

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

зав. кафедрою СГМ

к.т.н., професор

Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

“ ____ ” _____ 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

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

«Механізація вирощування ячменю з удосконаленням зерноочисної
машини ОВС-25»

Виконав здобувач вищої освіти IV курсу,
групи АІ-21

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____ Рекрут'як Артур Андрійович

« ____ » _____ 20 ____ р.

Керівник проекту

доцент, канд.техн.наук

_____ Олександр НЕСТЕРЕНКО

« ____ » _____ 20 ____ р.

Рецензент _____ доц. Осін Р.А.

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

« » 2025 року

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

Рекрут'як Артур Андрійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту) Механізація вирощування ячменю з удосконаленням зерноочисної машини ОВС-25
2. Керівник роботи (проекту) Нестеренко Олександр Вікторович, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
3. Строк подання роботи до захисту 20.06.2025 р.
4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи (проекту) Підвищення ефективності вирощування ячменю шляхом раціонального використання засобів механізації при її вирощуванні та післязбиральному обробітку, а також за рахунок вдосконалення повітряної системи зерноочисної машини ОВС-25.
5. Перелік графічного матеріалу 1. Технологічна карта; 2. Операційно-технологічна карта; 3. функціональна схема; 4. Решітка струнна – складальне креслення; 4. Деталювання.
Всього 4 аркуші формату А1 змаштабований в формат А4.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1-6	Нестеренко О.В.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Виконання розділів 1, 2		
	Графічна частина арк. 1	28.03.2025 р.	
2	Виконання розділу 3		
	Графічна частина арк. 2	22.04.2025 р.	
3	Виконання розділу 4		
	Графічна частина арк. 3, 4	25.05.2025 р.	
4	Виконання розділів 5, 6	05.06.2025 р.	
5	Оформлення пояснювальної записки, графічної частини, підготовка до захисту.	20.06.2025 р.	
6	Захист дипломної роботи	27.06.2025	

Дата видачі завдання
«03» лютого 2025 р.

Підпис керівника

_____ (прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання
« ____ » _____ 2025 р.

Підпис здобувача _____ (прізвище та ініціали)

Зміст

1. Вступ	5
2. Аналіз технології виробництва ячменю.....	6
3. Операційна технологія післязбиральної обробки ячменю.....	19
4. Інженерна частина	25
5. Охорона праці	41
6. Висновок	43
Список використаних джерел	44
Додатки	46

1. ВСТУП

Вирощування зернових колосових культур є одним із пріоритетних напрямів розвитку агропромислового комплексу України, адже саме від цієї галузі значною мірою залежить продовольча стабільність держави. Збільшення обсягів виробництва зерна може здійснюватися за рахунок розширення посівних площ або шляхом впровадження сучасних технологій, спрямованих на підвищення урожайності.

Одним із ключових факторів, що забезпечує реалізацію потенціалу урожайності ячменю, є застосування високоякісного насіннєвого матеріалу [1]. Тому для насіннєвих господарств і підприємств, що займаються підготовкою насіння, важливою задачею є доведення зерна до належних посівних стандартів.

Для очищення та сортування зернової маси використовуються машини з решітними та повітряними робочими елементами, які розділяють матеріал за розмірами та аеродинамічними властивостями. Проте такі машини не завжди забезпечують необхідну якість насіння з високими посівними характеристиками, адже для досягнення бажаного результату часто потрібно багаторазове пропускання матеріалу, що може призводити до його травмування й втрат [8].

Одним із перспективних напрямів є використання пневмосистем, зокрема повітряного каналу, де розділення відбувається на основі аеродинамічних властивостей зерна. У зв'язку з цим актуальним є дослідження та технічне вдосконалення пневмосистеми зерноочисної машини ОВС-25 для покращення якості підготовки насіння.

Отже, кваліфікаційна робота присвячена підвищенню ефективності вирощування насіння ячменю шляхом покращення якості післязбирального очищення і удосконалення зерноочисної машини ОВС-25.

					МВЯ 00.000.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Рекрутяк				Вступ	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.	Нестеренко О.В.						5	1
Реценз.						ЦНТУ, гр. АІ-21		
Н. Контр.	Мачок							
Затверд.	Васильковський							

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2. Аналіз технології вирощування соняшнику.

2.1. Загальна характеристика культури.

Ячмінь (лат. *Hordeum vulgare*) - одна з найстаріших культурних рослин, яка почала вирощуватись людьми ще понад 10 тисяч років тому. У сучасному сільському господарстві він належить до стратегічно важливих зернових культур, адже має високу господарську цінність, широку екологічну адаптивність і короткий вегетаційний період [1-3]. В Україні ячмінь посідає провідне місце серед ярого і озимого зерна, поступаючись лише пшениці та кукурудзі за площами посівів [1].



Рис. 2.1. Загальний вигляд рослини ячменю

Ця культура використовують для різноманітних цілей: як фуражна для годівлі тварин, у харчовій промисловості для виготовлення круп, а також у пивоварінні - як сировину для виробництва солоду. Завдяки своїй універсальності, ця культура має постійний попит як на внутрішньому ринку, так і серед експортерів [1-3].

									Арк.
									6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Окрім широкої сфери застосування, ячмінь відзначається стійкістю до різних кліматичних умов, що дозволяє вирощувати його в усіх агрокліматичних зонах України - від Полісся до Півдня. Окремі сорти мають високу толерантність до посухи, що є важливою перевагою в умовах глобальних змін клімату і нестабільності погодних умов у вегетаційний період.

Завдяки ранньому дозріванню, ячмінь зручно вписується в структуру сівозмін, не створюючи суттєвих перешкод для наступних культур. Його агротехнічна пластичність і здатність давати стабільний урожай за різних умов роблять цю культуру незамінною у вітчизняному землеробстві.

2.1.1 Біологічні особливості ячменю

Ячмінь – однорічна злакова рослина, що характеризується порівняно швидким темпом розвитку. Завдяки короткому вегетаційному періоду (в середньому 70–110 днів), культура має здатність швидко формувати урожай, що робить її вигідною для вирощування у зонах з обмеженою кількістю вологи [1-3].

Коренева система ячменю мичкувата, добре розвинена, здатна проникати в ґрунт до глибини 100 см, що забезпечує ефективне використання ґрунтової вологи. Важливою біологічною особливістю є здатність до швидкого проростання: вже при температурі +1...+3 °С починається активна життєдіяльність насіння [1-3].

Стебло ячменю порожнисте, прямостояче, висотою до 120 см, залежно від сорту та умов вирощування. Листя лінійне, з характерними піхвами, розташоване чергово. Суцвіття представлене колосом, у якому на кожному вузлі розміщується по три колоски.

До біологічних переваг ячменю можна віднести його відносну стійкість до посухи, а також здатність формувати врожай за умов обмеженого азотного живлення. Проте він досить чутливий до кислотності ґрунтів, засолення та ущільнення орного шару.

Для отримання стабільних урожаїв важливо враховувати біологічну чутливість ячменю до температурного режиму у фазі колосіння і наливу зерна.

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

2.2. Обґрунтування технології виробництва соняшнику

Для досягнення високих врожаїв ярого ячменю, як і інших сільськогосподарських культур, необхідно забезпечити правильне його розміщення у сівозміні, створити оптимальні умови для живлення рослин, дотримуватися рекомендованої агротехніки, яка відповідає агрокліматичним умовам, а також своєчасно виконувати технологічні операції.

Серед найбільш ефективних попередників для ячменю слід відзначити просапні культури й озиму пшеницю. Після їх збирання поля зазвичай залишаються малозасміченими бур'янами, а ґрунт зберігає достатній вміст легкозасвоюваних поживних речовин [1-3]. Крім того, ячмінь добре використовує залишкову дію органічних і мінеральних добрив, внесених під попередню культуру. У Степовій зоні України кращими попередниками вважаються кукурудза, бобові культури та баштанні, а в Лісостепу — просапні (наприклад, кукурудза, цукрові буряки) та зернобобові, під які вносили добрива. Після зернобобових культур урожайність ячменю зростає, а також поліпшуються якісні характеристики зерна, зокрема підвищується вміст білка на 1,5–2 % [5, 6].

Ячмінь, як і інші зернові колосові культури, потребує добре розпушеного та вільного від бур'янів ґрунту, що досягається шляхом якісного обробітку. Способи підготовки ґрунту визначаються попередником, типом ґрунту за гранулометричним складом та кліматичними умовами. Якщо ячмінь вирощується після зернових або зернобобових культур, обов'язковими є лушення стерні та зяблева оранка. Лушення здійснюють відразу після збирання попередника або з мінімальною затримкою – не більш як на одну добу [4].

У разі засміченості однорічними бур'янами, зазвичай достатньо одного проходу дисковим луцильником типу ЛДГ-10 або ЛДГ-15 на глибину 6–8 см. При значному забур'яненні через 3–4 тижні після першого лушення виконують друге – на глибину 10–12 см з використанням агрегатів ЛДГ-20 або ЛДГ-10А.

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

Весняна підготовка ґрунту на легких типах ґрунтів передбачає раннє дворазове боронування із застосуванням середніх або важких борін. На важких ґрунтах першочергово здійснюють боронування з метою збереження вологи, після чого проводять культивуацію з одночасним боронуванням. Глибину обробітку встановлюють залежно від планової глибини загортання насіння, яка зазвичай становить 6–8 см.

Через відносно слабку здатність кореневої системи ячменю засвоювати поживні речовини з ґрунту, питання удобрення є надзвичайно важливим. Система внесення добрив повинна формуватися відповідно до типу ґрунту та потреб культури. Висока ефективність спостерігається при застосуванні азотних і фосфорних добрив на таких ґрунтах, як підзолисті, сірі лісові, деградовані, опідзолені чорноземи, сіроземи та каштанові [2, 4, 6]. Калійні добрива доцільно застосовувати на піщаних і осушених торфовищах, тоді як фосфорні показують найкращу віддачу на глибоких чорноземах [2, 4, 6]



Рис. 2.3. Розкидач добрив РУМ-8

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

Під час внесення добрив необхідно враховувати напрям подальшого використання продукції. Наприклад, для пивоварного ячменю важливе накопичення крохмалю в зерні, чому найбільше сприяє застосування фосфорно-калійних добрив. Натомість для продовольчого або кормового призначення культури більш доцільним є посилене використання азотних добрив, які сприяють підвищенню вмісту білка [4, 6].

Як уже зазначалося, ячмінь позитивно реагує не лише на безпосереднє внесення добрив, але й на їх післядію, отриману від попередньої культури. В умовах використання сучасних інтенсивних агротехнологій вирощування ячменю передбачено застосування мінеральних добрив безпосередньо під культуру, а органічних – під попередник [4, 6].

Норми внесення добрив визначаються з урахуванням запланованої урожайності, агрохімічних властивостей ґрунту та регіональних особливостей. Зокрема, для лівобережної частини Центрального Лісостепу та чорноземів північних і центральних районів Степу рекомендовано застосовувати поживні елементи у співвідношенні N45P30K30. Водночас ці показники можуть бути відкориговані відповідно до фактичного стану ґрунтів конкретної ділянки [3, 5]. У разі розміщення ячменю після попередників, під які не було внесено добрив, норму мінерального удобрення слід збільшити на 25–30 % [3].

Загальноприйнятим підходом є роздільне внесення добрив: фосфорно-калійні доцільно застосовувати під основний обробіток ґрунту, а азотні – під час передпосівної культивуації за допомогою культиваторів-рослинопідживлювачів із загортанням на глибину 10–12 см. Поширеною практикою також є внесення добрив одночасно з сівбою: у Лісостепу та Степу рекомендовано використовувати гранульований суперфосфат у дозі 10–15 кг/га д. р. [3, 5].

Серед мікроелементів, які позитивно впливають на якість зерна ячменю, особливо важливими є сполуки міді, бору та марганцю. Для чорноземних ґрунтів ефективним є внесення марганцевих шлаків у дозі 2–3 ц/га під основну

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

обробку, а також використання марганізованого суперфосфату під час сівби. У випадку вирощування ячменю на кислих ґрунтах необхідно обов'язково проводити вапнування, що особливо актуально при виробництві пивоварної сировини [3].

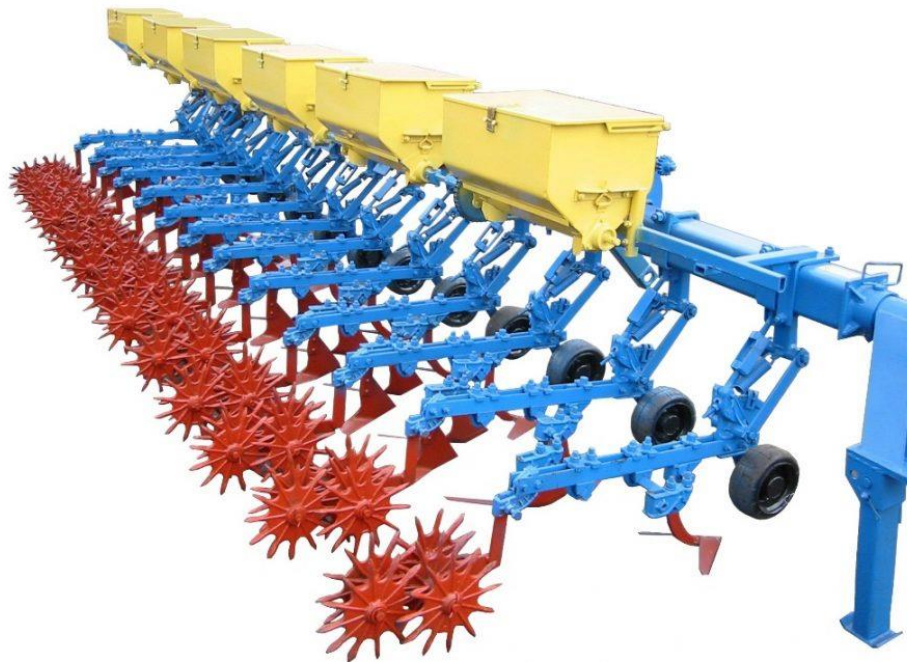


Рис. 2.4. Культиватор УСМК – 5,4

Прогнозування майбутнього врожаю ярого ячменю можливе лише за умови використання якісного насіннєвого матеріалу. Отримання високоякісного насіння забезпечується виконанням комплексу заходів після збирання врожаю [4, 6], зокрема:

- очищення насіння від сторонніх домішок до рівня, що відповідає вимогам державних стандартів;
- сортування насіннєвої маси з метою відбору повноцінного насіння з оптимальними розмірами, масою, щільністю та енергією проростання.

Окрім цього, важливо здійснити захист насіння від патогенних мікроорганізмів – збудників хвороб, шкідників, бактерій і грибів. Для цього застосовують хімічне протруювання, що передбачає обробку насіння

										Арк.
										12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

У разі вирощування ячменю після сприятливих попередників доцільно зменшити норму висіву порівняно з рекомендованою для певної зони. Натомість, якщо попередники були несприятливими або строки сівби не дотримано й верхній шар ґрунту пересушений, слід застосувати підвищені норми висіву [4, 6].

Доцільним є також підсів багаторічних бобових трав у сівозміні під час вирощування ярого ячменю. Залежно від зони вирощування, норми висіву складають: для конюшини – 14–20 кг/га, для люцерни – 18–20 кг/га, а для еспарцету – 60–80 кг/га [2, 4-6].

Глибина загортання насіння визначається типом ґрунту: на важких глинистих - 3–4 см, на легких- 5–6 см, у степових посушливих умовах - 7–8 см [4].

Догляд за посівами проводиться з урахуванням погодних умов і прийнятої системи землеробства. За умов весняної посухи для поліпшення польової схожості та забезпечення рівномірних сходів застосовують післясходове коткування кільчасто-шпоровими котками, такими як ЗККШ-6. У районах із достатнім зволоженням, а також на важких запливних ґрунтах, де утворюється ґрунтова кірка, її руйнують за допомогою ротаційних агрегатів типу МВН-2,8 або голчастих борін.

Під час вегетації, при виявленні ознак ураження хворобами, шкідниками чи засмічення бур'янами, здійснюють інтегрований захист рослин. Для цього використовують фунгіциди, інсектициди або гербіциди залежно від наявної загрози, обробку виконують обприскувачами, які переміщуються по технологічних коліях, або з використанням малої авіації.

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



Рис. 2.7. Опрыскувач ОП-2000

Під час збирання ярого ячменю, як і інших зернових колосових культур, застосовують як пряме, так і роздільне комбайнування. Вибір роздільного способу збирання обґрунтовується за наявності значного забур'янення посівів, при наявності підсіваних багаторічних трав або при стабільних сонячних погодних умовах.



Рис. 2.8. зернозбиральний комбайн John Deere 9660

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МВЯ 00.000 ПЗ

Арк.

15

Скошування у валки проводять у фазі середини - кінця воскової стиглості, коли понад 80% рослин мають жовте забарвлення і вологість зерна становить 30–38%. Підбирання валків здійснюють не пізніше ніж через 3–4 дні, коли зерно досягає вологості 14–18%.

Пряме комбайнування застосовується на рівномірних, низькорослих і незабур'ячених посівах. Його виконують у фазі повної стиглості зерна. Збирання ячменю має бути завершене у межах 4–5 днів, оскільки на сьомий день повної стиглості не лише підвищується ризик втрат через обсіпання, а й знижується якість зерна внаслідок перетворення крохмалю на прості вуглеводи [4-6].

У процесі прямого комбайнування використовуються зернозбиральні комбайни, що одночасно виконують зрізання, обмолот, очищення та перевантаження зерна в транспорт, а також подрібнення і розкидання соломи. У разі використання двофазного методу скошування проводиться швидкісними жатками в агрегаті з тракторами, після чого валки підбираються комбайнами, що виконують обмолот, очищення зерна та його завантаження.

Зібране зерно після збирання повинне бути очищене від різних домішок: органічних (насіння бур'янів, уламків стебел, решток інших культур, шкідників) та мінеральних (пісок, каміння, пил тощо). Також важливим є доведення вологості зерна до оптимальних значень залежно від подальшого призначення - для короткострокового чи довгострокового зберігання, реалізації, переробки тощо.

Для приведення зібраної зернової маси до стандартних кондицій використовують зерноочисне та сушильне обладнання - як окремі машини, так і агреговані у спеціалізовані комплекси.

Виходячи з аналізу літературних джерел [4–6], було складено технологічну карту з вирощування ярого ячменю сорту Командор, врожайність якого становить 55–75 ц/га (рис. 2.1).

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

Післязбиральне очищення насіння ячменю.

Для визначення обсягів обробки насіння соняшнику в умовах потокових технологічних ліній зерноочисного комплексу ЗАВ, розрахунок річної кількості продукції, яку необхідно очистити, визначається за формулою:

$$G_p = Q_i \cdot F_i, m,$$

де Q_i - урожайність насіння ячменю, ц/га ;

F_i - площа вирощування насіння ячменю ,га.

$$G_p = 40 \cdot 100 = 4000 \text{ ц} \quad (3.1)$$

Зернова маса ячменю, що надходить після збирання, як правило, має вологість, близьку до гранично допустимої кондиції, зумовленої специфікою кліматичних умов у період жнив.

З метою мінімізації втрат, пов'язаних із псуванням насіння, його обробка організовується у максимально стислі строки, що збігаються з періодом збирання врожаю.

Усі подальші розрахунки здійснюються з урахуванням граничної продуктивності зернозбиральних агрегатів.

Очищення зернової маси: агротехнічні вимоги

На стадії первинного очищення зерноочисне обладнання повинно забезпечити таку якість очищення насіння ячменю, яка дозволяє його подальшу обробку в шахтних сушарках чи тимчасове зберігання за умови активного вентилявання.

Відповідно до вимог державних стандартів, після проходження через сепаратори, насіння ячменю має відповідати базовим показникам якості, встановленим для продовольчого призначення.

Первинне очищення насіння ячменю

Дана технологічна операція виконується на базі зерноочисного комплексу ЗАВ-20, розташованого на одному з виробничих підрозділів господарства. Саме туди надходить зібране з поля насіння для первинної очистки.

									Арк.
									17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Після завершення очищення на ЗАВ-20, оброблене насіння транспортується на тік того ж відділення, де виконується наступний етап підготовки, сушіння (за потреби).

Далі визначається технологічна схема потокової лінії для первинного очищення насіння ячменю, а також розраховується його годинна продуктивність з урахуванням специфіки безперервного збирання [9].

$$Q_{p.год} = \frac{G_{доб}}{10 \cdot t_{зм} \cdot K},$$

$$Q_{год} = 2200/10 \cdot 7 \cdot 2 = 15,71 \text{ т/год}$$

Розраховуємо потребу в зерноочисному агрегаті ЗАВ-20 :

$$n = 220/7 \cdot 0,78 \cdot 70 = 0,57$$

Приймаємо один зерноочисний агрегат ЗАВ-20.

Вторинне очищення насіння ячменю

На другому етапі очищення зерно повинно доводитись до норм відповідності 1-го або 2-го класу за показниками чистоти.

При цьому, за умови дотримання заданої продуктивності, повинна бути гарантована необхідна повнота відокремлення домішок та мінімізація втрат основної культури.

Контроль якості виконання операції насіння ячменю.

Контроль основних показників очищення насіння ячменю здійснюється на основі визначення вмісту домішок у очищеному матеріалі і втрат насіння в домішках.

Вміст домішок у очищеному насінні ячменю має зменшитися при попередньому очищенні не менш ніж на 50%, а при первинному – не менше ніж на 60%. При цьому, втрати насіння в домішках не мають перевищувати при попередньому очищенні 0,2% і 0,5% при первинному [11].

Вміст повноцінного насіння у домішках визначають при продуванні повітряним потоком навіски домішок, які отримали після очищення насіння, із використанням повітряного класифікатора.

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

де W_1 – вологість насіння ячменю перед сушінням, %;

W_2 – вологість насіння ячменю після сушіння, %.

Визначаємо час первинної сепарації після сушіння ячменю.

$$T_{Icen} = (M_{суш2} / Q_{Icen}) \cdot Kn = (33,1 / 16,8) \cdot 0,64 = 1,26 \text{ год.}$$

де Q_{Icen} – експлуатаційна продуктивність ОВС-25 для первинної сепарації, т/год;

$$Q_{Icen} = Pn \cdot Ke \cdot K_1 \cdot K_2 = 25 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 0,82 = 14,35 \text{ т/год.}$$

де Qn – нормативна продуктивність сепаратора ОВС-25, т/год;

Ke – коефіцієнт який враховує особливості насіння ячменю при первинному очищенні, $Ke = 0,7$;

K_1 – коефіцієнт, який враховує вологість ячменю, $K_1 = 1$;

K_2 – коефіцієнт, який враховує засміченість насіння ячменю при первинній сепарації, $K_2 = 0,82$.

Обчислюємо масу насіння ячменю, що отримане після первинної сепарації:

$$M_{Icen} = M_{суш2} - (M_{суш2} \cdot U_{дцб}) / 100 = 35,1 - (35,1 \cdot 3,14) / 100 = 34 \text{ т/доб.}$$

де $U_{дцб}$ – зміна маси насіння ячменю після первинної сепарації, %, що має 3,0% сміттєвих домішок, 0,05% домішок зерна, 0,05% втрат повноцінних зерен, 0,05% втрати дрібних та щуплих зерен. Усього втрати маси насіння ячменю будуть складати 3,14%.

Аналогічно розраховуємо й для вторинної сепарації, яка відбувається зерноочисним машиною «Пектус-Гігант»:

$$Q_{IIcen} = Q_n \cdot Ke \cdot K_1 \cdot K_2 = 7,5 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 0,81 = 4,4 \text{ т/год.}$$

$$M_{IIcen} = M_{Icen} - (M_{no} \cdot U_{дцб}) / 100 = 34 - (34 \cdot 3,14) / 100 = 33,2 \text{ т/доб.}$$

$$T_{IIcen} = (M_{Icen} / Q_{IIcen}) \cdot Kn = (33,2 / 4,4) \cdot 0,64 = 4,82 \text{ год.}$$

Розраховуємо масу насіння ячменю з урахуванням його початкової якості, яка пройде очищення на комплексі відповідно до схеми за добу:

					МВЯ 00.000.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		23



Рис. 4.4. Самопересувний сепаратор СОК-30

Ворохоочисник СОК-30 комплектується:

- системою прийому вороху з автопричепів або комбайнів;
- вібраційними решетами;
- аспіраційною установкою з регульованим повітряним потоком;
- накопичувальним бункером або вивантажувальним шнеком.

Зерноочисна машина розрахована на продуктивність до 30 т/год та ефективну роботу навіть за підвищеної вологості вороху. Завдяки автоматизації окремих операцій, СОК-30 дозволяє знизити трудомісткість очищення зерна.

Самопересувні зерноочисні машини є важливою складовою післязбиральної обробки зерна, особливо в умовах інтенсивного очищення зерна. Огляд моделей САД, СВС-25, СОК-30 та інших підтверджує, що найбільш ефективними є машини з поєднанням решітного та аеродинамічного очищення, а також з гнучкою системою налаштувань. Мобільність, автономність та універсальність - ключові переваги таких агрегатів, які необхідно враховувати при їх модернізації чи вдосконаленні.

4.2. Опис об'єкту розробки

Самопересувна зерноочисна машина ОВС-25 призначена попереднього та первинного очищення зерна зернових, круп'яних, зернобобових культур, а також кукурудзи, сорго й соняшнику від легких і дрібних домішок [14].

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

між робочими ділянками. Цей вузол включає електродвигун із варіаторним шківом, два швидкісні редуктори, кулачкові муфти, клинопасову та ланцюгову передачі.

Електродвигун оснащено пакетним перемикачем, що дозволяє змінювати напрям обертання, забезпечуючи тим самим як рух уперед, так і задній хід машини. Варіаторний шків призначений для плавного регулювання швидкості пересування залежно від технологічних вимог.

Редуктори приводу самопересування мають дві фіксовані швидкості - 23,3 м/хв та 11,2 м/хв. Вихідний вал кожного редуктора за допомогою кулачкових муфт з'єднаний із двома півосями, на яких закріплені зірочки ланцюгової передачі, що передають крутний момент на ходові колеса машини.

Технологічний процес роботи сепаратора відбувається наступним чином. У процесі переміщення машини вздовж бурту завантажувальний транспортер (поз. 6) подає необроблений зерновий матеріал до приймальної камери. Шнек (поз. 2) рівномірно розподіляє його по всій ширині приймальної камери. Після цього зерно розділяється на два потоки, які надходять у аспіраційні канали (поз. 1), де піддаються обробці повітряним потоком.

Внаслідок дії повітряного потоку, легкі домішки відокремлюються від зерна і виводяться за межі машини за допомогою вентилятора (поз. 3).

Основна маса зерна потрапляє на решітні стани (поз. 12), де відбувається подальше очищення від крупних і дрібних домішок. Очищене зерно транспортується похилим скребковим транспортером (поз. 9) і надалі подається або в транспортні засоби, або укладається в нові бурти.

Всі домішки (легкі, великі й дрібні) виводяться з машини окремим шнеком для фуражних відходів, який транспортує їх на поверхню току.

Решітні блоки сепаратора являють собою каркасні конструкції, на яких закріплені плоскі решітні полотна з пробивними отворами. Під час роботи решітні стани здійснюють коливальні рухи, які забезпечують переміщення зернової маси по решетах та її просіювання через отвори.

					МВЯ 00.000.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		31

Крім цього, конструктивні зміни дозволяють вирівняти повітряний потік по поперечному перерізу каналу, знизити його аеродинамічний опір, зменшити енерговитрати, підвищити стабільність руху повітря та забезпечити однорідні умови для розділення зернової маси.

Завдяки такій модернізації досягається рівномірне заповнення робочої зони каналу залежно від реального навантаження машини, а крупні домішки спрямовуються безпосередньо у зону меншого контакту з зерном, що сприяє їх оперативному видаленню в осадову камеру й створює оптимальні умови для ефективної пневмосепарації.

Попередні дослідження [12, 16] показали, що застосування цього технічного рішення дозволяє знизити опір зернового матеріалу повітряному потоку, вирівняти його швидкість по перерізу, та забезпечити більш раціональний режим сепарації навіть за підвищених навантажень. Як результат, досягається зростання загальної продуктивності пневмосепараційного процесу без погіршення якості очищення зерна.

					УЗМ 00.000 ПЗ	Лист
						34
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

4.3. Технологічні розрахунки

4.3.1 Розрахунок шнекового завантажувача сепаратора

Розраховуємо продуктивність гвинтових транспортерів (шнекових) за наступною формулою

$$Q_{mp} = \frac{3600\pi(D^2 - d^2)v_n\psi\gamma}{4}, \quad (2.1)$$

де $D_{ш}$ – зовнішній діаметр завантажувального шнеку, м;

d – внутрішній діаметр завантажувального шнеку, м;

v_n – швидкість переміщення зернового матеріалу, м/с;

ψ – коефіцієнт заповнення жолобу сепаратора, $\psi = 0,51$ [11];

γ – об'ємна вага вантажу, $\gamma = 0,43$ т/м³ [11]

Враховуючи задану продуктивність зерноочисної машини при очищенні зерна $Q = 25$ т/год із формули (4.1) розраховуємо зовнішній діаметр шнеку:

$$D_{ш} = \sqrt{d^2 + \frac{Q}{900\pi v_n \psi \gamma}}, \quad (4.2)$$

З урахуванням того, що

$$v_{пер} = S \frac{n}{60}, \quad (4.3)$$

де S – крок шнеку, м

n – частота обертів шнеку, об/хв.

З орієнтовних таблиць типових шнеків [11] згідно заданої продуктивності приймемо $S = 0,19$ м, $n = 62$ об/хв, $d = 0,082$ м. Тоді маємо

$$v_{пер} = 0,19 \cdot \frac{60}{60} = 0,19, \quad \text{м/с} \quad (4.4)$$

Підставляючи значення в формулу (4.1), будемо мати:

$$D_{ш} = \sqrt{0,082^2 + \frac{3}{900 \cdot 3,14 \cdot 0,19 \cdot 0,5 \cdot 0,44}} = 0,22 \quad (4.5)$$

На основі розрахунків, виберемо шнек з зовнішнім діаметром $D = 200$ мм

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

Розраховуємо потужність на валу гвинта шнека

$$N_0 = \frac{Q}{367} (L \cdot \omega \pm H) + 0,02 \cdot E \cdot q_k \cdot L \cdot \omega_k, \text{ кВт} \quad (4.6)$$

де L – довжина завантажувального транспортера, $L = 3,5$ м;

H – висота підйому зернового матеріалу, $H = 1,86$ м;

ω – коефіцієнт опору переміщенню зернового матеріалу, $\omega = 2,6$ [11];

$k = 0,2$ – коефіцієнт, який враховує зміну переміщення гвинта шнеку;

q_k – маса тих частин конвеєра, які обертаються, $q_k = 42$ кг/м;

ω_k – коеф. опору руху частин конвеєру, які обертаються, $\omega_k = 0,18$;

$$N_0 = \frac{3}{367} (3,5 \cdot 2,6 + 1,86) 0,02 \cdot 0,22 \cdot 40 \cdot 3,5 \cdot 0,18 = 0,74, \text{ кВт} \quad (4.7)$$

Розраховуємо потужність електро двигуна для приводу шнекового завантажувально транспортера

$$N_{ел.} = \frac{K * N_0}{\eta}; \text{ кВт} \quad (4.8)$$

де K – коефіцієнт запасу необхідної потужності, $K = 1,25$;

η – ККД приводу $\eta = 0,7$;

Відповідно, потужність двигуна буде становити

$$N_{ел.} = \frac{1,25 \cdot 0,74}{0,8} = 1,12 \text{ кВт} \quad (4.9)$$

Вибираємо електро двигун з потужністю 1,1 кВт типу АИР 80В-6.

4.3.2. Обґрунтування параметрів приймальної камери сепаратора.

Використання в вертикальному аспіраційному каналі ОВС-25 вдосконаленого способу введення насіння ячменю дозволяє при попередньому очищенні збільшити питоме навантаження на канал

Виходячи з цього, розраховуємо ширину B аспіраційного каналу:

$$B = \frac{Q}{q_b \cdot k}, \text{ м} \quad (4.10)$$

									Арк.
									36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

де Q – продуктивність зерноочисної машини ОВС-25, т/год;

q_b – питоме навантаження ячменю на одиницю ширини пневмо каналу,
т/дм·год

k – коефіцієнт, що враховує спосіб введення матеріалу

$$k = \frac{q_b}{q_b^1}, \quad (4.11)$$

де q_b – питоме навантаження насіння ячменю на одиницю ширини пневмо каналу при вдосконаленому способу введення, т/дм·год;

q_b^1 – питоме навантаження насіння ячменю на одиницю ширини пневмо каналу, т/дм·год;

$$k = \frac{25}{21} = 1,19$$

Відповідно, ширина аспіраційного каналу зерноочисної машини B :

$$B = \frac{25}{25 \cdot 1,19}, \text{ м}^3 = 9,88 \text{ дм} = 988 \text{ мм} \quad (4.12)$$

Діповідно до рекомендацій [11], співвідношення ширини вертикального каналу B до його глибини C_1

$$\frac{C_1}{B} = 2,2 \dots 2,4 \quad (4.13)$$

Тоді, глибина пневмо каналу сепаратора:

$$C_1 = 988 / 7,6 = 130 \text{ мм}$$

Прийmemo глибину вертикального каналу $C_1 = 130$ мм.

Ще одним достатньо важливим параметром аспіраційного каналу сепаратора є його висота H , яку ми можемо визначити з урахуванням того, що насіння ячменю перед тим, як потрапляє в вертикальний канал, розділюється на дві фракції, та суттєво зменшує виніс повноцінного насіння у легкі відходи. Тому приймаємо конструктивно $H = 685$ мм.

									Арк.
									37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Визначаємо питому продуктивність сепаратора віднесену до площі його робочого перерізу пневмоканалу:

$$q_F = \frac{Q}{B_1 \cdot c_1} \quad (4.14)$$

де Q – продуктивність сепаратора ОВС-25, кг/год;

B, C_1 – ширина і глибина пневмо каналу сепаратора відповідно, дм.

$$q_f = \frac{25000}{9,88 \cdot 1,3} = 1526 \text{ кг/дм}^2 \cdot \text{год}$$

4.3.3. Розрахунок вентилятора сепаратора

Стандартних вентиляторів із діаметром крильчатки $D = 480$ мм не має, тому вибираємо найближчий стандартний вентилятор, який має діаметр крильчатки $D = 500$ мм. Але це призведе до збільшення загальної маси сепаратора, тому доцільним буде розробити конструкцію вентилятора для установки на модернізованій зерноочисній машині ОВС-25.

Розрахунки означеного вентилятора проводимо відповідно до рекомендацій приведених у [17].

Ширина горловини проектного вентилятора:

$$B_T = D \cdot 0,7 \quad (4.15)$$

$$B_T = 480 \cdot 0,7 = 336 \text{ мм}$$

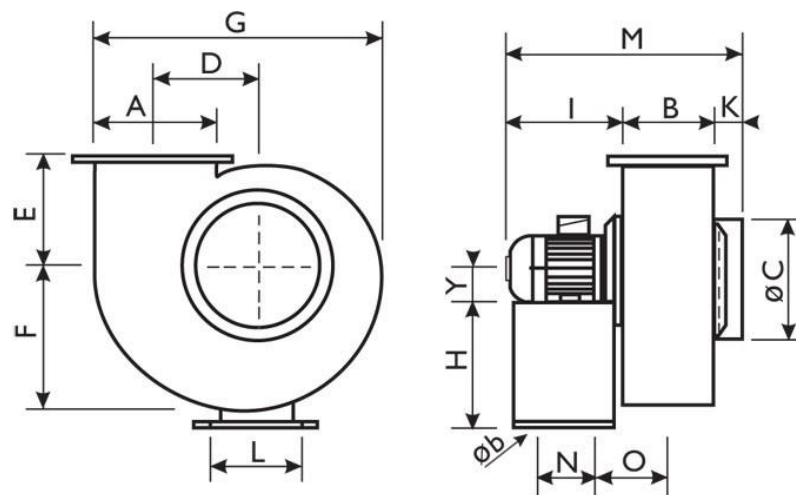


Рис. 4.8. Основні конструктивні параметри проектного вентилятора.

Висота горловини проектного вентилятора:

$$H_{\Gamma} = D \cdot 0,135 \quad (4.16)$$

$$H_{\Gamma} = 480 \cdot 0,135 = 64,8 \text{ мм}$$

Визначаємо ширину кожуха вентилятора:

$$B_k = D \cdot 0,7 \quad (4.17)$$

$$B_k = 480 \cdot 0,7 = 336 \text{ мм}$$

Розраховуємо діаметр основи крильчатки вентилятора:

$$D_0 = D \cdot 0,75 \quad (4.18)$$

$$D_0 = 480 \cdot 0,75 = 360 \text{ мм}$$

Діаметр вхідного вікна вентилятора:

$$D_{\text{в}} = D \cdot 0,75 \quad (4.19)$$

$$D_{\text{в}} = 480 \cdot 0,75 = 360 \text{ мм}$$

Довжина вхідного вікна вентилятора:

$$B_{\text{в}} = D \cdot 0,4 \quad (4.20)$$

$$B_{\text{в}} = 480 \cdot 0,4 = 192 \text{ мм}$$

Ширина основи крильчатки проектного вентилятора:

$$B_{\text{ок}} = D \cdot 0,24 \quad (4.21)$$

$$B_{\text{ок}} = 480 \cdot 0,24 = 115,2 \text{ мм}$$

Загальна ширина крильчатки вентилятора:

$$B_{\text{кр}} = D \cdot 0,37 \quad (4.22)$$

$$B_{\text{кр}} = 480 \cdot 0,37 = 177,6 \text{ мм}$$

Зазор між крильчаткою вентилятора та його кожухом:

$$\Delta_1 = D \cdot 0,04 \quad (4.23)$$

$$\Delta_1 = 480 \cdot 0,04 = 19,2 \text{ мм}$$

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

Зазор між лопатками вентилятора та його вікном:

$$\Delta_2 = D \cdot 0,01 \quad (4.24)$$

$$\Delta_2 = 480 \cdot 0,01 = 4,8 \text{ мм}$$

Розмір сторони квадрату основи побудови спіралі кожуха вентилятора:

$$B_{\text{ц}} = D \cdot 0,12 \quad (4.25)$$

$$B_{\text{ц}} = 480 \cdot 0,12 = 57,6 \text{ мм}$$

Розрахункова довжина лопатки вентилятора:

$$L = D \cdot 0,25 \quad (4.26)$$

$$L = 480 \cdot 0,25 = 120 \text{ мм}$$

Розрахунковий радіус спіралі:

$$R_1 = D \cdot 0,7 \quad (4.27)$$

$$R_1 = 480 \cdot 0,7 = 336 \text{ мм}$$

$$R_2 = D \cdot 0,82 \quad (4.28)$$

$$R_2 = D \cdot 0,82 = 393,6 \text{ мм}$$

$$R_3 = D \cdot 0,94 \quad (4.29)$$

$$R_3 = 480 \cdot 0,94 = 451,2 \text{ мм}$$

Розрахункова відстань від колесу до кінця спіралі:

$$B_c = D \cdot 0,5 \quad (4.30)$$

$$B_c = 480 \cdot 0,5 = 240 \text{ мм}$$

В результаті технологічних розрахунків були визначені основні параметри приймальної камери зерноочисної машини ОВС-25 з урахуванням запропонованого двосконаленьня. А саме, ширину, глибину та висоту пневмосепараційного каналу, а також розроблено вентилятор.

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

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Розробка заходів з покращення умов праці та усунення небезпечних і шкідливих виробничих факторів

Одним із ключових завдань, що стоять перед агропромисловим комплексом України та керівництвом господарств, є повна ліквідація випадків виробничого травматизму й професійних захворювань. Для цього необхідно вживати комплексних заходів, спрямованих на покращення умов праці та зниження впливу шкідливих і небезпечних факторів.

Найвищий результат досягається лише при системному підході до питань охорони праці, що включає законодавчі, організаційні, технічні, медико-профілактичні та економічні складові.

Законодавчі заходи забезпечують реалізацію прав і обов'язків працівників у сфері безпеки праці, регламентують робочий і відпочинковий режим, визначають допустимі концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони, гарантують компенсації та соціальний захист працівників у разі травмування або захворювання, а також передбачають пільги за роботу у шкідливих умовах [18].

До організаційних заходів належать: впровадження системи управління охороною праці, проведення інструктажів і навчань для персоналу, розробка інструкцій з безпеки праці, облаштування спеціалізованих кабінетів та інформаційних стендів, організація треступеневого контролю виконання вимог охорони праці, обмін позитивним досвідом серед підрозділів, детальний облік і розслідування нещасних випадків, моніторинг рівнів впливу шкідливих факторів, атестація робочих місць та формування програм поліпшення умов праці.

Технічні заходи включають впровадження механізації та автоматизації шкідливих або важких операцій, розробку безпечних технологій і техніки, оснащення обладнання захисними, сигнальними та блокувальними пристроями, заходи щодо очищення повітряного середовища, зниження шуму й вібрацій, облаштування ізольованих кабін для операторів, а також використання засобів індивідуального та колективного захисту.

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

4.2. Заходи з забезпечення безпечних умов праці при експлуатації сепаратора ОВС-25

У процесі експлуатації зерноочисного агрегату ОВС-25 можуть виникати ризики, пов'язані з механічними, електричними, шумовими та пиловими факторами. Для запобігання нещасним випадкам і створення безпечного виробничого середовища на машині реалізовано наступні заходи [18]:

- Передавальні механізми закриті захисними кожухами згідно з вимогами ГОСТ 12.4.042-83;
- Вентилятор повністю ізолюваний кожухом, що унеможливорює доступ до його обертових елементів;
- Конструкція машини забезпечує безпечне технічне обслуговування лише при повному відключенні електроживлення та повній зупинці всіх систем;
- Органи керування позначені символами згідно з ГОСТ 26.3.26-84, що підвищує зручність і безпечність експлуатації;
- Передбачено захисне заземлення машини відповідно до діючих норм;
- Оператор зобов'язаний використовувати засоби індивідуального захисту - респіратор і захисні окуляри. Концентрація пилу на робочому місці не перевищує допустимих меж, встановлених ГОСТ 12.2.019-86;
- Для зменшення впливу вібрацій встановлені віброзахисні елементи, що забезпечують роботу в межах норм ГОСТ 12.2.019-86;
- Розміри та зусилля на ручних органах керування відповідають стандарту ГОСТ 21753-76, який регламентує допустимі навантаження при ручному керуванні машинами [18].

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

6. ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. На основі аналізу сучасних систем землеробства, що застосовуються при вирощуванні ярого ячменю, була розроблена та науково обґрунтована технологічна карта вирощування сорту Командор, із прогнозованим рівнем урожайності 65 ц/га.
2. Для реалізації зазначеної технології рекомендовано використовувати класичну систему обробітку ґрунту, яка включає в себе лушення стерні з наступною зяблевою оранкою після збирання попередника - озимої пшениці. У догляді за посівами передбачене використання засобів захисту рослин, зокрема пестицидів та інсектицидів.
3. Проведені технологічні розрахунки післязбирального обробітку ячменю дозволили обґрунтувати відповідні агротехнічні операції. З метою підвищення продуктивності та скорочення тривалості цих процесів було оптимізовано схему обробки зерна.
4. В «інженерній частині» виконано аналіз конструкцій зерноочисної техніки та встановлено, що зниження ефективності роботи машини ОВС-25 зумовлено недосконалою послідовністю виконання технологічних процесів. Зокрема, крупні домішки потрапляють в аспіраційну систему, ускладнюючи виділення легких фракцій.
5. На підставі проведеного аналізу було запропоновано нове технічне рішення, яке передбачає фракційну подачу зерна за допомогою живильного пристрою зі струнним решетом.
6. Розроблено технологічні параметри пневмосистеми зерноочисної машини, а також створено креслення модернізованої приймальної камери, що підвищує ефективність процесу очищення.
7. У розділі, присвяченому охороні праці, розглянуто заходи з підвищення безпеки умов праці оператора при роботі на модернізованій машині ОВС-25, з урахуванням вимог технічної та санітарної безпеки.

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

Список використаної літератури

1. 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.

2. Пабат І.А. Попередники, добрива і обробіток ґрунту під ячмінь ярий у Степу / І.А. Пабат, А.Г. Горобець, А.І. Горбатенко // Вісник аграрної науки. - 2002. - С.17-21.

3. Коваленко А. М. Ефективність застосування мікробних препаратів в умовах природного зволоження на посівах ячменю ярого за різних способів обробітку ґрунту / А. М. Коваленко, Г. З. Тимошенко, М. В. Новохижній // Зрошуване землеробство. - 2014. - Вип. 62. - С. 50-52.

4. Механізація технологічних процесів в землеробстві: Навчально-методичний комплекс: навч. посіб. / С.М. Грушецький, І.М. Бендера, Т.Д. Іщенко та ін.. – Кам'янець-Подільський : ФОП Сисин О.В., 2011. – 352 с.

5. 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.

6. 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.

7. Машина для обробітку ґрунту та внесення добрив. Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей / Сало В.М., Лещенко С.М., Лузан П.Г., Мачок Ю.В., Богатирьов Д.В. – Х.: Мачулін, 2016. – 244 с.

8. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2005. – 464 с.

9. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з курсів «Технологія механізованих робіт в рослинництві» та «Машиновикористання в рослинництві» для студентів спеціальностей 208 «Агроінженерія» та 133 «Галузеве

					МВЯ 00.000.ПЗ	Лист
						44
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

машинобудування» / Укладачі: В.М. Сало, С.М. Лещенко, О.М. Васильковський, Д.І. Петренко, П.Г. Лузан – Кропивницький: ЦНТУ, 2018. – 170 с.

10. Методичні рекомендації до оформлення кваліфікаційної роботи здобувачів першого (бакалаврського) освітнього рівня за освітньо-професійною програмою 208 «Агроінженерія» / [уклад. : Д. І. Петренко, С. М. Лещенко, В. М. Сало, та ін.] ; М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. с.-г. машинобуд. – Кропивницький : ЦНТУ, 2022. – 99 с.

11. Комаристов В.Ю. Довідник з механізації післязбиральної обробки зерна / В.Ю. Комаристов, М.М. Петренко. – К.: Урожай, 1990. – 184 с.

12. Вдосконалення технологічного процесу очищення зерна зерноочисними машинами загального призначення. - Механізація і автоматизація технологічних процесів у молочному скотарстві. - Агроінженерні дослідження / М.І. Васильковський, І.М. Осипов, О.М. Васильковський, С.М. Мороз // Вісник ЛДАУ №3 - Львів, 1999.-с. 102-107.

13. www.aeromeh.com

14. Інструкція з експлуатації зерноочисної машини ОВС-25.

15. Сисолін П.В., РибакТ.І., Сало В.М. Сільськогосподарські машини/ Теоретичні основи, конструкція, проектування. Книга 2. Машини для рільництва// За ред. М.І. Черновола. - К.: Урожай, 2002. - 364 с.

16. Нестеренко О.В. Обґрунтування параметрів живильного пристрою для багаторівневого введення зернового матеріалу у вертикальний пневмосепаруючий канал / О.В. Нестеренко, Д.І. Петренко, С.М. Лещенко, О.М. Васильковський, С.Я. Гончарова // Сільськогосподарські машини : зб. наук. ст. Луцьк: ред.-вид. відділ ЛНТУ, 2016. Вип. 34. С. 92–103.

17. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин: Підручник. - К.: Вища школа, 1993. - 556 с.

18. Войналович О. Охорона праці у сільському господарстві. Навчальний посібник / Войналович О., Білько Т., Марчиниша Є. – К.: Центр навчальної літератури, 2019. – 691 с.

					МВЯ 00.000.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		45

ДОДАТКИ