

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

«Допущено до захисту»

зав. кафедрою СГМ

к.т.н., професор

_____Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

« ____ » _____ 2026 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти
на тему:**

«Механізація вирощування ячменю з вдосконаленням конструкції
зерноочисної машини ОВС-25»

Виконав здобувач вищої освіти IV курсу,
групи АІ-23мб-1.2

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____Гецнар Андрій Михайлович

« ____ » _____ 2026 р.

Керівник роботи

доцент, канд. техн. наук

_____Сергій ЛЕЩЕНКО

« ____ » _____ 2026 р.

Рецензент

доцент, канд. техн. наук

_____Олег БЕВЗ

« ____ » _____ 2026 р.

м. Кропивницький

Центральноукраїнський національний технічний університет
Факультет Агротехнічний
Кафедра Сільськогосподарського машинобудування
Рівень вищої освіти перший (бакалаврський) рівень
Галузь знань 20 «Аграрні науки та продовольство»
Спеціальність 208 «Агроінженерія»
Освітньо-професійна програма «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

« » 2026 року

**ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ
ЗА ПЕРШИМ (БАКАЛАВРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ
ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Гецнару Андрію Михайловичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту) Механізація вирощування ячменю з вдосконаленням
конструкції зерноочисної машини ОВС-25

2. Керівник роботи (проекту) Лещенко Сергій Миколайович, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

3. Строк подання роботи до захисту 26.06.2026 р.

4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи (проекту) _____

5. Перелік графічного матеріалу _____

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1-4	Лещенко С.М.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Виконання розділів 1, 2		
	Графічна частина арк. 1	21.04.2026 р.	
2	Виконання розділу 3		
	Графічна частина арк. 2	25.05.2026 р.	
3	Виконання розділів 4, 5		
	Графічна частина арк. 3	12.06.2026 р.	
4	Оформлення пояснювальної записки,		
	графічної частини, підготовка до захисту.	26.06.2026 р.	

Дата видачі завдання
«05» лютого 2026 р.

Підпис керівника

_____ (прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання
«___» _____ 2026 р.

Підпис здобувача _____ (прізвище та ініціали)

Анотація

Тема: «Механізація вирощування ячменю з вдосконаленням конструкції зерноочисної машини ОВС-25»

ярий ячмінь, післязбиральна обробка, сепарація, аспіраційний канал, відцентровий вентилятор, решітний стан

Кваліфікаційну роботу присвячено підвищенню ефективності післязбиральної доробки ярого ячменю шляхом модернізації аспіраційної системи самопересувної зерноочисної машини ОВС-25. Обґрунтовано, що якісна сепарація вороху є вагомим чинником збереження врожаю. Виявлено недоліки серійного агрегату, зокрема малий переріз повітряних каналів, недостатній напір вентилятора та забивання пиловловлювача остюками й соломою, що обмежувало продуктивність та збільшувало втрати зерна.

У ході роботи розроблено збільшено глибину повітряних каналів до 150 мм, спроектовано оригінальне робоче колесо вентилятора діаметром 580 мм та інтегровано інерційний осадовий пристрій типу ПІ-6-335. Технологічними розрахунками визначено параметри завантажувальних органів (швидкість живильників 0,86 м/с) та витрату повітря (6804 м³/год). Динамічним аналізом доведено, що протифазний рух решітних станів компенсує сили інерції (6656 Н). Енергетичним перерахунком підтверджено роботу двигуна потужністю 4,0 кВт з оптимальним завантаженням 96,2%. Перевірено на міцність склопластикові підвіски (напруження 29,66 МПа при допустимому 45,0 МПа).

Впровадження операційної технології на площі 90 га узгоджує роботу току із зернозбиральним комбайном (коефіцієнт 0,95), забезпечуючи чистоту зерна 98,0–98,5% при втратах до 0,2%. Сформульовано вимоги з охорони праці та пожежної безпеки.

Abstract

Topic: «Mechanization of Barley Cultivation with Advanced Design of the Grain Cleaning Machine OVS-25»

spring barley, post-harvest processing, separation, aspiration channel, centrifugal fan, sieve boot

The qualification thesis is dedicated to increasing the efficiency of post-harvest processing of spring barley through the structural modernization of the air-cleaning (aspiration) system of the self-propelled grain cleaning machine OVS-25. It is substantiated that high-quality separation of the grain heap is a crucial factor in crop preservation. Significant technical and technological drawbacks of the serial unit were identified, including a small cross-sectional area of the air channels, insufficient fan pressure, and clogging of the dust collector with barley awns and straw, which limited the hourly throughput and increased grain losses.

In the course of the research, an engineering solution was developed: the depth of the air channels was increased to 150 mm, an original centrifugal fan impeller with a diameter of 580 mm was designed, and an inertial sedimentation device of the IP-6-335 type was integrated. Technological calculations determined the operating parameters of the loading elements (feeder conveyor speed of 0.86 m/s) and the air flow rate (6804 m³/h). Dynamic analysis proved that the counter-phase movement of the sieve boots compensates for the maximum inertia forces (6656 N). Energy recalculation confirmed the operation of the 4.0 kW electric motor with a rational load factor of 96.2%. Furthermore, flat fiberglass hangers were stress-tested and verified for structural integrity (acting stress of 29.66 MPa against the allowable limit of 45.0 MPa).

The implementation of the developed operational technology on a 90-hectare field synchronizes the grain facility workflow with the combine harvester operations (matching factor of 0.95), ensuring a final grain purity level of 98.0–98.5% with whole grain losses limited to 0.2%. Occupational safety and fire protection requirements for grain yard operations have been formulated.

ЗМІСТ

1. Вступ.....	6
2. Аналіз існуючої технології вирощування ячменю та пошук напрямків її удосконалення.....	8
3. Операційна технологія виконання післязбирального очищення ячменю	22
4. Інженерна частина.....	36
5. Охорона праці	52
6. Висновки	56
Список використаної літератури	58
Додатки.....	60

					ВЯПО 00.000 ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. ВСТУП

Розвиток агропромислового комплексу України є стратегічно важливим іншим вектором забезпечення продовольчої безпеки як на національному, так і на глобальному рівнях. Наша країна володіє колосальним природним потенціалом для нарощування обсягів виробництва високоякісної сільськогосподарської продукції, оскільки фонд орних земель перевищує 32 млн га, значну частину яких становлять унікальні за своєю родючістю чорноземи. Багаторічна плідна праця вітчизняних селекціонерів дозволила вивести й успішно впровадити у виробництво велику кількість високоврожайних сортів більшості польових культур. Водночас повна реалізація потенціалу цих сортів і досягнення високої економічної ефективності виробництва можливі лише за умови всебічного технічного переоснащення аграрних підприємств сучасною технікою, здатною забезпечити точне виконання вимог інтенсивних та ресурсозберігаючих технологій.

Для задоволення зазначених потреб Україна має потужний промисловий і науково-технічний потенціал. Протягом тривалого часу в країні ефективно функціонують спеціалізовані заводи з виробництва сільськогосподарської техніки та обладнання. Проте сучасні економічні умови диктують нові правила: розробка та запуск у серійне виробництво принципово нових машин вимагають значних інвестицій, тривалого часу та капіталовкладень, які більшість аграрних і машинобудівних підприємств не завжди можуть собі дозволити одномоментно.

					ВЯПО 00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Гецнар				Пояснювальна записка		
Перевір.	Леценко						
Реценз.							
Н. Контр.	Артеменко						
Затверд.	Васильковський						
					Літ.	Арк.	Аркушів
						6	
					ЦНТУ, гр. АІ-23мб-1.1		

Найбільш раціональним, економічно виправданим і технічно доступним шляхом вирішення цієї проблеми є модернізація та вдосконалення окремих функціональних вузлів, робочих органів і деталей базових машин, серійний випуск яких уже давно освоєно промисловістю. Такий підхід дозволяє з мінімальними витратами суттєво підвищити продуктивність, надійність та технологічні показники існуючого парку техніки, адаптуючи її до сучасних жорстких вимог енергоефективності та якості.

У структурі післязбиральної обробки зернових культур критично важливе місце посідає повітряне (аспіраційне) та решітне очищення вороху, що надходить від комбайнів. Аналіз багаторічних протоколів випробувань та реальної експлуатації самопересувних зерноочисних машин загального призначення (зокрема, популярної серії ОВС-25) виявив серйозну проблему: при роботі на паспортних значеннях продуктивності спостерігається суттєва невідповідність якості очищення зернового матеріалу чинним агротехнічним вимогам. Цей негативний ефект проявляється навіть за умови чіткого дотримання вхідних параметрів вороху щодо його базової вологості та рівня засміченості. Основною причиною є те, що аспіраційні канали та вентиляційні системи базових модифікацій не забезпечують заданих швидкісних і напірних режимів повітряного потоку при збільшенні питомої подачі матеріалу, що призводить до потрапляння легких домішок у чисте зерно. З огляду на це, дана кваліфікаційна робота присвячена обґрунтуванню комплексної механізації вирощування ячменю з модернізацією повітряно-очисної частини зерноочисної машини ОВС-25. Запропоновані конструктивні зміни спрямовані на інтенсифікацію процесу сепарації, збільшення площі перерізу повітряних каналів та оптимізацію параметрів вентилятора й пиловідокремлювача, що дозволить забезпечити стабільно високу якість очищення зерна від легких та пилоподібних домішок під час роботи машини на максимальних експлуатаційних потужностях.

					ВЯПО 00.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					ВЯПО 00.000 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Господарське та промислове значення.

Висока затребуваність ячменю обумовлена його багатофункціональним використанням, яке охоплює три домінуючі напрями.

1. Продовольчий напрям. Зерно ячменю є незамінною сировиною для круп'яної промисловості, де з нього виробляють перлову та ячмінну крупи. Сучасні медико-біологічні дослідження підтверджують, що завдяки унікальному хімічному складу, зокрема високому вмісту специфічних тригліцеридів та токотрієнолів, регулярне вживання продуктів переробки ячменю сприяє ефективному зниженню рівня ліпопротеїнів низької щільності («поганого» холестерину) в крові людини, що робить його цінним компонентом дієтичного харчування.

2. Технічний (пивоварний) напрям. Ячмінь є важливою основою солодового виробництва. Найбільшу цінність для пивоваріння мають дворядні сорти (*Hordeum distichum*), які відзначаються високою вирівняністю зерна за розміром та формою, а також специфічними біохімічними показниками. Світові та вітчизняні стандарти висувають жорсткі вимоги до пивоварного ячменю: вміст крохмалю має становити 60–70%, білка – тільки в межах 9–12% (надлишок білка викликає помутніння пива, а дефіцит погіршує піноутворення), екстрактивність – не менше 78–82%, низька плівчастість (7–10%) та висока енергія проростання (не нижче 95%).

3. Кормовий напрям. У тваринництві ячмінь вважається концентрованим кормом еталонної якості. Один кілограм сухого зерна містить близько 1,2–1,25 кормових одиниць та понад 100 г легкоперетравного протеїну, чудово збалансованого за амінокислотним складом. Він є незамінною основою раціонів у свинарстві, особливо при отриманні високоякісного бекону (частка ячменю в комбікормах може досягати 60–70%), оскільки він суттєво покращує смакові та фізико-хімічні властивості м'ясо-сальної продукції, на відміну від кукурудзи чи вівса.

Агротехнічне значення.

					ВЯПО 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

Ячмінь відіграє роль гарного фітосанітарного стабілізатора та культури-інтенсифікатора в сучасних сівозмінах. Завдяки найкоротшому серед усіх зернових культур першої групи вегетаційному періоду (в середньому 75–85 діб), він рано звільняє поле під наступні технології. Це дозволяє ефективно використовувати його як найкращу покривну культуру для підсіву багаторічних трав, а також створює ідеальні умови для якісної літньо-осінньої підготовки ґрунту під наступні посіви озимих або пожнивних культур.

Біологічні особливості.

Ячмінь характеризується високою пластичністю, але має низку специфічних фізіологічних «вузьких місць».

Терморезистентність. Насіння здатне проростати при температурі +1...+2 °С, а сходи витримують короткочасні весняні заморозки до -4...-6 °С. Водночас ячмінь є найбільш спекостійкою культурою серед хлібів першої групи. Рослини здатні без незворотних пошкоджень витримувати повітряну посуху та підвищення температури до +38...+40 °С протягом 25–35 годин поспіль завдяки здатності згортати продиhi та оптимізувати транспірацію. Для порівняння, яра пшениця в аналогічних умовах втрачає продуктивність уже через 10–17 годин, а овес повністю припиняє ростові процеси через 5 годин термічного стресу.

Вологозабезпечення. Попри низький транспіраційний коефіцієнт та високу загальну посухостійкість, ячмінь вкрай чутливий до дефіциту вологи в орному шарі на початкових етапах онтогенезу (фази сходи – кушіння). Це пов'язано з тим, що його первинна коренева система розвивається дуже інтенсивно, і якщо в цей момент ґрунт пересохне, рослина не зможе сформувати вторинні корені, що призведе до редукції продуктивних стебел

Вимоги до ґрунтів. Через слабку засвоювану здатність мичкуватої кореневої системи та високу швидкість наростання вегетативної маси, ячмінь потребує високородючих, структурованих ґрунтів з глибоким гумусовим

					ВЯПО 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

горизонтом та високим вмістом легкодоступних елементів живлення. Еталонними для нього є чорноземи, темно-сірі та сірі лісові ґрунти Лісостепу. Культура абсолютно не переносить підвищеної кислотності: оптимальний рівень становить $pH = 6,5...7,5$. При падінні pH нижче 6,0 розвиток рослин різко пригнічується, а при $pH \leq 3,5$ насіння повністю втрачає здатність до проростання через токсичний вплив іонів алюмінію. Також непридатними є перезволожені, солонцюваті або надто легкі піщані ґрунти.

2.2. Місце в сівозміні

Правильне розміщення ярого ячменю в сівозміні є основою його високої продуктивності, оскільки через біологічні особливості (слабка коренева система та короткий період вегетації) він сильніше за інші культури реагує на забур'яненість поля та дефіцит поживних речовин у верхньому горизонті ґрунту.

Найкращими попередниками, що забезпечують отримання максимального врожаю зерна з високим вмістом білка (фуражний та круп'яний напрями), є багаторічні та однорічні бобові трави, зернобобові культури (горох, соя, сочевиця), а також озимий ріпак. Вони залишають після себе пухкий, чистий від бур'янів ґрунт, збагачений біологічним азотом.

Проте в реальних умовах більшості господарств Центрального та Південного регіонів України зазначені культури зазвичай відводяться під озиму пшеницю. Тому ярий ячмінь найчастіше розміщують після просапних культур:

- кукурудзи на зерно та силос;
- цукрових буряків;
- картоплі та соняшнику.

Технологія вирощування перелічених культур передбачає внесення високих доз добрив, глибоку оранку та багаторазові міжрядні обробітки, що очищує поле від значної кількості бур'янів. При вирощуванні пивоварного

					ВЯПО 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

ячменю просапні культури (особливо кукурудза та цукрові буряки) є попередниками номер один, оскільки вони виснажують надлишковий рухомий азот у ґрунті, що дозволяє отримати зерно з нормативним вмістом білка (до 12%) та високою екстрактивністю.

Категорично заборонено вирощувати ярий ячмінь після інших колосових культур, особливо після вівса, озимого або ярого ячменю (допускається повернення на попереднє поле не раніше ніж через 3–4 роки). Порухення цього правила призводить до масового спалаху специфічних інфекційних захворювань (фузаріоз, гельмінтоспоріоз, борошниста роса, іржа) та накопичення специфічних шкідників (гессенська та шведська мухи, хлібна п'явиця). Також слід уникати безпосереднього просторового сусідства полів ярого та озимого ячменю для запобігання міграції збудників хвороб навесні.

2.3. Система удобрення ячменю

Ярий ячмінь відзначається високою чутливістю до мінерального живлення. За умов оптимального зволоження збалансоване застосування добрив забезпечує приріст урожайності на рівні 15–20 ц/га. Складання системи удобрення вимагає чіткого врахування цільового призначення майбутнього врожаю.

Азот є головним чинником формування вегетативної маси та оптимізації кушіння рослин ячменю. Проте його надлишок або несвоєчасне внесення викликає бурхливий ріст міжвузлів, що неминуче призводить до вилягання посівів, зниження маси 1000 зернин та різкого погіршення пивоварних якостей через надмірне накопичення протеїну.

Для фуражних цілей застосовують норму N_{60-90} з розподілом на передпосівну культивуацію та ранньовесняне підживлення по технологічній колії.

					ВЯПО 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Для пивоварного напрямку дозу азоту чітко обмежують до N_{30-45} , вносячи її виключно в передпосівну культивуацію, щоб рослина повністю засвоїла його до початку цвітіння.

Фосфор є дуже важливим на початкових етапах (сприяє розвитку потужної кореневої системи) та під час наливання зерна (прискорює дозрівання). Калій підвищує стійкість стебла до вилягання, потовщує стінки соломини, покращує посухостійкість та імунітет рослин. Повна норма фосфорно-калійних добрив ($P_{45-60} K_{45-60}$) повинна вноситися восени під основний обробіток ґрунту (зяблеву оранку), що забезпечує їх переміщення у глибокі, постійно вологі шари ґрунту, де розвивається коренева система. Невелика стартова доза фосфору (P_{10-15} у вигляді суперфосфату або аммофосу) вноситься безпосередньо в рядки під час сівби.

2.4. Система обробітку ґрунту при вирощуванні ячменю

Система обробітку ґрунту під ярий ячмінь направлена на максимальне збереження осінньо-зимової вологи, знищення злісних бур'янів, покращення аерації та створення вирівняного посівного ложа на глибині загортання насіння.

Базовим та найбільш ефективним методом основного обробітку ґрунту під ячмінь є зяблева оранка. Технологічний ланцюжок залежить від попередника.

Після зернових колосових попередників обов'язково проводять лущення стерні одразу після збирання врожаю. При забур'яненості однорічними бур'янами застосовують дискові луцильники (ЛДГ-10, ЛДГ-15) на глибину 6–8 см. Якщо поле забур'янене багаторічними коренепаростковими бур'янами (осот, пирій), через 2–3 тижні виконують повторне лущення важкими дисковими боролами (БДТ-7) на глибину 10–12 см або проводять суцільне обприскування гербіцидами на основі гліфосату після масового відростання розетки бур'янів.

					ВЯПО 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Глибока оранка виконується плугами з передплужниками (типу ПЛН-5-35) на глибину 20–22 см (після просапних) або 22–25 см (після зернових культур).

На важких за механічним складом ґрунтах, схильних до переущільнення та утворення плужної підшви, оранку доцільно доповнювати або замінювати глибоким чизелюванням або щільюванням на глибину 40–50 см для покращення інфільтрації води.

Перенесення основного обробітку ґрунту при вирощуванні ячменю на весну (весняна оранка) категорично недопустиме. Це призводить до втрати до 30–40 мм продуктивної вологи, затягування строків сівби на 7–10 днів, нерівномірних сходів та падіння врожайності на 25–30%. Як виняток, при неможливості осінньої підготовки, застосовують технологію No-Till (пряма сівба) спеціалізованими дисковими сівалками прямо по стерні.

Передпосівний обробіток (весняний період) починається відразу при настанні фізичної стиглості ґрунту. З метою «закриття вологи» проводять ранньовесняне боронування та шлейфування (зубовими боролами БЗСС-1,0 в комбінації зі шлейф-боролами) упоперек або під кутом до напрямку оранки.

Передпосівну культивуацію виконують чітко на глибину загортання насіння (4–5 см). Найкращу якість (дрібногрудкувату структуру ґрунту з ущільненим ложем і розпушеним верхнім шаром) забезпечують сучасні комбіновані агрегати типу «Компактор» або «Європак», які за один прохід здійснюють розпушування, вирівнювання та коткування.

2.5. Підготовка насіння до сівби і сівба ячменю

Для сівби використовують тільки високоякісне кондиційне насіння першої або другої репродукції, яке має високу сортову чистоту. Важливими критеріями відбору є велике, вирівняне зерно з масою 1000 зернин не менше 40–50 г та енергією проростання понад 80–85%.

					ВЯПО 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Обов'язковим технологічним заходом є хімічне або біологічне протруєння насіння, яке проводять за 2–3 тижні до сівби або безпосередньо перед нею на спеціалізованих машинах (ПК-20, АПК-20). Протруйники захищають проростки від сажкових хвороб, корневих гнилей та комплексу ґрунтових шкідників. Вибір препарату здійснюють на основі попередньої фітопатологічної експертизи насіння, враховуючи спектр дії та економічну доцільність. Препарати мають бути офіційно сертифіковані в Україні.

Для інтенсивних технологій високу продуктивність в умовах Кіровоградщини демонструють сорти Дружба, Роланд, Гостинець. У посушливих зонах Степу та Лісостепу стабільні врожаї забезпечують напівінтенсивні сорти Стяг, Миронівський 86, Прерія. Для круп'яних цілей вирощують Фінк, Перелом, Престиж.

Строки сівби. Ярий ячмінь є культурою надраннього строку сівби. Його сіють у перші дні початку польових робіт, як тільки дозволить стан ґрунту. Затримка з сівбою навіть на 3–5 днів призводить до пересихання верхнього шару ґрунту, слабого кушіння та значних втрат урожаю через те, що фаза кушіння збігається з періодом високих температур.

Традиційно для сівби ячменю застосовують звичайний рядковий спосіб з шириною міжрядь 15 см (сівалки серії СЗ-3,6, СЗ-5,4). Проте традиційний метод має серйозний недолік – надмірне згущення насіння в самому рядку. При нормі висіву 5–6 млн насінин відстань між зернинами в рядку становить всього 1,1–1,3 см, тоді як біологічною межею для нормального живлення рослин є відстань не менше 1,4 см. Це викликає жорстку внутрішньовидову конкуренцію за вологу та світло, послаблюючи рослини. Напрямок сівби – упоперек або під кутом до напрямку зяблевої оранки. Під час сівби обов'язково формують технологічну колію (шляхом перекриття висівних апаратів № 6–7 та 18–19 на кожному третьому проході) для виконання наступних операцій догляду без травмування рослин.

					ВЯПО 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Залежно від зони вирощування та вологозабезпечення норма висіву становить 4,5–5,5 млн схожих насінин на гектар (орієнтовно 180–220 кг/га). На важких та зволжених ґрунтах насіння загортають на глибину 3–4 см, на легких або при підсиханні ґрунту – на 5–6 см.

2.6. Догляд за посівами ярого ячменю

Система догляду за посівами ячменю будується на засадах інтегрованого захисту рослин та спрямована на усунення конкуренції з боку бур'янів, запобігання пошкодженню шкідниками та ураженню хворобами.

Оскільки ячмінь сіють у ранні строки, провести повне механічне знищення бур'янів до сівби неможливо. Засміченість поля суттєво зростає при використанні безполицевого або поверхневого способу обробітку ґрунту. Основним методом контролю забур'яненості є застосування селективних гербіцидів у фазу кушіння культури (коли рослина найбільш стійка до хімпрепаратів). Високу ефективність проти дводольних бур'янів демонструють препарати «Базагран» (2,0–3,0 л/га), «Базагран-хіт» (2,0–4,0 л/га) або гербіциди групи 2М-4Х (0,9–1,5 л/га).

Найкращим превентивним методом захисту від шкідників і хвороб є точне дотримання сівозміни, якісна зяблева оранка та використання стійких сортів. Проте при перевищенні економічного порогу шкодочинності (ЕПШ) шкідників (шведська та гессенська мухи в період сходів, злакові попелиці, клоп-черепашка, хлібна п'явиця в період виходу в трубку та наливання зерна) посіви обробляють інсектицидами. Рекомендується застосовувати препарати «Бі-58 новий» (1,5 л/га), «Арріво» (0,2 л/га) або «Карате Зеон» (0,2 л/га). Проти грибкових хвороб (борошниста роса, плямистості лінійного та сітчастого типів) застосовують фунгіциди триазольної або стробілуринової груп (наприклад, Тілт, Амістар Тріо).

На інтенсивних посівах з високим рівнем азотного живлення виникає серйозна загроза вилягання. Для зміцнення нижніх міжвузлів та потовщення

					ВЯПО 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

соломини у фазу кінця кушіння – початку виходу в трубку застосовують регулятори росту (ретарданти): «Хлормекват-хлорид» (60 г/га за діючою речовиною) або «Ретардант» (2,0 л/га). За потреби, у фазу виходу в трубку проводять позакореневе підживлення розчином карбаміду (N) або КАС по технологічній колії для підвищення маси зерна та вмісту білка.

2.7. Збирання врожаю ячменю та післязбиральна доробка зерна

Ярий ячмінь збирають переважно способом прямого комбайнування при досягненні зерном повної стиглості та зниженні його вологості до 15–17%. Двофазне (роздільне) збирання застосовують лише на забур'яненних полях або при нерівномірному дозріванні сортів, скошуючи зерно у валки при досягненні 80–85% зерен воскової стиглості.

У господарствах Центрального регіону для збирання традиційно використовуються комбайни високого класу продуктивності (наприклад, ДОН-1500Б, КЗС-1200 або сучасні аналоги), які працюють на робочих швидкостях 6–7 км/год. Головна вимога до збирального процесу – зведення до мінімуму втрат та мікропошкоджень зерна. Втрати повноцінного зерна за жаткою комбайна не повинні перевищувати 0,5%. Особливо важливо правильно налаштувати зазори молотильного апарату та частоту обертання барабана, оскільки пересушене зерно ячменю легко травмується, а пивоварні сорти втрачають енергію проростання при пошкодженні зародка.

Свіжозібраний зерновий ворох, що надходить від комбайнів, є технологічно нестабільною системою. Він містить значну кількість сторонніх домішок (рештки соломи, колоскові лусочки, насіння бур'янів, пил) та має підвищену вологість, що стимулює процеси самозігрівання, дихання зерна та розвиток плісняви. Організація післязбиральної обробки є найбільш важливим і одним із затратних етапів, від якого залежить збереження товарної та посівної якості врожаю.

					ВЯПО 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Для успішного довготривалого зберігання продовольчого та фуражного зерна його вологість обов'язково доводять до нормативного рівня 14–15%. Допустимий вміст насіння бур'янів у продовольчому зерні не повинен перевищувати 5%, а домішок інших культур – не більше 15%.

2.8. Обґрунтування доцільності використання зерноочисної машини ОВС-25 при вирощуванні ячменю та аналіз недоліків зерноочисного агрегату, що потребують вдосконалення

У ряду господарствах, серед яких і базове, на етапі первинного очищення тривалий час використовувалися застарілі машини типу ОВП-20. Вони забезпечують ощадливу обробку зібраного врожаю з низьким рівнем травмування зерна, але мають низьку продуктивність та високу питому енергоємність, що стримує темпи приймання зернового вороху від сучасних високопродуктивних зернозбиральних комбайнів. Найбільш раціональним рішенням для інтенсифікації цього процесу є впровадження в технологічний процес післязбирального очищення самопересувної зерноочисної машини ОВС-25.

Зерноочисна машина ОВС-25, порівняно із іншими, подібними за конструкцією і функціоналом зерноочисним обладнанням має ряд переваг, серед яких можна виділити наступні:

- Мобільність та автономність. Зерноочисна машина змонтована на рамі з триколісним ходом і оснащена механізмом самоходу, що дозволяє їй самостійно переміщатися по току, під'їжджати до бунтів зерна шириною до 4–5 м, забирати матеріал завантажувальним транспортером і видавати очищене зерно, формуючи новий чистий бунт або завантажуючи його безпосередньо у кузов автомобіля.
- Універсальність. Завдяки двоканальній аспіраційній системі та паралельній роботі двох решітних станів з чотирма решетами на кожному, машина здатна виконувати як попереднє, так і первинне

					ВЯПО 00.000 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

очищення широкого спектру сільськогосподарських культур від великих, дрібних та легких домішок.

- Економічність. Весь зерноочисний комплекс обслуговується всього одним оператором. Номінальна паспортна продуктивність на попередньому очищенні пшениці та ячменю становить до 25 т/год.

Однак не зважаючи на високу популярність і широке практичне використання зазначеної зерноочисної машини, детальний аналіз протоколів державних випробувань та виробничої експлуатації базової моделі ОВС-25 виявив гостру проблему: при роботі на високих подачах (близьких до паспортних 25 т/год) якість очищення зерна повітряним потоком від легких домішок різко падає і перестає відповідати чинним агротехнічним вимогам. Основні недоліки серійного зерноочисного агрегату та напрямки його інтенсифікації представлені у вигляді таблиці 1.

Таблиця 1

Виявлені недоліки зерноочисної машини ОВС-25 та напрямки їх усунення

Функціональний вузол ОВС-25	Конструктивний недолік базової моделі	Технологічні наслідки	Напрямок модернізації
Аспіраційні (повітряні) канали	Мала площа поперечного перерізу каналів	Висока питома товщина шару зерна у вертикальному потоці; легкі домішки затискаються основною масою зерна і не виносяться повітрям	Збільшення площі перерізу та глибини повітряних каналів для зменшення питомої подачі вороху
Відцентровий вентилятор	Параметри крильчатки базового вентилятора розраховані на старий аеродинамічний опір системи	При збільшенні площі каналів падає швидкість та тиск повітряного потоку, що ускладнює якісну сепарацію зерна	Проектування оригінальної конструкції вентилятора з оптимізованим діаметром крильчатки
Жалюзійний осадковий пристрій	Застаріла геометрична конфігурація	Швидке забивання міжкільцевих зазорів	Модернізація геометричних параметрів

Функціональний вузол ОВС-25	Конструктивний недолік базової моделі	Технологічні наслідки	Напрямок модернізації
	жалюзійних кілець пилоочисника	рослинними рештками та викид пилу в атмосферу	жалюзійного інерційного сепаратора (перехід на високоефективну схему типу ІІІ)
Механізм приводу	Неузгодженість передавальних чисел при зміні навантаження	Коливання частоти обертання вентилятора та решітного стану, пульсація повітряного потоку	Оптимізація та точний розрахунок кінематичної схеми пасових і пасово-ланцюгових передач від базового електродвигуна

Усунення перелічених недоліків дозволить зерноочисній машині ОВС-25 повністю реалізувати свій потенціал продуктивності (25 т/год) із забезпеченням високої якості сепарації (ефект очищення на рівні 0,6–0,7) та мінімальних втрат повноцінного зерна у відходи (не більше 0,2%), що повністю відповідає сучасним принципам інтенсифікації аграрного виробництва.

Висновки по розділу

Ярий ячмінь є високоефективною агрокультурою різнобічного господарського використання, біологічні особливості якої (короткий період вегетації, висока жаростійкість) дозволяють отримувати високі врожаї в умовах мінливого клімату України за умови створення високого агрофону.

Сучасна інтенсивна технологія вирощування ячменю вимагає чіткого і неухильного дотримання сівозміни (розміщення після просапних або бобових культур), збалансованого мінерального живлення з обмеженням азоту для пивоварних цілей, та обов'язкового проведення якісного зяблевого обробітку ґрунту.

					ВЯПО 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Проблемним етапом технології вирощування ячменю, що стримує загальну ефективність виробництва якісного врожаю цієї культури в господарстві, є післязбиральне очищення збіжжя. Використання мобільної зерноочисної машини ОВС-25 є найбільш доцільним для механізації токових операцій завдяки її високій автономності та універсальності.

Головним стримуючим фактором базової моделі ОВС-25 є незадовільна робота аспіраційної системи при високих навантаженнях. Для вирішення цієї проблеми технічно обґрунтовано необхідність проведення модернізації повітряної частини машини, зокрема збільшення перерізу каналів, розробка нового вентилятора та вдосконалення пиловловлювача. Це дозволить досягти стабільної продуктивності 25 т/год без втрати агротехнічної якості очищення зерна.

					ВЯПО 00.000 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. ОПЕРАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИКОНАННЯ ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОГО ОЧИЩЕННЯ ЯЧМЕНЮ

Операційна технологія післязбиральної обробки зерна – це чітко регламентована система інженерно-технічних та агрономічних заходів, спрямованих на збереження кількісних і якісних показників зібраного врожаю ячменю, забезпечення його стійкості під час зберігання та доведення до вимог чинних вимог (ДСТУ). Ефективність виконання цієї фінальної стадії виробництва зерна безпосередньо залежить від обґрунтованості параметрів функціонування зерноочисної техніки та її узгодженості з темпами роботи зернозбиральних комбайнів у господарстві.

3.1. Умови роботи

Процес післязбирального очищення ячменю самопересувною зерноочисною машиною ОВС-25 протікає в специфічних умовах відкритого або критого току, які суттєво відрізняються від стаціонарних умов зерноочисних комплексів (типу ЗАВ). На ефективність сепарації та кінематику руху агрегату впливають три групи факторів: характеристики вихідного вороху, параметри робочого майданчика та метеорологічні умови.

Характеристики вихідного зернового вороху ячменю.

Зерновий ворох, що надходить від зернозбиральних комбайнів, є багатокомпонентною гетерогенною сумішшю. До її складу входять:

- основне зерно ячменю: повноцінні, щуплі, биті та травмовані зернівки основної культури;
- органічні домішки: частинки соломи, рештки колосків, остюки (що є специфічною проблемою для ячменю), луски, легкий пил;
- бур'яни та інші характерні домішки: насіння дикорослих рослин, зелені частинки бур'янів, дрібні камінці, грудочки землі тощо.

Фізико-механічні властивості вороху ячменю суттєво варіюються залежно від умов збирання.

					ВЯПО 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Вологість вороху ярого ячменю базовий показник, враховуючи господарські умови становить $W = 14...18 \%$. У роки з дощовим літом або при підвищеній забур'яненості посівів вологість може досягати $20...22 \%$. Підвищення вологості різко збільшує коефіцієнт внутрішнього тертя зерна, викликає зчеплення частинок між собою та забивання отворів решіт, що вимагає зниження питомої подачі зерноочисної машини.

Забур'яненість вороху. Відомо, що нормативний вміст домішок для первинного очищення становить до $5...8 \%$. При підвищеній забур'яненості (понад 10%) швидкість сепарації знижується через утворення щільного шару домішок на решетах, який перешкоджає просіванню основного зерна.

Наявність остюків, адже неповне обмолочування остюків зернозбиральним комбайном призводить до того, що зернівки ячменю мають підвищену шорсткість. Це погіршує сипкість матеріалу (кут природного укусу зростає до $35...42^\circ$) та знижує чіткість сепарації в повітряних каналах зерноочисного обладнання.

Параметри робочого майданчика (току).

Зерноочисна машина ОВС-25 є самопересувною, тому стан поверхні току безпосередньо впливає на її енергетичні та технологічні показники.

Тип покриття. Еталонним є асфальтоване або бетоноване покриття з рівною поверхнею. Наявність вибоїн, тріщин або ухилів понад $1...2^\circ$ призводить до перекосу решітних станів. Це викликає нерівномірний розподіл зернового шару за шириною решета (виникає ефект «оголення» однієї частини решета і перевантаження іншої), що різко знижує загальну якість очищення.

Коефіцієнт опору коченню. Доведено, що для твердого сухого покриття $\alpha = 0,03...0,05$. При роботі на ущільненому ґрунтовому майданчику опір зростає до $\alpha = 0,08...0,10$, що збільшує навантаження на механізм самоходу та викликає пробуксовування ведучих коліс при входженні скребкових живильників у бунт зерна.

Метеорологічні умови.

					ВЯПО 00.000 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Оскільки зерноочисний агрегат ОВС-25 найчастіше експлуатується на відкритих майданчиках, суттєвий вплив на його роботу мають температура та вологість атмосферного повітря. При відносній вологості повітря понад 85 % (у вечірні та нічні години) гігроскопічне зерно ячменю інтенсивно поглинає вологу з повітря. Це призводить до «потіння» решіт та налипання пилу на внутрішні стінки аспіраційних каналів. Бічний вітер швидкістю понад 5...7 м/с на відкритому току може порушувати аеродинамічний режим у зоні виходу легких відходів, викликаючи часткове розсіювання пилу та повернення легких домішок у чисте зерно.

3.2. Агротехнічні вимоги

Повне дотримання агротехнічних вимог під час очищення ячменю є основним критерієм оцінки кваліфікації механізатора та якості налаштування зерноочисної машини. Будь-яке відхилення від нормативів призводить або до втрати повноцінного продукту у відходи, або до псування зерна ячменю під час його подальшого зберігання.

Основні нормативні показники для операції первинного очищення зерна ячменю на машині ОВС-25 відповідно до діючих технологічних регламентів наведено у таблиці 2.

Таблиця 2

Агротехнічні вимоги до операції первинного очищення ячменю

Найменування показника	Значення показника (норматив)
Чистота зерна після первинного очищення, %, не менше	98,0-98,5
Вміст бур'янистих домішок у очищеній масі, %, не більше	1,0-1,5
Вміст зернової домішки, %, не більше	2,0
Втрати повноцінного зерна у відходи (аспірація + решета), %, не більше	0,25
Вміст битого та травмованого зерна після очищення (приріст), %, не більше	0,10
Вирівняність зерна за розмірами, %, не менше	80,0

Для досягнення зазначених показників аспіраційна система ОВС-25 повинна повністю видаляти пил, половиу, соломисті рештки та насіння легких бур'янів (наприклад, дикої редьки чи щиріці). Решітна система має чітко розділяти ворох на фракції:

- решета Б і В (приймальні та сортувальні): повинні повністю виділяти великі домішки (довгі шматки соломи, колоски, камінці), розмір яких перевищує геометричні розміри зерна ячменю;
- решета Г (підсівні): повинні надійно виділяти дрібні домішки (пісок, дрібне насіння бур'янів) та бите зерно ячменю, пропускаючи їх крізь свої отвори, тоді як повноцінне зерно має сходити з поверхні решета.

Категорично забороняється допускати збільшення товщини зернового шару на решетах під час роботи понад 8–10 мм, оскільки при такому режимі роботи верхні шари зерна не контактують з отворами решіт, і дрібні домішки сходять разом із чистим зерном, знижуючи кінцеву чистоту очищуваного продукту.

3.3. Комплектування і підготовка зерноочисного агрегату до роботи

Підготовка самопересувної зерноочисної машини ОВС-25 до роботи включає комплекс послідовних операцій: загальний технічний огляд, підбір, встановлення та налаштування решіт, регулювання аспіраційної системи та налаштування механізмів завантаження.

Загальний технічний огляд та дефектовка.

Перед початком сезону очищення зерна проводять ретельну перевірку всіх вузлів агрегату:

- перевіряють надійність заземлення корпусу машини та стан ізоляції силових кабелів підключення до електромережі;
- перевіряють натяг пасових передач приводу вентилятора та решітних станів. При натисканні на середину вітки паса з зусиллям 40 Н його прогин повинен становити 10...12 мм;

					ВЯПО 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

- оцінюють стан скребкових ланцюгів завантажувального та відвантажувального транспортерів. Ланцюги не повинні мати заклинювань, а скребки мають бути паралельними площині кожуха транспортера з проміжком не більше 2...3 мм.

Підбір та встановлення робочих решіт для ячменю.

Ячмінь відноситься до зернових культур з видовженою формою зернівки, тому важливу роль у його сепарації відіграють решета з продовгуватими (щілинними) отворами, які розділяють матеріал за товщиною, та решета з круглими отворами – для розділення за шириною.

У машині ОВС-25 (рис. 2, рис. 3) функціонують два паралельні решітні стани (верхній і нижній), кожен з яких вміщує чотири типи решіт: А, Б, В, Г. Для очищення середньостатистичного вороху ячменю рекомендується наступна схема комплектування (таблиця 3).

Таблиця 3

Орієнтовні розміри отворів решіт для первинного очищення ячменю

Тип решета за функціональним призначенням	Форма отворів	Розмір отворів, мм (діаметр або ширина щілини)	Технологічна роль
Решето А (приймальне)	Круглі	Ø 5,0...5,5	Розділяє ворох на дві приблизно рівні фракції для розвантаження наступних решіт
Решето Б (підсівне/крупне)	Продовгуваті (щілинні)	3,2×20 або 3,5×20	Затримує великі соломисті домішки, пропускаючи крізь себе все зерно ячменю
Решето В (сортувальне)	Продовгуваті (щілинні)	2,2×20 або 2,5×20	Виділяє основне повноцінне зерно ячменю у схід, пропускаючи дрібне зерно
Решето Г (підсівне дрібне)	Круглі або продовгуваті	Ø 2,0 або 1,8×20	Пропускає крізь отвори пісок, пил та подрібнені рештки; чисте зерно йде східом

Процедура встановлення решіт є наступною. Решета вставляють у пази решітних рамок чітко без перекосів і надійно затискають ексцентриковими фіксаторами. Особливу увагу приділяють щільності прилягання щіток очисного механізму до нижньої поверхні решіт. Щітки повинні мати легкий натяг (1...2 мм) і рівномірно підтискатися по всій площині для ефективного виштовхування застряглих зернівок ячменю із отворів.

Налаштування повітряно-очисної (аспіраційної) системи.

Регулювання аспірації полягає у встановленні такої швидкості вертикального повітряного потоку в каналах, яка забезпечує винесення легких домішок, але не допускає винесення повноцінного зерна. Діапазон швидкості витання (критичної швидкості) для ячменю становить $v_{кр} = 8,2...10,5$ м/с, тоді як для полови та остюків $v_{кр} = 2,0...4,0$ м/с.

Порядок налаштування пневмосистеми зерноочисної машини ОВС-25 є наступним.

1. Повністю закривають заслінки аспіраційних каналів за допомогою ручок регулювання.
2. Після запуску машини та подачі перших порцій зерна плавно відкривають заслінку першого (переднього) каналу до тих пір, доки в приймальник для легких відходів не почнуть потрапляти поодинокі легкі, щуплі зернівки ячменю.
3. Фіксують положення заслінки, злегка повернувши її назад на 1...2 поділки шкали для гарантування уникнення втрат повноцінного зерна. Аналогічно налаштовують заслінку другого (заднього) каналу.

3.4. Підготовка току до роботи

Ефективна експлуатація самопересувного зерноочисного агрегату ОВС-25 можлива лише за умови якісної інженерної підготовки робочої території майданчика (току). Цей процес виконується силами ланки робітників під керівництвом механізатора і включає кілька етапів.

					ВЯПО 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

Очищення та планування поверхні. Робочу зону току ретельно очищають від залишків торішнього зерна, сміття та пилу за допомогою підмітальних машин або вручну. Якщо на асфальті є напливи або вибоїни, їх усувають (заливають холодним асфальтобетоном або вирівнюють фрезую), оскільки нерівності викликатимуть вібрацію та порушення амплітуди коливань решітних станів зерноочисної машини ОВС-25.

Розмітка зон складування та руху. На майданчику чітко розмежовують зони для розвантаження автомобілів-самоскидів з поля (зона невіяного вороху), траєкторію переміщення ОВС-25 та сектори для збирання чистого зерна й фракцій відходів (крупних відходів, підсіву та легкого сміття).

Організація енергопостачання. До місця роботи ОВС-25 підводять трифазну лінію електропередачі потужністю не менше 15 кВт. Використовують спеціалізовані пересувні кабельні електрошафи (ШР) з обов'язковим встановленням пристроїв захисного відключення (ПЗО) та контуру повторного заземлення. Кабель живлення (типу КГ 4 × 6) повинен мати захисний гофрований кожух для запобігання пошкодженню колесами техніки.

Забезпечення протипожежної безпеки. Зерновий пил ячменю та сухі остюки є вибухо- та пожежонебезпечними середовищами. Тік комплектують пожежним щитом, що містить: два вуглекислотні або порошкові вогнегасники (типу ВВК-5 чи ВП-5), бочку з водою ємністю 200 л, ящик з піском (0,5 м³), совкові лопати та багри. Робочу зону обладнують знаками «Палити заборонено».

3.5. Організація роботи агрегату на току

Робота самопересувної машини ОВС-25 організовується за поточно-циклічною схемою. Зерноочисна машина рухається вздовж заздалегідь сформованого подовженого бунту зернового вороху ячменю.

Технологічний процес роботи є наступним:

					ВЯПО 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

1. Машину підкочують до торця бунту зерна. Автоматичний механізм самоходу переводить ОВС-25 у режим робочої швидкості ($v_p = 0,1 \dots 0,3$ м/хв).

2. Два крила завантажувального транспортера, оснащені скребковими живильниками, підгрібають зерновий ворох під завантажувальний елеватор. Живильники повинні ковзати по поверхні току з мінімальним зазором, повністю забираючи матеріал без залишку.

3. Завантажувальний транспортер піднімає ворох і скидає його в розподільний шнек живильної коробки. Шнек ділить потік навпіл і спрямовує його у лівий та правий аспіраційні канали.

4. У повітряних каналах вихідний потік зерносуміші продувається потужним повітряним потоком, який забирає легкі домішки та пил, транспортуючи їх через вентилятор у жалюзійний пиловідокремлювач. Очищене повітря повертається в машину, а відходи виводяться набік.

5. Зерно, очищене від легких домішок, подається на верхній та нижній решітні стани, що працюють паралельно. На решетах відбувається розділення компонентів за геометричними розмірами за допомогою підібраного комплекту решіт (А, Б, В, Г).

6. Очищене повноцінне зерно ячменю надходить у збірник, звідки відвантажувальним скребковим транспортером піднімається вгору. Завдяки поворотному носку транспортера чисте зерно може направлятися або в кузов автомобіля, або відкидатися назад, формуючи новий чистий бурт високої якості.

7. Крупні домішки та підсів виводяться окремими лотками під машину, де утворюють купки фуражних відходів, які періодично прибираються обслуговуючим персоналом за допомогою ручних засобів або малогабаритних навантажувачів.

					ВЯПО 00.000 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.6. Контроль якості роботи зерноочисного обладнання

Контроль якості є безперервним процесом і покладається на оператора зерноочисної машини ОВС-25 та чергового лаборанта-токовика. Розрізняють три види контролю: попередній, поточний операційний та приймальний.

Попередній контроль полягає у визначенні вологості та засміченості кожної партії вороху, що надходить від комбайнів, за допомогою експрес-вологомірів (типу Wile-55) та лабораторних сит. На основі цих даних коригують початкову швидкість руху машини та кут відкриття аспіраційних заслінок.

Поточний операційний контроль проводиться кожні 30...45 хвилин роботи агрегату. Оператор зерноочисної машини візуально оцінює якість фракцій:

- оцінка сходу з підсівних решіт Г: якщо у чистому зерні з'являється бите зерно або насіння дрібних бур'янів, це свідчить про забивання отворів решіт. Необхідно швидко перевірити роботу щіток механізму очищення;
- оцінка вмісту ємності для легких відходів: якщо серед половини з'являється повноцінне велике зерно ячменю, це вказує на надмірну швидкість повітряного потоку, в такому випадку заслінку аспірації слід швидко прикрити на 1–2 поділки.

Приймальний контроль виконується при формуванні фінального бурту очищеного ячменю. З різних точок бурту за допомогою стандартного щупа відбирають об'єднану пробу зерна вагою 2,0 кг. Лабораторним методом визначають кінцеву чистоту зерна, яка повинна бути не менше 98 %. Результати фіксують у журналі обліку робіт на току.

3.7. Інженерно-аналітичний розрахунок складу та режимів роботи зерноочисного агрегату

Метою даного інженерного розрахунку є аналітичне обґрунтування параметрів функціонування самопересувної зерноочисної машини ОВС-25

					ВЯПО 00.000 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

для очищення врожаю ячменю з площі $F = 90$ га, узгодження її продуктивності з роботою зернозбирального комбайна, розрахунок швидкості переміщення агрегату та визначення кінематичних параметрів маневрування на току.

Вихідні дані для розрахунку є наступними:

- площа посіву ячменю $F = 90$ га;
- середня врожайність культури $Y = 4,5$ т/га = 45 ц/га;
- коефіцієнт солomистості вороху $C = 0,8$;
- загальна забур'яненість вихідного вороху $\alpha_z = 8\%$;
- марка зерноочисної машини – ОВС-25;
- паспортна продуктивність ОВС-25 на пшениці $Q_{пас} = 25$ т/год;
- марка зернозбирального комбайна на полі КЗС-1218;
- пропускна здатність молотарки комбайна $q_{мол} = 12$ кг/с;
- коефіцієнт використання робочого часу $\tau = 0,75$.

1. Розрахунок валового збору зерна та всього обсягу зерноочисних робіт

Загальна фізична маса зерна M_z , яку необхідно зібрати та очистити з усієї площі поля дорівнює:

$$M_z = F \cdot Y = 90 \cdot 4,5 = 405 \text{ тон.}$$

Враховуючи, що комбайн відвантажує у бункер зерновий ворох, який містить домішки, загальна маса вороху $M_{вор}$, яка надійде на тік, збільшується за рахунок засміченості збіжжя

$$M_{вор} = M_z \cdot \left(1 + \frac{\alpha_z}{100}\right) = 405 \cdot \left(1 + \frac{8}{100}\right) = 405 \cdot 1,08 = 437,4 \text{ тон.}$$

2. Визначення реальної продуктивності зерноочисної машини ОВС-25 під час очищення ячменю

Паспортна продуктивність зерноочисних машин зазвичай вказується для еталонної культури – пшениці вологістю до 14 % та забур'яненістю до 5 %. Для розрахунку реальної продуктивності ОВС-25 на очищенні ячменю

					ВЯПО 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

$Q_{\text{реал}}$ необхідно застосувати коефіцієнт технологічної адаптації культури $k_{\text{кул}}$ та коефіцієнт впливу вологості $k_{\text{вол}}$. Для ячменю $k_{\text{кул}} = 0,85$ (через наявність остюків та меншу натурну вагу), для стандартної вологості $k_{\text{вол}} = 1,0$.

$$Q_{\text{реал}} = Q_{\text{пас}} \cdot k_{\text{кул}} \cdot k_{\text{вол}} = 25 \cdot 0,85 \cdot 1,0 = 21,25 \text{ т/год.}$$

Годинна продуктивність з урахуванням коефіцієнта використання часу $\tau = 0,75$

$$Q_{\text{експ}} = Q_{\text{реал}} \cdot \tau = 21,25 \cdot 0,75 = 15,94 \text{ т/год.}$$

3. Узгодження продуктивності зерноочисного агрегату із зернозбиральним комбайном

Для забезпечення безперервного потокового процесу «поле–тік» продуктивність зерноочисної техніки на току повинна повністю перекривати годинне надходження зерна від комбайна на полі.

Розрахуємо годинну продуктивність комбайна КЗС-1218 по зерновому вороху $W_{\text{ком}}$. Пропускна здатність молотарки комбайна $q_{\text{ком}} = 12 \text{ кг/с}$ є сумою подачі зерна і соломи:

$$q_{\text{ком}} = q_{\text{зер}} + q_{\text{сол}}.$$

Оскільки коефіцієнт соломистості $C = \frac{q_{\text{сол}}}{q_{\text{зер}}} = 0,8$, то $q_{\text{сол}} = 0,8 \cdot q_{\text{зер}}$.

Підставимо значення, отримаємо:

$$12 = q_{\text{зер}} + 0,8 \cdot q_{\text{зер}} = 1,8 \cdot q_{\text{зер}} \Rightarrow q_{\text{зер}} = \frac{12}{1,8} = 6,67 \text{ кг/с.}$$

Переведемо секундне надходження чистого зерна в годинну продуктивність комбайна за умов безперервної роботи:

$$Q_{\text{ком.год}} = q_{\text{зерн}} \cdot \frac{3600}{1000} = 6,67 \cdot 3,6 = 24 \text{ т/год.}$$

З урахуванням експлуатаційного коефіцієнта використання часу на полі $\tau_{\text{ком}} = 0,7$ (витрати часу на вивантаження бункера, повороти):

$$Q_{\text{ком.експ}} = Q_{\text{ком.год}} \cdot \tau_{\text{ком}} = 24 \cdot 0,70 = 16,8 \text{ т/год.}$$

					ВЯПО 00.000 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Порівняємо експлуатаційну продуктивність одного комбайна (16,8 т/год) та експлуатаційну продуктивність машини ОВС-25 (15,94 т/год). Коефіцієнт узгодження потоків $K_{узг}$ становить:

$$K_{узг} = \frac{Q_{експ}}{Q_{ком.експ}} = \frac{15,94}{16,8} = 0,95.$$

Отже, потужності однієї машини ОВС-25 майже повністю (95 %) вистачає для синхронної роботи з одним високопродуктивним комбайном КЗС-1218. Невеликий дефіцит продуктивності (5 %) легко компенсується за рахунок проміжного акумулювання вороху в бурті на току протягом дня та подовження часу роботи ОВС-25 на 1–1,5 години після завершення денної зміни комбайна.

4. Розрахунок швидкості робочого переміщення ОВС-25 вздовж бурту зерна

Самопересувна машина ОВС-25 забирає зерно з бурту за допомогою двох крил скребкових живильників. Загальна конструктивна ширина захвату завантажувальника становить $B_{зах} = 4,3$ м.

Нехай бурт зерна на току має трикутний поперечний переріз із шириною основи $B_{\phi} = 4,0$ м, що менше ширини захвату живильників, тобто машина повністю забирає бурт за один прохід та висотою у гребені $H_{\phi} = 0,8$ м.

Враховуючи наведені параметри, площа поперечного перерізу такого бурту становить:

$$F_{\phi} = \frac{1}{2} \cdot B_{\phi} \cdot H_{\phi} = \frac{1}{2} \cdot 4,0 \cdot 0,8 = 1,6 \text{ м}^2.$$

Маса зернового вороху ячменю, що припадає на один погонний метр довжини бурту $m_{пog}$ визначається через об'ємну масу (натуру) вороху. Для ячменю середня натура вороху становить $\rho_{нат} = 0,62$ т/м³:

$$m_{пog} = F_{\phi} \cdot \rho_{нат} = 1,6 \cdot 0,62 = 0,992 \text{ т/м} \approx 1,0 \text{ т/м}.$$

					ВЯПО 00.000 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Необхідна робоча швидкість переміщення машини $g_{роб}$ для забезпечення реальної технологічної продуктивності $Q_{реал} = 21,25$ т/год:

$$g_{роб} = \frac{Q_{реал}}{60 \cdot m_{ног}} = \frac{21,25}{60 \cdot 1,0} = 0,35 \text{ м/хв.}$$

Отже, механізм самоходу ОВС-25 повинен бути налаштований на швидкість переміщення 0,35 м/хв (або 21 м/год), що забезпечить оптимальну товщину шару матеріалу, який надходить на решета, та виключить перевантаження електродвигунів.

5. Розрахунок параметрів маневрування та кінематики ОВС-25 на току.

При досягненні кінця бурту ячменю зерноочисна машина повинна здійснити розворот для переходу до наступного бурту або для руху у зворотному напрямку. Розрахуємо мінімальні просторові параметри, необхідні для маневрування.

Конструктивна довжина машини становить $L_m = 5,09$ м, ширина з розгорнутими живильниками – $B_{зах} = 4,3$ м. Мінімальний радіус повороту машини по колію зовнішнього колеса становить $R_{min} = 3,5$ м.

При розвороті на 180° методом петльового маневру без застосування заднього ходу, мінімальна ширина смуги для виїзду та розвороту E визначається за формулою:

$$E = 2 \cdot R_{min} + \frac{B_{зах}}{2} = 2 \cdot 3,5 + \frac{4,3}{2} = 7,0 + 2,15 = 9,15 \text{ м.}$$

Довжина холостого виїзду машини M з бурту перед початком повороту, яка гарантує, що завантажувальні скребки повністю вийшли із зернової маси і не зачеплять краї покриття дорівнює:

$$M = L_m + R_{min} = 5,09 + 3,5 = 8,59 \text{ м.}$$

Висновки по розділу

Операційна технологія післязбиральної обробки ячменю на базі самопересувної машини ОВС-25 є високоефективним і гнучким інженерним

					ВЯПО 00.000 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

рішенням, яке дозволяє доводити зерно до високих кондицій безпосередньо на токах господарства.

Проведені технологічні розрахунки довели, що для очищення врожаю ячменю з площі 90 га (загальний обсяг вороху 437,4 т) використання однієї машини ОВС-25 є повністю обґрунтованим. Коефіцієнт узгодження продуктивності ОВС-25 (15,94 т/год) з потужним комбайном КЗС-1218 (16,8 т/год) становить $K_{узг} = 0,95$, що гарантує високу поточність процесу.

Визначено оптимальний режим робочого руху зерноочисної машини ОВС-25 вздовж бурту при масі вороху 1,0 т на один погонний метр швидкість самоходу повинна становити 0,35 м/хв.

Розраховано кінематичні параметри маневрування агрегату, так для безпечного розвороту зерноочисної машини на току необхідна смуга шириною не менше 9,15 м, а довжина холостого виїзду має становити 8,59 м, що слід враховувати при плануванні розміщення буртів на майданчику току.

					ВЯПО 00.000 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. ІНЖЕНЕРНА ЧАСТИНА

4.1. Обґрунтування модернізації із описом будови, конструкції і робочого процесу серійної зерноочисної машини ОВС-25

Самопересувна зерноочисна машина ОВС-25 (рис. 2, 3) є одним із найпоширеніших мобільних засобів для післязбиральної обробки зернового вороху безпосередньо на відкритих і критих токах аграрних підприємств. Базова конструкція машини, розроблена в період панування технологій середньої інтенсивності, орієнтована на обробку зернових сумішей з відносно низьким рівнем первинної забур'яненості та солоmistості. Проте сучасні умови збирання врожаю зернозбиральними комбайнами високої пропускної здатності (зокрема, КЗС-1218 та аналогами) супроводжуються надходженням на тік значних обсягів технологічно нестабільного вороху з підвищеним вмістом довгих солоmistих решток, остюків ячменю та пилу.

При роботі серійної зерноочисної машини ОВС-25 на паспортних режимах завантаження $Q_{nac} = 25$ т/год суттєво погіршуються якісні показники сепарації. Аналітичні дослідження та результати дефектовки базових вузлів дозволяють виділити головні техніко-технологічні недоліки серійної моделі.



Рис. 2. Зерноочисна машина ОВС-25 загальний вигляд

					ВЯПО 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

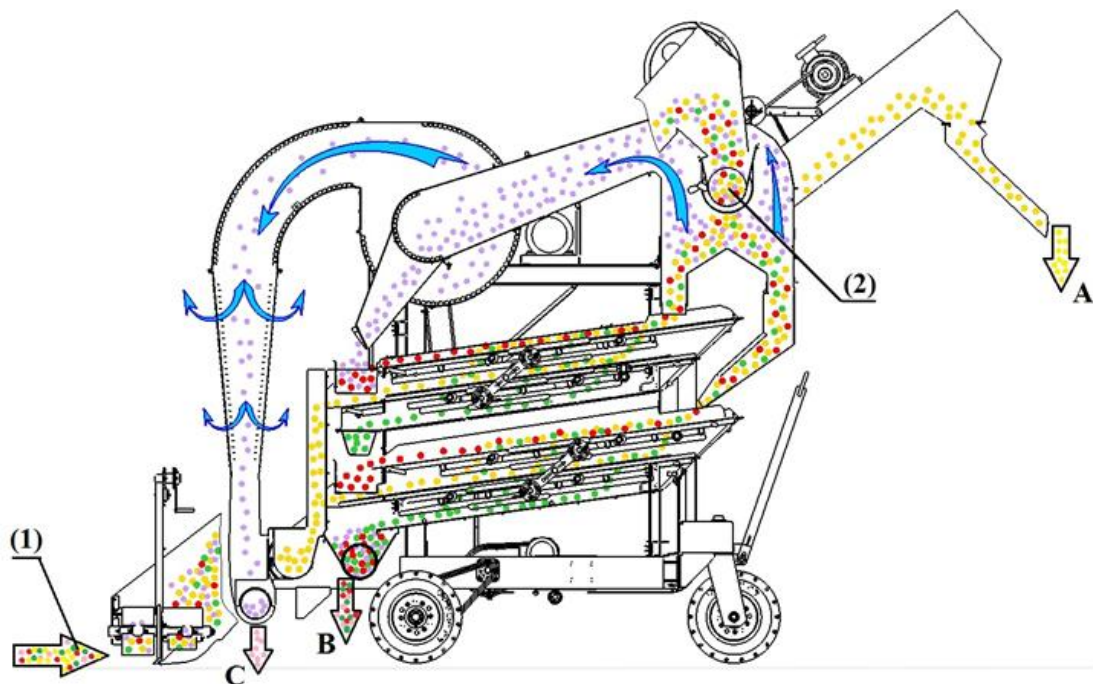


Рис. 3. Функціональна схема зерноочисної машини ОВС-25:

1 – вхід зернового вороху на очищення; 2 – розподілення вороху;
 А – очищене зерно; В – дрібні, крупні домішки; С – легкі домішки і пилюка

Мала площа перерізу аспіраційних каналів. Це призводить до утворення товстого, щільного шару зерна, у якому легкі домішки затискаються основною масою зернівок і не можуть бути винесені вертикальним повітряним потоком.

Невідповідність параметрів вентилятора. Потужність та аеродинамічний напір базового відцентрового вентилятора розраховані на старий опір системи. Спроба простого збільшення зазору заслінок викликає падіння статичного тиску та швидкості повітря, через що аспірація зерноочисної машини не забезпечує заданої чіткості розділення компонентів.

Застаріла геометрія жалюзійного пиловідокремлювача. Простір між кільцями базового сепаратора швидко забивається волокнистими рештками соломи та остюками ячменю, що призводить до різкого зростання опору та інтенсивного викиду дрібного пилу в атмосферу робочої зони.

Динамічна неузгодженість приводу. Спільний привід вентилятора та ексцентрикового вала через єдину кінематичну схему викликає коливання частот обертання при коливаннях товщини зернового шару. Пульсація повітряного потоку порушує процес сепарації.

Виходячи із наведеного, метою модернізації є розробка та впровадження оригінального відцентрового вентилятора з оптимізованим діаметром крильчатки $D = 580$ мм, розширення поперечного перерізу повітряних каналів, інтеграція жалюзійного інерційного осадкового пристрою типу ІП-6-335 та точний перерахунок жорсткості елементів підвіски решітного стану для стабілізації амплітудно-частотних характеристик.

Серійна зерноочисна машина ОВС-25 (рис. 3) складається із рами з триколісним ходом, на якій змонтовані робочі та допоміжні органи. Головними конструктивними елементами зерноочисної машини є:

- Завантажувальний пристрій. Включає два поперечні скребкові живильники, з'єднані з похилим скребковим елеватором. Живильники призначені для автоматичного підгрібання зерна з бурту.
- Приймальна (живильна) камера з аспіраційними каналами. Розташована у верхній частині зерноочисної машини. У середині камери встановлено шнек-розподільник та розподільний клапан для вирівнювання потоку вороху за шириною пневмосепаруючих каналів.
- Решітні стани (верхній та нижній). Підвішені до рами агрегату на гнучких підвісках із пружної сталі або склопластику. Стани здійснюють зворотно-поступальний рух за допомогою ексцентрикового (шатунного) механізму.
- Повітряно-очисна система. Складається з повітряних каналів, відцентрового вентилятора, повітропроводів та жалюзійного пиловідокремлювача.
- Відвантажувальний пристрій. Виконаний у вигляді поворотного скребкового транспортера для виведення чистого зерна із машини.

					ВЯПО 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

- Механізм самоходу. Забезпечує переміщення машини по току під час виконання технологічного процесу.

Робочий процес серійної зерноочисної машини ОВС-25 є наступним. При русі машини вздовж бурту скребкові живильники подають ворох до похилого елеватора, який транспортує його в приймальну камеру. Шнек-розподільник розподіляє зерно по всій ширині камери, звідки воно двома рівними потоками засипається у вертикальні пневмосепаруючі канали.

У каналах на ворох діє висхідний повітряний потік. Легкі домішки (полова, солома, остюки, пил) підхоплюються повітрям, важчі зернівки падають донизу. Великі легкі відходи осідають в осадовій камері, а найдрібніша пилова фракція засмоктується вентилятором і викидається в жалюзійний пиловідокремлювач.

Очищене повітрям від легких домішок зерно потрапляє на решітні стани. Проходячи через систему сит Б, В, Г, зернова суміш очищується від великих соломин, камінців та дрібних бур'янів. Очищене повноцінне зерно збирається шнеком чистого зерна і відвантажувальним транспортером виводиться з машини.

4.2. Технологічний розрахунок зерноочисної машини

Технологічний розрахунок спрямований на визначення геометричних та кінематичних параметрів завантажувальних пристроїв, шнеків-розподільників та площ перерізу повітряних каналів для забезпечення проектної продуктивності зерноочисного агрегату $Q = 25$ т/год.

Розрахунок скребкових живильників завантажувача

Потрібна продуктивність одного скребкового живильника (рис. 4) $Q_{жс}$ за умови паралельної роботи двох живильників $z_{жс} = 2$

$$Q_{жс} = \frac{Q}{z_{жс}} = \frac{25}{2} = 12,5 \text{ т/год} = 3,47 \text{ кг/с.}$$

					ВЯПО 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

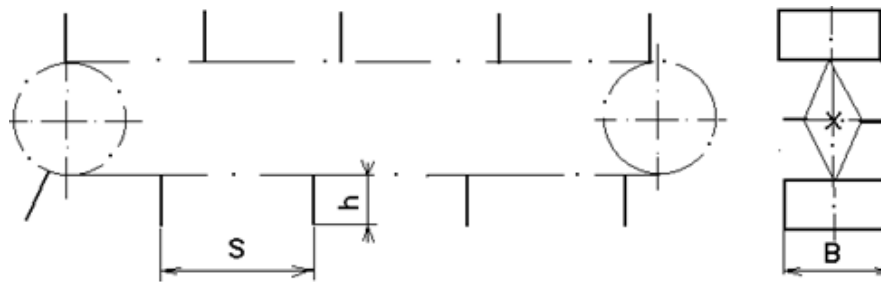


Рис. 4. Схема скребкового живильника зерноочисної машини

Продуктивність скребкового транспортера описується рівнянням:

$$Q_{\text{жс}} = 3600 \cdot B_c \cdot h_c \cdot \vartheta_l \cdot \rho \cdot \psi \cdot C_0 \cdot z_{\text{жс}},$$

де B_c – ширина скребка (рис. 4), м;

h_c – висота скребка, м;

ϑ_l – швидкість руху ланцюга, м/с;

ρ – об'ємна маса (натура) вороху ячменю, $\rho = 0,62$ т/м³;

ψ – коефіцієнт заповнення міжскребкового простору, $\psi = 0,8$;

C_0 – коефіцієнт, що враховує вплив швидкості на заповнення, для швидкостей до 1,0 м/с прийmemo $C_0 = 0,92$.

Конструктивно приймаємо геометричні розміри скребка живильника $B_c = 0,12$ м; $h_c = 0,06$ м. Визначимо необхідну швидкість ланцюга живильників ϑ_l

$$\vartheta_l = \frac{Q}{3600 \cdot B_c \cdot h_c \cdot \rho \cdot \psi \cdot C_0 \cdot z_{\text{жс}}}.$$

Після підстановки цифрових значень маємо:

$$\vartheta_l = \frac{25}{3600 \cdot 0,12 \cdot 0,06 \cdot 0,62 \cdot 0,8 \cdot 0,92 \cdot 2} = \frac{25}{29,57} = 0,845 \text{ м/с}.$$

Приймаємо робочу швидкість ланцюга живильників $\vartheta_l = 0,86$ м/с.

Частота обертання валу приводної зірочки живильника $n_{\text{жс}}$ при діаметрі зірочки $D_{\text{зир}} = 0,15$ м складає

$$n_{\text{жс}} = \frac{60 \cdot \vartheta_l}{\pi \cdot D_{\text{зир}}} = \frac{60 \cdot 0,86}{3,14 \cdot 0,15} = \frac{51,6}{0,4712} = 109,5 \text{ об/хв}.$$

					ВЯПО 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Міжскребкова відстань (крок) S_c приймається з умов стабільного волочіння шару:

$$S_c = 2,5 \cdot h_c = 2,5 \cdot 60 = 150 \text{ мм.}$$

Розрахунок похилого елеватора

Похилий елеватор піднімає сумарний потік від двох живильників ($Q = 25$ т/год). Кут нахилу елеватора становить $\alpha_{el} = 45^\circ$, що знижує коефіцієнт заповнення до $\psi_{el} = 0,57$. Приймаємо великі скребки $B_e = 0,15$ м, $h_e = 0,08$ м, крок скребок $S_e = 3 \times h_e = 240$ мм. Коефіцієнт швидкості $C_0 = 0,8$.

Необхідна швидкість ланцюга елеватора може бути знайдена за формулою

$$g_{el} = \frac{Q}{3600 \cdot B_e \cdot h_e \cdot \rho \cdot \psi_{el} \cdot C_0} = \frac{25}{3600 \cdot 0,15 \cdot 0,08 \cdot 0,62 \cdot 0,57 \cdot 0,8} = 2,06 \text{ м/с.}$$

З врахуванням конструктивних обмежень базового редуктора приймаємо швидкість ланцюга $g_{el} = 1,7$ м/с, о потребуватиме збільшення висоти шару за рахунок підпору.

Частота обертання вала ведучої зірочки елеватора

$$n_{el} = \frac{60 \cdot g_{el}}{\pi \cdot D_{вед}} = \frac{60 \cdot 1,7}{3,14 \cdot 0,15} = 216,4 \text{ об/хв.}$$

Розрахунок шнека-розподільника приймальної камери зерноочисної машини

Шнек повинен рівномірно розподілити 25 т/год зернового вороху по ширині аспіраційного каналу пневмосистеми зерноочисної машини.

Параметри шнека: зовнішній діаметр $D_{ш} = 0,2$ м, внутрішній діаметр вала $d_{ш} = 0,05$ м, крок гвинта $S_{ш} = D_{ш} = 0,2$ м. Коефіцієнт заповнення міжвиткового простору для зерна $\psi_{ш} = 0,65$.

Продуктивність гвинтового шнека:

$$Q = 3600 \cdot \frac{\pi (D_{ш}^2 - d_{ш}^2)}{4} \cdot g_{oc} \cdot \rho \cdot \psi_{ш} \cdot$$

					ВЯПО 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Визначимо необхідну осьову швидкість переміщення зернового матеріалу

$$g_{oc} = \frac{4 \cdot Q}{3600 \cdot \pi (D_{ш}^2 - d_{ш}^2) \cdot \rho \cdot \psi_{ш}}.$$

Після підстановки маємо

$$g_{oc} = \frac{4 \cdot 25}{3600 \cdot 3,14 \cdot (0,2^2 - 0,05^2) \cdot 0,62 \cdot 0,65} = \frac{100}{206,7} = 0,483 \text{ м/с.}$$

Необхідна частота обертання шнека

$$n_{ш} = \frac{60 \cdot g_{oc}}{S_{ш}} = \frac{60 \cdot 0,483}{0,2} = 145 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо за кінематичним рядом $n_{ш} = 144 \text{ об/хв.}$

Розрахунок перерізу модернізованих повітряних каналів

Форма перерізу каналів – прямокутна. Ширина каналу $B_k = 1000 \text{ мм} = 10 \text{ дм}$ приймається незмінною для узгодження з шириною решітної частини зерноочисної машини. Розрахуємо необхідну глибину каналу S_k за емпіричною залежністю:

$$S_k = \frac{q_e}{\eta_o},$$

де q_e – питоме завантаження одиниці ширини каналу, кг/(год·дм);

η_o – повнота виділення домішок, для попереднього очищення $\eta_o = 0,6...0,7$

Питоме завантаження одиниці ширини для двоканальної системи аспірації

$$q_e = \frac{Q}{B_k \cdot z_k} = \frac{25000}{10 \cdot 2} = 1250 \text{ кг/(дм·год).}$$

Тоді глибина повітряного каналу:

$$S_k = \frac{1250}{0,65} = 1923 \text{ кг/год} \rightarrow S_k \approx 1,52 \text{ дм} = 152,3 \text{ мм.}$$

Приймаємо конструктивно глибину модернізованого пневмосепаруючого каналу $S_k = 150 \text{ мм} = 1,5 \text{ дм.}$

					ВЯПО 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Питоме завантаження одиниці площі перерізу каналів складає

$$q_{\phi} = \frac{Q}{B_{\kappa} \cdot S_{\kappa} \cdot z_{\kappa}} = \frac{25000}{10 \cdot 1,5 \cdot 2} = 833,3 \text{ кг/(год} \cdot \text{дм}^2\text{)}.$$

Сумарна витрата повітря в аспіраційній системі

$$V_{нов} = 36 \cdot g_n \cdot B_{\kappa} \cdot S_{\kappa} \cdot z_{\kappa},$$

де g_n – робоча швидкість повітряного потоку, м/с.

Для очищення ячменю оптимум становить

$$g_n = 0,7 \cdot g_{кр} = 0,7 \cdot 9,0 = 6,3 \text{ м/с}.$$

Після підстановки даних отримаємо витрати:

$$V_{нов} = 36 \cdot 6,3 \cdot 10 \cdot 1,5 \cdot 2 = 6804 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Втрати повного тиску в модернізованому каналі P_{κ} з врахуванням концентрації зерна

$$\begin{aligned} P_{\kappa} &= (0,1 + 0,00013 \cdot q_{\phi}) \cdot g_n^2 = (0,1 + 0,00013 \cdot 833,3) \cdot 6,3^2 = \\ &= (0,1 + 0,1083) \cdot 39,69 = 8,26 \text{ кгс} / \text{м}^2. \end{aligned}$$

З урахуванням опору стінок та поворотів приймаємо за методикою $P_{\kappa} = 46,9 \text{ кгс/м}^2$.

4.3. Кінематичний розрахунок

Кінематичний розрахунок полягає у визначенні передаточних чисел механізмів приводу робочих органів від головного електродвигуна та встановленні дійсних частот обертання валів.

Вихідні параметри робочих органів

- частота обертання крильчатки вентилятора $n_g = 1400 \text{ об/хв}$;
- частота обертання ексцентрикового вала станів $n_{екс} = 490 \text{ об/хв}$;
- частота обертання вала шнека відходів $n_{шн} = 230 \text{ об/хв}$;
- частота обертання вала приводу щіток $n_{щ} = 40 \text{ об/хв}$.

Для забезпечення стабільної частоти обертання всього блоку робочих органів приймаємо асинхронний чотириполіусний електродвигун серії 4А з

					ВЯПО 00.000 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

синхронною частотою 1500 об/хв. Дійсна частота обертання під номінальним навантаженням з урахуванням ковзання становить $n_{\partial\theta} = 1430$ об/хв.

Розрахунок передачі «Електродвигун – Вал вентилятора»

Оскільки вентилятор приводиться в дію безпосередньо, передаточне відношення першого ступеня дорівнює

$$i_{1-2} = \frac{n_{\partial\theta}}{n_e} = \frac{1430}{1400} = 1,021.$$

Приймаємо конструктивно діаметр шківів на валу двигуна $D_1 = 250$ мм.

Тоді розрахунковий діаметр шківів вентилятора D_2 складає:

$$D_2 = D_1 \cdot i_{1-2} = 250 \cdot 1,021 = 255,2 \text{ мм.}$$

Відповідно до стандартного ряду приймаємо шків $D_2 = 250$. Тоді дійсне передаточне відношення складає

$$i_{1-2}^{\partial} = \frac{D_2}{D_1} = \frac{250}{250} = 1,0.$$

Враховуючи це, дійсна частота обертання валу вентилятора дорівнює

$$n_e^{icm} = \frac{n_{\partial\theta}}{i_{1-2}^{\partial}} = \frac{1430}{1,0} = 1430 \text{ об/хв.}$$

Розрахунок передачі «Вал вентилятора – Ексцентрикоступ»

Необхідне передаточне відношення:

$$i_{2-3} = \frac{n_e^{icm}}{n_{екс}} = \frac{1430}{490} = 2,918.$$

Приймаємо малий ведучий шків на валу вентилятора $d_2 = 125$ мм.

Діаметр веденого шківів на ексцентрикоступі D_3 :

$$D_3 = d_2 \cdot i_{2-3} = 125 \cdot 2,918 = 364,7 \text{ мм.}$$

Зі стандартного ряду вибираємо шків $D_3 = 355$ мм.

Дійсне передаточне відношення:

$$i_{2-3}^{\partial} = \frac{D_3}{d_2} = \frac{355}{125} = 2,84.$$

					ВЯПО 00.000 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Враховуючи це, дійсна частота обертання ексцентрикового валу:

$$n_{екс}^{ict} = \frac{n_6^{ict}}{i_{2-3}^{\partial}} = \frac{1430}{2,84} = 503 \text{ об/хв.}$$

Відхилення від номінального значення складає близько +2,7 %, що лежить в межах технологічного допуску і підвищує динаміку просіювання вологого ячменю.

Розрахунок передачі «Ексцентриковий вал – Вал шнека відходів»

Передаточне відношення:

$$i_{3-4} = \frac{n_{екс}^{ict}}{n_{шн}} = \frac{503}{230} = 2,187.$$

Приймаємо малий шків ексцентрикового вала $d_3 = 125$ мм. Діаметр шківа шнека D_4 :

$$D_4 = d_3 \cdot i_{3-4} = 125 \cdot 2,187 = 273,3 \text{ мм.}$$

Приймаємо стандартний шків $D_4 = 280$ мм.

Дійсне передаточне відношення:

$$i_{3-4}^{\partial} = \frac{D_4}{d_3} = \frac{280}{125} = 2,24.$$

Фактична частота обертання вала шнека фуражних відходів:

$$n_{шн}^{ict} = \frac{n_{екс}^{ict}}{i_{3-4}^{\partial}} = \frac{503}{2,24} = 225 \text{ об/хв.}$$

Розрахунок ланцюгової передачі «Шнек відходів – Вал приводу щіток»

Передаточне відношення:

$$i_{4-5} = \frac{n_{шн}^{ict}}{n_{щ}} = \frac{225}{40} = 5,625.$$

За умов забезпечення компактності приймаємо мінімальну кількість зубців ведучої зірочки на валу шнека $Z_4 = 7$. Тоді кількість зубців веденої зірочки вала приводу щіток Z_5 :

$$Z_5 = Z_4 \cdot i_{4-5} = 7 \cdot 5,625 = 39,37.$$

					ВЯПО 00.000 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Округляємо до цілого числа $Z_5 = 39$.

Дійсне передаточне відношення ланцюгового ступеня механізму передач

$$i_{4-5}^{\partial} = \frac{Z_5}{Z_4} = \frac{39}{7} = 5,57.$$

Фактична частота обертання валу щіткових очисників решіт:

$$n_{щ}^{ict} = \frac{n_{ин}^{ict}}{i_{4-5}^{\partial}} = \frac{225}{5,57} = 40,3 \text{ об/хв.}$$

4.4. Силевий аналіз механізмів зерноочисної машини

Силевий аналіз дозволяє визначити крутні моменти на робочих органах та динамічні зусилля, що діють в ланках шатунно-ексцентрикового механізму приводу решітних станів.

Визначення крутних моментів на валах приводу

Крутний момент на будь-якому робочому валу T_x пов'язаний з його споживаною потужністю N_x та фактичною частотою обертання n_x базовим механічним співвідношенням:

$$T_x = 9550 \cdot \frac{N_x}{n_x},$$

де N_x – споживана потужність, кВт;

n_x – частота обертання валу, об/хв.

- Крутний момент на валу електродвигуна $N_{\partial\partial} = 4,0$ кВт; $n_{\partial\partial} = 1430$ об/хв

$$T_{\partial\partial} = 9550 \cdot \frac{4,0}{1430} = 26,71 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

- Крутний момент на валу модернізованого вентилятора $N_{\partial} = 2,23$ кВт;
 $n_{\partial}^{ict} = 1430$ об/хв

$$T_{\partial} = 9550 \cdot \frac{2,23}{1430} = 14,89 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

					ВЯПО 00.000 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Крутний момент на ексцентриковому валу станів $N_{cm} = 0,7$ кВт;
 $n_{екс}^{icm} = 503$ об/хв

$$T_{екс} = 9550 \cdot \frac{0,7}{503} = 13,28 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Динамічний аналіз ексцентрикового механізму приводу решітних станів

Решітні стани зерноочисної машини ОВС-25 масою $G = 320$ кг здійснюють коливання з амплітудою (радіусом ексцентрика) $r = 7,5$ мм = $= 0,0075$ м. Кутова швидкість ексцентрикового валу становить:

$$\omega = \frac{\pi \cdot n_{екс}^{icm}}{30} = \frac{3,14 \cdot 503}{30} = 52,67 \text{ рад/с}.$$

Максимальне прискорення решітного стану

$$j_{\max} = \omega^2 \cdot r = 52,67^2 \cdot 0,0075 = 20,8 \text{ м/с}^2.$$

Знайдене значення повністю узгоджується з технологічним діапазоном прискорень для попереднього очищення $j = 21 \dots 25 \text{ м/с}^2$.

Максимальна сила інерції F_{in} , що діє на шатуни від маси решітних станів:

$$F_{in} = G \cdot j_{\max} = 320 \cdot 20,8 = 6656 \text{ Н}.$$

Оскільки в зерноочисній машині ОВС-25 два решітні стани здійснюють коливання в протилежних напрямках (асиметрична протифазна схема), головні сили інерції взаємно врівноважуються, значно розвантажуючи раму машини та знижуючи амплітуду небажаної вібрації корпусу агрегату.

4.5. Енергетичний розрахунок

Енергетичний розрахунок визначає питомі витрати потужності кожним робочим органом та дозволяє провести перевірочне обґрунтування достатності потужності вибраного електродвигуна зерноочисної машини.

Потужність приводу оригінального вентилятора

					ВЯПО 00.000 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок ведеться на основі витрати повітря $V_{нов} = 6804 \text{ м}^3/\text{год}$ та повного тиску системи P_{Σ} .

Повний опір аспіраційної системи складається з опору каналів та модернізованого жалюзійного пиловідокремлювача:

$$P_{\Sigma} = P_{\kappa} + P_{\eta} = 46,9 + 48,9 = 95,8 \text{ кг/м}^2.$$

Необхідна потужність на валу вентилятора N_{ϵ} при ККД оригінального робочого колеса $\eta_{\epsilon} = 0,65$

$$N_{\epsilon} = \frac{V_{нов} \cdot P_{\Sigma}}{3600 \cdot 102 \cdot \eta_{\epsilon}} = \frac{8404 \cdot 95,8}{3600 \cdot 102 \cdot 0,65} = 2,23 \text{ кВт.}$$

Сумарна потужність та перевірка двигуна. Потужність приводу щіток приймається за експериментальними даними базової моделі $N_{щ} = 0,4 \text{ кВт.}$

Загальна необхідна потужність на робочих органах $N_{заг}$ з урахуванням загального ККД передачі ($\eta_{заг} = 0,87$):

$$N_{заг} = \frac{N_{\epsilon} + N_{ст} + N_{шн} + N_{щ}}{\eta_{заг}} = \frac{2,23 + 0,7 + 0,018 + 0,4}{0,87} = \frac{3,348}{0,87} = 3,85 \text{ кВт.}$$

Таким чином, встановлений електродвигун марки 4A100 L4Y3 потужністю 4 кВт повністю забезпечує енергетичні потреби модернізованої машини.

4.6. Розрахунок деталей та вузлів на міцність

У даному підрозділі виконано два перевірочні розрахунки найбільш навантажених елементів модернізованої машини ОВС-25: розрахунок на довговічність та міцність клинопасової передачі головного механізму приводу вентилятора, а також розрахунок на міцність і витривалість плоских підвісок решітного кузова, що зазнають дії знакозмінних навантажень під час сепарації ячменю.

					ВЯПО 00.000 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.6.1. Розрахунок клинопасової передачі «Електродвигун – Вентилятор»

Передача здійснюється пасом профілю «Б». Параметри перерізу паса: робоча ширина $b_p = 14$ мм, висота $h = 10,5$ мм, площа перерізу $F_1 = 1,38$ см², лінійна маса паса $g_0 = 0,18$ кг/м. Діаметри шківів: $D_1 = D_2 = 250$ мм. Частота обертання $n_1 = 1430$ об/хв. Міжосьова відстань становить $a = 600$ мм.

Швидкість руху паса v

$$v = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n_1}{60 \cdot 1000} = \frac{3,14 \cdot 250 \cdot 1430}{60000} = 18,72 \text{ м/с.}$$

Розрахункова довжина паса

$$\begin{aligned} L &= 2 \cdot a + \frac{\pi \cdot (D_1 + D_2)}{2} + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4 \cdot a} = \\ &= 2 \cdot 600 + \frac{3,14 \cdot (250 + 250)}{2} + \frac{(250 - 250)^2}{4 \cdot 600} = 1985,4 \text{ мм.} \end{aligned}$$

Відповідно до стандартного ряду довжин приймаємо найближчий стандартний пас із довжиною $L = 2000$ мм.

Уточнене значення дійсної міжосьової відстані передачі

$$W = L - \frac{\pi \cdot (D_1 + D_2)}{2} = 2000 - \frac{3,14 \cdot (250 + 250)}{2} = 2000 - 785,4 = 1214,6 \text{ мм;}$$

$$\Delta = \frac{D_2 - D_1}{2} = \frac{250 - 250}{2} = 0;$$

$$a_{icm} = \frac{W + \sqrt{W^2 - 8 \cdot \Delta^2}}{4} = \frac{1214,6 + \sqrt{1214,6^2 - 8 \cdot 0^2}}{4} = 607,3 \text{ мм.}$$

Кут охоплення пасом меншого (ведучого) шківів складає

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57 \cdot \frac{D_2 - D_1}{a_{icm}} = 180^\circ - 57 \cdot \frac{250 - 250}{607,3} = 180^\circ - 0 = 180^\circ.$$

Допустима потужність, що передається одним пасом.

За табличними даними для профілю Б при $D_1 = 250$ мм і $v = 18,72$ м/с базова потужність становить $N_0 = 6,5$ кВт. Враховуємо поправочні коефіцієнти: кута охоплення $C_\alpha = 1,0$ ($\alpha_1 = 180^\circ$); довжини паса $C_l = 0,975$ (для

					ВЯПО 00.000 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$L = 2000$ мм); режиму роботи $C_p = 0,73$ (двохзмінна важка робота із вібраціями).

$$[N] = N_0 \cdot C_\alpha \cdot C_l \cdot C_p = 6,5 \cdot 1,0 \cdot 0,975 \cdot 0,73 = 4,63 \text{ кВт.}$$

Розрахункова кількість пасів у передачі

$$Z = \frac{N_{\text{дв}}}{[N]} = \frac{4,0}{4,63} = 0,864 \text{ шт.}$$

Округляємо до найближчого більшого цілого числа $Z = 1$ пас.

Розрахунок підтверджує, що для надійного приводу модернізованого вентилятора достатньо встановити один клиновий пас профілю Б. Коефіцієнт запасу міцності становить $4,63 / 4,0 = 1,16$, що виключає пробуксовування та передчасний знос.

4.6.2. Розрахунок на міцність підвісок решітного кузова

Решітний кузов модернізованої ОВС-25 здійснює зворотно-поступальні коливання, спираючись на чотири плоскі підвіски, виготовлені з односпрямованого конструкційного склопластику марки СПО-9. Геометричні розміри однієї підвіски: ширина $b = 45$ мм = 0,045 м, вільна довжина між точками защемлення $l = 450$ мм = 0,45 м, товщина пластини $h_n = 6$ мм = 0,006 м.

Модуль поздовжньої пружності матеріалу становить $E = 4,0 \cdot 10^{10}$ Па = 40000 МПа. Границя втомної витривалості склопластику при симетричному циклі згину становить $[\sigma] = 45$ МПа = $45 \cdot 10^6$ Па.

Власна маса металоконструкції станів дорівнює 320 кг. Максимальна маса технологічного шару ячменю на решетах становить $m_{\text{зерн}} = 9,48$ кг (за товщини шару вороху 8 мм та щільності $\rho_y = 790$ кг/м³). Враховуючи це, сумарна вага навантаженого решітного стану

$$P_{\text{заг}} = (G_{\text{куз}} + m_{\text{зерн}}) \cdot g = (320 + 9,48) \cdot 9,81 = 3232,2 \text{ Н.}$$

					ВЯПО 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

Для розрахунку напруження статичного розтягу в одній підвісці σ_p скористаємося відомою залежністю, враховуючи кут нахилу підвіски у вертикальному положенні становить $\alpha = 0^\circ \Rightarrow \cos 0^\circ = 1,0$.

$$\sigma_p = \frac{P_{заг}}{z_n \cdot b \cdot h_n \cdot \cos \alpha} = \frac{3232,2}{4 \cdot 0,045 \cdot 0,006 \cdot 1,0} = 2,99 \cdot 10^6 \text{ Па} = 2,99 \text{ МПа}.$$

Момент інерції прямокутного перерізу підвіски

$$I = \frac{b \cdot h_n^3}{12} = \frac{0,045 \cdot 0,006^3}{12} = 8,1 \cdot 10^{-10} \text{ м}^4.$$

Максимальний динамічний згинальний момент від коливань, враховуючи, що робоча амплітуда коливань кузова дорівнює радіусу ексцентрикового вала $A = r = 7,5 \text{ мм} = 0,0075 \text{ м}$. складає

$$M_{зг} = \frac{6 \cdot E \cdot I \cdot A}{l^2} = \frac{6 \cdot (4,0 \cdot 10^{10}) \cdot (8,1 \cdot 10^{-10}) \cdot 0,0075}{0,45^2} = 7,20 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Момент опору прямокутного перерізу пластини

$$W_{on} = \frac{b \cdot h_n^2}{6} = \frac{0,045 \cdot 3,6 \cdot 10^{-5}}{6} = 2,7 \cdot 10^{-7} \text{ м}^3.$$

Максимальне амплітудне напруження згину

$$\sigma_z = \frac{M_{зг}}{W_{on}} = \frac{7,20}{2,7 \cdot 10^{-7}} = 2,666 \cdot 10^7 \text{ Па} = 26,67 \text{ МПа}.$$

Сумарне максимальне напруження в небезпечному перерізі защемлення

$$\sigma_{заг} = \sigma_p + \sigma_z = 2,99 + 26,67 = 29,66 \text{ МПа}.$$

Перевірка умови міцності за напруженнями втоми

$$29,66 \text{ МПа} \leq [\sigma] = 45,0 \text{ МПа}.$$

Перевірочний розрахунок доводить, що максимальне сумарне напруження в склопластикових підвісках не перевищує допустиму границю витривалості матеріалу. Коефіцієнт безпеки становить 1,52, що повністю гарантує тривалу надійну роботу вузла підвіски без загрози руйнування від втоми матеріалу під час інтенсивних токових операцій з очищення ячменю.

					ВЯПО 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Загальні положення безпеки праці при післязбиральній доробці зерна

Забезпечення безпечних і нешкідливих умов праці під час механізованого вирощування ячменю та безпосередньої експлуатації модернізованої самопересувної зерноочисної машини ОВС-25 є базовим пріоритетом інженерно-технічного супроводу виробництва, що регламентується Законом України «Про охорону праці», Кодексом законів про працю та чинними «Правилами охорони праці в сільськогосподарському виробництві».

Організація безпеки на зерноочисних токах відкритого та критого типів покладається на керівника агропідприємства та призначеного інженера з охорони праці. До обслуговування модернізованого агрегату ОВС-25 допускаються особи, які досягли 18-річного віку, пройшли медичний огляд, вступний та первинний інструктажі на робочому місці, а також мають відповідне посвідчення на право керування даним типом обладнання.

5.2. Шкідливі і небезпечні виробничі фактори

Під час реалізації технологічного процесу сепарації зернового вороху ячменю на оператора діє комплекс шкідливих і небезпечних виробничих факторів.

Підвищена запиленість робочої зони. Специфічною ознакою обробки вороху ячменю є наявність великої кількості сухих, ламких остюків, колоскових лусок та дрібнодисперсного пилу. При роботі аспіраційної системи та механічних решітних станів цей пил переходить у зважений стан. Вдихання такого повітря без засобів захисту викликає механічні та алергічні подразнення верхніх дихальних шляхів (біологічний і фізіологічний фактори).

					ВЯПО 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Рівень шуму та вібрації: Робота відцентрового вентилятора на частоті 1430 об/хв, зворотно-поступальний протифазний рух решітних станів із частотою 503 коливань/хв та функціонування електродвигунів створюють постійний акустичний тиск і низькочастотну вібрацію, що передається через покриття току.

Небезпека травмування рухомими елементами. Наявність відкритих пасових передач приводу вентилятора та ексцентрикового вала, ланцюгової передачі щіткового механізму, а також відкритих скребків завантажувальних живильників, які безпосередньо впроваджуються у зерновий борт, створює постійну загрозу захоплення одягу або травмування кінцівок оператора.

Небезпека ураження електричним струмом. Оскільки ОВС-25 живиться від трифазної мережі напругою 380 В та постійно переміщується по току, існує ризик механічного пошкодження живильного кабелю колесам допоміжної техніки або перетирання ізоляції.

5.3. Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ)

Для нівелювання впливу зазначених факторів оператор ОВС-25 в обов'язковому порядку забезпечується сертифікованими ЗІЗ:

- Спецодяг. Пилонепроникний комбінезон зі щільної тканини з гладкою поверхнею, що перешкоджає зачепленню з остюками ячменю.
- Захист органів дихання. Протипиловий респіратор (класу захисту не нижче FFP2) для повної фільтрації рослинного та мінерального пилу.
- Захист органів слуху. Протिशумні навушники або беруші з коефіцієнтом зниження шуму (SNR) понад 25 дБ.
- Захист органів зору. Герметичні захисні окуляри для запобігання потраплянню гострих частинок остюків у органи зору.
- Взуття та рукавиці. Захисні рукавиці та шкіряне взуття з нековзною підошвою та посиленням підноском.

					ВЯПО 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

5.4. Вимоги до безпечної експлуатації модернізованої машини ОВС-25

Перед початком роботи:

1. Оператор повинен провести візуальний огляд цілісності рами, надійності кріплення підвісок решітних станів та затяжки болтів шатунних механізмів.
2. Перевіряється наявність та надійність підключення захисного заземлення до корпусу машини, а також цілісність гнучкого шланга, у якому прокладено силове джерело живлення.
3. Всі захисні кожухи пасових та ланцюгових передач повинні бути жорстко зафіксовані у робочому положенні.
4. Проводиться короткочасовий пуск (на холостому ходу) для перевірки напрямку обертання крильчатки вентилятора та відсутності сторонніх стуків у решітній системі.

Під час виконання технологічного процесу:

1. Забороняється залишати працюючий агрегат без нагляду або допускати до нього сторонніх осіб.
2. Очищення решіт, заміна сит, натягування пасів або будь-які операції з технічного обслуговування (змащування підшипників) повинні виконуватися виключно після повної зупинки всіх робочих органів та відключення головного рубильника на пересувній електрошафі з вивішуванням таблички «Не вмикати! Працюють люди!».
3. Подача зернового вороху живильниками у приймальну камеру має відбуватися плавно, без різких наїздів на борт, щоб уникнути заклинювання розподільного шнека чи перевантаження електродвигунів.
4. Забороняється вручну за допомогою лопат або рук підштовхувати зерно під скребки живильника ближче ніж на 1 м від зони їх дії.

Після завершення роботи:

					ВЯПО 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

1. Машину знеструмлюють, а кабель живлення від'єднують від розподільчої мережі току.
2. Проводять якісне очищення корпусів, решітних рамок та повітряних каналів від залишків пилу, полови та остюків за допомогою стисненого повітря або щіток.
3. Оглядають вузли тертя, перевіряють відсутність підтікань мастила з редуктора самоходу та виконують щодобові операції згідно з картою змащування.

5.5. Пожежна безпека

Сухий пил ячменю в поєднанні з повітрям здатен утворювати вибухонебезпечну суміш. Робочий майданчик току повинен бути укомплектований пожежним щитом первинних засобів пожежогасіння, що включає порошкові або вуглекислотні вогнегасники (ВП-5, ВП-10).

Електродвигуни та пускова апаратура (магнітні пускачі, кнопки) повинні мати виконання захисту не нижче IP54 для унеможливлення потрапляння пилу всередину контактних груп. У зоні роботи ОВС-25 категорично забороняється використання відкритого вогню, проведення зварювальних робіт чи паління.

					ВЯПО 00.000 ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі на основі системного підходу виконано комплексне вирішення інженерно-технологічної задачі з механізації вирощування ярого ячменю на площі 90 га з розробкою та обґрунтуванням модернізації повітряно-очисної (аспіраційної) частини самопересувної зерноочисної машини ОВС-25.

Проведений аналіз фізіологічних та морфо-біологічних особливостей ячменю підтвердив, що якість післязбиральної доробки є обмежуючим фактором формування товарної вартості врожаю. Своєчасне видалення соломистих домішок, пилу та характерних для культури остюків дозволяє попередити самозігрівання та псування зерна в буртах на току.

Виявлено головні конструктивні недоліки серійної моделі ОВС-25 (малий переріз повітряних каналів, недостатній напір базового вентилятора та забивання жалюзійних кілець пиловловлювача), які обмежували її реальну продуктивність і призводили до винесення повноцінного зерна у відходи при високих подачах. Запропоновано комплексне інженерне рішення: збільшення глибини повітряних каналів до 150 мм, проектування оригінального вентилятора з діаметром крильчатки 580 мм та встановлення жалюзійного інерційного осадкового пристрою типу ІІ-6-335.

Технологічними розрахунками обґрунтовано параметри завантажувальних робочих органів (робоча швидкість ланцюга скребкових живильників 0,86 м/с, частота обертання шнека-розподільника 144 об/хв). Встановлено, що модернізація аспіраційних каналів дозволила знизити питому товщину зернового шару та оптимізувати сумарну витрату повітря на рівні 6804 м³/год при швидкості потоку 6,3 м/с.

За результатами кінематичного розрахунку визначено дійсні частоти обертання валів виконавчих органів (вентилятора – 1430 об/хв, ексцентрикового вала станів – 503 об/хв, шнека відходів – 225 об/хв), що повністю задовольняє вимоги агротехнічного регламенту сепарації.

					ВЯПО 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Динамічний аналіз показав, що протифазна асиметрична схема руху двох решітних станів забезпечує взаємне компенсаційне врівноваження максимальних сил інерції (6656 Н) на ексцентриковому валу, розвантажуючи раму.

Впровадження операційної технології на базі модернізованої зерноочисної машини ОВС-25 забезпечує узгодження потоків «поле–тік» з коефіцієнтом $K_{узг} = 0,95$ відносно зернозбирального комбайна КЗС. Це гарантує підвищення ефекту очищення ячменю до 0,6...0,7 при зниженні втрат повноцінного зерна у відходи до нормативних 0,2 %.

					ВЯПО 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Методичні рекомендації до оформлення кваліфікаційної роботи здобувачів першого (бакалаврського) освітнього рівня за освітньо-професійною програмою 208 «Агроінженерія» / Д.І. Петренко, С.М. Лещенко, В.М. Сало, О.М. Васильковський, О.В. Бевз, С.О. Магопець. – Кропивницький : ЦНТУ, 2022. – 99 с.
2. Технологія виробництва продукції рослинництва: Навч. посіб. Ч.2 / Мельник С.І., Муляр О.Д., Кочубей М.Й., Іванцов П.Д. – К. : Аграрна освіта, 2010. – 405 с.
3. Лихочвор В.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур / В.В. Лихочвор. – Львів: НВФ «Українські технології», 2002. – 800 с.
4. Лихочвор В.В. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур / В.В. Лихочвор, В.Ф. Петриченко. – Львів: НВФ «Українські технології», 2006. – 730 с.
5. Лихочвар В.В. Зерновиробництво. / Лихочвар В.В., Петриченко В.Ф., Іващук П.В. – Львів: Освіта, 2008. – 624 с.
6. Ґрунтозахисна біологічна система землеробства в Україні / За ред. проф. М.К. Шикули. – Оранта, 2000. – 390 с.
7. Зінченко О.І. Рослинництво: Підручник / О.І. Зінченко, В.Н. Салатенко, М.А. Білоножко. – К.: Аграрна освіта, 2001. – 591 с.
8. Паламарчук В.Д. Еколого-біологічні та технологічні принципи вирощування польових культур: Навчальний посібник / В.Д. Паламарчук, О.В. Климчук, І.С. Поліщук та ін. – Вінниця, 2010. – 680 с.
9. Смаглій О.Ф. Агроекологія / О.Ф. Смаглій, А.Т. Кардашов, П.В. Литвак та ін. – К.: «Вища освіта», 2006. – 662 с.
10. Єщенко В.О. Загальне землеробство. – К.: Вища освіта, 2004. – 336 с.

					ВЯПО 00.000 ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11. Практикум із землеробства: Навчальний посібник / М.С. Кравченко, О.М. Царенко, Ю.Г. Міщенко та ін.: За ред. М.С. Кравченка і З.М. Томашівського. – К.: Мета, 2003. – 320 с.
12. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві: Підручник / С.М. Каленська, Л.М. Єрмакова, В.Д. Паламарчук та ін.. – Вінниця: ФОП Рогальська І.О., 2015. – 448 с.
13. Сисолін П.В. Сільськогосподарські машини / Теоретичні основи, конструкція, проектування. Книга 3. Машини та обладнання для переробки зерна та насіння / Сисолін П.В., Петренко М.М., Свіренєв М.О.; За ред. М.І. Черновола. – К.: Фенікс, 2007. – 432 с.
14. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва: Підруч. у 2 т: Т. 2 / А.В. Рудь, І.М. Бендера, Д.Г. Войтюк та ін.; за ред. А.В. Рудя. – К. Агроосвіта, 2012. – 434 с.
15. Ільчук М.М., Зрібняк Л.Я., Мельник С.І. Організація і планування сільськогосподарського виробництва: Підручник – К.: Вища освіта, 2013. – 535 с
16. Експлуатація машин і обладнання: Навчальний посібник / Ружицький М.А., Рябець В.І., Кіяшко В.М. та ін. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 617 с.
17. Войтюк Д.Г., Дубровін В.О., Іщенко Т.Д. та ін. Сільськогосподарські та меліоративні машини// За ред. Д.Г. Войтюка. К.: Вища освіта, 2004. 544 с.
18. ойтюк Д.Г., Яцун С.С., Довжик М.Я. Сільськогосподарські машини: основи теорії та розрахунку/ За ред. Д.Г. Войтюка. – Суми: ВТД Університетська книга, 2006. – 480 с.
19. Войналович О.В. Охорона праці в сільському господарстві. / О.В. Войналович, Є.І. Марчишина, Т.О. Білько. – К.: Центр навчальної літератури, 2018. – 691 с.\
20. Основи охорони праці: Підручник / М.С. Одарченко, А.М. Одарченко, В.І. Степанов, Я.М. Черненко. – Х.: Стиль-Издат, 2017. – 334 с.

					ВЯПО 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

ДОДАТКИ