

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

Механіко-машинобудівний

(факультет)

Кафедра конструювання, технічної естетики і дизайну  
(повна назва)

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

(бакалавра, спеціаліста, магістра)

Студента Ткаченка Олександра Павловича

(ПІБ)

академічної групи 132-22ск-2

(шфр)

спеціальності 132 Матеріалознавство

(код і назва спеціальності)

спеціалізації \_\_\_\_\_

(за наявності)

за освітньо-професійною програмою \_\_\_\_\_

(офіційна назва)

«Промислова естетика і сертифікація матеріалів та виробів»

на тему Обґрунтування параметрів відбійно-вихрового класифікатора з вибором матеріалу виготовлення лопатей

(назва за наказом ректора)

| Керівники   | Прізвище, ініціали | Оцінка за шкалою |               | Підпис |
|---|--------------------|------------------|---------------|--------|
|   |                    | рейтинговою      | інституційною |        |
| кваліфікаційної роботи                                | Довгаль Д.О.       |                  |               |        |
| <b>розділів:</b>                                      |                    |                  |               |        |
| Аналіз стану питання та постановка задач роботи       | Довгаль Д.О.       |                  |               |        |
| Функціональний аналіз та моделювання об'єкта розробки | Довгаль Д.О.       |                  |               |        |
| Інженерно-технологічний                               | Ротт Н.О.          |                  |               |        |
| Експлуатаційний                                       | Федоряченко С.О.   |                  |               |        |
| <b>Рецензент</b>                                      |                    |                  |               |        |
| <b>Нормоконтролер</b>                                 | Гаркавенко Д.В.    |                  |               |        |

Дніпро  
2025

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**  
завідувач кафедри  
**конструювання, технічної  
естетики і дизайну**  
(повна назва)

\_\_\_\_\_ Федоряченко С.О.  
(підпис) (прізвище, ініціали)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 року

**ЗАВДАННЯ**  
**на кваліфікаційну роботу**  
**ступеню \_\_\_\_\_ бакалавра**  
(бакалавра, магістра)

студенту Ткаченку Олександр Павловичу академічної групи 132-22ск-2  
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності 132 Матеріалознавство  
спеціалізації \_\_\_\_\_

за освітньо-професійною програмою «Промислова естетика і сертифікація матеріалів та виробів»

на тему Обґрунтування параметрів відбійно-вихрового класифікатора з вибором матеріалу виготовлення лопатей

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 14.05.2025р. №369-с.

| Розділ  | Зміст  | Термін виконання |
|---|--|------------------|
| Аналіз стану питання та постановка задач роботи       | Аналіз стану питання та постановка задач роботи  | 20.05.2025       |
| Функціональний аналіз та моделювання об'єкта розробки | Проведення функціонально-вартісного аналізу елементів відбійно-вихрового класифікатора. Провести інженерні розрахунки для визначення діючих навантажень на лопаті класифікатора. Моделювання та аналіз НДС за допомогою МСЕ. | 05.06.2025       |
| Інженерно-технологічний                               | обґрунтувати вибір раціонального матеріалу для виготовлення лопатей  | 15.06.2025       |
| Експлуатаційний                                       | Визначення видів та методів контролю лопатей відбійно-вихрового класифікатора  | 20.06.2023       |

Завдання видано \_\_\_\_\_ Довгаль Д.О.  
(підпис керівника) (прізвище, ініціали)

Дата видачі 14.05.2025

Дата подання до екзаменаційної комісії 25.06.2025

Прийнято до виконання \_\_\_\_\_ Ткаченко О.П.

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 76 с., 52 рис., 12 табл., 18 джерел.

ВІДБІЙНО-ВИХРОВИЙ КЛАСИФІКАТОР, ЗНОС ЛОПАТЕЙ,  
НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН, ЗНОСОСТІЙКІ МАТЕРІАЛИ,  
МЕТОДИ КОНТРОЛЮ.

Об'єкт розроблення – проектування та виготовлення лопатей відбійно-вихрового класифікатора із зносостійких матеріалів.

Мета роботи – підвищення довговічності лопатей відбійно-вихрового класифікатора за рахунок використання зносостійких матеріалів.

У вступі описано призначення відбійно-вихрового класифікатора, його конструкцію та принцип роботи. Обґрунтовано перелік завдань для досягнення мети дипломного проекту.

У розділі функціонального аналізу та моделювання об'єкта розробки, виконано функціонально-вартісний аналіз відбійно-вихрового класифікатора. По результатам аналізу було обрано лопаті класифікатора для модернізації. Створено 3д-модель відбійно-вихрового класифікатора за допомогою програмного забезпечення Autodesk Fusion 360, були виконані розрахунки на міцність. За допомогою силового розрахунку знайдено вхідні навантаження на лопаті.

У технологічному розділі досліджено матеріали, які використовуються в відбійно-вихрових класифікаторах та рекомендовано використання зносостійких матеріалів. Проведено аналіз мікроструктури сталі.

Наукова новизна – зменшення експлуатаційних витрат за рахунок збільшення термінів експлуатації між ремонтами лопатей відбійно-вихрового класифікатора із зносостійких матеріалів.

## ЗМІСТ

|   |    |
|---|----|
| ВСТУП.....  | 6  |
| РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ РОБОТИ....                         | 7  |
| 1.1 Конструкції повітряних сепараторів .....  | 7  |
| 1.1.1 Повітряно-прохідні сепаратори.....  | 8  |
| 1.1.2 Циркуляційні сепаратори .....   | 11 |
| 1.2. Точність поділу на фракції.....  | 17 |
| 1.3 Розрахунок основних параметрів сепаратора .....                                   | 19 |
| 1.4 Причини руйнування лопатей відбійно-вихрового класифікатора .....                 | 20 |
| 1.5 Постановка задачі.....  | 23 |
| РОЗДІЛ 2. ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ОБ'ЄКТА РОЗРОБКИ.....                  | 24 |
| 2.1 Функціонально-вартісний аналіз.....   | 24 |
| 2.2 Моделювання об'єкта розробки .....  | 29 |
| 2.3 Аналіз вихідного навантаження на лопаті відбійно-вихрового класифікатора .....    | 35 |
| 2.4 Розрахунок МСЕ об'єкта розробки .....   | 40 |
| 2.6 Висновки з 2 розділу.....   | 42 |
| РОЗДІЛ 3. ІНЖЕНЕРНО ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ .....  | 44 |
| 3.1 Загальна характеристика зносостійких сталей .....                                 | 44 |
| 3.2 Механічні властивості сталь 110М13Л.....  | 44 |
| 3.3 Мікроструктура сталі 110Г13Л.....   | 48 |
| 3.4 Зварюваність сталі 110Г13Л .....  | 49 |
| 3.5 Висновки з 3 розділу.....   | 51 |
| 4 РОЗДІЛ. ЕКСПЛУАТАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ.....   | 52 |
| 4.1 Порядок проведення сертифікаційних випробувань.....                               | 52 |
| 4.2 Контроль якості зварювальних швів за допомогою ультразвукового дефектоскопа ..... | 54 |
| 4.3 Контроль твердості поверхневого шару лопаті.....                                  | 60 |
| 4.3 Висновки з 4 розділу.....   | 63 |
| ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ .....   | 65 |

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ..... | 66 |
|----------------------------------|----|

## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Funktionskosten-Analyse – [Електронний ресурс] – Режим доступу: [http://meport.net/index.php?content=/.lo\\_met\\_mngt/method\\_body\\_short\\_info.php&met\\_hodId=a8decbfbfdeb007ed552d5143c947dcd&versionId=ae196ca4f4a36406db9f3beb2c852ba7&displayMode=show](http://meport.net/index.php?content=/.lo_met_mngt/method_body_short_info.php&met_hodId=a8decbfbfdeb007ed552d5143c947dcd&versionId=ae196ca4f4a36406db9f3beb2c852ba7&displayMode=show) (Дата звернення 15.06.2025)
2. Fusion 360: Tutorial: Shape optimization analysis – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://help.autodesk.com/view/fusion360/ENU/?guid=SIM-SHAPE-OPTIMIZATION> (Дата звернення 15.06.2025)
3. Zhao H., Liu X., Wang J. Wear behavior of high manganese steel under impact–abrasive conditions // *Wear*. – 2021. – Vol. 476. – Article 203700. DOI: 10.1016/j.wear.2021.203700.
4. Дефектоскопи ультразвукові NOVOTEST УД-1 [Електронний ресурс] / Спосіб доступу: <https://novotest.ua/ultrazvukovye-tolshinometry/defektoskop-ultrazvukovoy-ud-1.html>. (Дата звернення 15.06.2025)
5. ДСТУ EN 12513:2018. Виливки з марганцевистої сталі. – Київ : ДП "УкрНДНЦ", 2018. – 24 с.
6. Застосування методу кінцевих елементів у вирішенні завдань прикладної механіки [Електронний ресурс] / Спосіб доступу: [https://www.researchgate.net/publication/273699553\\_Primenenie\\_metoda\\_konecnyh\\_elementov\\_v\\_resenii\\_zadac\\_prikladnoj\\_mehaniki](https://www.researchgate.net/publication/273699553_Primenenie_metoda_konecnyh_elementov_v_resenii_zadac_prikladnoj_mehaniki); (Дата звернення 15.06.2025)
7. Застосування МСЕ до вирішення завдань механіки деформованого твердого тіла [Електронний ресурс] / Спосіб доступу: <http://www.bibl.mngasu.ru/electronicresources/uch-metod/physics/847226.pdf>; (Дата звернення 15.06.2025)
8. Мацюк І.М. Аналіз плоского важільного механізму. Методичні вказівки до виконання домашнього завдання з ТММ для студентів, що навчаються за освітньою програмою «Промислова естетика і сертифікація виробничого обладнання» спеціальності 132 «Матеріалознавство» / І.М. Мацюк, Е.М. Шляхов; Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Д. : НТУ «ДП», 2019. – 40 с.

9. Сертифікація продукції в Україні [Електроний ресурс] / Спосіб доступу: <http://ukrcert.com/sertifikatsiya-produktsii-v-ukraine-ukrsepro;> (Дата звернення 15.06.2025)

10. Ультразвукова дефектоскопія [Електроний ресурс] / Спосіб доступу: [https://ru.wikipedia.org/wiki/;](https://ru.wikipedia.org/wiki/)(Дата звернення 15.06.2025)