ</i>			
<i>Зм</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Конструкторський розділ	<i>Літ.</i>	<i>Арк</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб</i>		<i>Ярмола</i>					1	38
<i>Перевірів</i>		<i>Бондаренко</i>				<b>НТУ «ДП», ММФ, 133-20-1</b>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Бондаренко</i>						
<i>Затвердив</i>		<i>Заболотний</i>						

4. Розділення зерна у криволінійних потоках сепараційних середовищ: збагачення в гідроциклонах, збагачення в центрифугах.

5. Сепарація зерна у вертикальних висхідних потоках сепаруючого середовища: класифікація гідравлічна та пневматична.

6. Осадження зерна в сепараційних середовищах: згущення.

7. Промивання.

Застосування гравітаційних методів в практиці переробки корисних копалин визначається: в залежності від речового складу матеріалу, що збагачується; розмір зерен, що відокремлюються; характеристикою збагачення корисних копалин; кліматичними умовами регіону; техніко-економічними показниками.

Обґрунтований вибір методу збагачення і відповідного основного збагачувального обладнання сприяє досягненню високих якісних і кількісних показників і економічності виробництва.

## **1.2 Характеристика процесу класифікації та сфера його застосування**

Гідравлічна класифікація - це процес поділу суміші мінеральних зерен на класи відповідно до їх швидкостей падіння у воду. В якості розділового середовища може використовуватися повітря, і тоді класифікація називається пневматичною або повітряною.

Класифікація в основному використовується для поділу матеріалів за розміром. Але цей процес можливий тільки тоді, коли суміші, що розділяють досить однорідні по щільності і формі зерен, що входять до їх складу. Якщо компоненти суміші мають велику різницю в щільності або їх зерна сильно відрізняються один від одного за формою, то при їх класифікації відбувається часткове гравітаційне збагачення.

					<i>ІДМ.РК.24.35-00.00.000 ПЗ</i>	Арк
						2
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

У гідравлічній класифікації матеріал можна розділити на два або більше класів різного розміру. В результаті гідравлічної класифікації суміш поділяється на класи по рівнопадінні. Якщо суміш, що відокремлюється, містить зерна різної щільності і форми, то в гідравлічну класифікацію будуть включені зерна різного розміру: дрібні зерна важких зерен і великі зерна легких зерен відповідно до їх коефіцієнта рівноваги ( $e$ ). Це важлива відмінність між гідравлічною класифікацією та грохотінням.

Принцип процесу гідравлічної класифікації заснований на зміні траєкторії руху зерен матеріалу, що відокремлюється під впливом гравітаційних сил, сил опору руху зерен з боку середовища, а також від зіткнень з навколишніми зернами і сил інерції.

Залежно від напрямку цих сил гідравлічна класифікація може здійснюватися у вертикальних (висхідних) або горизонтальних водних потоках, або в потоках, напрямком яких не збігається з напрямком основних діючих сил.

Гідравлічна класифікація сама по собі не є процесом збагачення і відноситься до підготовчих або допоміжних процесів. Її завдання полягає в тому, щоб підготувати матеріал до подальшого збагачення таким чином, щоб саме збагачення відбувалося найбільш ефективно. В якості підготовчої операції використовується у всіх гравітаційних концентраторах перед концентруванням матеріалу на столах, осадкових апаратах, шнекових сепараторах і т.д.

В якості допоміжної операції у всіх збагачувальних фабриках, що використовують подрібнення руди, використовується гідравлічна класифікація для виділення недоподрібненої грубої частини (пісків) і повернення їх на повторне подрібнення. Рідше класифікація має самостійне значення. Однак при переробці високосортних руд (наприклад, заліза і марганцю), а також вугілля відділення від них глинистих частинок (знешламлювання або промивання) дозволяє отримувати товарну продукцію без збагачення.

					<i>ІДМ.РК.24.35-00.00.000 ПЗ</i>	Арк
						3
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Застосування гідравлічної класифікації в циклах подрібнення руд, що містять важкі цінні мінерали, такі як каситерит, вольфраміт та ін., неефективно. Відповідно до законів рівно-падіння, розмір зерен цих мінералів, що виділяються в злив, в 2-3 рази менше, ніж розмір зерен гірських мінералів в злив. Це призводить до того, що дрібне, важке зерно, що осіло в пісках, повертається в млини, в результаті чого виявляється занадто перемеленим. На практиці в цих випадках перед подачею їх у млин застосовують просіювання або гравітаційне збагачення пісків, щоб відокремити дрібні вільні зерна важкого мінералу.

Гідравлічна класифікація використовується для поділу зерен з розміром зерен більше 40 мкм. Знешламлення проводять на зерні розміром від 10-20 до 40-70 мкм. Верхня межа розмірів матеріалу, що класифікується, становить не більше 5-6 мм для руд і 13 мм для вугілля.

Апарати, в яких проводиться гідравлічна класифікація, називаються класифікаторами. У разі повітряної класифікації вони називаються сепараторами.

У гідравлічній класифікації матеріал поділяють на класи в умовах умовно вільного або стисненого руху зерен.

Процес гідравлічної класифікації у вертикальній камері схематично показаний на рис. 1. Вихідний продукт вводиться в середню частину вертикальної камери висхідним потоком води. Верхній (дрібний) зливний продукт вільно переливається через край, а нижній (крупнозернистий) пісок виводиться внизу через регульований патрубок.

Теорія гідравлічної класифікації ґрунтується на двох основних припущеннях: швидкість обтікання зерна  $w$  в гідравлічному класифікаторі дорівнює швидкості стисненого падіння його  $v_{ст}$  при заданому значенні розпушення (або дорівнює швидкості вільного падіння зерна при класифікації в розбавлених пульпах  $w=v_0$ );

					ІДМ.РК.24.35-00.00.000 ПЗ	Арк
						4
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Швидкість частинки відносно нерухомих стінок класифікаційної колони  $v_{абс}$  дорівнює різниці між швидкістю висхідного потоку  $u$  і швидкістю обмеженого падіння зерна

$$v_{абс} = u - v_{ст}$$

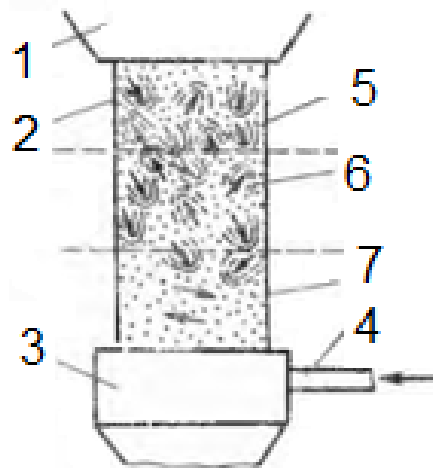


Рисунок 1 – Процес гідравлічної класифікації у вертикальній камері:

1-камера, 2-класифікаційна труба, 3-вортекс, 4-підвід води, 5-зона перемішування і найбільшої концентрації пульпи, 6- проміжна зона, 7-зона кругового руху пульпи та найменшої її концентрації.

З цих положень свідчить наступне, що теоретично всі частинки, гідравлічна крупність (кінцева швидкість падіння) яких більше швидкості висхідного потоку  $v_{ст} > u$ , мають опуститися на дно і потрапити в пісковий продукт, а зерна, гідравлічна крупність яких менша за швидкість висхідного потоку  $v_{ст} < u$ , мають бути винесені в зливний продукт.

На практиці, такого чіткого розділення не досягають: піскові продукти завжди засмічені дрібними зернами, а в зливах, в невеликій кількості, присутні крупні зерна.

					ІДМ.РК.24.35-00.00.000 ПЗ	Арк
						5
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Причиною такої невідповідності є завелике спрощення, схематизація явищ, які відбуваються в класифікаторі при розділенні.

Положення, які приведені вище, справедливі лише для руху одиночних частинок у вертикальному потоці, що встановився (ідеалізованому). В реальності, класифікація – масовий процес, в якому бере участь велика кількість частинок. На цей процес впливають різні випадкові фактори, що збурюють турбулентність потоку, місцеві, випадкові зміни концентрації зерен в потоці та тиск середовища, форма і маса частинок, взаємодія частинок одна з одною та стінками апарата, стиснене розвантаження нижнього продукту, безперервна подача вихідного продукту в зону класифікації.

### 1.3 Принцип роботи і конструкції класифікаторів

Найпростішими гідравлічними класифікаторами - є класифікуючі конуси (конусні класифікатори), відстійники різної конструкції (пірамідальні, призматичні тощо) (рис. 2) одно або багатосекційні. Загальним для всіх конструкцій є наявність горизонтального потоку пульпи. Ці апарати відстійного типу використовують для зневоднення або знешламлення зернистих матеріалів. Як класифікаційні апарати, як наслідок низької ефективності, вони втратили своє значення. З рис. 2 видно, що для виконання умов випадіння зерна з горизонтального потоку в піски необхідне виконання наступної умови:

$$\frac{l}{\omega} > \frac{h}{v_0 - u}$$

Де  $l$  – характерний розмір класифікатора;

$u$  – горизонтальна швидкість потоку;

					ІДМ.РК.24.35-00.00.000 ПЗ	Арк
						6
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

$h$ – перепад висот в рівнях живлення та розвантаження;

$v_0$ – швидкість вільного падіння зерна;

$\omega$ – вертикальна складова швидкості турбулентного потоку.

На практиці робіт збагачувальних фабрик з цього типу класифікаторів, найбільш розповсюджені автоматичні конуси: конусний класифікатор пісковий (ККП) та конусний класифікатор шламовий (ККШ).

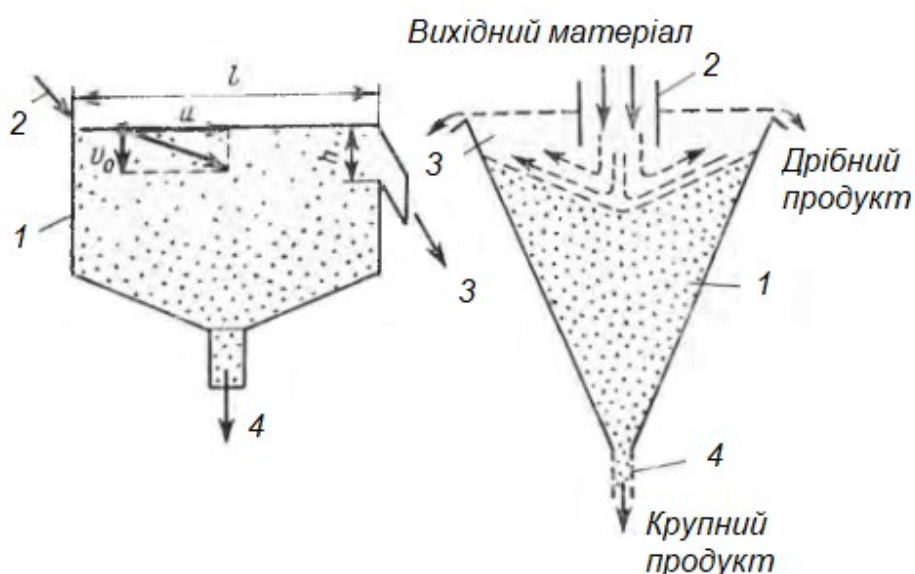


Рисунок 2 – Принцип дії гідравлічних класифікаторів з горизонтальним потоком

1 – відстійник, 2 – живлення, 3 – злив, 4 – піски

Піскові конуси застосовують для класифікації зернистого матеріалу – 2 (3) мм при крупності розділення більше 0,15 мм. Шламові конуси використовують для класифікації тонкозернистих матеріалів (менше 1 мм) при крупності розділення менше 0,15 мм.

					ІДМ.РК.24.35-00.00.000 ПЗ	Арк
						7
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Будова конусних класифікаторів ККП та ККШ аналогічна. Вони являють собою зварний корпус з кутом 60-65 о, який встановлений на рамі вершиною до низу. В основі конуса передбачений кільцевий жолоб для зливу.

Вихідний продукт подається через центральну трубу, спереди якої встановлена сітка (для того, щоб вловити випадкові крупні зерна та різні предмети) і заспокійник, що розсікає потік.

Автоматичний розвантажувальний механізм складається з поплавка (у шламового конуса він розташований в нижній частині конуса), системи важелів з противагами та натяжною пружиною та шарового клапану, який перекидає розвантажувальний отвір конуса. В разі перенавантаження конуса, поплавок підіймається і клапан відкриває отвір.

Конусні класифікатори зазвичай працюють без подачі додаткової води, а їхня ефективність роботи невисока. Продуктивність конусних класифікаторів коливається від 2 до 20 т/год в залежності від діаметра конуса і крупності розділення. Характерною рисою роботи цих класифікаторів є висока розрідженість пісків (30-40% твердого). При високому вмісті шламу в руді, ці класифікатори малоефективні. Гідравлічні класифікатори з висхідним потоком пульпи рідко використовуються в практиці рудопереробних фабрик. Класифікатори висхідних потоків поширені в будівельній техніці при виробництві пісків для виробництва бетону.

Значне підвищення точності поділу в класифікаторах з висхідними потоками отримано при розсіченні робочої зони (вертикального каналу) на ряд вузьких каналів. Недоліками класифікаторів з вертикальним потоком є велика витрата води, велика висота апаратів (до 15 м) і отримання всього двох продуктів – зливу і піску.

Для підготовки подрібнених руд до збагачення їх гідравлічна класифікація проводиться в багатокамерних гідрокласифікаторах і проводиться як в горизонтальних, так і у вертикальних потоках.

					<i>ІДМ.РК.24.35-00.00.000 ПЗ</i>	Арк
						8
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Класифікатори цього типу (рис. 3) являють собою відкритий жолоб, що розширюється, через який протікає горизонтальний потік вихідного матеріала. У днищі жолоба змонтовані пірамідальні класифікаційні камери, розміри яких збільшуються в напрямку розвантажувального кінця корпусу. У нижній частині кожної пірамідальної камери кріпляться спеціальні пристосування для класифікації матеріалу, який осідає у висхідних потоках води, що подається знизу. Цей пристрій включає в себе класифікаційну (коротку) трубку, перемішувачий пристрій для розпушення піщаної суспензії, камеру для тангенціальної подачі води і розвантажувальний пристрій. У циліндричній частині камери є оглядові вікна для спостереження за процесом.

Класифікація вихідного матеріалу відбувається в два етапи:

в горизонтальному потоці, що розширюється в умовах вільного осадження, при цьому в кожен наступну камеру надходить все більш дрібний матеріал;

у вертикальних класифікаційних трубках кожної камери, де генерується висхідний потік води з певною швидкістю, розрахованою для кожного відділення. Тут класифікація проводиться в умовах обмеженого простору.

Мішалки приводяться в повільне (від 1 до 2 об / хв) обертання за допомогою порожнистих вертикальних валів, які, в свою чергу, отримують обертання від горизонтального приводного вала.

Через порожнистий вертикальний вал проходить шток-стрижень, який за допомогою кульового крана періодично закриває отвір у розвантажувальній діафрагмі. Підйом стрижня для розвантаження пісків (відкриття отвору) здійснюється кулачковим механізмом, встановленим на тому ж горизонтальному приводному валу. Частота відкриття в перших камерах більше, ніж в останніх.

Швидкість води в класифікаційних трубках відповідно зменшується в напрямку порога розвантаження. Регульоване автоматичне розвантаження

					ІДМ.РК.24.35-00.00.000 ПЗ	Арк
						9
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

піску є перевагою цих класифікаторів, оскільки зменшує споживання води. Тангенціальний потік води знизу створює стійкий висхідний потік і більш рівномірний розподіл вертикальних швидкостей по поперечному перерізу камери.

Технічні характеристики багатокамерних гідравлічних класифікаторів (КГ) наведені в таблиці 1.

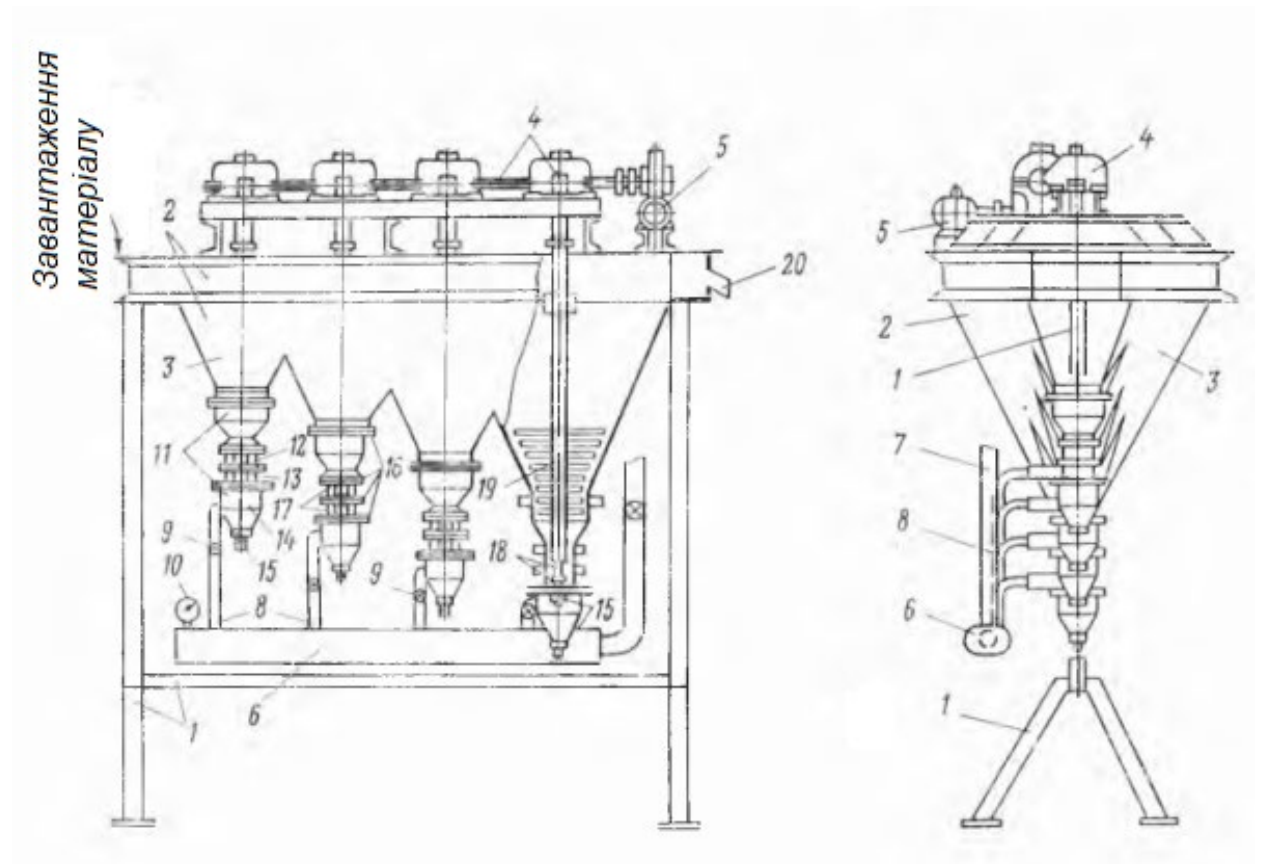


Рисунок 3 – Чотирибункерний гідравлічний класифікатор:

1 – рама опорна, 2 – корпус-ванна. 3 – камера, 4 – привідний механізм, 5 – електродвигун з редуктором, 6 – водяний колектор, 7 – водяна труба, 8 – водяний патрубок, 9 – кран, 10 – манометр, 11 – спигот камери, 12 – класифікуючі колонка, 13 – вортекс спигота, 14 – розвантажувальний конус, 15 – розвантажувальні насадки, 16 – фланці, 17 – циліндри спигота, 18 – шток з пробкою, 19 – вал з мішалкою. 20 – зливний поріг.

Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

ІДМ.РК.24.35-00.00.000 ПЗ

Арк

10

Таблиця 1 – Технічна характеристика гідравлічних класифікаторів

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

#### 1.4 Опис особливостей конструкції установки на базі класифікатору гідравлічного продуктивністю [REDACTED]

Установку на базі класифікатору гідравлічного продуктивністю [REDACTED] (рисунок 4) застосовують для гідравлічної класифікації [REDACTED] і може бути використана на збагачувальних фабриках з переробки [REDACTED]. Даною установкою також можуть бути класифіковані по крупності і густині інші мінерали, наприклад: піски будівельні, скляні, формувальні, кварцові, штучні зі

					<i>ІДМ.РК.24.35-00.00.000 ПЗ</i>	Арк
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		11

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

Рисунок 4 – Установка на базі класифікатору гідравлічного продуктивністю [REDACTED]

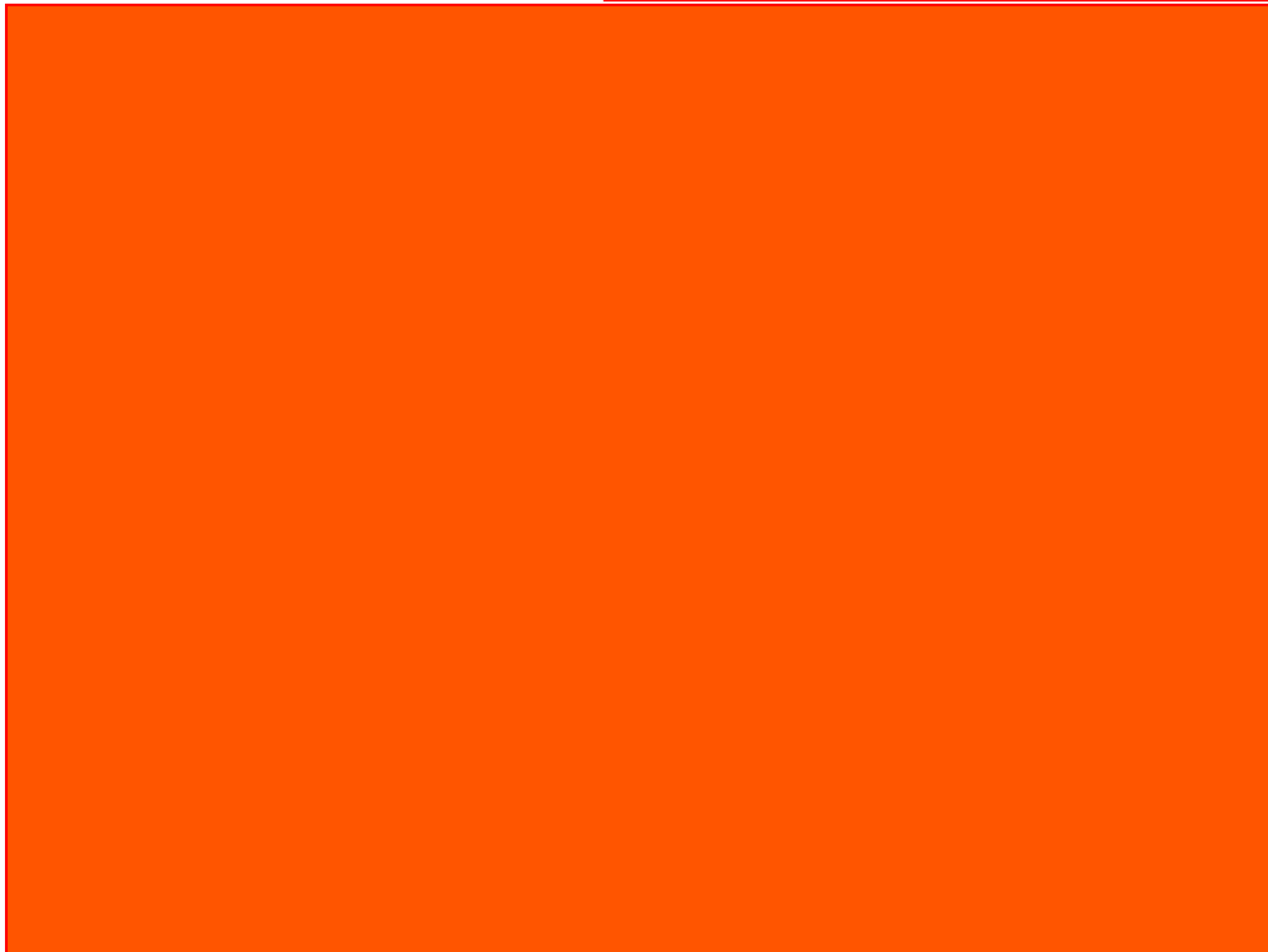


					ІДМ.РК.24.35-00.00.000 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		12

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

рід, вапняки, доломіти, піски з вмістом ільменіту, монациту, иликаніту тощо.

У приведений установці на базі класифікатору гідравлічного [REDACTED] [REDACTED] класифікують по крупності і густині у вертикальному зустрічному потоці води. Сировину [REDACTED]



Установа має невеликі розміри, тому її доцільно використовувати з іншими процесами збагачення і транспортування у межах збагачувальних фабрик.

Конструкція установки бази класифікатору гідравлічного продуктивністю [REDACTED]



Установка на базі класифікатору гідравлічного продуктивністю [REDACTED] має високу ефективність гідравлічної класифікації зерен [REDACTED]

					ІДМ.РК.24.35-00.00.000 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		13

їх очистки від пилюватих забруднень і концентрації. До того ж установка дуже проста у експлуатації, її легко монтувати і демонтувати, збирати й розбирати, переставляти і транспортувати. Робота установки на базі класифікатору гідравлічного продуктивністю може супроводжуватись завантаженням зернистої сировини різними типами живильників, що полегшує живлення вихідної і транспортування очищеного зернистого продукту.

Складальні одиниці установки на базі класифікатору гідравлічного продуктивністю Це значно спрощує роботи з обслуговування, налаштування технологічних параметрів, монтажу і демонтажу, зміни конструктивних елементів тощо.

Установка на базі класифікатору гідравлічного продуктивністю (рисунок 5) складається з наступних складальних одиниць:

Складальні одиниці на базі класифікатору гідравлічного продуктивністю (рисунок 5), мають урахувати діючі стандарти ДСТУ. За складністю конструкції складальні одиниці можуть бути виготовлені на потужностях машинобудівних вітчизняних. Конструктивні елементи установки на базі класифікатору гідравлічного спроектовані з метою застосування в умовах сучасних збагачувальних фабрик тому мають потенціал до швидкого монтажу й демонтажу. Опис конструкції приведених елементів установки для гідравлічної класифікації приведений в інших розділах.

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

					ІДМ.РК.24.35-00.00.000 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		14

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

					ІДМ.РК.24.35-00.00.000 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		15

## 1.5 Опис особливостей конструкції класифікатору гідравлічного

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

## 1.6 Конструкція корпусу ділильного класифікатору гідравлічного

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

					ІДМ.РК.24.35-00.00.000 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		16

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

					ІДМ.РК.24.35-00.00.000 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		17

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

### 1.7 Конструкція бункеру піскового

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

					ІДМ.РК.24.35-00.00.000 ПЗ	Арк
						18
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

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

					ІДМ.РК.24.35-00.00.000 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		19

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

## 1.8 Конструкція системи зливу шламів класифікації

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

					ІДМ.РК.24.35-00.00.000 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		20

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

					<i>ІДМ.РК.24.35-00.00.000 ПЗ</i>	Арк
						21
<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

### 1.9 Розрахунок класифікатору гідравлічного продуктивністю

[Redacted]

Вихідні дані до розрахунку класифікатору гідравлічного продуктивністю [Redacted]

Найменування	Розмірність	Значення
Продуктивність водяного насоса розрахункова	м <sup>3</sup> /ГОД	[Redacted]
Продуктивність за вихідною сировиною розрахункова	м <sup>3</sup> /ГОД	[Redacted]
Щільність води	кг/м <sup>3</sup>	[Redacted]
Питомий видаток води	м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup>	[Redacted]
Щільність вихідної сировини розрахункова	кг/м <sup>3</sup>	[Redacted]
Щільність скелета вихідної сировини розрахункова	кг/м <sup>3</sup>	[Redacted]
Коефіцієнт пористості вихідної сировини		[Redacted]
Крупність розділення	м	[Redacted]
Коефіцієнт Ke		[Redacted]

Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

ІДМ.РК.24.35-00.00.000 ПЗ

Арк

22

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

					ІДМ.РК.24.35-00.00.000 ПЗ	Арк
						23
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

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

					ІДМ.РК.24.35-00.00.000 ПЗ	Арк
						24
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

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

					ІДМ.РК.24.35-00.00.000 ПЗ	Арк
						25
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

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

### 1.10 Розрахунок технологічних і конструктивних параметрів системи зрошування класифікатора вертикального

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

					ІДМ.РК.24.35-00.00.000 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		26


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

					ІДМ.РК.24.35-00.00.000 ПЗ	Арк
						27
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		



Розрахунок параметрів зливу польовошпатової пульпи до живильника

Об'ємна концентрація польовошпатової пульпи у бункері 

Щільність польовошпатової сировини у бункері вертикального класифікатору при відносній вологості 100% 


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

					ІДМ.РК.24.35-00.00.000 ПЗ	Арк
						28
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	ІДМ.РК.24.35-00.00.000 ПЗ	Арк
						29

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

**1.11 Розрахунок конструктивних параметрів струминного живильнику вертикального класифікатору продуктивністю **

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

					ІДМ.РК.24.35-00.00.000 ПЗ	Арк
						30
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Вихідні дані до розрахунку н струминних живильників  
вертикального класифікатору продуктивністю

Середній коефіцієнт лобового опору

Дальність транспортування

Геометрична висота підймання пульпи

Залишковий напір при випуску пульпи

Кінематична в'язкість води

Коефіцієнт

Швидкість руху пульпи у трубопроводі

Кількість живильників

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

					ІДМ.РК.24.35-00.00.000 ПЗ	Арк
						31
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

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

					ІДМ.РК.24.35-00.00.000 ПЗ	Арк
						32
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

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

					ІДМ.РК.24.35-00.00.000 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		33

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

					ІДМ.РК.24.35-00.00.000 ПЗ	Арк
						34
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

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

					ІДМ.РК.24.35-00.00.000 ПЗ	Арк
						35
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

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

**1.12 Вибір насосу вертикального класифікатору продуктивністю [REDACTED]**

Відповідно до розрахованих параметрів потрібна подача води до вертикального класифікатору [REDACTED]

Для живлення вертикального класифікатору продуктивністю [REDACTED] приймаємо насос водяний [REDACTED] Параметри насосу [REDACTED] приведені в таблиці 2.

Таблиця 2 – Параметри насосу [REDACTED]

[REDACTED]				
------------	--	--	--	--

					ІДМ.РК.24.35-00.00.000 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		36

Характеристика насосу [REDACTED] приведена на рисунку 9.

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

Рисунок 9 – Характеристика насосу [REDACTED]

					ІДМ.РК.24.35-00.00.000 ПЗ	Арк
						37
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

### 1.13 Висновки за розділом

Визначені конструктивні і технологічні параметри установки на базі гідравлічного класифікатору продуктивністю [REDACTED] і розробити конструкторську документацію. Виконано: приведені відомості про процес гідравлічної класифікації і конструкції гідравлічних класифікаторів; наведений опис особливостей конструкції класифікатору гідравлічного продуктивністю [REDACTED]; наведений опис особливостей конструкції складальних частин класифікатору гідравлічного продуктивністю [REDACTED] розроблено тверdotільну комп'ютерну модель класифікатору гідравлічного продуктивністю [REDACTED] розраховані конструктивні і технологічні параметри гідравлічного класифікатору для гідравлічної класифікації [REDACTED] [REDACTED] розроблено конструкторську документацію: тривимірні комп'ютерні моделі, кресленики складальні, записку пояснювальну.

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

					ІДМ.РК.24.35-00.00.000 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		38

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

## РОЗДІЛ 2 ЕКСПЛУАТАЦІЙНИЙ

### 2.1 Опис і робота установки на базі класифікатору гідравлічного продуктивністю [REDACTED]

Установка на базі класифікатору гідравлічного продуктивністю [REDACTED] призначена для гідравлічної класифікації [REDACTED]. Установка може бути використана на збагачувальних фабриках з переробки [REDACTED]. Класифікатор гідравлічний також може бути застосований при класифікації по крупності і густині інших мінералів, наприклад: піски будівельні, скляні, формувальні, кварцові, штучні зі скельних порід, вапняки, доломіти, піски з вмістом ільменіту, монациту, ставроліту, силіканіту тощо.

Установка на базі класифікатору гідравлічного продуктивністю [REDACTED] складається з [REDACTED]

[REDACTED] Складальні одиниці класифікатору гідравлічного продуктивністю з'єднані роз'ємними болтовими з'єднаннями, що значно спрощує роботи з обслуговування, налаштування технологічних параметрів, монтажу і демонтажу, зміни конструктивних елементів тощо.

Установка на базі класифікатору гідравлічного продуктивністю [REDACTED] працює за таким принципом (Рис. 2.1). [REDACTED]

					<i>ІДМ.РК.24.35-00.00.000 ПЗ</i>			
<b>Зм</b>	<b>Арк</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дата</b>	Експлуатаційний розділ	<b>Літ.</b>	<b>Арк</b>	<b>Аркушіє</b>
Розроб		Ярмола					1	19
Перевірів		Бондаренко						
Н. Контр.		Бондаренко				<b>НТУ «ДП», ММФ, 133-20-1</b>		
Затвердив		Заболотний						

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

					ІДМ.РК.24.35-00.00.000 ПЗ	Арк
						2
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

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

При виявленні будь-якої несправності при роботі установки, маємо невідкладно зупинити роботу класифікатора гідравлічного продуктивністю [REDACTED] потім вимкнути живлення насосу, а далі злити всю пульпу через патрубок обслуговуючий, а вже після проведення вищеперерахованих робіт, дозволено виконати необхідні ремонтні роботи. Якщо виявлений надмірний шум в процесі роботи класифікатора гідравлічного продуктивністю [REDACTED] потрібно насамперед перевірити, чи справний насос. Тоді, коли виявлені якісь проблеми з нормальним протоком матеріалу, потрібно зробити перевірку стану гідротранспортної системи на відсутність: будь-яких пошкоджень, або тріщин, чи розривів, утворення тромбів, які можуть бути

					ІДМ.РК.24.35-00.00.000 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		3

уповільнення, або ж зробити неможливою роботу всієї портної системи.

При виконанні робіт з обслуговування класифікатора гідравлічного продуктивністю [REDACTED] всі, дотичні до робіт, мають дотримуватися таких загальних правил безпеки:

– Не допускається праця на несправному обладнанні, не допускається використання несправного інструменту, не допускається проведення роботи в разі знятих або в разі несправних огорож;

– Не допускається під час роботи виконувати ремонт, змащування чи регулювання будь-якого обладнання, не допускається очистка обладнання від матеріалу або будь-яких сторонніх предметів.

– Не допускається заходити за наявні огорожі обладнання, під час його роботи;

– Необхідно спочатку обов'язково переконатися в тому, що відсутня небезпека для всіх працівників, а потім подати сигнал про те, що обладнання готове до роботи;

– В разі, якщо в роботі обладнання було виявлено підвищений шум або вібрації, потрібно негайно зупинити роботу обладнання і повідомити про це майстра.

До роботи з класифікатором гідравлічним продуктивністю [REDACTED] можна допускати персонал, який не молодше 18 років, персонал, який пройшов навчання та додатковий інструктаж, обов'язково медичну комісію.

## 2.2 Експлуатація класифікатора гідравлічного продуктивністю [REDACTED]

Для нормальної роботи класифікатору гідравлічного продуктивністю [REDACTED] потрібно слідкувати за тим, щоб крізь патрубків для вихідної пульпи (разом із пульпою) не потрапили інші великі включення, такі як

					ІДМ.РК.24.35-00.00.000 ПЗ	Арк
						4
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

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

пошкодити роботі насосу струминного та і всього вузла  
уваги те, що робочий цикл класифікатору  
гідралічного продуктивністю [REDACTED] це часткове вимивання  
дрібних частинок [REDACTED] та перекачування основної маси  
пульпи до струминного насосу, важливим є підтримування нормального  
режиму роботи струминного насосу, бо, в разі якщо продуктивність  
струминного насосу буде надмірною, вся пульпа потрапить до наступних  
етапів з переробки або збагачення [REDACTED] і тоді, як  
результат, в класифікаторі гідралічному продуктивністю  
не зможе відбутися процес вимивання дрібних частинок [REDACTED] а в  
разі недостатньої його продуктивності, значна кількість готової товарної  
продукції буде злита в шлам. В разі, якщо продуктивність насосу буде  
недостатньою, тоді робота на наступних етапах з переробки або зі  
збагачення сировини теж буде не ефективною, що, як наслідок, знизить  
кількість готового товарного продукту, і, звісно, призведе до того, що вся  
та робота класифікатору гідралічного продуктивністю [REDACTED] не буде  
рентабельною. При виявленні вищеперерахованих проблем, потрібно  
невідкладно зупинити роботу класифікатору гідралічного  
продуктивністю [REDACTED] після чого доповісти про виявлені  
негаразди головному майстру.

Серед основних характерних несправностей струминних насосів  
вирізняють наступне:

- Зносилася горловина, зносився внутрішній корпус та захисний диск;
- Розбалансувалася горловина, це є наслідком нерівномірного зносу по всьому периметру;
- Пошкодилася горловина, а це результат вимивання чи забруднення мастила, або наявності гідралічних ударів, які можуть виникати через те, що нерівномірно надходить пульпа. Останній з перерахованих факторів може призвести до того, що відбудеться вигин горловини.

					ІДМ.РК.24.35-00.00.000 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		5

Серед зовнішніх ознак несправностей у насоса такі: підвищена вібрація насоса, надмірне нагрівання горловини її проточної частини, наявність сторонніх шумів, зниження напора.

### **2.3 Несправності насоса, ймовірні причини їх виникнення та методи усунення**

Основні причини виникнення підвищених вібрацій насоса наступні:

- Розцентровка горловини або збільшення зазорів в горловині;
- Послаблення в посадочному місці горловини;
- Послаблення затягнень фундаментних болтів, також прогини горловини;
- Нерівномірний знос горловини (абразивний).

Для вирішення вищеперерахованих несправностей, потрібно виконати наступне: виправити центрування горловини, замінити горловину, або відновити горловину або тільки корпус горловини, підтягнути всі болти або, в разі необхідності, замінити їх, виправити або ж замінити вал.

При виявленні зменшення розвиваючого напору, то це ознака того, що маємо абразивне зношення горловини. В такому разі маємо замінити горловину.

При виявленні надмірного нагріву горловини можемо мати справу з наступним:

- недостатньо мастила або його надлишок, мастило вимилося або ж забруднилося. При виявленні цієї проблеми – заміняємо мастило;
- можуть бути перекося або це може бути не співвісність горловини. В такому разі – виправити центрування;
- маємо зміщення осьового зазору. При виявленні цієї проблеми потрібно виправити всі осьові зазори;

					<i>ІДМ.РК.24.35-00.00.000 ПЗ</i>	Арк
						6
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

– виявлений проворот внутрішньої обійми горловини. При наявності такої проблеми – відновляємо посадкові місця горловини.

Сторонні шуми зазвичай виникають як наслідок заклинювання деталей, що обертаються.

Причини, результатом яких є часте розбивання горловини:

– наявна велика нерівномірність надходження пульпи. При виникненні такої проблеми, усуваємо нерівномірності надходження пульпи;

– наявна невідповідність у продуктивності насоса по відношенню до того обсягу надходження пульпи. При виникненні такої проблеми – знижуємо частоту обертання насосу.

В разі, якщо маємо нагрівання сальникового вузла, ця проблема може бути результатом перетяжки сальника. Для усунення цього, замінюємо сальникові набивки та маємо відрегулювати затягування сальника.

При просочуванні крізь сальник забрудненої води, знаємо, що це є ознакою того, що кількість води, яка подається на ущільнення сальника є недостатньою, а також може бути малий тиск. Для того, щоб усунути цю проблему треба підвищити тиск води, яка подається на ущільнення сальника.

## 2.4 Організація ремонту

Технологічний процес проведення типового ремонту струминних насосів зазвичай включає проведення таких робіт: роботи з підготовки, розбірка насоса з демонтажем горловини, дефекація з заміною деталей, що зносилися, далі збірка насоса з монтажем горловини, проведення робіт з центрування агрегату.

Зазвичай струминні насоси ремонтують в районі місця їх експлуатації (технологічна ділянка). Відновлюють деталі зазвичай на виробничих ділянках в механічних майстернях теплових електростанцій, також можливе проведення робіт на ремонтних базах енергоремонтних підприємств.

					<i>ІДМ.РК.24.35-00.00.000 ПЗ</i>	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		7

Зазвичай технологічні ділянки не мають оснащення спеціалізованим обладнанням для того, аби провести підготовчо-завершальні операції з проведення ремонту струминних насосів та їх вузлів.

Майданчики, необхідні для виконання ремонту струминних насосів розташовують в зоні дії вантажопідйомних пристроїв; а на них також розміщують переносні стенди, необхідні запасні частини, а також на них складають демонтовані (зношені) деталі насосів, які ремонтують.

Як правило, для проведення ремонтних робіт струминних насосів типові робочі місця розташовують з урахуванням того, якого характеру та технології проведення потрібні ремонтні роботи. Вони розташовуються за місцем безпосередньої установки насосів, а це: прямки багерних або шламових насосних, а також це можуть бути ремонтні площадки.

Зазвичай, такі типові робочі місця обладнуються стаціонарними вантажопідйомними механізмами з наявністю підводів від таких централізованих енергетичних розводок, як: наявність стисненого повітря, наявність кисню, ацетилену та електричного живлення 12 В.

Для проведення ремонту струминних насосів, в якості підйомно-транспортних механізмів часто використовують мостові крани з котельного відділення, або кран-балки, можна також використовувати і монорельси з електричними телями, а також можна використовувати електрокари або ручні візки.

Виконання ремонту струминних насосів проводять централізовано з допомогою стисненого повітря ( $5 - 6 \text{ кгс/см}^2$ ), з допомогою кисню, ацетилену та наявності електроенергії (12 В).

В процесі проведення ремонтних робіт, дотримуємося заходів безпеки, що прописані в регламенті діючих «Правил техніки безпеки при експлуатації теплосилового обладнання електростанції», «Правил будови і безпечної експлуатації вантажопідймальних кранів» та інструкцій, що були розроблені та затверджені на підприємстві.

					<i>ІДМ.РК.24.35-00.00.000 ПЗ</i>	Арк
						8
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

З урахуванням того, що зазвичай ремонтні роботи проводяться в місцях з наявністю підвищеної вологості, особливу увагу приділяємо тому, щоб були вжиті всі заходи захисту від можливого ураження електричним струмом. Забороняється приступати до виконання ремонтних робіт при наявності незаземленого силового кабелю живлення електродвигуна насоса.

## 2.5 Розборка насосів та його вузлів

В залежності від характеру несправності, насоси можна розбирати частково (для проведення заміни проточної частини – горловини; або корпусу внутрішнього і захисного диска (це типовий обсяг з проведення ремонтних робіт), або повністю (з проведенням демонтажу його ходової частини (вала з підшипниками та напівмуфтою) для проведення робіт з заміни підшипників). При проведенні робіт з повного розбирання, як правило, замінюють і проточну його частину.

Точний обсяг ремонтних робіт, який обирають перед розбиранням насоса, визначають при виконанні дефектації на працюючому і на зупиненому насосі.

Дефектація насоса виконується з використанням штатних або переносних приладів: за допомогою штатних приладів, а це манометр та амперметр, визначаються ступінь змін у робочих характеристиках насоса, а саме: стан проточної частини; за допомогою переносних приладів (віброметр та індикатор) визначаються ступінь змін в таких показниках надійності, як нагрів підшипників, вібрація, тобто визначається стан його ходової частини.

При працюючому устаткуванні перевіряють наступні показники:

- це вібрація ходової частини насоса;
- це температура нагріву горловини;
- це характер сторонніх шумів які є в його проточній частині;

					<i>ІДМ.РК.24.35-00.00.000 ПЗ</i>	Арк
						9
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

- це натиск, який утворюється;
- це інтенсивність, з якою вода витікає через сальникові ущільнення.

На зупиненому устаткуванні виконують перевірку показників:

- стан фундаменту (чи задовільний);
- закріплення агрегату (чи задовільне);
- який стан центрування агрегату, для цього заздалегідь розбирають пружна муфта;
- якість мастила в підшипниках (чи задовільна).

В обсяг робіт з підготовки насоса до розбирання входить від'єднання його від комунікацій. Ці роботи треба виконувати в такому порядку:

- знеструмити електродвигун, від'єднати кабель живлення, закоротити та заземлити його;
- зняти огорожу пружної муфти;
- перевірити наявність контрольних рисок на напівмуфтах, якщо вони відсутні – нанести;
- перевірити центрування устаткування;
- зняти пальці муфти;
- від'єднати всі трубопроводи (ущільнювальної та промивної води);
- відкрутити гайки кріплення з кришки сальника, зняти кришку сальника, вийняти чепцеву набивку;
- зняти болти з фланцевого з'єднання вставки трубопроводу зі всмоктувальної сторони насоса, зняти вставку;
- зняти болти з фланцевого з'єднання напірного патрубку, зняти прокладку.

В той самий час, коли виконують підготовчі роботи, виконується відбраковування таких знятих деталей: як огорожі, як кріплення, як вставки кришки також кільця сальника. Сальникову набивку та прокладки треба повністю замінити.

					<i>ІДМ.РК.24.35-00.00.000 ПЗ</i>	Арк
						10
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## 2.6 Підготовка до дефектації та ремонту

Після проведення розборки насоса, всі деталі його ходової частини треба промити в гасі, після чого обтерти їх ганчіркою насухо.

Всі поверхні деталей, які не є робочими, треба очистити від забруднень та іржі за допомогою металевих щіток, скребків чи шаберів; також допускається обробка робочих поверхонь за допомогою напильника або наждачного паперу.

Після проведення робіт з дефектації, деталі, які можуть бути придатними в подальшому використанні, треба покрити тонким шаром солідолу; посадочні місця треба обмотати будь-якою м'якою чистою тканиною (наприклад, бета-сукном), після чого деталі треба викласти на брезент та накрити ним.

На відбраковані деталі складається ескіз для ремонту, при складанні якого зазначаються методи для відновлення, а також технічні вимоги, що пред'являють до деталі, яку відновлюють. Після цього, ці ескізи разом із деталлю, мають передати в механічну майстерню теплової електростанції для виконання ремонту. Всі деталі мають бути відновлені до первинних розмірів.

## 2.7 Технічні вимоги на дефектацію та ремонт

При виконанні ремонтних робіт, враховують можливі вдосконалення насосів або конструкцій вузлів і деталей, що провів завод-виготовлювач або спеціалізована організація після погодження їх з заводом-виробником.

Матеріали, які планують застосовувати при ремонті насосів, мають бути відповідні тим маркам, які були зазначені в робочих кресленнях від заводу-виготовлювача.

					<i>ІДМ.РК.24.35-00.00.000 ПЗ</i>	Арк
						11
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

з'єднання, яке має деформацію різьблення або має неповний або який профіль різьблення, або не має західних фасок, або має зірване різьблення більше двох має бути заміненим на нове.

Різьбові з'єднання виготовляються за [REDACTED] і повинні відповідати грубому класу точності за [REDACTED] з таким полем допуску: різьби для болтів - [REDACTED] різьби для гайок - [REDACTED]

Шорсткість профілю різьби не дозволяється більше за [REDACTED] на базовій довжині [REDACTED] згідно до [REDACTED]

Кінці болтів та гвинтів не можуть виступати над гайкою більше, ніж на одну - дві нитки. Головки болтів, а також гайок повинні щільно прилягати всією своєю площею поверхні до деталі.

Всі кріпильні деталі затягують до відмови, без наявності перекосу в місцях, де вони сполучаються з деталлю за допомогою звичайного слюсарно-складального інструменту.

Всі болтові з'єднання не можуть само розгвинчуватися.

Всі наявні поверхневі ушкодження у шпонок та пазів шпонок (таких як риски, задирки, забоїни та наклепи) усувають зачисткою і шаровкою без зміни гранично допустимих розмірів (перевіряють поверхню лінійкою). В разі, якщо є значне зім'яття крайків, можна замінити паз на більший нестандартний розмір. При цьому має бути виготовлена нова нестандартна шпонка для того, щоб була забезпечена напружена посадка на вала і ковзна посадка у втулці. Всі шпонки, які мають зім'яті крайки та розриви замінюють.

## 2.8 Збірка та регулювання насосів

Збірка насосів та їх складових частин має виконуватися відповідно до вимог у кресленнях з заводу-виготовлювача.

Перед тим, як розпочати роботу зі складання ходової частини, треба перевірити на відповідність розміри посадкових місць в корпусів

					ІДМ.РК.24.35-00.00.000 ПЗ	Арк
						12
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

підшипників, а також розміри зовнішнього діаметра підшипників (підшипник повинен вільно переміщатися в середині корпусу, від натиску рук).

Перед початком складання, всі нові запасні частини промиваємо гасом, а перед початком установки – оглядаємо.

Забороняється застосування при збиранні таких деталей, які не є відповідними до технічних умов на виріб від заводу-виготовлювача, а також не відповідають вимогам цього Посібника.

## 2.9 Регулювання

При виконанні роботи зі збірки насоса, треба зробити регулювання зазорів. Зазори повинні бути витримані при складанні насоса.

При виконанні роботи з регулювання зазору між горловиною та захисним диском, потрібно перемістити ротор (ротор – це ходова частина з робочим колесом) трьома гайками (вони знаходяться на задньому стакані) доти, поки буде повний упор робочого колеса в захисний диск. Далі маємо вимірити відстань: між торцем стакану та торцем кронштейна. Потім, відвертаємо три гайки, та, за допомогою установочних гвинтів, далі переміщуємо ротор до моменту упору горловини у внутрішній корпус. Наступним кроком треба виміряти відстань між торцем стакану і торцем кронштейна. Після чого, від отриманого нами значення треба відняти раніше отриману відстань. Отриманий результат ділимо на 2. Саме на це значення треба перемістити ротор вперед гайками на задньому стакані.

Обертання насоса можемо перевірити рукою: ротор повинен обертатися вільно, при обертанні не повинен зачіпати нерухомих деталей.

Регулювати затяжки сальника потрібно на працюючому насосі. В разі, коли сальник нормально затягнутий, вода буде безперервно просочуватися через нього у виді крапель, сальник не буде нагріватися.

					<i>ІДМ.РК.24.35-00.00.000 ПЗ</i>	Арк
						13
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## 2.10 Перевірка та приймання після ремонту

Після проведеного капітального ремонту насос приймають відповідно до [REDACTED]

Підготовку до пуску насоса і безпосередньо запуск насоса проводять відповідно до вимог паспорта та [REDACTED]

Необхідно звернути особливу увагу на мастило у вузлах підшипників. Також треба звернути увагу на те, щоб були добре набиті і підтягнуті всі сальникові ущільнення.

Після того, як буде проведене навантаження насоса, треба перевірити температуру сальникового ущільнення (нагрівання), а також треба перевірити нагрів підшипників та їх вібрацію.

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

## 2.11 Центрування агрегату

Центрування агрегату проводиться за два етапи:

- спочатку перевіряємо центрування перед тим, як почати ремонт;
- потім проводимо контроль перевіркою та коректуємо центрування валів по напівмуфтам після того, як провели ремонт.

Коли перевіряємо центрування перед початком ремонту, виконуємо контроль: проводимо центрування валів по напівмуфтам, проводимо контроль зазорів між колесом і захисним диском з однієї сторони та колесом і внутрішнім корпусом з іншої сторони, далі встановлюємо корпуси підшипників, потім затягуємо всі кріплення агрегату, корпусів підшипників.

					<i>ІДМ.РК.24.35-00.00.000 ПЗ</i>	Арк
						14
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## 2.12 Охорона праці

1. До роботи з агрегатом може бути допущений персонал, який не молодше 18 років, він має пройти навчання, а також додатковий інструктаж та медичну комісію.

2. Весь персонал, який працює на обладнанні, має виконувати розпорядження майстра обладнання. Майстер обладнання несе персональну відповідність за те, щоб усі працівники, які прибули на роботу, дотримувалися норм охорони праці.

3. Всі працівники мають бути забезпечені засобами особистої безпеки

4. Всі майданчики з обслуговування, розташовані на висоті 0,3 м і вище, всі перехідні містки і сходи обладнують поручнями на висоті не менше за 1 м, при чому має бути суцільна зашивка по низу поручнів на висоті 0,14 м по

5. Перед початком запуску устаткування, спочатку треба подати 1 звуковий сигнал тривалістю 10 с, потім ще 1 не менш 30 с. При цьому, про те, що відбувається запуск механізмів, треба повідомити через гучномовець. Для можливості виконання аварійної зупинки механізму, передбачені на робочих місцях аварійні кнопки "стоп".

6. Перед тим, як розпочати роботу, працівники мають перевірити технічний стан устаткування.

7. При проведенні обслуговування класифікатору гідравлічного продуктивністю [REDACTED] призначеного для гідравлічної класифікації [REDACTED] існують наступні загальні правила:

7.1 Заборонено працювати на обладнанні, яке несправне, заборонено використовувати несправний інструмент; заборонено працювати при наявності знятих або ж несправних огорож.

д час роботи заборонено проводити будь який ремонт обладнання, його змазку або регулювання, заборонено чистити обладнання від матеріалу, сторонніх предметів.

7.3 Заборонено заходити за огорожу працюючого обладнання.

7.4 Перед подачею сигналу про готовність класифікатору гідравлічного продуктивністю [REDACTED] призначеного для гідравлічної класифікації [REDACTED] до роботи, треба переконатися безпеці для інших працівників.

7.5 Переконаємося, що у місці робіт є справне освітлення, що його достатньо для нормальної праці, яке надходить від природного джерела освітлення.

7.6 В разі наявної ненормальної роботи обладнання можуть виникати: вібрації, підвищені шуми, може з'явитися дим чи вогонь з електродвигуна або з пускових пристроїв. В разі, якщо виникне вищеописане, треба негайно зупинити устаткування та повідомити майстра.

8. В разі виникнення аварії або нещасного випадку, треба вимкнути класифікатор гідравлічний продуктивністю [REDACTED] Далі треба надати першу медичну допомогу потерпілому, потім повідомити керівника робіт.

9. При завершенні роботи з класифікатором гідравлічним продуктивністю [REDACTED] треба провести контрольний огляд.

10. Якщо виявили пошкодження або будь-які дефекти, маємо повідомити керівника робіт про це.

11. Працівники, які працюють з гідромеханізацією, мають відповідати ряду додаткових вимог з охорони праці, відповідно [REDACTED]

12. Тоді, коли роботи ведуться за вахтовим методом в малонаселеному районі, де медична допомога не зможе бути надана своєчасно, всі працівники проходять навчання правилам з надання першої медичної допомоги.

13. Якщо роботи передбачено вести в районах зі складною екологічною обстановкою або де є радіаційне забруднення, працівник проходять навчання для роботи з вимірювальними пристроями, їх навчають вимірювати

					ІДМ.РК.24.35-00.00.000 ПЗ	Арк
						16
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

и інформацію по допустимим рівням і фоновим дозам випромінювання.

14. При роботі з електричними землесосними снарядами, земустановами, насосними перекачувальними станціями тощо виконують щоденний профілактичний огляд обладнання навченим електротехнічним персоналом, з кваліфікацію не нижче III групи (при роботі на установках з напругою до 1000 В включно) і не нижче IV групи (на установках з напругою понад 1000 В).

15. Працівники мають бути забезпечені засобами індивідуального захисту (ЗІЗ) відповідно з «Правилами забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту». ЗІЗ видаються відповідно «Типових галузевих норм безплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам, зайнятим на будівельних, будівельно-монтажних і ремонтно-будівельних роботах».

16. ЗІЗ працівників, які роблять в типових галузевих нормах, потрібно періодично оглядати відповідно [REDACTED] а також проводити контрольні огляди і перевірки у терміни, встановлені нормативно-технічною документацією на ці засоби.

17. Робітники які працюють на роботах з намівання земляних споруд в тих районах, де є комахи, влітку мають мати захисні засобами проти укусів комарів, мошки і т.д. (репеленти, спецодяг).

18. Контроль за станом повітряного середовища виконують за вимогами з [REDACTED]

19. Контроль рівня шуму виконують по [REDACTED] контроль за рівнем вібрації по [REDACTED]

20. Періодичність для виконання контрольних замірів небезпечних і шкідливих виробничих факторів встановлює роботодавець (відповідно до правил і норм безпеки), затверджує в установленому порядку, але він має виконуватися не рідше ніж 1-н раз на рік.

					ІДМ.РК.24.35-00.00.000 ПЗ	Арк
						17
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

21. Контроль з електробезпеки виконують у відповідності до [REDACTED]

22. Вимірюють рівень шуму шумомірами [REDACTED]

Оцінюють рівень вібраційної безпеки на робочих місцях в процесі [REDACTED]  
я технологічного процесу по [REDACTED]

Допустимі рівні шуму і вібрації в машинних залах і підсобних приміщеннях земснарядів, в багерських, не повинна перевищувати значень [REDACTED]

25. В закритих приміщеннях рівень звуку має відповідати [REDACTED]

26. На обладнанні гідромеханізації можна працювати електроінструментом, напруга в якого не більше за 36 В, при цьому потрібно застосувати захисні засоби (діелектричні рукавички, килимки).

27. Заземлюючі провідники для корпусів пересувних механізмів, що відчувати вібрацію можуть, приєднуються за допомогою спеціальної перемички, яка виготовляється з гнучкого голого мідного дроту чи сталевого троса із привареними до нього або спресованими наконечниками.

28. Усі наявні осередки розподільного пристрою (підключені пункти, або трансформаторні підстанції, від яких живляться землесосні снаряди і перекачувальні станції), повинні мати контур заземлення (з опором розтікання не більше за 4 Ом). До контуру заземлення має бути приєднаний корпус обладнання в двох точках, і четверту жилу кабелю для живлення.

29. Всі наявні корпуси електродвигунів, всієї пускової апаратури, розподільні пристрої, всі трансформатори та металеві оболонки кабелю заземлюють.

### 2.13 Висновок по експлуатаційному розділу

У експлуатаційному розділі приведені:

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

					ІДМ.РК.24.35-00.00.000 ПЗ	Арк
						18
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

- опис роботи класифікатору гідравлічного продуктивністю [REDACTED] для гідравлічної класифікації [REDACTED]
- технологічне рішення по виготовленню, складанню, ремонту та обслуговуванню гідравлічного продуктивністю [REDACTED]
- конструкторські, технічні та організаційні рішення що забезпечують безпечну експлуатацію і ремонт гідравлічного класифікатору продуктивністю [REDACTED]

					ІДМ.РК.24.35-00.00.000 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		19

## ВИСНОВОК

У кваліфікаційній роботі визначені конструктивні і технологічні параметри установки на базі гідравлічного класифікатору продуктивністю [REDACTED] і розробити конструкторську документацію.

Виконані такі задачі:

- 1) Приведені відомості про процес гідравлічної класифікації і конструкції гідравлічних класифікаторів;
- 2) Наведений опис особливостей конструкції класифікатору гідравлічного продуктивністю [REDACTED];
- 3) Наведений опис особливостей конструкції складальних частин класифікатору гідравлічного продуктивністю [REDACTED];
- 4) Розроблено твердотільну комп'ютерну модель класифікатору гідравлічного продуктивністю [REDACTED];
- 5) Розраховані конструктивні і технологічні параметри гідравлічного класифікатору для гідравлічної класифікації [REDACTED];
- 6) Розроблено конструкторську документацію: тривимірні комп'ютерні моделі, кресленики складальні, записку пояснювальну;
- 7) Розроблено експлуатаційні документи гідравлічного класифікатору для гідравлічної класифікації [REDACTED];

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

					<i>ІДМ.РК.24.35-00.00.000 ПЗ</i>			
<i>Зм</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб</i>	<i>Ярмола</i>				Висновок	<i>Лім.</i>	<i>Арк</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевірів</i>	<i>Бондаренко</i>					1	1	1
<i>Н. Контр.</i>	<i>Бондаренко</i>					<b>НТУ «ДП», ММФ, 133-20-1</b>		
<i>Затвердив</i>	<i>Заболотний</i>							

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1 Чернилевський Д.В. Деталі машин і механізмів. Навчальний посібник - 2-е вид. перероб. і доп. – К.: Виша шк. Головне вид-во 1987р. – 328 с.

2 Надутий В.П. Визначити залежність ефективності грохочення від конструктивних параметрів вертикального вібраційного грохота / В.П. Надутий, П.В. Левченко // Збагачення корисних копалин: Наук.-техн. зб. – 2011. – Вип. 45 (86). – С. 43–48.

3 Франчук В.П. Визначити залежності ефективності грохотіння від режимних параметрів вертикального вібраційного грохота / В.П. Франчук.

4 Маркова, О.В. Проектування технологічного обладнання. – Вінниця: ВНТУ, 2010

5

6

7

8

9 [www.friedrich-schwingtechnik.de](http://www.friedrich-schwingtechnik.de) Інструкція для установки і обслуговування Дебалансний збуджувач.

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

					<i>ІДМ.РК.24.35-00.00.000 ПЗ</i>		
<b>Зм</b>	<b>Арк</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дата</b>			
Розроб		Ярмола			<b>Лім.</b>	<b>Арк</b>	<b>Аркушів</b>
Перевірів		Бондаренко			1	1	
Н. Контр.		Бондаренко			<b>НТУ «ДП», ММФ, 133-20-1</b>		
Затвердив		Заболотний					



## метадані

Заголовок

**Диплом Ярмола**

Науковий керівник / Експерт

Автор **Костянтин Заболотний**

підрозділ

**Dnipro Polytechnic National Technical University**

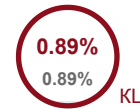
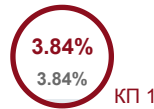
## Тривога

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
Інтервали		0
Мікропробіли		1
Білі знаки		0
Парафрази (SmartMarks)		30

## 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.

**25**

Довжина фрази для коефіцієнта подібності 2

**9212**

Кількість слів

**73940**

Кількість символів

## 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

Колір тексту

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	НАЗВА ТА АДРЕСА ДЖЕРЕЛА URL (НАЗВА БАЗИ)	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)	Колір тексту
1	<a href="https://ir.nmu.org.ua/bitstream/handle/123456789/158523/%D0%9A%D0%B0%D1%80%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%86%D1%8C.pdf?sequence=1">https://ir.nmu.org.ua/bitstream/handle/123456789/158523/%D0%9A%D0%B0%D1%80%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%86%D1%8C.pdf?sequence=1</a>	57	0.62 %
2	<a href="https://ir.nmu.org.ua/bitstream/handle/123456789/158523/%D0%9A%D0%B0%D1%80%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%86%D1%8C.pdf?sequence=1">https://ir.nmu.org.ua/bitstream/handle/123456789/158523/%D0%9A%D0%B0%D1%80%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%86%D1%8C.pdf?sequence=1</a>	42	0.46 %
3	<a href="https://studfiles.net/preview/5680462/page/4/">https://studfiles.net/preview/5680462/page/4/</a>	26	0.28 %
4	<a href="https://www.nmu.org.ua/ua/content/activity/us_documents/System_of_prevention_and_detection_of_plagiarism.pdf">https://www.nmu.org.ua/ua/content/activity/us_documents/System_of_prevention_and_detection_of_plagiarism.pdf</a>	25	0.27 %
5	<a href="http://liquidforce.com.ua/content/8/uk/bezopasnost-8-ohorona-praci-i-tehnika-bezpeki.html">http://liquidforce.com.ua/content/8/uk/bezopasnost-8-ohorona-praci-i-tehnika-bezpeki.html</a>	24	0.26 %