

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

Зав. кафедрою СГМ

к.т.н., професор

\_\_\_\_\_Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р.

## **КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**за другим (магістерським) рівнем вищої освіти**

**на тему:**

«Модернізація зерноочисної машини ОВС-25 з обґрунтуванням параметрів решітного стану»

Виконав здобувач вищої освіти II курсу,  
групи ГМ-23М-1.1

ОНП «Галузеве машинобудування»

спеціальності 133 «Галузеве

машинобудування»

\_\_\_\_\_Переверзєв Андрій Валерійович

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р.

Керівник роботи

професор, канд. техн. наук

\_\_\_\_\_Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р.

Рецензент

доцент, канд. техн. наук

\_\_\_\_\_Володимир ЯЦУН

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р.

м. Кропивницький



## 5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
	О. Васильковський		

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
	Пояснювальна записка	15.05.2025	
	Графічна частина	30.05.2025	
	Захист роботи	1-30.06.2025	

Дата видачі завдання

«4» березня 2025 р.

Підпис керівника

\_\_\_\_\_ Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ  
(прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання

«4» березня 2025 р.

Підпис здобувача \_\_\_\_\_ Андрій ПЕРЕВЕРЗЄВ  
(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Магістерська робота присвячена вдосконаленню технологічних процесів очищення зернових матеріалів шляхом модернізації зерноочисної машини ОВС-25. Дослідження охоплює систематичний огляд конструкцій решітних сепараторів та визначення оптимальних напрямів їх модернізації. На основі теоретичного аналізу встановлено математичні залежності між довжиною решета та його кінематичними характеристиками при різних режимах коливань. Розроблено ексцентриковий механізм з ексцентриситетом 6 мм для оптимізації коливальних режимів решітного стану, що забезпечує підвищення ефективності сепарації при менших енергозатратах. Обґрунтовано конструктивні параметри модернізованих вузлів машини з урахуванням умов їх експлуатації. Запропоновані технічні рішення сприяють підвищенню продуктивності процесу очищення зерна, зниженню енергоємності та забезпеченню безпечних умов експлуатації обладнання на зернотоках сільськогосподарських підприємств.



## ЗМІСТ

1. Вступ.....	7
2. Наукова частина.....	9
3. Інженерна частина.....	21
4. Охорона праці.....	44
5. Економічна ефективність.....	47
6. Висновок.....	47
Список використаної літератури.....	49
Додатки.....	51

					MP 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		6

# 1. ВСТУП

Сучасний аграрний сектор України зіштовхується з необхідністю забезпечення високої конкурентоспроможності вітчизняного зерна на світових ринках. Кліматичні зміни та непередбачувані погодні умови збирання врожаю сприяють надходженню на елеватори зернової маси з підвищеною вологістю та засміченістю. Впровадження інноваційних методів післязбиральної обробки зерна значно впливає на збереження якісних показників продукції, запобігання розвитку патогенної мікрофлори та зниження втрат при зберіганні. Особливої гостроти ця проблема набуває в контексті розширення експортного потенціалу країни та підвищення вимог міжнародних стандартів, що визначає необхідність модернізації існуючих технологічних ліній та впровадження енергоефективного обладнання для комплексної післязбиральної обробки зернових.

Розвиток агропромислового комплексу безпосередньо залежить від ефективності технологічних процесів, зокрема очищення зернової маси. Очищення зернового матеріалу є одним із найважливіших технологічних процесів у виробництві сільськогосподарської продукції. У цій сфері ключову роль відіграють зерноочисні машини, а якість їх роботи суттєво визначається конструкцією решіт – робочих органів, що здійснюють сепарацію зернового матеріалу.

Ефективність процесу решітної сепарації зернових сумішей напряму впливає на якість кінцевого продукту та економічні показники виробництва продукції. Таким чином, саме конструкція решіт та механізм їх приводу визначає продуктивність, ефективність сепарації та енергоємність процесу очищення зерна.

					MP 00.000 ПЗ						
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата							
Розроб.	Переверзєв				Магістерська робота			Літ.	Аркуш	Аркушів	
Перевір.	Васильковський								7	51	
Н.контр.	Мачок							ЦНТУ, гр. ГМС-23М-1.1			
Затв.	Васильковський										

Попри уявну простоту, сучасні решета є результатом багаторічних досліджень і удосконалень, які продовжуються й сьогодні.

В нашій магістерській роботі нами проведено аналіз існуючих конструкцій решіт, обґрунтовано основні параметри підсівних решіт та механізму їх приводу у складі зерноочисної машини ОВС-25. Запропоновані удосконалень дозволять підвищити показники технологічної ефективності очищення зернового вороху і підвищити конкурентоздатність зернової продукції.

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		8

## 2. НАУКОВА ЧАСТИНА

### 2.1. Аналіз конструкцій решіт зерноочисних машин

Решета зерноочисних машин можна класифікувати за різними ознаками, що відображають їхні конструктивні особливості та функціональне призначення.

За формою робочої поверхні розрізняють:

- плоскі решета (рис.2.1а);
- циліндричні (барабанні) решета (рис.2.1б);
- конічні решета (рис.2.1в);
- дуговидні решета (рис.2.1г).

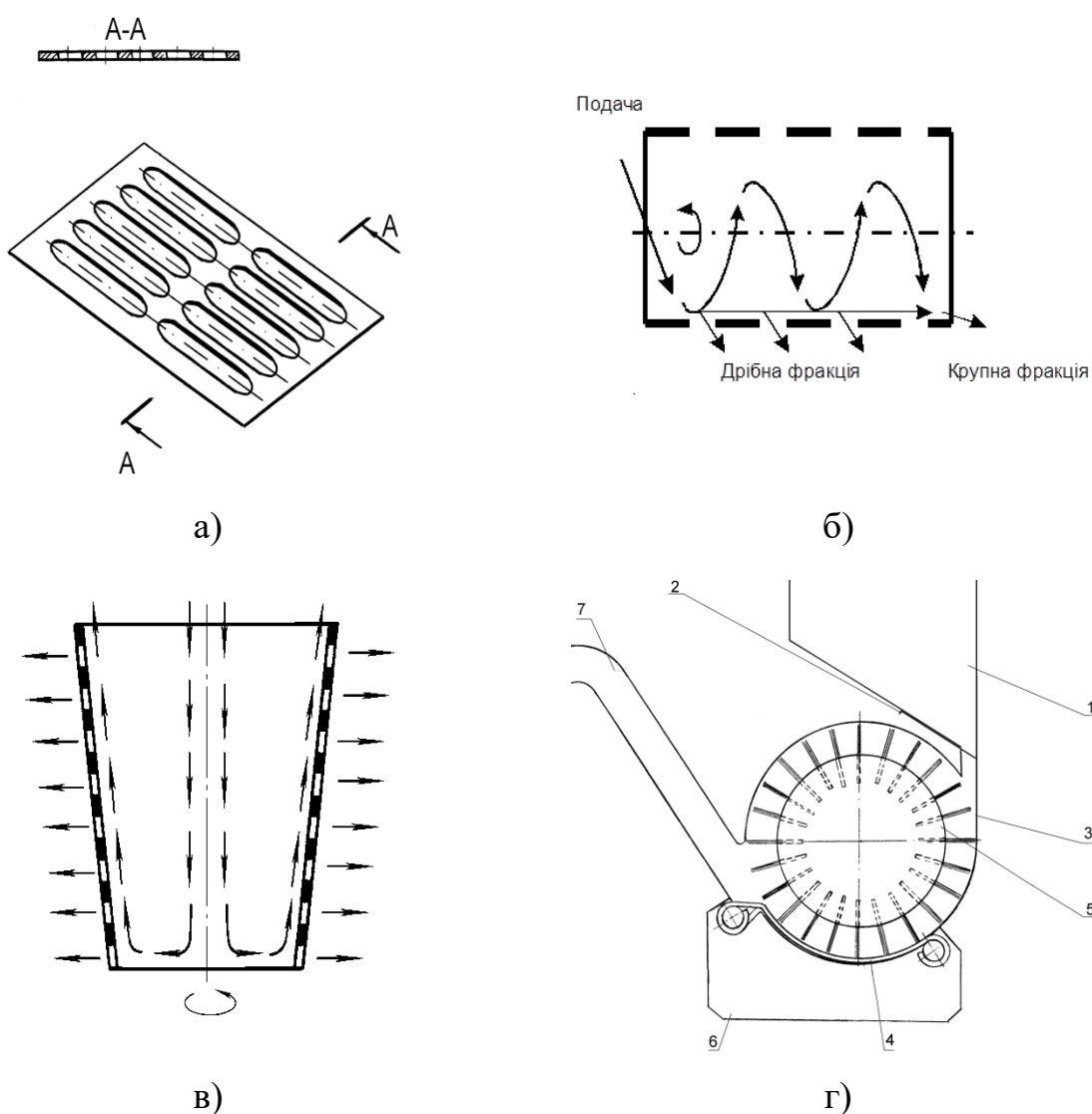


Рис. 2.1. Форми робочих поверхонь решіт:  
а- плоскі, б- циліндричні (барабанні), в- конічні, г- дуговидні.

Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

MP 00.000 ПЗ

Арк.

9

За формою робочих отворів, найбільш поширеними є:

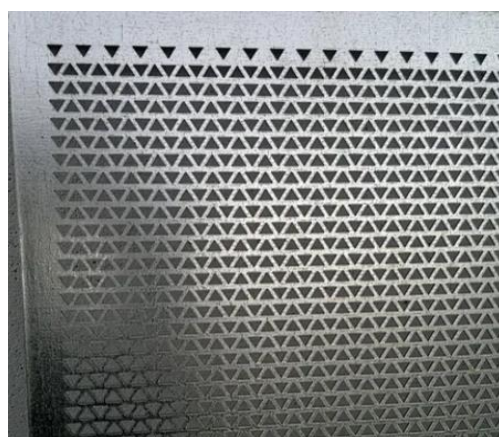
- решета з круглими отворами (рис.2.2а);
- решета з продовгуватими отворами (рис.2.2б);
- решета з трикутними отворами (рис.2.2в);
- решета із зигзагоподібними отворами (рис.2.2г).



а)



б)



в)



г)

Рис. 2.2. Форми робочих отворів решіт

За активністю (характером руху) зустрічаються:

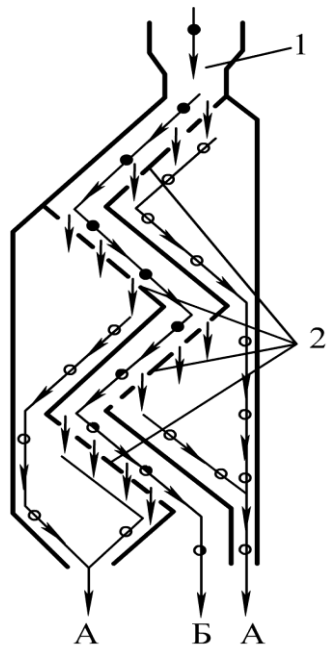
- нерухомі решета (рис.2.3а);
- решета з коливальним рухом (рис.2.3б);
- решета з обертальним рухом (рис.2.3в);
- вібраційні решета(рис.2.3г).

Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

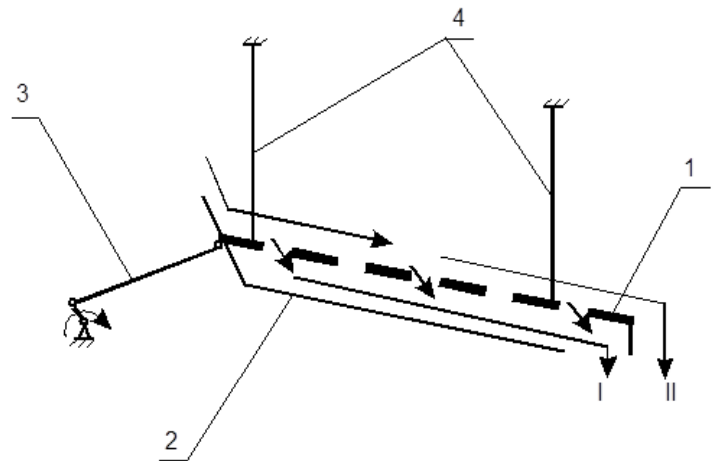
MP 00.000 ПЗ

Арк.

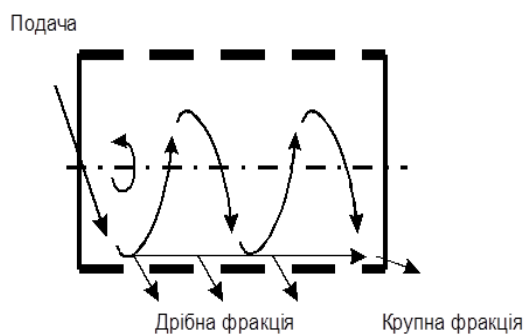
10



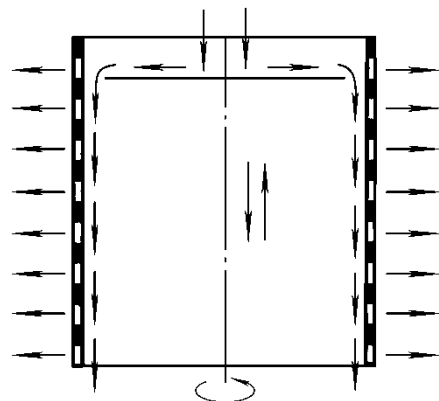
а)



б)



в)



г)

Рис. 2.3. Класифікація решіт за активністю:

а- нерухомі; б- коливальні; в- обертальні, г- вібраційні

Крім того, за призначенням розрізняють колосові (для відділення крупних домішок), підсівні (для відділення дрібних домішок) та сортувальні решета (для розділення за розмірами).

Плоскі решета з коливальним рухом (рис. 2.3б) є найбільш поширеним типом решіт, що використовуються у зерноочисних машинах загального призначення. Вони являють собою перфоровані сталеві листи, закріплені в рамках і встановлені під певним кутом до горизонту. Отвори решіт можуть

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата









## 2.4. Теоретичний аналіз роботи плоского коливального решета

Розглянемо плоске коливальне решето (рис. 2.4) з наступними параметрами:

- $L$  - довжина решета (м);
- $B$  - ширина решета (м);
- $A$  - амплітуда коливань (м);
- $\omega$  - кутова частота коливань (рад/с);
- $\alpha$  - кут нахилу решета (рад);
- $d_p$  - середній діаметр частинок матеріалу (м);
- $\rho$  - насипна щільність матеріалу (кг/м<sup>3</sup>);
- $Q$  - продуктивність (кг/с);
- $s$  - розмір отворів решета (м);
- $\varepsilon$  - коефіцієнт ефективності сепарації (0-1);
- $\mu$  - коефіцієнт тертя між матеріалом і решетом.

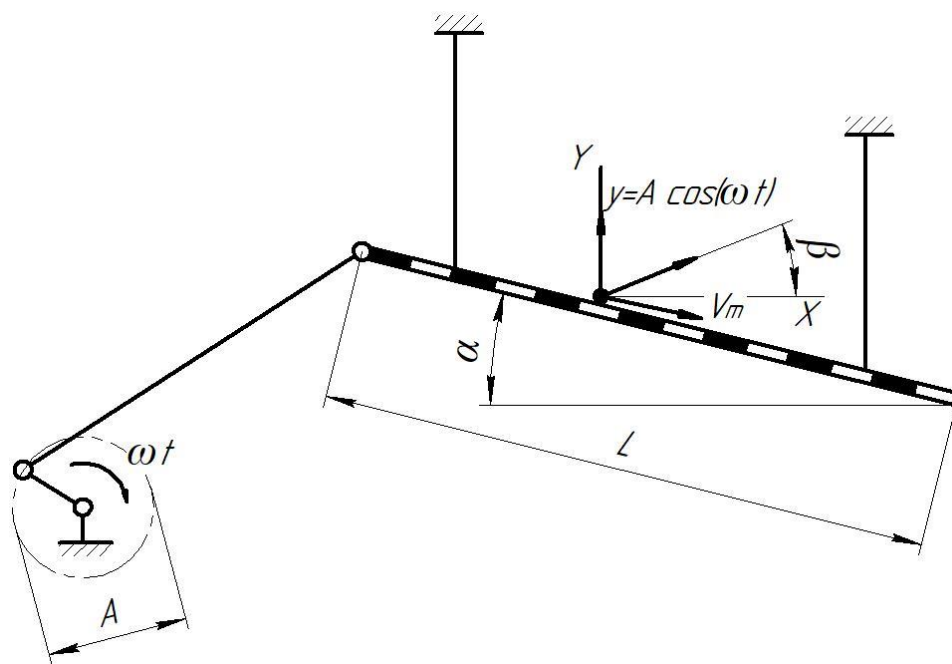


Рис. 2.4. Розрахункова схема плоского коливального решета

Рух решета описується гармонічним коливанням

$$y(t) = A \cdot \sin \omega t$$

Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата



Середня швидкість руху зерна вздовж решета:

$$V_m = \frac{A \cdot \omega}{2} \cdot \sin(\alpha + \beta)$$

Ймовірність проходження частинок крізь отвори решета залежить від часу перебування матеріалу на ньому та визначається за експоненціальним законом:

$$P(t) = 1 - e^{-\eta \cdot t}$$

де  $t$  - час перебування матеріалу на решеті.

Час, необхідний для досягнення заданої ймовірності проходження  $P$ :

$$t_r = -\frac{\ln(1 - P)}{\eta} \cdot \sin(\alpha + \beta)$$

Довжина решета, необхідна для забезпечення потрібного часу перебування:

$$L_t = V_m \cdot t_r$$

Довжина решета, необхідна для обробки заданої продуктивності:

$$L_f = -\frac{Q \cdot (1 - P)}{\eta \cdot \rho \cdot B \cdot V_m}$$

Таким чином, оптимальна довжина решета визначається як максимум із двох розрахункових значень:

$$L_{opt} = \max(L_t, L_f)$$

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		18



Аналіз отриманих залежностей дозволяє зазначити, що:

- зі збільшенням амплітуди оптимальна довжина решета значно зростає через збільшення кінематичного режиму і швидкості руху матеріалу;
- спостерігається майже лінійне зростання оптимальної довжини решета зі збільшенням частоти коливань.

Найбільш ефективне поєднання – низька амплітуда (5 мм) та середня частота (600-720 об/хв.), що забезпечує достатній кінематичний режим при мінімальній довжині решета.

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		20

### 3. ІНЖЕНЕРНА ЧАСТИНА

#### 3.1. Технологічні розрахунки основних робочих органів зерноочисної машини ОВС-25

Зерноочисна машина ОВС-25 (рис. 3.1) призначена для попереднього і первинного очищення зернового вороху різних сільськогосподарських культур. Продуктивність машини складає до 25 т/год.

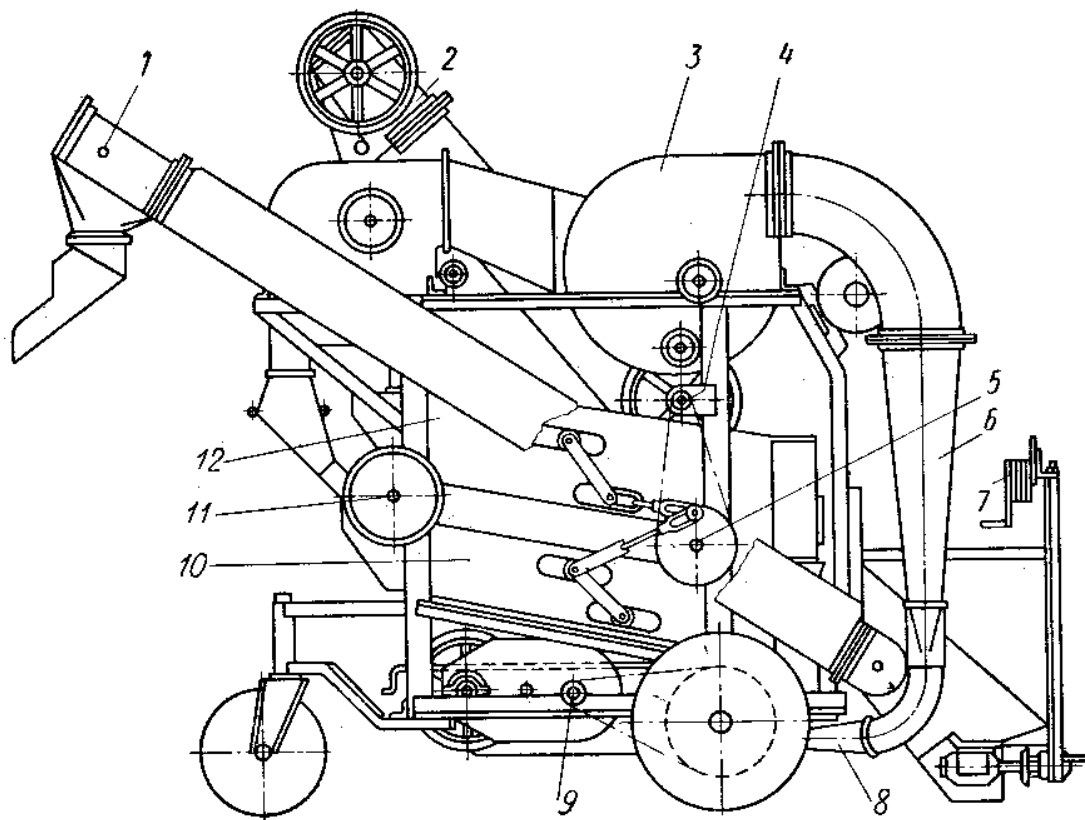


Рис. 3.1. Загальна будова зерноочисника ОВС-25

Основні робочі органи машини ОВС-25 наступні:

- завантажувальний пристрій 2, який включає приймальний бункер об'ємом  $0,7 \text{ м}^3$  з живильним валиком;
- аспірація, що складається з вентилятора 3, двох аспіраційних каналів, системи очищення відпрацьованого повітря від пилу 6 повітропроводу для виведення пилу з машини 8;
- решітна частина, яка включає два ідентичні решітні стани (верхній і нижній) з набором решіт і щіткові очисники решіт від забивань;

Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

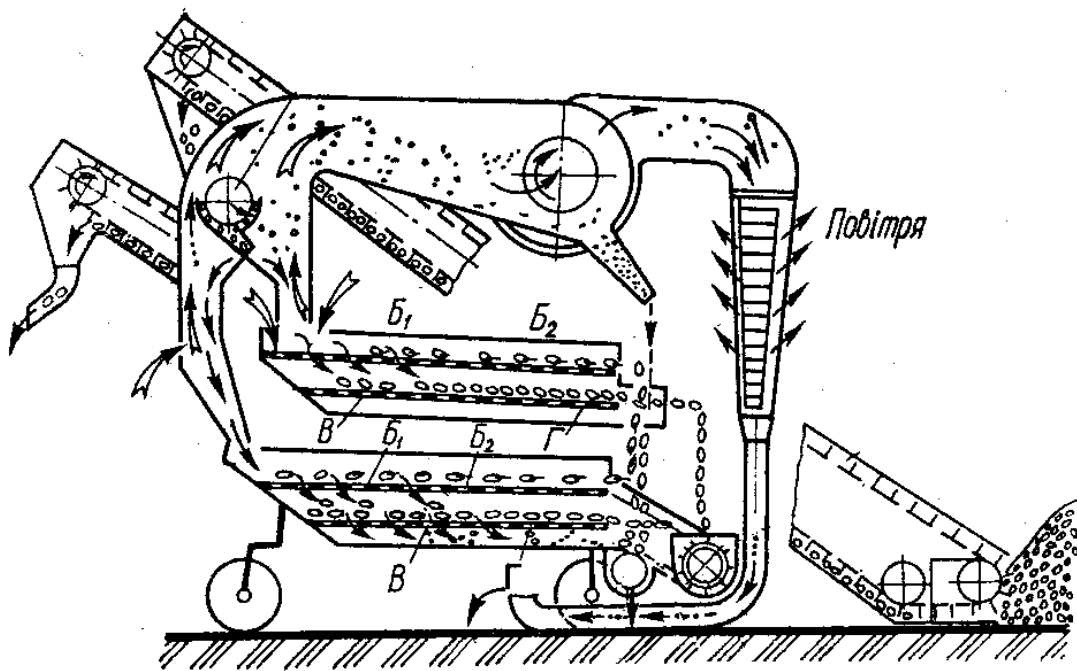
МР 00.000 ПЗ

Арк.

21

- головний механізм приводу, який складається з електродвигуна потужністю 4,5 кВт, оснащений клинопасовими передачами і приводить в дію решітну і аспіраційну частини машини;
- самохід, дозволяє переміщувати машину по току;
- вивантажувальний пристрій, що складається з системи лотків, шнекового і скребкового транспортерів для виведення очищеного зерна, а також окремого шнекового транспортеру для виведення убік від ворохоочисника крупних і легких домішок.

Робота ОВС-25 відбувається в наступній послідовності (рис. 3.2):



← Чисте повітря; ●● Крупні домішки; ←... Легкі домішки, підсіб

Рис. 3.2. Функціональна схема зерноочисника ОВС-25

Зерновий ворох завантажується в приймальний бункер.

Живильний валик подає матеріал в аспіраційні канали, де видаляються легкі домішки.

Далі матеріал надходить на решітні стани, де відділяються великі домішки і дрібні.

Очищене зерно вивантажується через центральний вивідний лоток.

Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата





З врахуванням знайдених складових, швидкість скребків живильників:

$$V = \frac{12,5}{3600 \cdot 0,15 \cdot 0,08 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 0,92} = 0,56 \text{ м/с.}$$

Частота обертання приводної зірочки:

$$n = \frac{60 \cdot V}{\pi \cdot D}; \quad (3.4)$$

де  $D=0,125$  м – прийнятий діаметр приводної зірочки.

Таким чином частота обертання приводної зірочки буде

$$n = \frac{60 \cdot 0,56}{3,14 \cdot 0,125} = 85,6 \text{ об/хв.}$$

### 3.2.2. Розрахунок завантажувального транспортера

Крок скребків (рис. 3.3):

$$S = 3 \cdot h = 3 \cdot 0,08 = 0,24 \text{ м.}$$

Швидкість скребків (за формулою 3.3):

$$V = \frac{Q}{3600 \cdot B \cdot h \cdot \gamma \cdot \varphi \cdot C_0};$$

де  $Q = 25$  т/год. – продуктивність;

$B=0,25$  м – ширина скребків;

$h=0,8$  м – висота скребків;

$\varphi \approx 0,57$  – коефіцієнт заповнення (для похилого транспортера);

$C_0 \approx 0,8$  – швидкісний коефіцієнт.

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		25



З формули 3.5, визначимо осьову швидкість:

$$V_n = \frac{4 \cdot 25}{3600 \cdot 3,14 \cdot (0,2^2 - 0,06^2) \cdot 0,7 \cdot 0,85} = 0,41 \text{ м/с.}$$

Частота обертання привідного валу шнека:

$$n = \frac{60 \cdot V_n}{S} = \frac{60 \cdot 0,41}{0,15} = 164 \text{ об/хв.,}$$

де  $S = 0,15$  м – крок шнеку.

#### 3.2.4. Розрахунок аспірації

Аспірація очисника ОВС-25 має два повітряні канали прямокутного перерізу (рис. 3.5).

Глибина аспіраційних каналів:

$$S = \frac{q_B + 1350 \cdot \eta - 1135}{22,7 - 27 \cdot \eta}; \quad (3.6)$$

де  $q_B$  – питоме завантаження каналу, кг/год. дм.;

$\eta = 0,5 - 0,7$  – повнота розділення для попереднього і первинного очищення, відповідно..

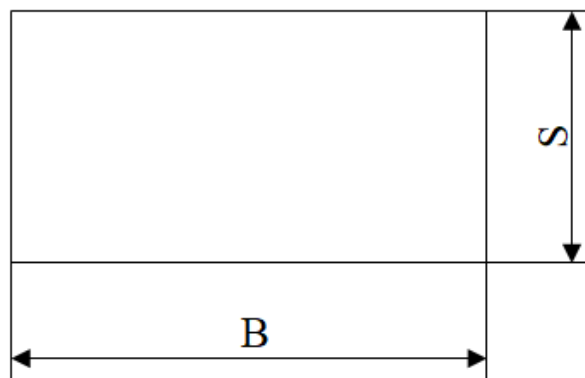


Рис. 3.5. Переріз аспіраційного каналу.

Питоме завантаження каналу визначимо як

$$q_B = \frac{Q}{B \cdot z} \quad (3.7)$$

де  $Q = 25000 - 12500$  кг/год – продуктивність (для попереднього очищення і первинного очищення, відповідно);

$B = 10$  дм. – ширина каналу;

$z = 2$  – кількість каналів.

Питоме завантаження каналу:

- для попереднього очищення:

$$q_B = \frac{25000}{10 \cdot 2} = 1250 \text{ кг/дм.} \cdot \text{год,}$$

- для первинного очищення:

$$q_B = \frac{12500}{10 \cdot 2} = 625 \text{ кг/дм.} \cdot \text{год,}$$

Глибина каналу

- для попереднього очищення ( $\eta = 0,5$ ):

$$S = \frac{1250 + 1350 \cdot 0,5 - 1135}{22,7 - 27 \cdot 0,5} = 86 \text{ мм.}$$

- для первинного очищення ( $\eta = 0,7$ ):

$$S = \frac{625 + 1350 \cdot 0,7 - 1135}{22,7 - 27 \cdot 0,7} = 114,4 \text{ мм.}$$

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		28

Прийmemo для використання в машині більшу з двох розрахованих глибину каналу, округливши до  $S=115$  мм.

Питоме завантаження площі каналів:

$$q_{F=} = \frac{q_B}{S} \quad (3.8)$$

Тож, для попереднього очищення:

$$q_{F=} = \frac{1250}{1,15} = 1087 \text{ кг/год} \cdot \text{дм}^2,$$

для первинного очищення:

$$q_{F=} = \frac{625}{1,15} = 543 \text{ кг/год} \cdot \text{дм}^2.$$

Витрати повітря в каналах визначають по формулі

$$V = 36 \cdot v \cdot B \cdot S \cdot z, \quad (3.9)$$

де  $v$  – швидкість повітря в каналі, м/с.

Швидкість повітря в каналі встановлюють залежно від критичної швидкості насіння оброблюваної культури:

$$v = 0,7 \dots 0,8 \cdot v_{kp} \quad (3.10)$$

$v_{kp}$  – критична швидкість зерна основної культури.

$v_{kp} = 10$  м/с – критична швидкість для пшениці.

Швидкість повітря в каналі:

$$v=0,7 \cdot 10=7,5 \text{ м/с};$$

Витрати повітря в каналах:

$$V=36 \cdot 7 \cdot 10 \cdot 1,15 \cdot 2 = 5796 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Втрати тиску в каналах:

$$P_k=(0,1+0,00013 \cdot q_F) \cdot v^2 \quad (3.11)$$

Підставимо розраховані дані:

- для попереднього очищення:

$$P_k=(0,1+0,0013 \cdot 1087) \cdot 7^2=74,1 \text{ кг/м}^2$$

- для первинного очищення:

$$P_k=(0,1+0,0013 \cdot 543) \cdot 7^2=39,4 \text{ кг/м}^2$$

Обираємо вентилятор ВРН з діаметром крильчатки  $D=540$  мм за номограмою [13], використовуючи визначені витрати повітря  $V=36 \cdot 7 \cdot 10 \cdot 1,15 \cdot 2 = 5796 \text{ м}^3/\text{год}$  і більші втрати тиску  $P_k = 74,1 \text{ кг/м}^2$  (для попереднього очищення).

За графіком [13] приймаємо частоту обертання крильчатки ротора  $n=1250$  об/хв.

					МР 00.000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		30



Для узгодження з шириною повітряного каналу, прийmemo ширину стандартну решета  $B=990$  мм.

Робота зерночисної машини з прийнятою шириною решета буде характеризуватися підвищеними показниками якості очищення, що позитивно впливатиме на її конкурентоздатність на ринку.

Питоме навантаження по площі гофрованого решета

$$q_F = 2,8 \cdot (0,95 - \varepsilon) \cdot (105 - \beta) \quad (3.13)$$

де  $\varepsilon=0,5-0,7$  повнота розділення для попереднього та первинного очищення, відповідно.

$\beta=15^\circ$  – кут коливань.

$$q_F = 3,6 \cdot (0,95 - 0,5) \cdot (105 - 15) = 145,8 \text{ кг/дм}^2 \cdot \text{год.}$$

Довжина підсівних решіт:

$$l = \frac{q_B}{q_F} = \frac{2000}{145,8} = 13,7 \text{ дм}$$

Прийmemo решета зі стандартною довжиною  $l=740$  мм.

Довжина підсівних решіт на кожному стані:

$$l_n = 2 \cdot 740 = 1480 \text{ мм.}$$

Оптимальна частота коливань решітних станів:

$$n = \sqrt{\frac{90 \cdot i_o}{A}} \quad (3.14)$$

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		32

де  $i_o$  - оптимальне прискорення решітного стану;

$A=9$  мм – прийнята конструктивно амплітуда коливань.

Оптимальне прискорення решітного стану:

$$i_o = 4,2 \cdot \sqrt{\frac{q_B}{\alpha + \beta}}, \quad (3.15)$$

де  $\alpha=10^\circ$  - кут встановлення решітного стану;

$\beta=5^\circ$  - кут напряму коливань.

Оптимальне прискорення решітного стану:

$$i_o = 4,2 \cdot \sqrt{\frac{2000}{10+5}} = 48,5 \text{ м/с}^2.$$

Оптимальна частота коливань решітних станів:

$$n = \sqrt{\frac{90 \cdot 48,5}{0,009}} = 696 \text{ об/хв}$$

Ексцентриситет коливальника::

$$e = \frac{A}{c}, \quad (3.16)$$

де  $c=1,5$  – коефіцієнт, коливання рами.

Ексцентриситет коливальника:

$$e = \frac{9}{1,5} = 6 \text{ мм,}$$

					МП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		33

### 3.2.6. Розрахунок шнека-вивантажувача фуражних відходів

При відносному вмісті домішок 20%, необхідна продуктивність шнека становитиме 5 т/год.

Частота обертання шнека (з формули 3.5):

$$n = \frac{Q \cdot 4 \cdot 60}{3600 \cdot \pi \cdot (D^2 - d^2) \cdot \psi \cdot \gamma \cdot S}, \quad (3.17)$$

де  $D=0,12$  м – зовнішній діаметр;

$d=0,05$  м - діаметр внутрішньої навивки

$S=0,1$  м – крок гвинта;

$\psi=0,75$  – коефіцієнт заповнення шнека;

$\gamma=0,65$  т/м<sup>3</sup> – об'ємна маса фуражних відходів.

Частота обертання шнека:

$$n = \frac{5 \cdot 4 \cdot 60}{3600 \cdot 3,14 \cdot (0,12^2 - 0,05^2) \cdot 0,75 \cdot 0,65 \cdot 0,1} = 183 \text{ об/хв.}$$

### 3.2.7. Розрахунок параметрів шнека зерна

Частота обертання шнека, за формулою (3.17):

$$n = \frac{25 \cdot 4 \cdot 60}{3600 \cdot 3,14 \cdot (0,2^2 - 0,06^2) \cdot 0,7 \cdot 0,85 \cdot 0,15} = 164 \text{ об/хв.,}$$

де прийняті параметри складових рівняння, аналогічні до параметрів, прийнятих при розрахунку шнека аспірації.

### 3.2.8. Розрахунок параметрів скребкового транспортера чистого зерна

Крок скребків (рис. 3.3):

$$S = 3 \cdot h = 3 \cdot 0,08 = 0,24 \text{ м.}$$

					МП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		34



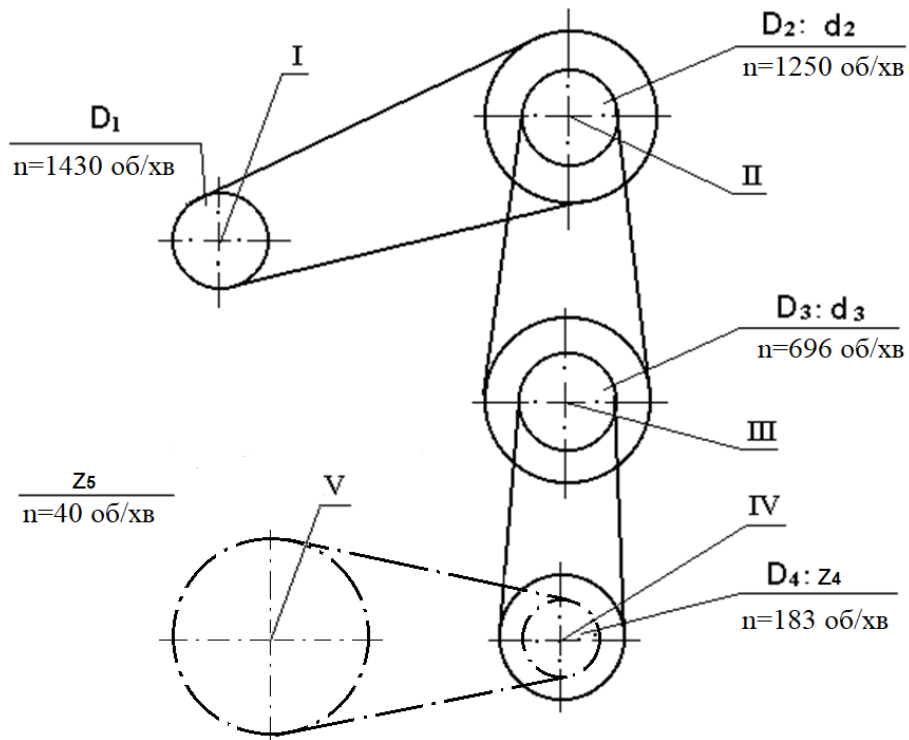


Рис. 3.8. Схема приводу робочих органів ОВС –25:

I- вал електродвигуна; II - вал вентилятора; III- вал приводу решіт; IV – вал шнека фуражних домішок.

*Розрахунок передачі електродвигун – вентилятор.*

Передавальне відношення:

$$i_{1-2} = n_1/n_2 = 1430/1250 = 1,144$$

Діаметр шківа вентилятора

$$D_2 = D_1 \cdot i_{1-2} = 224 \cdot 1,144 = 256,2 \text{ мм};$$

де: \$D\_1=224\$ мм – діаметр шківа на валу електродвигуна.

Приймемо \$D\_2 = 250\$ мм.

Дійсне передавальне відношення:

$$i_{1-2} = D_2/D_1 = 250/224 = 1,116$$

						MP 00.000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата			36

Дійсна частота валу вентилятора:

$$n_2 = n_1 / i_{1-2} = 1430 / 1,116 = 1281 \text{ об/хв}$$

*Розрахунок передачі вентилятор – вал приводу решіт*

Передавальне відношення:

$$i_{2-3} = n_2 / n_3 = 1250 / 696 = 1,796$$

Діаметр шківа коливального валу:

$$D_3 = d_2 \cdot i_{2-3} = 125 \cdot 1,796 = 224,5 \text{ мм};$$

де  $d_2 = 125 \text{ мм}$  – діаметр ведучого шківа на валі вентилятора.

Приймаємо  $D'_3 = 224 \text{ мм}$ .

Дійсне передавальне відношення:

$$i'_{2-3} = D'_3 / d_2 = 224 / 125 = 1,792$$

Дійсна частота обертання вал приводу решіт:

$$n'_3 = n'_2 / i'_{2-3} = 1281 / 1,792 = 714 \text{ об/хв.}$$

*Розрахунок передачі валу приводу решіт – вал шнека фуражних  
домішок*

Передавальне відношення

$$i_{3-4} = n_3 / n_4 = 714 / 183 = 3,9$$

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		37

Діаметр шківів шнеку фуражних домішок:

$$D_4 = d_3 \cdot i_{3-4} = 80 \cdot 3,9 = 312 \text{ мм}$$

де:  $d_3 = 80$  мм – діаметр ведучого шківів валу приводу решіт.

Приймаємо  $D_4 = 315$  мм.

Дійсне передавальне відношення:

$$i_{3-4} = D_4 / d_3 = 315 / 80 = 3,937$$

Дійсна частота обертання валу шнеку фуражу

$$n_4 = n_3 / i_{3-4} = 714 / 3,937 = 181 \text{ об/хв.}$$

### 3.4. Енергетичні розрахунки приводу робочих органів

#### 3.4.1. Потужність для приводу вентилятора

$$N = \frac{V \cdot P}{3600 \cdot 102 \cdot \eta};$$

де  $V = 5796$  м<sup>3</sup>/год – витрати повітря;

$P = 74,1$  кг/м<sup>2</sup> – втрати повного тиску;

$\eta = 0,65$  – ККД вентилятора.

$$N = \frac{5796 \cdot 74,1}{3600 \cdot 102 \cdot 0,65} = 1,8 \text{ кВт}$$

					МП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		38

### 3.4.2. Потужність на привід решітних станів

Потужність, на привід решіт

$$N = \frac{G \cdot j^2}{460 \cdot n},$$

де  $G = 300$  кг – наближена маса решітних станів.

Потужність, на привід решітних станів

$$N = \frac{300 \cdot 48,5^2}{460 \cdot 696} = 1,2 \text{ кВт},$$

### 3.4.3. Потужність на привід шнека фуражних відходів

Потужність на привід шнеку:

$$N_p = N_1 \cdot k_o,$$

де:  $N_1$  – потужність на переміщення вантажу, к.с.

$k_o = 1,16$  – коефіцієнт перемішування маси.

$$N_1 = \frac{V_0 \cdot G \cdot \mu_2 \cdot \text{tg}(\lambda_0 + s_1)}{75}$$

де:  $V_0$  - колова швидкість центру тиску вантажу, м/с;

$G$  – маса вантажу в жолобі, кг;

$\mu_2 = 0,4$  – коефіцієнт тертя фуражних відходів;

$\lambda_0$  – кут підйому гвинтової лінії шнеку, яка проходить крізь центр тиску вантажу;

$s_1$  – кут тертя вантажу об поверхню шнеку.

Колова швидкість шнеку:

$$V_0 = \frac{\pi \cdot D_0 \cdot n}{60}$$

де:  $D_0$  – діаметр кола, який проходить крізь центр тиску вантажу на шнек.

$$D_0 = (0,7 \dots 0,8) D = 0,75 \cdot 0,12 = 0,09 \text{ м};$$

$$V_0 = \frac{3,14 \cdot 0,09 \cdot 183}{60} = 0,86 \text{ м/с};$$

Маса матеріалу в жолобі:

$$G = \frac{Q_\phi \cdot L}{3,6 \cdot V_n},$$

де  $L=1,8$  м – довжина транспортера, м;

$V_n$  – швидкість осьового переміщення вантажу, м/с.

Швидкість осьового переміщення:

$$V_n = \frac{S \cdot n}{60} = \frac{0,1 \cdot 183}{60} = 0,305 \text{ м/с}$$

Маса матеріалу в жолобі

$$G = \frac{5 \cdot 1,8}{3,6 \cdot 0,305} = 8,2 \text{ кг}$$

$$\text{tg } \lambda_0 = S / \pi \cdot D_0 = 0,1 / 3,14 \cdot 0,09 = 0,35,$$

$$\text{де } \lambda_0 = \arctg 0,35 = 19,5^\circ$$

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		40



### 3.4. Розрахунки на міцність підвісу решіт

Підвіси решіт (рис. 3.9) слугують в якості підвісних гнучких опор решітного стану і демпферу коливань.

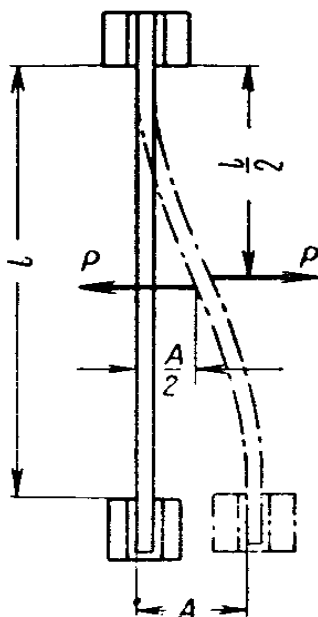


Рис. 3.9. Схема підвісу решітного стану

Стандартні підвіси мають наступні характеристики:

- довжина – 300 мм ( $\pm 2$  мм);
- загальна довжина з кріпленнями – 340 мм ( $\pm 3$  мм);
- товщина – 4 мм ( $\pm 0,2$  мм);
- товщина в місцях кріплення – 6 мм ( $\pm 0,3$  мм);
- ширина – ширина: 60 мм ( $\pm 1$  мм);
- основний матеріал: пружинна сталь 65Г (ГОСТ 14959-79);
- твердість: 42-48 HRC після термообробки;

Перевіримо міцність підвісу.

Напруження підвісу:

$$G = G_p + G_{зг},$$

де  $G_p$  – напруження розтягу,  $\text{кг}/\text{см}^2$ .

$G_{зг}$  – напруження згину,  $\text{кг}/\text{см}^2$ .

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

МР 00.000 ПЗ

Арк.

42



## 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

### 4.1. Аналіз небезпечних факторів при роботі з машиною ОВС-25

#### Механічні фактори ризику

Зерноочисна машина ОВС-25, функціонуючи в режимі первинного очищення зернового вороху, створює низку специфічних механічних небезпек. Ключову загрозу становить система рухомих елементів: решітні стани здійснюють зворотно-поступальний рух з амплітудою до 9 мм і частотою близько 700 коливань/хв, а високошвидкісні приводні вали обертаються зі швидкістю близько 1500 об/хв.

Самопересувний механізм машини становить окрему категорію ризику, особливо під час руху по нерівній поверхні току. При цьому виникає ризик перекидання або неконтрольованого руху машини.

#### Фактори робочого середовища

Процес очищення супроводжується виділенням значної кількості органічного пилу концентрацією 20-50 мг/м<sup>3</sup> (при допустимих 4 мг/м<sup>3</sup>). Особливо інтенсивне пилоутворення спостерігається у зоні відвантаження легких домішок та біля осадової камери. При роботі з насінням, обробленим протруювачами, концентрація токсичних речовин у повітрі може перевищувати ГДК у 3-5 разів.

Шумове навантаження при роботі ОВС-25 досягає 85-90 дБ, що перевищує допустимі норми (80 дБ) і при тривалій експозиції може призвести до професійної приглухуватості. Найвищий рівень шуму генерується у зоні приводних механізмів.

#### Електричні фактори ризику

Основним джерелом електробезпеки є приводний електродвигун потужністю 4,5 кВт та низка електричних з'єднань, що можуть пошкоджуватись через вібрацію. Експлуатація машини в умовах підвищеної вологості або запиленості створює додаткову загрозу короткого замикання.

						МР 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата			44







ексцентрикового валу з деталюванням його компонентів представлена у графічній частині роботи.

Розділ з охорони праці висвітлює потенційні ризики та джерела шкідливого впливу, а також комплекс профілактичних заходів для забезпечення безпечних умов експлуатації зерноочисної машини ОВС-25 на зернотоку сільськогосподарського підприємства.

Економічна частина дослідження висвітлює ключові аспекти формування економічних переваг від запропонованих модифікацій, серед яких першочергове значення мають покращення технологічної результативності та скорочення енергетичних витрат на виконання технологічного процесу.

Техніко-економічні переваги модернізованого обладнання створюють передумови для формування позитивного економічного ефекту як для виробничих підприємств, що виготовляють таке обладнання, так і для господарств-споживачів.

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		48





**ДОДАТКИ**

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		51