

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 аспірації»

Виконав здобувач вищої освіти II курсу,
групи ГМ-23М-1.2

ОНП «Галузеве машинобудування»

спеціальності 133 «Галузеве

машинобудування»

_____Шкварко Сергій Анатолійович

« ____ » _____ 2025 р.

Керівник роботи

професор, канд. техн. наук

_____Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

« ____ » _____ 2025 р.

Рецензент

доцент, канд. техн. наук

_____Кирил ЩЕРБИНА

« ____ » _____ 2025 р.

м. Кропивницький

Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет Агротехнічний

Кафедра Сільськогосподарського машинобудування

Рівень вищої освіти II

Галузь знань 13 - Механічна інженерія

Спеціальність Галузеве машинобудування

Освітньо-професійна (освітньо-наукова) програма

Галузеве машинобудування

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Сергій ЛЕЩЕНКО

«__» _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗА ДРУГИМ (МАГІСТЕРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

_____ Шкварко Сергій Анатолійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту) «Модернізація зерноочисної машини ОВС-25 з обґрунтуванням параметрів аспірації»

2. Керівник роботи (проекту) Васильковський Олексій Михайлович, кандидат технічних наук, професор

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

3. Строк подання роботи до захисту 15.05.2025 р.

4. Мета та завдання випускної кваліфікаційної роботи (проекту)

Підвищення ефективності повітряного очищення зерна

5. Перелік графічного матеріалу _____

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	1.05.2025	
	Графічна частина	15.05.2025	
	Захист роботи	15-30.05.2025	

Дата видачі завдання

«20» лютого 2025 р.

Підпис керівника

_____ Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ
(прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання

«20» лютого 2025 р.

Підпис здобувача _____ Сергій ШКВАРКО
(прізвище та ініціали)

Анотація

Магістерська робота присвячена модернізації зерноочисної машини ОВС-25 шляхом удосконалення параметрів аспіраційної системи. Теоретично обґрунтовано параметри повітряних каналів, що дозволило підвищити ефективність очищення зернового матеріалу від легких домішок. Розроблено математичну модель руху частинок у повітряному потоці модернізованої аспіраційної камери, що враховує специфіку сепарації різних фракцій. Запропоновано конструктивне рішення із заміни стандартного вентилятора на оригінальний, що забезпечило зниження енергоспоживання. Розроблено інженерні креслення вдосконалених вузлів та технічну документацію. Розроблені заходи з охорони праці.

ЗМІСТ

1. Вступ	8
2. Наукова частина	9
3. Інженерна частина	23
4. Охорона праці	52
5. Економічна ефективність	56
6. Висновок	57
Список використаної літератури	58
Додатки	61

					MP 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		7

1. ВСТУП

Зерноочисні машини є ключовою ланкою у післязбиральній обробці зерна. Їх основною метою є підвищення якості зернової маси шляхом видалення домішок різного походження. Однією з найважливіших частин таких машин є аспіраційні системи, що дозволяють ефективно видаляти легкі домішки за допомогою повітряного потоку.

Зерноочисна машина ОВС-25 (очисник вороху самопересувний) широко застосовується у сільськогосподарському виробництві для первинного очищення зернового вороху різних культур. Технологічний процес сепарації в машині ОВС-25 базується на поєднанні повітряної та решітної очистки, при цьому ефективність роботи значною мірою визначається саме якістю функціонування аспіраційної системи.

Незважаючи на тривалий період експлуатації та загальну надійність конструкції, аспіраційна система ОВС-25 має низку недоліків, що обмежують її ефективність при очищенні сучасних високоврожайних сортів зернових культур. Основні проблеми пов'язані з нерівномірністю розподілу повітряного потоку в аспіраційних каналах, підвищеною енергоємністю процесу та недостатньою гнучкістю регулювання режимів роботи.

Удосконалення аспіраційної системи ОВС-25 є актуальним завданням, спрямованим на підвищення якості очищення зерна, зниження енергоспоживання та адаптацію машини до сучасних вимог агропромислового комплексу.

В даній магістерській роботі нами обґрунтовано параметри системи аспірації машини ОВС-25, що дозволить підвищити ефективність очищення зерна.

					МР 00.000 ПЗ					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата						
Розроб.	Шкварко				Магістерська робота			Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.	Васильковський								8	50
Н.контр.	Мачок				ЦНТУ, гр. ГМ-23М-1.2					
Затв.	Васильковський									

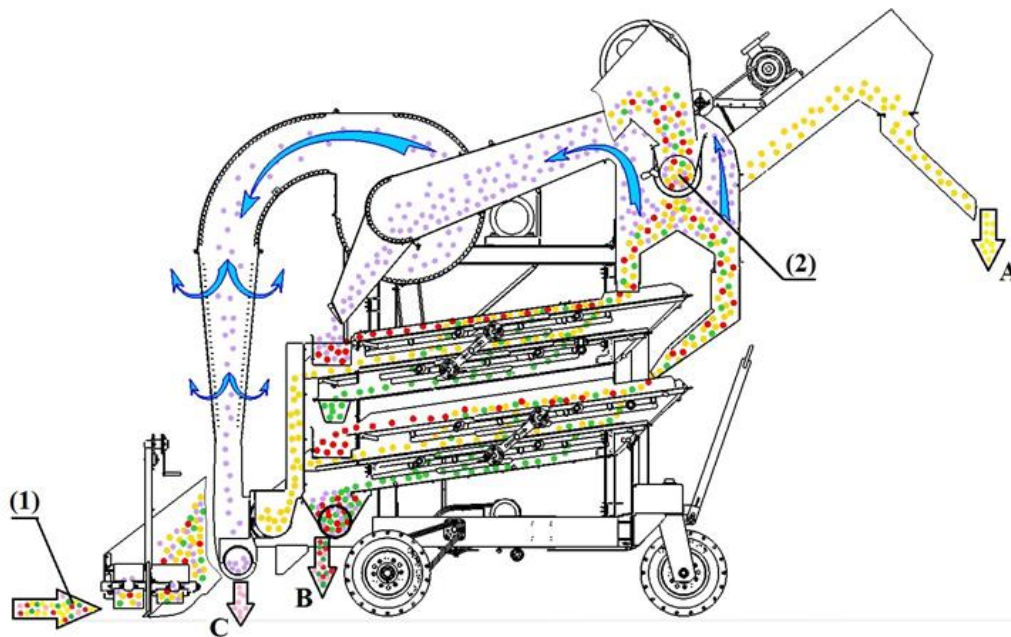


Рис. 2.1. Зерноочисна машина ОВС-25

Серед переваг вертикальних каналів слід відзначити наступні:

- проста конструкція та висока надійність;
- відносно низька металоємність;
- простота регулювання та обслуговування.

Недоліками конструкцій є:

- обмежена ефективність сепарації через короткий час перебування матеріалу в потоці;
- висока чутливість до нерівномірності подачі матеріалу;
- значна нерівномірність швидкості повітряного потоку по перерізу каналу.

Вертикальні канали широко використовуються в зерноочисних машинах серій ЗВС, ОВС, ЗАВ та аналогічних, переважно як передаспіраційні системи для видалення легких домішок.

Діаметральні аспіраційні системи (рис. 2.2) характеризуються кільцевою або напівкільцевою формою каналу, в якому повітря рухається у радіальному напрямку. Матеріал подається через живильний пристрій і

особливо у спеціалізованих сепараторах для насіннєвого матеріалу (Bühler, Schmidt-Seeger, Denis).

Роторно-циклонні аспіраційні системи (рис. 2.4) поєднують принципи роторного розкидання матеріалу та циклонного поділу повітряних потоків. Матеріал подається на обертовий ротор, який розкидає його у повітряний потік, де відбувається сепарація за аеродинамічними властивостями. Додаткова циклонна камера забезпечує ефективне уловлювання легких домішок.

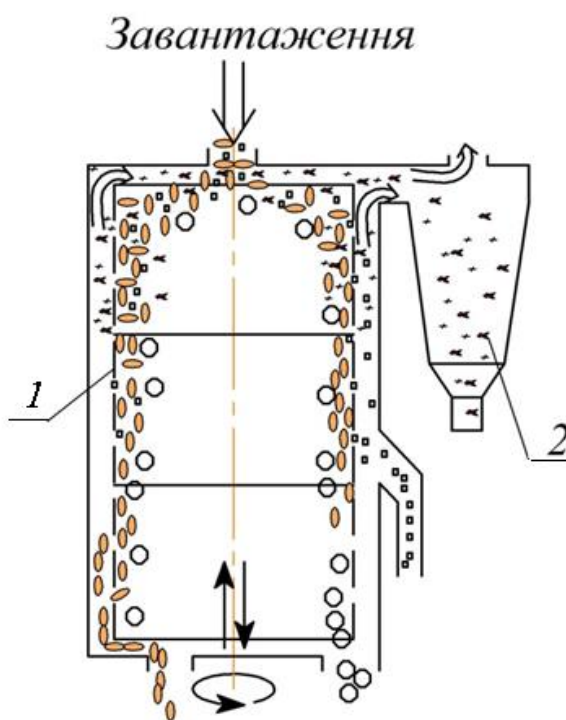


Рис. 2.4. Сепаратор серії РБЦС

Перевагами роторно-циклонних аспіраційних систем є:

- висока інтенсивність процесу сепарації;
- можливість обробки матеріалів з підвищеною вологістю та засміченістю;
- ефективне розділення матеріалів з близькими аеродинамічними властивостями.

Серед недоліків відзначають:

- підвищену енергоємність процесу;
- складність регулювання та налаштування;

Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

Залежності усталеної вертикальної швидкості часток і динаміки її зміни наведено на рис. 2.8 і 2.9.

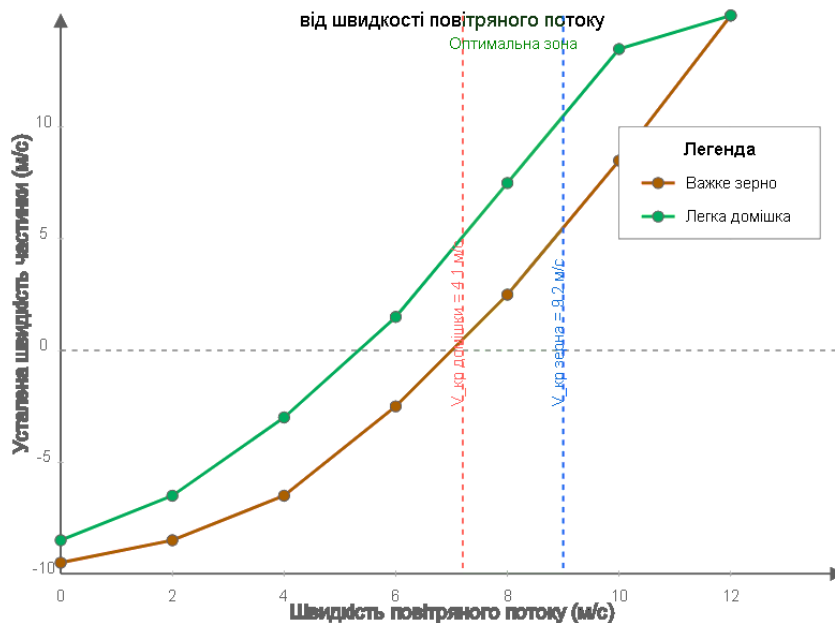


Рис. 2.8. Залежності усталеної вертикальної швидкості часток (зерна і легких домішок) від швидкості повітряного потоку

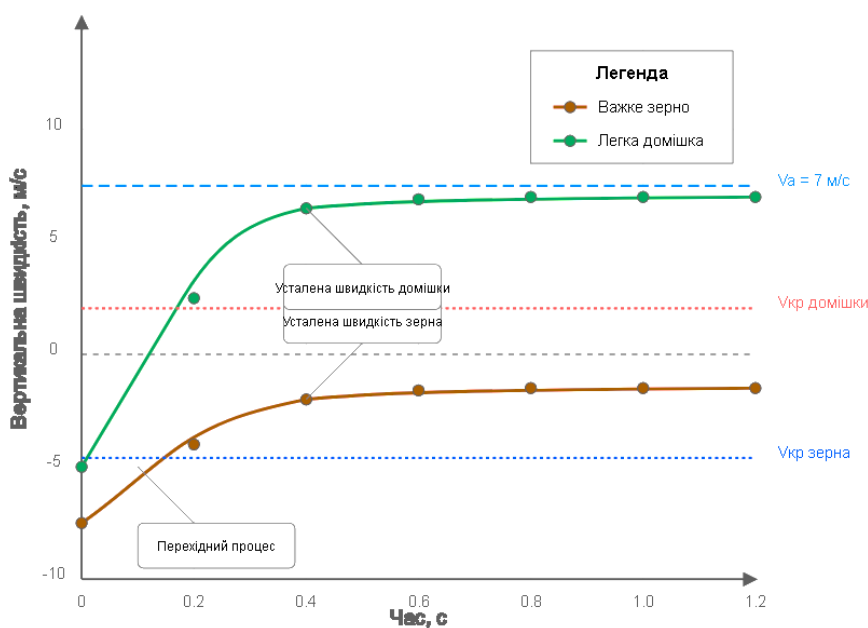


Рис. 2.9. Залежності динаміки зміни усталеної вертикальної швидкості часток (зерна і легких домішок) від швидкості повітряного потоку

Отримані залежності (рис. 2.8 і 2.9) дозволяють спрогнозувати поведінку найбільш характерних фракцій зернового вороху в оптимальній зоні сепарації та здійснювати проектування аспіраційних каналів з визначеними геометричними параметрами.

3. ІНЖЕНЕРНА ЧАСТИНА

3.1. Опис об'єкта модернізації

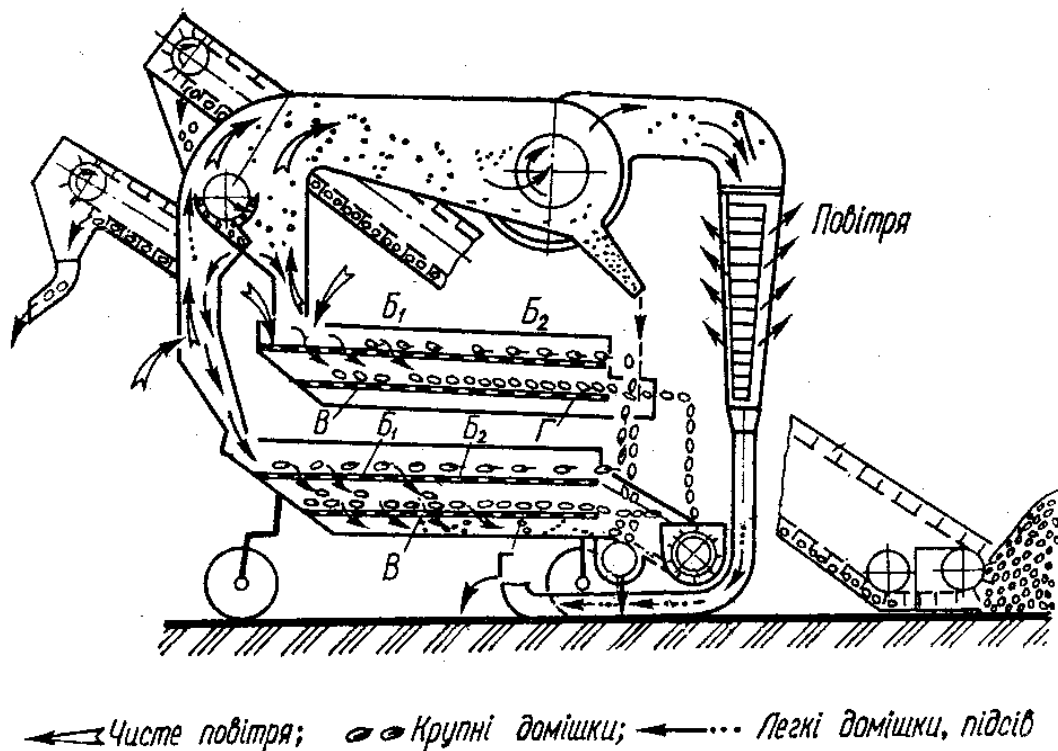


Рис. 3.1. Технологічна схема зерноочисної машини ОВС-25

Розглянута машина широко експлуатується у сучасних умовах як на току в аграрних підприємствах, так і як складова зерноочисних комплексів серії ЗАВ на стаціонарних елеваторах. Вона забезпечує повітряно-решітне очищення із продуктивністю до 25 тонн на годину.

Недоліком конструкції є зниження ефективності аспіраційної системи при роботі на граничних режимах, особливо при очищенні вологої та сильно забрудненої зернової маси.

Проведений аналіз параметрів аспірації свідчить про те, що на стадії проектування могли бути використані занижені вихідні значення вологості та засміченості або ж розміри каналів були свідомо зменшені для зниження металоємності, габаритів і вартості машини.

Аспіраційна система ОВС-25 складається з кількох основних елементів (рис. 3.2) і функціонує наступним чином:

											MP 00.000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата								23

$$n = \frac{60 \cdot 1,18}{3,14 \cdot 0,12} = 188 \text{ об/хв.}$$

Відстань між скребками:

$$S = 2,5 \cdot h = 2,5 \cdot 0,6 = 0,15 \text{ м.}$$

Розрахунок похилого транспортера

Швидкість скребків (за формулою 3.1):

$$V = \frac{25}{3600 \cdot 0,2 \cdot 0,08 \cdot 0,72 \cdot 0,7 \cdot 0,5} = 1,72 \text{ м/с.}$$

Де прийнято наступні параметри:

$B=0,2$ м – ширина скребка;

$h=0,08$ м – висота скребка;

$\varphi=0,7$ – статичний коефіцієнт заповнення між скребками;

$C_0=0,5$ – динамічний коефіцієнт заповнення між скребками $C_0=0,7$.

Частота обертання приводного валу завантажувального транспортера:

$$n = \frac{60 \cdot 1,72}{3,14 \cdot 0,15} = 219 \text{ об/хв.}$$

де $D_3=0,15$ м – прийнятий діаметр приводної зірочки.

Прийmemo крок скребків:

$$S = 2,5 \cdot h = 3 \cdot 0,8 = 0,2 \text{ м.}$$

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		27

Тож втрати повного тиску в аспірації будуть

$$P_k = (0,1 + 0,0013 \cdot 573,6) \cdot 8^2 + 36,4 = 90,5 \text{ кг/м}^2.$$

За отриманими витратами повітря і втратами тиску приймаємо вентилятор ВРН [12] с. 99, з діаметром крильчатки $D=560$ мм, потрібна частота обертання $n=1300$ об/хв.

Проектний розрахунок вентилятора.

Оскільки стандартних вентиляторів з діаметром крильчатки 560 мм не існує, зменшення розмірів до найближчого стандартного призведе до зменшення його продуктивності, а збільшення – до зростання маси і енергетики, спроектуємо його конструкцію [12].

Схему проектування основних елементів вентилятора наведено на рис. 3.5.

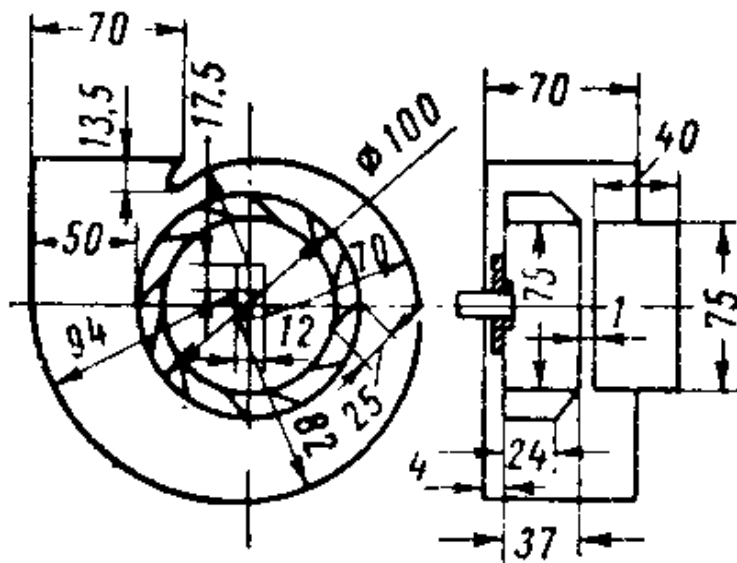


Рис. 3.5. Схема проектування основних елементів вентилятора серії ВРН (розміри в % від діаметра крильчатки).

Ширина горловини:

$$B_z = D \cdot 0,7 = 560 \cdot 0,7 = 362 \text{ мм}$$

Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

Висота горловини:

$$H_2 = D \cdot 0,135 = 560 \cdot 0,135 = 76 \text{ мм}$$

Ширина кожуха:

$$B_k = D \cdot 0,7 = 560 \cdot 0,7 = 392 \text{ мм}$$

Діаметр основи крильчатки:

$$D_o = D \cdot 0,75 = 560 \cdot 0,75 = 420 \text{ мм}$$

Діаметр вікна:

$$D_e = D \cdot 0,75 = 560 \cdot 0,75 = 420 \text{ мм}$$

Довжина вікна:

$$B_e = D \cdot 0,4 = 560 \cdot 0,4 = 224 \text{ мм}$$

Ширина основи крильчатки:

$$B_{ок} = D \cdot 0,24 = 560 \cdot 0,24 = 134 \text{ мм}$$

Загальна ширина крильчатки:

$$B_{кр} = D \cdot 0,37 = 560 \cdot 0,37 = 207 \text{ мм}$$

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

Зазор між крильчаткою і кожухом:

$$\Delta_1 = D \cdot 0,04 = 560 \cdot 0,04 = 22 \text{ мм}$$

Зазор між лопатками і вікном:

$$\Delta_2 = D \cdot 0,01 = 560 \cdot 0,01 = 5,6 \text{ мм}$$

Розмір сторони квадрата основи побудови спіралі кожуха:

$$B_u = D \cdot 0,12 = 560 \cdot 0,12 = 67,2 \text{ мм}$$

Довжина лопатки:

$$L = D \cdot 0,25 = 560 \cdot 0,25 = 140 \text{ мм}$$

Радіус спіралі:

$$R_1 = D \cdot 0,7 = 560 \cdot 0,7 = 392 \text{ мм}$$

$$R_2 = D \cdot 0,82 = 560 \cdot 0,82 = 495,2 \text{ мм}$$

$$R_3 = D \cdot 0,94 = 560 \cdot 0,94 = 515,2 \text{ мм}$$

Відстань від колеса до кінцевого розміру спіралі:

$$B_c = D \cdot 0,5 = 560 \cdot 0,5 = 280 \text{ мм}$$

Креслення оригінального вентилятора наведено у графічній частині роботи.

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

Визначення параметрів жалюзійного пиловідокремлювача

Схему жалюзійного інерційного пиловідокремлювача наведено на рис. 3.6.

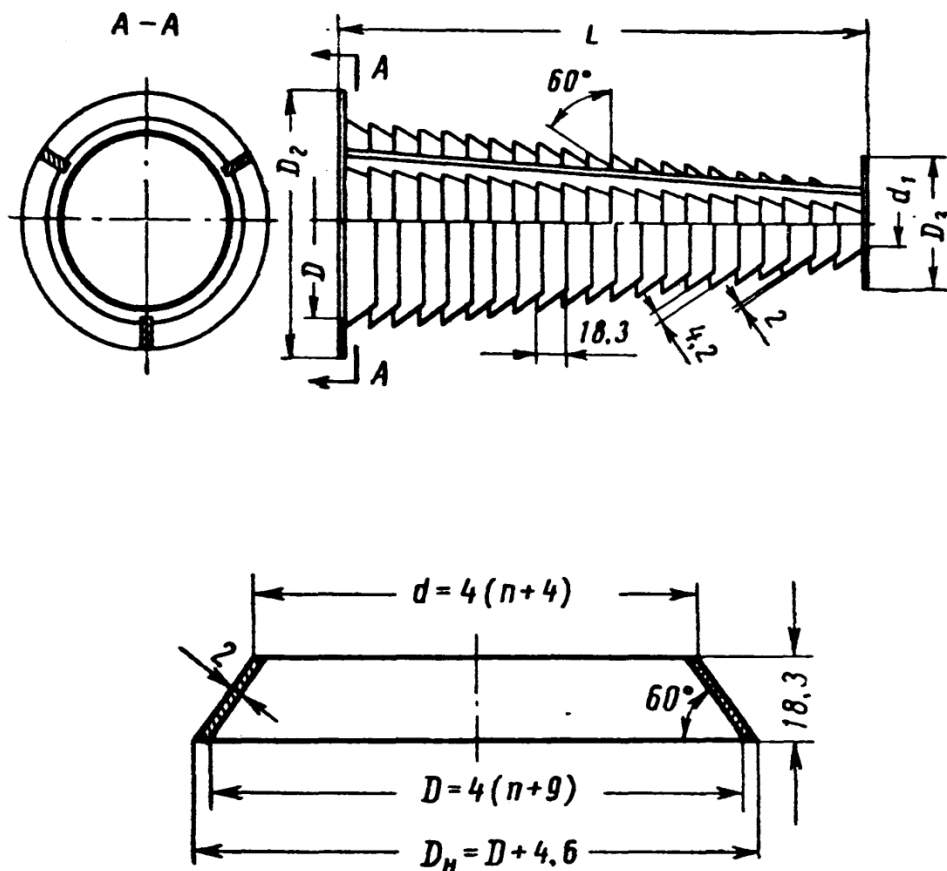


Рис. 3.6. Жалюзійний інерційний пиловідокремлювач

Діаметр вхідного отвору пиловідокремлювача:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot V}{\pi \cdot U}} \quad (3.7)$$

де $V=6272 \text{ м}^3/\text{год.}$ – продуктивність пиловідокремлювача;

$U=17,5 \text{ м/с}$ – прийнята швидкість повітря на вході.

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 6272}{3,14 \cdot 17,5 \cdot 3600}} = 0,33 \text{ м}$$

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

Приймаємо найближчий за номером жалюзійний інерційний пиловідокремлювач НП-6-335, який має:

- діаметр вхідного отвору – $D_1=335$ мм;
- діаметр вихідного отвору $d_1=70$ мм;
- кількість кілець $z=65$;
- діаметр більшого фланця – $D_2=397$ мм;
- діаметр меншого фланця $D_3=137$ мм;
- загальна довжина пиловідокремлювача $L=1042$ мм;
- номери кілець $n=12\dots 76$.

Розрахунок решітних станів ОВС-25

Основним робочим органом для розділення зерна за розмірами є решето. Класичне решето має вигляд перфорованого сталевих листа. Ефективність роботи решіт залежить від подачі зернової маси, розмірів і кута нахилу решета, амплітуди і частоти коливань.

Ширина підсівних решіт:

$$B = \frac{Q}{q_B} \quad (3.8)$$

де $Q=12500$ кг/год – подача зернової маси на кожен решітний стан;
 $q_B=1800$ кг/дм·год. – допустима питома подача на підсівне решето.

$$B = \frac{12500}{1800} = 6,9 \text{ дм}$$

Таким чином, стандартне за шириною решето ($B = 9,9$ дм) задовольняє умові забезпечення заданої продуктивності.

Питома продуктивність по площі решета:

$$q_F = 1,9 \cdot (0,95 - \varepsilon) \cdot (105 - \beta) \quad (3.9)$$

					МП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		35

де $\varepsilon = 0,55$ – повнота розділення зернового вороху при попередньому очищенні;

$\beta = 5-15^\circ$ – кут напрямку коливань.

Тоді питома подача по площі підсівного решета

$$q_F = 1,9 \cdot (0,95 - 0,55) \cdot (105 - 8) = 73,7 \text{ кг/дм}^2 \cdot \text{год.}$$

Довжина підсівного решета:

$$l = \frac{q_B}{q_F} = \frac{1262}{65,273,7} = 17,1 \text{ дм.}$$

Таким чином, приймаємо для використання на кожному стані по два підсівних решета, що мають стандартизовану довжину 9,9 дм (ГОСТ 214-74),

Тож, при загальній довжині підсівних решіт на кожному стані 19,8 дм, реальна питома продуктивність становитиме

$$q_F = \frac{1262}{19,8} = 63,7 \text{ кг/дм}^2 \cdot \text{год.},$$

що на 16% менше допустимого значення. Отже, якість очищення буде гарантовано забезпечено.

Питома продуктивність колосових решіт:

$$q_F = 60 \cdot (a - 4,5) = 60 \cdot (6 - 4,5) = 90 \text{ кг/год} \cdot \text{дм}^2, \quad (3.10)$$

де $a = 6$ мм – діаметр круглих отворів.

Мінімальна довжина колосового решета:

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

$\gamma=0,6 \text{ кг/м}^3$ - натура фуражу;

$S=0,1 \text{ м}$ - крок навивки шнеку.

Потрібна частота обертання шнека чистого зерна:

$$n = \frac{25 \cdot 4 \cdot 60}{3600 \cdot 3,14 \cdot (0,2^2 - 0,05^2) \cdot 0,7 \cdot 0,78 \cdot 0,1} = 241 \text{ об/хв.}$$

де $D=0,2 \text{ м}$ - зовнішній діаметр шнеку;

$d=0,05 \text{ м}$ - внутрішній діаметр витків шнеку;

$\psi_{ш}=0,7$ - коефіцієнт заповнення об'єму;

$S=0,1 \text{ м}$ - крок навивки шнеку.

Потрібна швидкість переміщення скребків похилого транспортера чистого зерна:

$$V = \frac{25}{3600 \cdot 0,2 \cdot 0,08 \cdot 0,72 \cdot 0,7 \cdot 0,5} = 1,72 \text{ м/с.}$$

Де прийнято наступні параметри:

$B=0,2 \text{ м}$ – ширина скребка;

$h=0,08 \text{ м}$ – висота скребка;

$\varphi=0,7$ – статичний коефіцієнт заповнення між скребками;

$C_0=0,5$ – динамічний коефіцієнт заповнення між скребками $C_0=0,7$.

Частота обертання приводного валу завантажувального транспортера:

$$n = \frac{60 \cdot 1,72}{3,14 \cdot 0,15} = 219 \text{ об/хв.}$$

де $D_3=0,15 \text{ м}$ – прийнятий діаметр приводної зірочки.

Прийmemo крок скребків:

$$S = 2,5 \cdot h = 3 \cdot 0,8 = 0,2 \text{ м.}$$

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		39

3.3. Кінематичні розрахунки механізму приводу основних робочих органів ОВС-25

Вихідні дані:

- частота обертання вала вентилятора $n_2=1300$ об/хв;
- частота обертання ексцентрикового вала $n_3=637$ об/хв;
- частота обертання шнека фуражних відходів $n_4=241$ об/хв;
- частота обертання вала очисників решіт $n_5=40$ об/хв (з інструкції по експлуатації машини).

Схему приводу робочих органів наведено нижче (рис. 3.7).

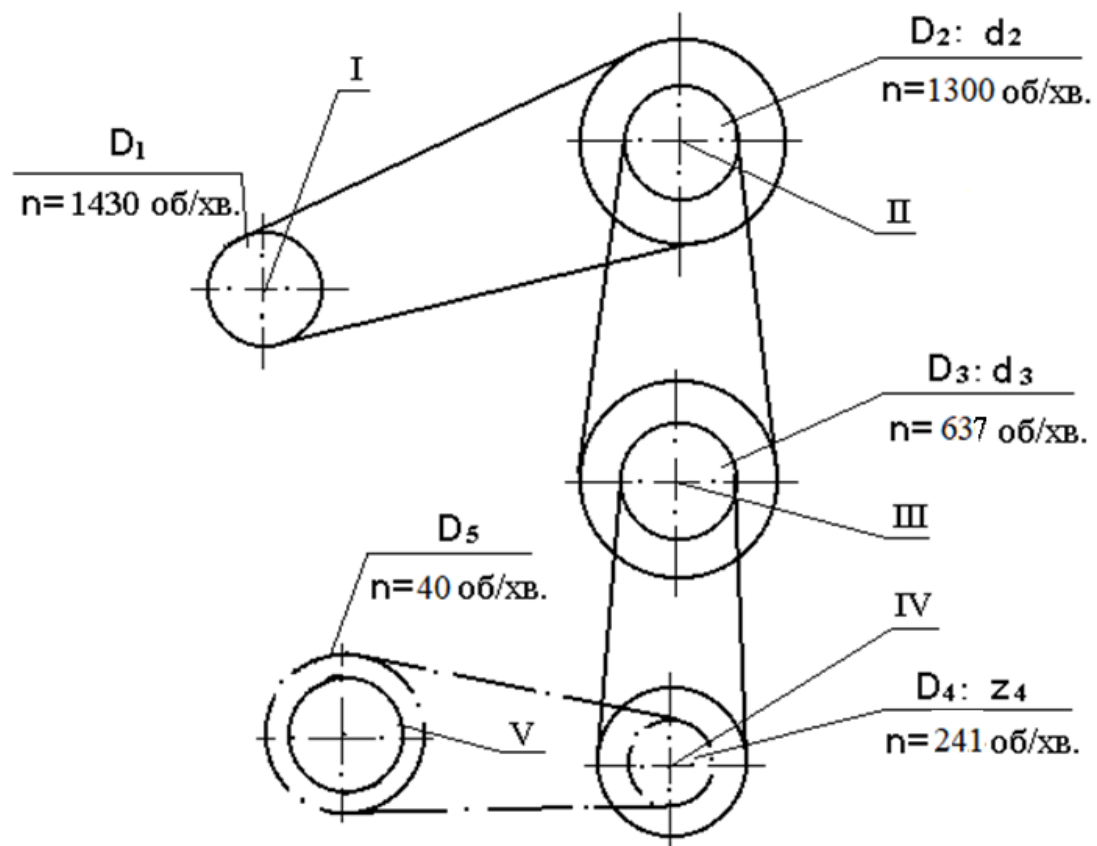


Рис. 3.7. Кінематична схема приводу робочих органів ОВС –25:

I- вал головного електродвигуна; II - вал вентилятора; III- вал ексцентриковий; IV – вал шнека фуражних відходів; V – вал щітчастих очисників решіт.

Прийmemo електродвигун із синхронною частотою 1500 об/хв. Дійсна частота обертання вала $n_1= 1430$ об/хв .

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

Передавальне відношення передачі електродвигун – вентилятор:

$$i_{1-2} = n_2/n_1 = 1300/1430 = 0,909$$

Діаметр шківа вентилятора

$$D_2 = D_1/i_{1-2} = 200/0,909 = 220 \text{ мм};$$

де: $D_1 = 200$ мм – діаметр шківа, що встановлено на валу електродвигуна.

Приймаємо $D_2 = 224$ мм – найближчий діаметр зі стандартного ряду.

Дійсне передавальне відношення передачі буде:

$$i_{1-2} = D_1/D_2 = 200/224 = 0,893$$

Дійсна частота обертання вентилятора:

$$n_2 = n_1 \cdot i_{1-2} = 1430 \cdot 0,893 = 1276 \text{ об/хв}$$

Передавальне відношення передачі вентилятор – вал ексцентриковий:

$$i_{2-3} = n_3/n_2 = 637/1276 = 0,499$$

Діаметр шківа валу ексцентрикового:

$$D_3 = d_2 / i_{2-3} = 125 / 0,499 = 250,5 \text{ мм};$$

де $d_2 = 125$ мм – діаметр меншого шківа вентилятора.

Приймаємо $D_3 = 250$ мм – зі стандартного ряду.

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		41

Дійсне передавальне відношення:

$$i'_{2-3} = d_2 / D_3 = 125 / 250 = 0,5$$

Дійсна частота валу ексцентрикового:

$$n_3 = n_2 \cdot i'_{2-3} = 1276 \cdot 0,5 = 638 \text{ об/хв}$$

Передавальне відношення передачі вал ексцентриків – вал шнеку фуражних відходів

$$i_{3-4} = n_4 / n_3 = 241 / 638 = 0,378$$

Діаметр шківа шнеку фуражних відходів

$$D_4 = d_3 / i_{3-4} = 125 / 0,378 = 330 \text{ мм}$$

де: $d_3 = 125$ мм – діаметр меншого шківа валу ексцентриків.

Приймаємо $D_4 = 315$ мм – найближчий діаметр зі стандартного ряду.

Дійсне передавальне відношення:

$$i'_{3-4} = d_3 / D_4 = 125 / 315 = 0,397$$

Дійсна частота обертання валу фуражних відходів

$$n_4 = n_3 \cdot i'_{3-4} = 638 \cdot 0,397 = 253 \text{ об/хв.}$$

Передавальне відношення передачі вал фуражних відходів – вал очисників решіт:

$$i_{4-5} = n_5 / n_4 = 40 / 253 = 0,158$$

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		42

Число зубців зірочки валу очисників решіт:

$$Z_5 = Z_4 / i'_{4.5} = 7 / 0,158 = 44,3$$

де: $Z_4 = 7$ прийняте число зубів зірочки вала шнека фуражних відходів.

Прийmemo $Z_5 = 44$

Дійсне передавальне відношення:

$$i'_{4.5} = Z_4 / Z_5 = 7 / 44 = 0,159$$

Дійсна частота обертання валу щіток очисників:

$$n'_5 = n_4 \cdot i'_{4.5} = 253 \cdot 0,159 = 40,2 \text{ об/хв.}$$

3.4. Енергетичний розрахунок машини ОВС-25

Основні робочі органи зерноочисної машини – вентилятор, решітні стани і систему очистки приводить в дію один електродвигун. За допомогою його ж приводиться в дію і шнек фуражних домішок. Завантажувач, вивантажувач і самохід приводяться в дію кожен своїм електродвигуном, що обґрунтовується простотою компонування цих механізмів.

Проведемо розрахунок потужності, необхідної для приводу основних робочих органів машини.

Потужність для приводу вентилятора:

$$N = \frac{V \cdot P}{3600 \cdot 102 \cdot \eta}; \quad (3.14)$$

де значення складових параметрів визначено у технологічних розрахунках:

					МП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		43

G – маса зерна у жолобі, кг;

$\mu_2 = 0,35$ – коефіцієнт внутрішнього тертя домішок;

λ_0 – кут підйому гвинтової поверхні через центр тиску;

s_1 – кут тертя домішок по гвинтовій поверхні.

Колова швидкість:

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

де: D_0 – діаметр кола центра тиску домішок на поверхню шнеку.

Діаметр кола центра тиску:

$$D_0 = (0,7 \dots 0,8),$$

де $D = 0,12$ м – зовнішній діаметр шнеку фуражних відходів.

Діаметр кола центра тиску:

$$D_0 = 0,75 \cdot 0,12 = 0,09 \text{ м.}$$

Колова швидкість шнеку по центру тиску

$$V_0 = \frac{3,14 \cdot 0,09 \cdot 253}{60} = 1,19 \text{ м/с}$$

Маса вантажу, що знаходиться в жолобі:

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

де: Q_ϕ – продуктивність шнеку, т/год.

$L = 1,75$ м – довжина транспортера;

V_n – осьова швидкість вантажу, м/с.

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		45

Осьова швидкість вантажу:

$$V_n = \frac{S \cdot n}{60} = \frac{0,1 \cdot 253}{60} = 0,42 \text{ м/с}$$

Маса вантажу в жолобі:

$$G = \frac{5 \cdot 1,75}{3,6 \cdot 0,42} = 5,7 \text{ кг.}$$

Решта складових:

$$\lambda_0 = \arctg S / \pi \cdot D_0$$

$$\lambda_0 = \arctg \frac{0,12}{3,14 \cdot 0,09} = 23^\circ$$

$tg s_l = 0,35$ – коефіцієнт тертя.

$$s_l = 21^\circ.$$

Потужність для приводу шнеку фуражних відходів:

$$N_l = \frac{1,19 \cdot 5,7 \cdot 0,35 \cdot tg(23^\circ + 21^\circ)}{75} = 0,12 \text{ кВт}$$

Загальна потужність, що споживає шнек буде рівною

$$N = 0,12 \cdot 1,15 = 0,14 \text{ кВт}$$

Потужність приводу очисників решіт становить орієнтовно $N_o = 0,25$ кВт.

					МР 00.000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		46

Загальна потужність приводу основних робочих органів:

$$N_{заг} = (N_{в} + N_{р} + N_{ш} + N_{щ}) / \eta_{заг}$$

де: $N_{в} = 2,38$ кВт – потужність приводу вентилятора;

$N_{р} = 0,81$ кВт – потужність приводу решітного стану;

$N_{ш} = 0,14$ кВт - потужність приводу шнеку фуражу;

$N_{щ} = 0,25$ кВт - потужність на привод очисників;

$\eta_{заг}$ - ККД приводу.

ККД приводу:

$$\eta_{заг} = \eta_n^5 \cdot \eta_{кл}^3 \cdot \eta_l$$

де $\eta_n^5 = 0,996$ – ККД підшипників кочення;

$\eta_{кл}^3 = 0,96$ – ККД клинопасової передачі;

$\eta_l = 0,95$ – ККД ланцюгової передачі.

ККД приводу:

$$\eta_{заг} = 0,996^5 \cdot 0,96^3 \cdot 0,95 = 0,85$$

Загальна потужність приводу основних робочих органів:

$$N_{заг} = (2,38 + 0,81 + 0,14 + 0,25) / 0,85 = 4,21 \text{ кВт.}$$

Приймемо електродвигун АИР112М4 - 4,5 кВт, 1500 об/хв., у якого фактична частота обертання: 1430-1460 об/хв., напруга живлення: 380В, ККД: 86-89% (стандартні) або 89-91% (енергоефективні класу ІЕ2/ІЕ3), Cos φ: 0,83-0,86, виконання по ступеню захисту: IP54/IP55, клас ізоляції: F (155°C), режим роботи: S1 (тривалий).

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		47

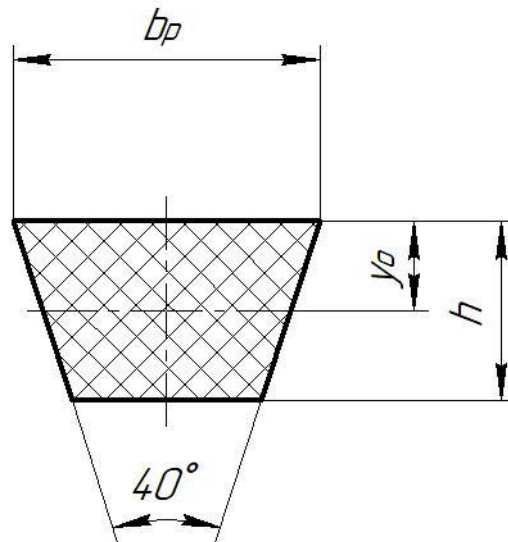


Рис. 3.9. Схема перерізу паса «Б»

Пас має наступні характеристики:

- кут клина: 40° ;
- ширина верхньої основи: $b_p = 17$ мм;
- товщина: $h = 10,5$ мм;
- ширина нижньої основи $b_0 = 14$ мм;
- відстань до центру: $y_0 = 4,0$ мм;
- площа перерізу: $F_1 = 1,38$ см²;
- питома маса: $g = 0,18$ кг/м;
- рекомендована швидкість руху: до 25 м/с;
- мінімальний діаметр шківів: 125 мм
- нормальний натяг при монтажі: 150-250 Н

Швидкість паса:

$$V = \frac{\pi \cdot d_1 \cdot n_1}{60 \cdot 1000}$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 200 \cdot 1430}{60 \cdot 1000} = 14,9 \text{ м/с}$$

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

MP 00.000 ПЗ

Арк.

49

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

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

Зерноочисна машина ОВС-25 має рухомі і обертальні елементи, що створюють механічні небезпеки для обслуговуючого персоналу:

Шнекові транспортери становлять підвищену небезпеку захоплення та затягування кінцівок, одягу або волосся працівника. Особливо небезпечними є завантажувальний та розвантажувальний шнеки, де існує можливість контакту з робочою частиною шнека.

Ременеві передачі приводу вентилятора, решітних станів та шнеків можуть спричинити затягування та травмування при потраплянні у зону їх дії частин тіла чи одягу працівника.

Решітні стани створюють ризик травмування при потраплянні рук у зону їх роботи, особливо під час регулювання.

Вентилятор з високою швидкістю обертання робочого колеса становить небезпеку при відкритому кожусі або несправних захисних пристроях.

При роботі з зерном утворюється значна кількість органічного пилу, який несе такі небезпеки:

- респіраторні захворювання виникають внаслідок тривалого вдихання зернового пилу, що може призвести до професійних захворювань дихальних шляхів, алергічних реакцій та пневмоконіозу.
- вибухонебезпечність зернового пилу - при певній концентрації у повітрі та наявності джерела займання може відбутися вибух пилоповітряної суміші.
- алергічні реакції шкіри та слизових оболонок можуть проявлятися при контакті з пилом, особливо у чутливих працівників.

ОВС-25 під час роботи генерує значний рівень шуму та вібрації.

Підвищений рівень шуму (до 85-90 дБА) створюється вентилятором, решітними станами та механізмами приводу, що при тривалій дії може призвести до професійної приглухуватості.

Вібрація, яка передається на органи управління та робочу зону оператора, може викликати вібраційну хворобу при тривалому впливі.

Електропривід машини ОВС-25 створює ризики ураження електричним струмом. Створюється можливість прямого контакту з елементами електрообладнання при несправній ізоляції, пошкодженні кабелів живлення або неправильно виконаному заземленні. Підвищена небезпека в умовах підвищеної вологості або запиленості приміщення через можливість пробоя ізоляції.

Робота з ОВС-25 пов'язана з ергономічними небезпеками:

Фізичні перевантаження виникають при ручному завантаженні зерна, переміщенні важких компонентів машини, заміні решіт.

Незручні робочі пози при обслуговуванні нижніх частин машини можуть призвести до захворювань опорно-рухового апарату.

4.2. Інструкція з техніки безпеки при роботі з зерноочисною машиною ОВС-25

Загальні вимоги безпеки

До роботи з зерноочисною машиною ОВС-25 допускаються особи не молодші 18 років, які пройшли:

- медичний огляд;
- вступний і первинний інструктаж з охорони праці;
- навчання безпечним методам і прийомам роботи;
- перевірку знань з охорони праці та електробезпеки (не нижче II групи).

Працівник зобов'язаний:

- дотримуватися правил внутрішнього трудового розпорядку;
- використовувати спецодяг, спецвзуття та засоби індивідуального захисту;
- вміти надавати першу допомогу при нещасних випадках;

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		53

- знати розташування первинних засобів пожежогасіння та вміти ними користуватися.

При виявленні несправностей машини, пристроїв, інструменту, а також при нещасному випадку необхідно негайно повідомити керівника робіт.

Вимоги безпеки перед початком роботи.

Підготувати та одягнути спецодяг, спецвзуття. Одяг повинен бути застібнутий, не мати звисаючих кінців. Волосся слід прибрати під головний убір.

Отримати завдання у керівника робіт та пересвідчитись у наявності та справності:

- огорожень рухомих частин (ременів, шнеків, муфт);
- захисних кожухів вентилятора;
- запобіжних пристроїв;
- аспіраційної системи;
- електрообладнання та заземлення;
- освітлення робочої зони.

Перевірити наявність та справність контрольно-вимірювальних приладів і засобів аварійної зупинки.

Виконати випробувальний пуск машини без навантаження, переконатись у відсутності сторонніх шумів, вібрації та підвищеного нагріву підшипників.

Забезпечити вільний доступ до робочого місця, прибрати все зайве.

Вимоги безпеки під час роботи

Вмикати машину лише після подачі попереджувального сигналу та переконавшись, що пуск не створить небезпеку.

Під час роботи машини категорично забороняється:

- виконувати ремонт, змащування та очищення рухомих частин;
- знімати захисні огороження та кожухи;
- залишати працюючу машину без нагляду;
- допускати до машини сторонніх осіб;

						MP 00.000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата			54

- проштовхувати застрягле зерно руками або підручними засобами при працюючій машині;
- перевищувати допустиме навантаження машини;
- працювати при відключеній або несправній аспіраційній системі.

При виявленні напруги на металевих частинах машини, появи запаху гару, виникненні стороннього шуму, підвищеної вібрації необхідно негайно зупинити машину і повідомити керівника робіт.

При завантаженні зерна в приймальний бункер слідкувати за рівномірністю подачі, не допускати перевантаження.

При заміні решіт використовувати спеціальні пристосування, уникати травмування рук.

Під час роботи дотримуватися режимів праці та відпочинку, регулярно проводити перерви для зменшення впливу шуму та вібрації.

При тривалій роботі використовувати засоби захисту органів слуху (навушники, беруші).

Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

При виникненні аварійної ситуації (загоряння, запах диму, підозра на загазованість, загроза обвалення конструкцій) необхідно:

- негайно зупинити машину аварійною кнопкою "СТОП";
- відключити електроживлення;
- вивести людей із небезпечної зони;
- повідомити керівника робіт;
- приступити до ліквідації аварійної ситуації згідно з планом ліквідації аварій.

При загорянні електрообладнання використовувати вуглекислотні або порошкові вогнегасники.

При потраплянні людини у рухомі частини машини:

- негайно зупинити машину аварійною кнопкою;
- надати першу допомогу;
- повідомити керівника робіт.

						MP 00.000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата			55

5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

В ході удосконалення зерноочисної машини ОВС-25 нами зменшено переріз повітряних каналів до 110 мм. Це забезпечує повноту виділення легких домішок – до 55%, що достатньо для попереднього очищення зерна. При цьому зменшуються витрати повітря і, як наслідок, знижується енергоємність процесу сепарації на 0,5 кВт, що підтверджується розрахунками щодо вибору електродвигуна.

Зменшення енергоємності процесу дозволяє отримати економічний ефект споживачеві зерноочисної машини. При цьому виробник зерноочисних машин може отримати економічний ефект за рахунок підвищення ціни на машину, оскільки вона має переваги щодо конкурентоздатності.

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		56

ВИСНОВОК

В результаті аналізу конструкцій повітряних систем сучасних зерноочисних машин встановлено, що з позиції застосування аспіраційних систем у зерноочисних машинах загального користування, призначених для попереднього та первинного очищення зерна, найбільш перспективним шляхом є удосконалення конструкцій класичних вертикальних каналів.

Вертикальні повітряні канали значну продуктивність при найнижчій металоємності, простоті обслуговування, одному з найменших показників енергоємності та універсальності до розділення зернового вороху різних сільськогосподарських культур.

Отримані теоретичні залежності дозволяють спрогнозувати поведінку найбільш характерних фракцій зернового вороху в оптимальній зоні сепарації та здійснювати проектування аспіраційних каналів з визначеними геометричними параметрами.

У інженерній частині розраховано параметри основних робочих органів зерноочисної машини і здійснено проектний розрахунок оригінального вентилятора для забезпечення повітряного очищення в машині. Креслення розроблених деталей наведено у графічній частині роботи.

У розділі «Охорона праці» проведено аналіз небезпечних та шкідливих факторів та запропоновано заходи щодо уникнення травмування персоналу на робочому місці та зменшення впливу шкідливих факторів на організм обслуги.

У економічній частині висвітлено отримання економічного ефекту у виробника і споживача удосконаленої машини.

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		57

9. Васильковський О.М. Енергетичний та економічний аналіз використання зерноочисних машин / Пропозиція №1 01/2017. – 2017. – К.: видавництво. С. 150-152.
10. Васильковський О.М., Лещенко С.М., Нестеренко О.В., Петренко Д.І., Якименко С.М. Обґрунтування конструктивної схеми пневморешітного сепаратора зерна. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. – Кропивницький: ЦНТУ. Вип. 51. 2021. С. 104-110. (DOI:
11. Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини / Д.Г. Войтюк, Г.Р. Гаврилук. - К.: Каравела, 2004. - 552 с.
12. Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини: основи теорії та розрахунку / Д.Г. Войтюк, С.С. Яцун, М.Я. Довжик. – Київ: Аграрна освіта, 2017. – 576 с.
13. Гапоненко В.С., Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини.- 6-е вид., перероб. і допов.- К.: Урожай, 1992. - 448 с.
14. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Том 2. Машини для очищення і сортування зерна / П.М. Заїка. – Харків: ХНТУСГ, 2018. – 332 с.
15. Киркач Н.Ф. и др. Курсовое проектирование деталей машин. Харьков. Основа. 1991. 276.
16. Комаристов В.Ю., Петренко М.М. Довідник з механізації післязбиральної обробки зерна. - К.: Урожай, 1990. - 194 с.
17. Котов Б.І. Моделювання процесів поділу зернових матеріалів у повітряних каналах зерноочисних машин / Б.І. Котов, С.П. Степаненко // Техніка і технології АПК. – 2020. – № 2. – С. 12-17.
18. Сало В.М., Мороз С.М., Васильковський О.М., Петренко Д.І.Розробка нової конструкції пневморешітної зерноочисної машини. Том 1. Обґрунтування параметрів транспортера сепаратора. – Кіровоград: видавець Лисенко В.Ф., 2014. 108 с.
19. Свірень М.О., Смірнов В.П., Осипов І.М. та ін. Процеси, машини та обладнання АПВ. Навчальний посібник. Кропивницький. 2018. 296 с.

20. Сисолін П. В., Петренко М.М., Свірень М.О. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. Машини та обладнання для переробки зерна та насіння. Кн.3. К.: Фенікс. 2007. 364 с.
21. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2005. — 464 с.
22. Степаненко С.П. Механіко-технологічне обґрунтування процесів і обладнання безрешітного фракціонування зернових матеріалів: монографія / С.П. Степаненко. – Київ: Аграрна наука, 2020. – 180 с.
23. Тищенко Л.М. Інтенсифікація сепарування зерна / Л.М. Тищенко, В.П. Ольшанський, С.В. Ольшанський. – Харків: ХНТУСГ, 2019. – 224 с.

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		60

ДОДАТКИ

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		61