

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 озимого тритикале з
удосконаленням сівалки СЗ-3,6

Виконав здобувач вищої освіти III курсу,
групи AI-23мб-1.1

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____ Натов Максим Валерійович

« ____ » _____ 2026 р.

Керівник проєкту

доц., канд. техн. наук

_____ Юрій МАЧОК

« ____ » _____ 2026 р.

Рецензент

доц., канд. техн. наук

_____ Іван ВАСИЛЕНКО

« ____ » _____ 2026 р.

Кропивницький

[illegible]

ЗМІСТ

	стор.
1. Вступ	7
2. Аналіз типової технології вирощування озимого тритикале з визначенням шляхів її удосконалення	9
3. Операційна технологія посіву тритикале озимого	14
4. Інженерна частина	27
5. Охорона праці	35
6. Висновки	39
Список використаної літератури	41
Додатки	44

					МВОТ 00.000 ПЗ	Арх
Бук.	Арх.	№ дозв.	Підпис	Дата		6

1. Вступ

Сучасний розвиток аграрного сектору України потребує впровадження ефективних технологій вирощування зернових культур, здатних забезпечити стабільне виробництво високоякісної продукції за мінімальних витрат ресурсів. Однією з перспективних культур є озиме тритикале, яке поєднує у собі господарсько цінні властивості пшениці та жита. Культура характеризується високою врожайністю, стійкістю до несприятливих погодних умов, підвищеною зимостійкістю та невибагливістю до ґрунтів. Завдяки цим особливостям озиме тритикале набуває все більшого поширення в господарствах України як важливий елемент продовольчого і кормового виробництва [1,3,23,24,26].

Підвищення ефективності вирощування озимого тритикале значною мірою залежить від рівня механізації технологічних процесів. Одним із найбільш відповідальних етапів є сівба, оскільки від якості висіву насіння залежить агротехнічних вимог під час сівби призводить до нерівномірного розподілу насіння, погіршення польової схожості та зниження продуктивності культури. У зв'язку з цим особливого значення набуває вдосконалення посівної техніки та підвищення її техніко-економічних показників.

У значній кількості сільськогосподарських підприємств для висіву зернових культур широко застосовується зернова сівалка СЗ-3,6, яка відзначається простотою конструкції та надійністю в експлуатації. Разом із тим існуюча конструкція сівалки не повною мірою забезпечує оптимальні умови висіву насіння озимого тритикале, особливо за сучасних вимог до ресурсозбереження та точності виконання технологічних операцій. Тому питання удосконалення окремих робочих органів сівалки СЗ-3,6 є актуальним і має важливе практичне значення.

Метою даної кваліфікаційної роботи є підвищення ефективності механізації вирощування озимого тритикале шляхом удосконалення конструкції сівалки СЗ-

					МВОТ 00.000 ПЗ						
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата							
Розроб.	Натов				Пояснювальна записка			Літ.	Аркуш	Аркушів	
Перевірив	Мачок									7	44
Н.контр.	Артеменко										
Затвер.	Васильковський							ЦНТУ гр. АІ-23мб-1.1			

3,6. Для досягнення поставленої мети передбачено аналіз технології вирощування культури, дослідження особливостей роботи посівної техніки, обґрунтування конструктивних змін сівалки. Реалізація запропонованих заходів сприятиме покращенню якості сівби, зменшенню витрат ресурсів та підвищенню врожайності озимого тритикале.

					МВОТ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

2. Аналіз типової технології вирощування озимого тритикале з визначенням шляхів її удосконалення.

2.1. Характеристика культури, що вирощується та опис технологічних операцій

Господарське значення. Озиме тритикале є цінною зерновою культурою, створеною шляхом схрещування пшениці та жита, що поєднує високу врожайність і стійкість до несприятливих умов вирощування. Господарське значення цієї культури зумовлене її універсальним використанням у сільському господарстві. Зерно тритикале містить підвищений вміст білка, незамінних амінокислот і мінеральних речовин, тому широко застосовується у кормовиробництві для годівлі свиней, великої рогатої худоби та птиці. Завдяки добрій поживності воно сприяє підвищенню продуктивності тварин і зменшенню витрат на комбікорми.

Крім кормового напрямку, озиме тритикале використовують у харчовій промисловості для виготовлення борошна, круп, хлібобулочних виробів та спирту. Культура характеризується високою зимостійкістю, посухостійкістю та здатністю формувати стабільні врожаї навіть на малородючих ґрунтах. Це робить її перспективною для вирощування в регіонах із нестійкими кліматичними умовами. Важливою перевагою тритикале є також стійкість до багатьох хвороб і вилягання, що дозволяє зменшити витрати на захист рослин. Завдяки цьому озиме тритикале має значний потенціал для зміцнення кормової бази та підвищення ефективності зернового виробництва [1,3,15,23,24,26].

Біологічні особливості озимого тритикале. Озиме тритикале – це штучно створена зернова культура, отримана внаслідок схрещування пшениці та жита. Вона поєднує високу врожайність пшениці з невибагливістю та стійкістю жита до несприятливих умов середовища. Рослина характеризується добре розвиненою кореневою системою, яка проникає глибоко в ґрунт і забезпечує ефективне використання вологи та поживних речовин. Завдяки цьому озиме

тритикале відзначається підвищеною посухостійкістю та здатністю рости на бідних і кислих ґрунтах.

Культура має високий рівень зимостійкості, особливо в умовах помірного клімату. Насіння починає проростати за температури $1-2^{\circ}\text{C}$, а оптимальною температурою для росту й розвитку є $15-20^{\circ}\text{C}$. Озиме тритикале добре переносить короточасні морози та різкі коливання температури. Вегетаційний період триває залежно від сорту та погодних умов. Рослина формує міцне стебло, що знижує ризик вилягання посівів.

Тритикале характеризується високим вмістом білка та збалансованим амінокислотним складом зерна. Його використовують у кормовиробництві, харчовій промисловості та для виготовлення комбікормів. Культура також має добру стійкість до багатьох грибкових хвороб, що сприяє зменшенню потреби у хімічному захисті рослин [3.26].

Місце в сівозміні. Озиме тритикале у сівозміні займає проміжне місце між зерновими культурами та багаторічними травами, так як добре використовує післядію органічних і мінеральних добрив. Найкращими попередниками для нього є зернобобові культури, ріпак, кукурудза на силос і рання картопля. Після тритикале доцільно висівати просапні культури або ярі зернові, адже воно залишає поле відносно чистим від бур'янів і сприяє поліпшенню структури ґрунту. Не рекомендується розміщувати культуру після інших злаків через ризик накопичення хвороб і зниження врожайності. [3,12,13].

Розглянемо деякі аспекти базової технології вирощування тритикале озимого з урахуванням засобів механізації виконання основних операцій.

Система удобрення, внесення добрив. Система удобрення озимого тритикале спрямована на забезпечення рослин елементами живлення протягом усього періоду вегетації та формування високого врожаю зерна. Основне внесення добрив проводять під основний обробіток ґрунту. Для цього використовують органічні добрива, зокрема гній, у нормі $20-30\text{ т/га}$, а також фосфорні й калійні добрива. Фосфор сприяє розвитку кореневої системи та підвищує зимостійкість рослин, а калій покращує стійкість до посухи й хвороб.

					МВОТ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Азотні добрива вносять у декілька етапів. Частину азоту застосовують перед сівбою для активного росту сходів восени. Ту кількість добрив, яку рослина використає на початковій стадії розвитку вносять в ґрунт одночасно з посівом. Посівний агрегат базової технології – трактор МТЗ-80 та зернотукова сівалка СЗ-5,4. Остання і забезпечує внесення зазначеної дози добрив. Друге підживлення проводять у фазі виходу рослин у трубку для підвищення врожайності та покращення якості зерна. На бідних ґрунтах доцільно застосовувати мікродобрива з вмістом міді, марганцю та цинку. Ранньовесняне підживлення є найбільш важливим, оскільки напряду впливає на продуктивність рослин. Ефективність системи удобрення значно зростає за поєднання мінеральних добрив із достатнім зволоженням ґрунту та дотриманням науково обґрунтованої сівозміни.

Обробіток ґрунту. Технологічна карта вирощування тритикале озимого передбачає застосування системи обробітку ґрунту під вирощування озимих культур. Після збирання попередника (озимої пшениці), проводиться лушення стерні дисковим луцильником ЛДГ-15А в агрегаті з трактором ХТЗ-17021 на задану агрономічною службуглибину. Наступний етап основного обробітку включає оранку, яка виконується за допомогою полицевого навісного плуга ПЛН 5-35 у поєднанні з аналогічним трактором – ХТЗ-17021. Передпосівний обробіток полягає в передповінній культивації з боронуванням на глибину закладання насіння комбінованим ґрунтообробним знаряддям в складі культиватора КПС-4 та зубових борін. Енергетичний засіб – трактор МТЗ-82.

Логістичне забезпечення процесу, зокрема підвезення мінеральних добрив, насіннєвого матеріалу та засобів захисту рослин (ЗЗР), реалізується автомобільним транспортом ГАЗ-САЗ-3507.

Сівба. Посів виконується очищеним і каліброваним насінням. Крім того, насіннєвий матеріал піддають протруюванню рекомендованими агрономом препаратами. Для цього застосовують протруювач ПК-20 «Супер» (П) вітчизняного виробництва. Посів здійснюють за допомогою машинно-тракторного агрегату у складі енергозасобу МТЗ-80 та сівалки СЗ-5,4.

					МВОТ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Догляд за посівами. Догляд за посівами озимого тритикале – це сукупність заходів, спрямованих на максимальну реалізацію потенціалу врожайності цієї культури.

Процес догляду починається ще восени з моніторингу стану сходів. Навесні, щойно відновлюється вегетація, проводять відновлювальне підживлення азотом (перша доза). Це стимулює кущіння та відновлення вегетативної маси. Наступне внесення азоту планують на етапі виходу в трубку для формування колоса.

Передбачено також проведення механічних обробітків. По-перше, це прокочування посівів кільчасто-шпоровим котком ЗКШ-3. Забезпечує його роботу трактор МТЗ-80. По-друге, проводиться два боронування, досходове та післясходове. В обох випадках використовується однаковий за складом агрегат – трактор МТЗ-80+зчіпка СП-11У+борони БЗСС 1,0.

Передбачено також заходи боротьби з бур'янами, хворобами (септоріоз, іржа) та шкідниками (попелиці, трипси). Здійснюється процес за допомогою інтегрованої системи захисту. Гербіциди, фунгіциди та інсектициди застосовують на основі економічних порогів шкодочинності. Для запобігання вилягання високим сортів тритикале у фазі кущіння доцільно використовувати ретарданти. Своєчасний захист гарантує збереження густоти та якісного зерна.

Збирання урожаю. Збирають урожай зерна тритикале озимого використовуючи технологію прямого комбайнування з використанням зернозбирального комбайна.

Перед початком цього процесу здійснюють обкошування країв поля та одночасно прокошують загінки. Виконують зазначені операції операцій зернозбиральним комбайном Claas Tucano 470. Зібраний ворох за кондиційної вологи подається до зерноочисного агрегату ЗАВ–20 для подальшого очищення, калібрування чи сортування з урахуванням потреби. Отриманий продукт стрічковим транспортером У13–ТЛ–50 переміщується у складське приміщення. Солома з поля перевозиться причепом 2ТСП–8 і за допомогою фронтального навантажувача ПФ–05.

					МВОТ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

2.2. Обґрунтування вибору посівного агрегату.

В основі вибору складу посівного агрегату знаходиться якість виконання процесу та економічна доцільність засосування обраного агрегату

Сівба є одним із найважливіших етапів у технології вирощування культур. Саме вона визначає якість розміщення рослин і формує їхню площу живлення, що безпосередньо впливає на ріст та розвиток посівів. Від правильно обраної та дотриманої глибини висіву залежить рівномірність появи сходів і стійкість рослин до негативних факторів навколишнього середовища, зокрема пересихання ґрунту чи вимерзання. Не менш важливим є забезпечення однорідних умов розвитку рослин на всій площі поля, чого можна досягти шляхом дотримання агротехнічних вимог.

Дослідження типової технологічної карти показує, що для виконання посівних робіт застосовується агрегат у складі трактора МТЗ–80 та сівалки СЗ–5,4. Проте технічні характеристики зазначених машин і практика їх використання свідчать про недостатню ефективність такого агрегату.

З метою підвищення якості та ефективності посівного процесу пропонується впровадження двосівалкового агрегату, який включає трактор Spike ТК 903, зчіпки СС-7,2 та дві сівалки СЗ-3,6.

Висновки по розділу. У розділі проведено аналіз типової технології вирощування озимого тритикале, розглянуто біологічні особливості культури, систему удобрення, обробіток ґрунту, сівбу, догляд за посівами та збирання врожаю. Визначено недоліки базової технології та запропоновано до застосування сучасного посівного агрегату на базі трактора Spike ТК 903 та двох сівалок СЗ-3,6, об'єднаних у посівний агрегат за допомогою зчіпки СС-7,2, що сприятиме підвищенню продуктивності, якості сівби й ефективності використання техніки.

3. Операційна технологія виконання посіву тритикале озимого.

3.1. Умови роботи.

Площа поля - $S = 100 \text{га}$.

Ширина поля – 1183м .

Величина схилу - $i = 1,3^\circ$.

Склад агрегату - трактор Spike TK 903, зчіпка СС-7,2, 2 сівалки СЗ-3,6.

Довжина загінки - $L = 845 \text{м}$.

3.2. Агротехнічні вимоги.

Агротехнічні вимоги до сівби зернових культур передбачають дотримання встановлених показників якості виконання робіт. Вологість ґрунту в посівному шарі повинна становити не менше 18–22%. Відхилення від заданої норми висіву допускається в межах $\pm 3\%$, а нерівномірність висіву між рядками – не більше 5%. Глибина загортання насіння має відповідати 3–6 см із допустимим відхиленням $\pm 1 \text{см}$. Схожість насіння повинна бути не нижче 92%, чистота – не менше 97%. Пошкодження насіння висівним апаратом допускається до 0,3%. Ширина стикових міжрядь не повинна перевищувати основне міжряддя більш як на 5 см. Післясходова густота рослин має становити 85–90% від розрахункової норми, що забезпечує рівномірні сходи та високу продуктивність посівів. [6,21,22,23].

3.3. Комплектування і підготовка агрегату до роботи.

Завод-виробник у своїй технічній документації заявляє, що сівалка СЗ-3,6 якісно виконуватиме посів з дотриманням агротехнічних вимог на швидкості до $12,0 \text{км/год}$. Проектний розрахунок запропонованого агрегату виконаємо, взявши за основу даний показник. Даний параметр візьмемо за основу розрахунку. Трансмсія трактора Spike TK 903 забезпечує три ряди швидкостей: понижений (L), важкі роботи (оранка, дискування важких ґрунтів, робота з глибокорозпушувачем тощо); середній (M), середні роботи (сівба, скошування трав, культивування тощо); легкий (H), легкі роботи (переїзди, обприскування,

					МВОТ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

транспортування тощо). Кожний ряд швидкостей має чотири передачі. Обираємо середній ряд швидкостей, та орієнтуємось на можливість роботи агрегату на 2-М або 3-М передачах.

Надалі при виконанні розрахунку користуємося рекомендаціями [10,14,18].

Обчислимо тягове зусилля енергетичного засобу (Spike ТК 903) на гаку на відповідних передачах [10,14,18,23]

$$P_{\text{зак}} = \frac{10^4 \cdot N_e \cdot i_{\text{mp}} \cdot \eta_{\text{mp}}}{n_{\text{де}} \cdot r_0} - G_{\text{mp}}(f + i) \quad (3.1)$$

де $N_e = 66,1 \text{ кВт}$ – ефективна потужність двигуна [23];

i_{mp} - передаточне число механізму трансмісії [23]:

- для II – М передачі $i = 70,7$;

- для III – М передачі $i = 52,5$;

$r_0 = 0,74$ – радіус ведучих коліс з врахуванням усадки, м;

$G_{\text{mp}} = 37000 \text{ Н}$ - маса трактора [23];

$n_{\text{де}} = 2300 \text{ об / хв}$ - номінальна вількість обертів колінчастого вала;

$\eta_{\text{mp}} = 0,88$ - ККД трансмісії;

$f = 0,12$ - значення коефіцієнта опору коченню.

З урахуванням вихідних даних маємо

$$P_{\text{зак}}^{\text{II-M}} = \frac{10^4 \cdot 66,1 \cdot 70,7 \cdot 0,88}{2300 \cdot 0,74} - 37000(0,12 + 0,013) = 19241,6 \text{ Н} = 19,2 \text{ кН};$$

$$P_{\text{зак}}^{\text{III-M}} = \frac{10^4 \cdot 66,1 \cdot 52,5 \cdot 0,88}{2300 \cdot 0,74} - 37000(0,12 + 0,013) = 13021,5 \text{ Н} = 13,0 \text{ кН}$$

Для визначення ширини захвату посівного агрегату на обраних передачах необхідно розрахувати для них робочі швидкості

$$V_p = V_T \left(1 - \frac{\delta}{100} \right) \quad (3.2)$$

де V_T - теоретична швидкість, км / год ($V_T^{\text{II-M}} = 9,8 \text{ км / год}$, $V_T^{\text{III-M}} = 13,2 \text{ км / год}$ [23];

δ - коефіцієнт буксування, коливається в межах, $\delta = 0,06 - 0,15$ (6–15%).

Призначаємо $\delta = 0,12$

					МВОТ 00.000 ПЗ		Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			15

Тоді

$$V_p^{II-M} = 9,8 \left(1 - \frac{0,12}{100} \right) = 8,6 \text{ км / год} = 2,39 \text{ м / с}$$

$$V_p^{III-M} = 13,2 \left(1 - \frac{0,12}{100} \right) = 11,6 \text{ км / год} = 3,23 \text{ м / с}$$

Максимальна ширина захвату на II – М і III – М передачах.

$$B_{\max} = \frac{P_{\text{зак}} - R_{\text{зч}}}{K_0^v + R_i}, \quad (3.3)$$

де $P_{\text{зак}}$ – тягове зусилля на причіпному гаку трактора;

$R_{\text{зч}}$ – опір зчіпки,

$$R_{\text{зч}} = G_{\text{зч}} \cdot (f + i) \quad (3.4)$$

де $G_{\text{зч}} = 2700 \text{ Н}$ - вага зчіпки;

Тоді

$$R_{\text{зч}} = G_{\text{зч}} \cdot (f + i)$$

$$R_{\text{зч}} = 2700(0,12 + 0,013) = 359,1 \text{ Н} = 0,36 \text{ кН};$$

R_i - додатковий опір при подоланні підйому

$$R_i = \frac{G_M}{B_K} \cdot i, \quad (3.5)$$

де $G_M = 14000 \text{ Н} = 14,0 \text{ кН}$ - маса однієї сівалки СЗ-3,6 [22].

Так як агрегат широкозахватний, який поєднує дві сівалки то маємо

$$G_M = 14000 \cdot 2 = 28000 \text{ Н} = 28,0 \text{ кН}$$

Тоді

$$R_i = \frac{28,0}{7,2} \cdot 0,013 = 0,051 \text{ кН}$$

$$K_0^v = K_0 \left[1 + \Pi (V_p - V_0) \right], \quad (3.6)$$

де $K_0 = 1,4$ - питомий опір ґрунту за $V_0 = 5,0 \text{ км / год}$;

$\Pi = 1,3\%(0,013)$ - коефіцієнт, який характеризує приріст питомого опору;

Тоді

$$K_0^{II-M} = 1,4 \left[1 + 0,013(8,6 - 5,0) \right] = 1,47 \text{ кН}$$

Врахувавши останнє, маємо

					МВОТ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

$$K_0^{III-M} = 1,4[1 + 0,013(11,6 - 5,0)] = 1,52 \kappa H$$

$$B_{\max}^{II-M} = \frac{19,2 - 0,36}{1,47 + 0,051} = 12,3 \text{ м}$$

$$B_{\max}^{III-M} = \frac{13,0 - 0,36}{1,52 + 0,051} = 8,0 \text{ м}$$

Кількість сівалок, які складають агрегат [14,18]

$$n_c = \frac{B_{\max}}{B_k} \quad (3.7)$$

Для другої середньої передачі

$$n_c^{II-M} = \frac{12,3}{3,6} = 3,4$$

Обираємо 3 сівалки

Для третьої середньої передачі

$$n_c^{III-M} = \frac{8,0}{3,6} = 2,1$$

Обираємо 2 сівалки

Тяговий опір нового агрегату [14,18]

$$R_{agr} = (K_0^v + R_i) \cdot B_k \cdot n_c + R_{зч} \quad (3.8)$$

Звідси

$$R_{agr}^{II-M} = (1,47 + 0,051) \cdot 3,6 \cdot 3,0 + 0,36 = 16,8 \kappa H$$

$$R_{agr}^{III-M} = (1,52 + 0,051) \cdot 3,6 \cdot 2,0 + 0,36 = 11,7 \kappa H$$

Коефіцієнт використання тягового зусилля

$$\eta_{mз} = \frac{R_{agr}}{P_{зак}} \quad (3.9)$$

$$\eta_{mз}^{II-M} = \frac{16,8}{19,2} = 0,87$$

$$\eta_{mз}^{III-M} = \frac{11,7}{13,0} = 0,9$$

Бачимо, що робота агрегату на третій передачі виглядає більш збалансованою завдяки вищій робочій швидкості та оптимальному завантаженні двигуна трактора [14,18]. Зупинимось на обґрунтуванні доцільності роботи на даному режимі.

					МВОТ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Для обчислення змінної продуктивності проектного агрегату скористаємось виразом [14,18].

$$W_{зм} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p^{IV} \cdot T_p \quad (3.10)$$

де B_p - ширина захвату агрегату;

$$B_p = B_k \cdot n_c = 3,6 \cdot 2 = 7,2 м \quad (3.11)$$

T_p – робочий час зміни

$$T_p = T_{зм} \cdot \tau, \quad (3.12)$$

де $T_{зм} = 7 год$ – час зміни;

$\tau = 0,82$ – коефіцієнт використання змінного часу;

$$T_p = 7 \cdot 0,82 = 5,74 год$$

Тоді

$$W_{зм} = 0,1 \cdot 7,2 \cdot 11,6 \cdot 5,74 = 47,92 а / зм$$

Витрати палива на один гектар

$$Q_{за} = \frac{Q_{зм}}{W_{зм}} \quad (3.13)$$

де $Q_{зм}$ – витрати палива за зміну, кг/зм

$$Q_{зм} = Q_p \cdot T_p + Q_x \cdot t_x + Q_z \cdot t_z \quad (3.14)$$

де Q_p, Q_x, Q_z - відповідно годинна витрата палива під час виконання операції, холостому ході, на зупинках з працюючим двигуном [23].

$$Q_p = 9,7 \text{ кг/ год}; Q_x = 6,3 \text{ кг/ год}; Q_z = 1,85 \text{ кг / год}$$

T_p, t_x, t_z – відповідно час роботи, час холостих ходів, час зупинок, год.

Беремо $t_x = t_z$, тоді

$$t_x = t_z = \frac{T_{зм} - T_p}{2}, год \quad (3.15)$$

$$t_x = t_z = \frac{7,0 - 5,74}{2} = 0,63 год$$

Тоді

$$Q_{зм} = 9,7 \cdot 5,74 + 6,3 \cdot 0,63 + 1,85 \cdot 0,63 = 60,9 \text{ кг / зм}$$

Обчислюємо витрати дизелю на гектар

					МВОТ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

$$Q_{за} = \frac{60,9}{47,9} = 1,27 \text{ кг / га}$$

Виконаємо порівняльний з базовим (МТЗ – 80 + СЗ – 5,4) агрегатом розрахунок.

Вихідні дані залишаються попередніми.

Цей агрегат здатен забезпечувати агротехнічні вимоги на четвертій чи п'ятій передачах ($V_T^{IV} = 8,9 \text{ км / год}$, $V_T^V = 10,54 \text{ км / год}$) [14].

Тягове зусилля на гаку відповідно на IV і V передачах за формулою 3.1.

$$P_{зак}^{IV} = \frac{10^4 \cdot 58,9 \cdot 68,0 \cdot 0,92}{2200 \cdot 0,73} - 36400(0,12 + 0,013) = 17603,9 \text{ Н} = 17,6 \text{ кН};$$

$$P_{зак}^V = \frac{10^4 \cdot 58,9 \cdot 57,4 \cdot 0,92}{2200 \cdot 0,73} - 36400(0,12 + 0,013) = 14105,1 \text{ Н} = 14,1 \text{ кН}$$

де $N_e = 58,9 \text{ кВт}$ – ефективна потужність двигуна;

i_T – передаточне число трансмісії до обраних передач ($i_T^{IV} = 68$; $i_T^V = 57,4$) [14];

$\eta_{мп} = 0,92$ – механічний ККД трансмісії);

$n_{де} = 2200 \text{ об / хв}$ - номінальне значення частоти обертання колінчастого вала;

$r = 0,73 \text{ м}$ – радіус ведучих коліс;

$G_{мп} = 36400 \text{ Н}$ – маса трактора.

Робоча швидкість з урахуванням буксування

$$V_p = V_T \left(1 - \frac{\delta}{100} \right), \quad (3.16)$$

$$V_p^{IV} = 8,9 \left(1 - \frac{12}{100} \right) = 7,8 \text{ км / год}$$

$$V_p^V = 10,54 \left(1 - \frac{12}{100} \right) = 9,3 \text{ км / год}$$

Максимальна ширина захвату посівного агрегату на обраних передачах.

$$B_{\max} = \frac{P_{зак}}{K_0^v + R_i}, \quad (3.17)$$

де $P_{зак}$ – тягове зусилля трактора;

R_i - додатковий опір на подолання підйому

$$R_i = \frac{G_m}{B_k} \cdot i, \quad (3.18)$$

де $G_m = 26000H = 26,0кН$ – маса сівалки СЗ-5,4.

Тоді

$$R_i = \frac{26,0}{5,4} \cdot 0,013 = 0,063кН$$

$$K_0^V = K_0 [1 + \Pi(V_p - V_0)], \quad (3.19)$$

де $K_0 = 1,4$ - питомий опір ґрунту за $V_0 = 5,0км/год$;

$\Pi = 1,3\%(0,013)$ - коефіцієнт, який характеризує приріст питомого опору;

Тоді

$$K_0^{IV} = 1,4 [1 + 0,013(7,8 - 5,0)] = 1,45кН$$

$$K_0^V = 1,4 [1 + 0,013(9,3 - 5,0)] = 1,48кН$$

З урахуванням отриманого маємо

$$B_{\max}^{IV} = \frac{17,6}{1,45 + 0,063} = 11,6м$$

$$B_{\max}^V = \frac{14,1}{1,48 + 0,063} = 9,4м$$

Число сівалок в агрегаті [14,18]

$$n_c = \frac{B_{\max}}{B_k} \quad (3.20)$$

Для 4 передачі

$$n_c^{IV} = \frac{11,6}{5,4} = 2,15$$

Приймаємо 2 сівалки

Для 5 передачі

$$n_c^V = \frac{9,4}{5,4} = 1,74$$

Приймаємо 1 сівалку.

Тяговий опір агрегату

$$R_{aep} = (K_0^V + R_i) \cdot B_k \cdot n_c + R_{зч} \quad (3.21)$$

Звідси

$$R_{agr}^{IV} = (1,45 + 0,063) \cdot 5,4 \cdot 2,0 + 0 = 16,3 \text{ кН}$$

$$R_{agr}^V = (1,48 + 0,063) \cdot 5,4 \cdot 1,0 + 0 = 8,3 \text{ кН}$$

Коефіцієнт використання тягового зусилля

$$\eta_{mз} = \frac{R_{agr}}{P_{зак}} \quad (3.22)$$

$$\eta_{mз}^{IV} = \frac{16,3}{17,6} = 0,92 \quad ; \quad \eta_{mз}^V = \frac{8,3}{14,1} = 0,59$$

Бачимо, що агрегат міг би ефективно працювати у двосівалковому варіанті. Але базовою технологічною картою передбачено використання односівалкового агрегату. Він також дієздатний, але ефективність використання тягового зусилля трактора занизька.

Продуктивність базового

$$W_{зм}^{\delta} = 0,1 \cdot 5,4 \cdot 9,3 \cdot 5,74 = 28,8 \text{ га / зм}$$

Розрахунок витрат палива

Годинні витрати палива

$$Q_p = 15,1 \text{ кг / год}; Q_x = 9,7 \text{ кг / год}; Q_z = 1,9 \text{ кг / год}$$

Змінні витрати палива

$$Q_{зм} = 15,1 \cdot 5,67 + 9,7 \cdot 0,63 + 1,9 \cdot 0,63 = 92,9 \text{ кг / зм}$$

Наведемо погектарні витрати

$$Q_{га} = \frac{92,9}{28,8} = 3,2 \text{ кг / га}$$

Отже, продуктивність розробленого посівного агрегату перевищує показник базового варіанту у 1,66 раза (на 19,1га / зм більша). Водночас витрати пального на виконання операції у проєктного агрегату є нижчими також у 1,53 раза (на 32кг / зм) порівняно з базовим. Таким чином, основні техніко-економічні показники запропонованого посівного агрегату є кращими за показники базового варіанту, що підтверджує доцільність його впровадження у виробництво.

					МВОТ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

3.4. Розрахунок операційної карти сівбу тритикале озимого.

Ширина поворотної смуги [14,18]

$$E = 3 \cdot R_{\min} + L_a^{\kappa}, \quad (3.23)$$

де $R_{\min}$ – мінімальний радіус повороту, м;

L_a^{κ} – кінематична довжина агрегату, м.

Відповідно до рекомендацій [14,18] мінімальний радіус повороту агрегату, в основі якого є дві сівалки

$$R_{\min} = 1,2 B_a \quad (3.24)$$

де B_a – ширина захвата агрегата, м;

$$R_{\min} = 1,2 \cdot 7,2 = 8,64 \text{ м}$$

Кінематична довжина агрегату

$$L_a^{\kappa} = L_{mp} + L_m + L_{зчп}, \quad (3.25)$$

де $L_{mp} = 2,27 \text{ м}$ – кінематична довжина трактора [23];

$L_m = 2,9 \text{ м}$ – кінематична довжина двох сівалок [14,18];

$L_{зчп} = 2,0 \text{ м}$ – кінематична довжина зчипки [14,18].

$$L_a^{\kappa} = 2,27 + 2,9 + 2,0 = 7,17 \text{ м}$$

Тоді

$$E = 3 \cdot 8,64 + 7,17 = 33,1 \text{ м}$$

Параметри поворотної смуги повиненні бути кратними ширині захвату посівного агрегату

$$E = m \cdot B_a,$$

де $m = \frac{E}{B_a}$ – заокруглюємо до ближнього цілого числа.

$$m = \frac{33,1}{7,2} = 4,6 \approx 5$$

$$E = 5 \cdot 7,2 = 36,0 \text{ м}$$

Оптимальне значення ширини загінки [14,18]

$$C_{opt} = \sqrt{2 \cdot B_a \cdot L + 16 \cdot R_{\min}^2}, \quad (3.26)$$

де $L = 845 \text{ м}$ – довжина гону.

					МВОТ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

$$C_{opt} = \sqrt{2 \cdot 7,2 \cdot 845 + 16 \cdot 8,64^2} = 115,6 \text{ м}$$

Значення оптимальної ширини загінки має бути кратним ширині захвату посівного агрегату.

$$\kappa = \frac{C_{opt}}{B_a} \quad (3.27)$$

$$\kappa = \frac{115,6}{7,2} = 16,0$$

Призначаємо

$$\kappa = 16,0$$

Число загінок

$$K_z = \frac{10^4 \cdot F}{L \cdot C_{opt}^1} = \frac{10^4 \cdot 100}{845 \cdot 115,6} = 10,2 \quad (3.28)$$

де $F = 100 \text{ га}$ – площа поля.

Призначаємо 11 загінок.

3.5. Розрахунок показників організації посівного процесу

Тривалість циклу [14,18]

$$T_{\text{ц}} = \frac{12 \cdot L_p}{10^2 \cdot V_p} + 2t_n, \quad (3.29)$$

де L_p^3 – довжина робочого ходу, м

$V_p = 11,6 \text{ км / год}$ - робоча швидкість;

$t_n = 1,5 \dots 2,0 \text{ хв}$ - час повороту в кінці загінки;

Тут

$$L_p = L - 2 \cdot E$$

Тоді

$$L_p = 845 - 2 \cdot 36 = 773 \text{ м}$$

З урахуванням отриманого

$$T_{\text{ц}} = \frac{12 \cdot 773}{10^2 \cdot 11,6} + 2 \cdot 1,7 = 11,4 \text{ хв} \approx 0,19 \text{ год}$$

Технічна продуктивність за виконання одного циклу, га / ц

$$W_{\text{ц}} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_{\text{ц}} \cdot \tau = 0,1 \cdot 7,2 \cdot 11,6 \cdot 0,19 \cdot 0,82 = 1,3 \text{ га / ц} \quad (3.30)$$

					МВОТ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Число циклів протягом зміни

$$n_{\text{ц}} = \frac{W_{\text{зм}}}{W_{\text{ц}}} = \frac{47,9}{1,3} = 36,9_{\text{ц}} / \text{зм} \quad (3.31)$$

3.6. Підготовка агрегату до роботи.

Перед початком сівби посівний агрегат, до складу якого входять трактор Spike ТК 903, зчіпка СС-7,2 та дві сівалки СЗ-3,6, необхідно ретельно підготувати до роботи. Спочатку проводять зовнішній огляд трактора, перевіряють рівень мастила, пального, охолоджувальної рідини та справність гідросистеми. Далі виконують приєднання зчіпки до трактора, контролюючи надійність фіксації пальців і запобіжних елементів.

Після цього встановлюють сівалки, під'єднують гідравлічні шланги та перевіряють роботу маркерів і підйомного механізму. Особливу увагу приділяють стану висівних апаратів, сошників і приводних ланцюгів. Перед виїздом у поле регулюють норму висіву, глибину загортання насіння та виконують пробний прохід для перевірки рівномірності висіву.

Підготовчий процес включає також розрахунок та встановлення вильоту маркерів.

Розрахунок вильоту маркера

Для ведення даного розрахунку скористаємося відомою методикою (рис. 3.1) [22].

$$l = \frac{A \pm a}{2} + b_{\text{см}} \quad (3.32)$$

де l – виліт маркеру, $м$;

$A = 7,2_{\text{м}}$ - відстань між крайніми рядками;

$a = 1,8_{\text{м}}$ – ширина колії трактора;

$b_{\text{см}} = 0,15_{\text{м}}$ - ширина стикових міжрядь.

Виліт правого маркера

$$l = \frac{7,2 - 1,8}{2} + 0,15 = 2,85_{\text{м}}$$

Виліт лівого маркера

$$l = \frac{7,2+1,8}{2} + 0,15 = 4,65\text{ м}$$

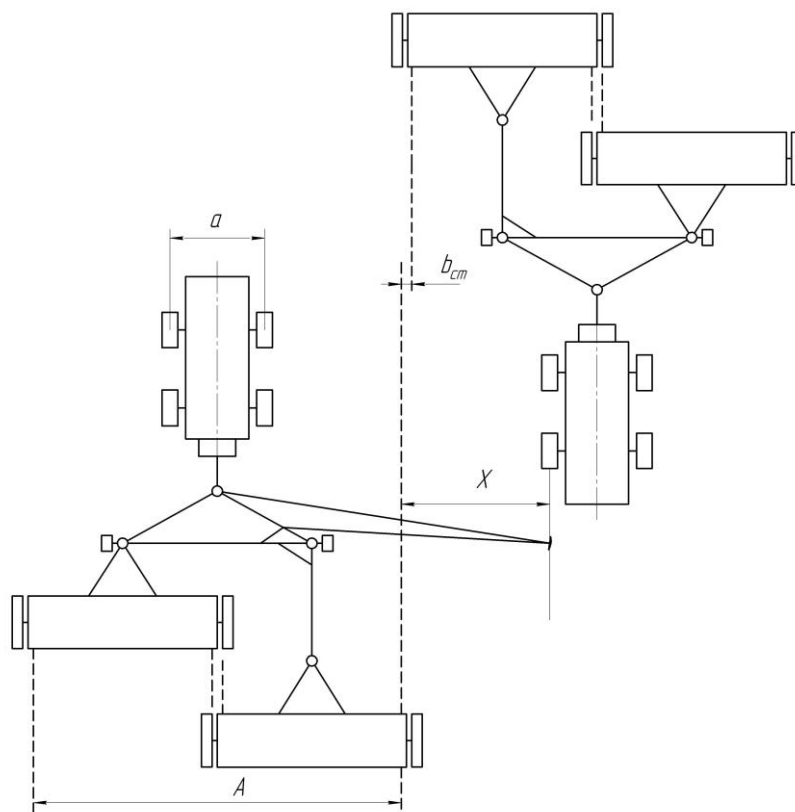


Рис. 3.1. Схема до розрахунку вильоту маркерів

3.7. Підготовка поля до роботи.

Перед початком робіт поле очищають від пожнивних решток, каміння та сторонніх предметів, які можуть пошкодити робочі органи сіялок. Після цього виконують основний обробіток ґрунту – оранку, що забезпечує накопичення вологи та покращує структуру ґрунту. Далі проводять передпосівну культивуацію для вирівнювання поверхні поля й знищення бур'янів. Особливу увагу приділяють подрібненню грудок землі, оскільки надмірно великі фракції погіршують якість висіву насіння. Перед виїздом агрегату перевіряють вологість ґрунту та його готовність до проходу техніки. На полі визначають напрям руху агрегату, розбивають поворотні смуги й позначають межі заїнок. Така підготовка забезпечує стабільну роботу посівного комплексу, рівномірне загортання насіння та дотримання встановленої норми висіву.

3.8. Контроль якості сівби.

Під час контролю якості сівби зернових культур особливу увагу приділяють кільком основним показникам. Насамперед перевіряють глибину висіву насіння, оскільки вона повинна відповідати агротехнічним вимогам і властивостям ґрунту. Надто мілке або глибоке загортання може негативно вплинути на появу дружних сходів.

Важливим елементом контролю є визначення фактичної норми висіву. Від правильності цього показника залежить густина посівів та рівень майбутньої врожайності. Також оцінюють рівномірність розміщення насіння в рядках і за глибиною. Нерівномірний висів часто призводить до пригнічення окремих рослин і нерівномірного розвитку посівів.

Окремо перевіряють наявність пропусків у рядках. Якщо під час сівби утворюються незасіяні ділянки, це зменшує продуктивність поля та спричиняє втрати врожаю. Крім того, контролюють якість загортання насіння ґрунтом, адже повне покриття насіння створює сприятливі умови для проростання та подальшого розвитку рослин.

Регулярний контроль зазначених показників дає можливість забезпечити високу якість посівних робіт і створити належні умови для формування доброго врожаю.

Висновки по розділу. У розділі обґрунтовано технологію виконання сівби тритикале озимого із застосуванням агрегату на базі трактора Spike ТК 903, зчіпки СС-7,2 та сівалок СЗ-3,6. Проведені розрахунки підтвердили ефективність обраного складу агрегату, його відповідність агротехнічним вимогам та доцільність використання для підвищення продуктивності й зниження витрат пального під час сівби.

					МВОТ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

4. Інженерна частина.

4.1. Стан питання про машину.

4.1.1. Призначення машини.

Машина СЗ-3,6 призначена для висіву зернових культур, зокрема пшениці, жита, ячменю та вівса, тритикале, а також зернобобових – гороху, квасолі, сої, нуту, люпину та інших.

Під час виконання посіву машина забезпечує одночасне внесення мінеральних добрив у ґрунт, що сприяє кращому розвитку рослин на початкових етапах росту.

Для агрегування сівалки застосовують трактори відповідного тягового класу (як правило 14кН). Конструкція машини дозволяє висівати й інші культури, насіння яких подібне за розмірами та нормою висіву до зернових, зокрема гречку, просо чи сорго.

Рекомендована робоча швидкість агрегату становить близько $2,5\text{--}3,5\text{ м/с}$, що забезпечує якісне виконання технологічного процесу [5,22].

4.1.2. Загальна будова сівалки та технологічний процес роботи

Конструктивною основою СЗ-3,6 (рис. 4.1) [5,22] є зварна металева рама, що спирається на опорно-приводні колеса 6. На рамі розміщено причіпний пристрій, бункери для насіння 4 та мінеральних добрив, висівні апарати для насінневого 12 матеріалу й туків 11, а також насінне-тукопроводи 13. Для формування борозен сівалка обладнана дисковими сошниками 10 та загортальними пристроями 8, які забезпечують закриття насіння ґрунтом.

До складу машини входять механізм піднімання сошників 15, коробка передач 5 приводу висівних апаратів і підніжка для обслуговування 9. Переведення сівалки з транспортного положення у робоче та навпаки здійснюється за допомогою гідроциліндра 14 гідравлічної системи.

Привід механізмів висіву насіння і добрив виконується від опорно-приводних коліс через систему передач.

					МВОТ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

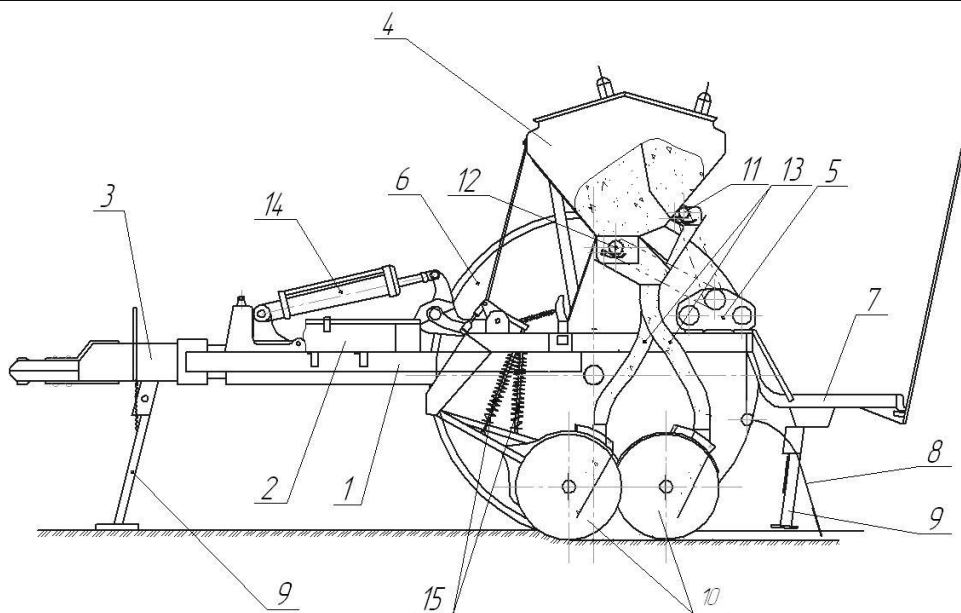


Рис.4.1. Функціональна схема сівалки СЗ-3,6.

4.1.3. Технічна характеристика сівалки СЗ-3,6.

Показник	Одиниця вимірювання	Значення
Продуктивність	га / год	4,3
Маса -	Н	14000
Ширина захвату	м	3,6
Глибина заробки насіння	мм	40...80
Ширина міжрядь	м	0,15
Число сошників -.	шт	24
Висівні апарати:		
- зернові	шт	24
- тукові		24
Число опорно-привідних коліс	шт	2
Діаметр колеса	м	1,18

4.1.4. Аналіз недоліків конструкції сівалки та заходи по їх усуненню.

Аналіз експлуатації роботи сівалки в умовах виробництва свідчить, що під час роботи серійні дводискові сошники не забезпечують належного формування борозни та рівномірного розміщення насіння.

Це негативно позначається на якості загортання насіння і, відповідно, на формуванні майбутнього врожаю.

У зв'язку з цим пропонується замінити дводискові сошники на полозкові, оскільки вони забезпечують більш якісне формування насінневого ложа.

4.2. Технологічні розрахунки.

4.2.1. Розрахунок параметрів полозкового сошника

Рівномірність загортання насіння в ґрунт значною мірою визначається конструкцією сошника. До основних параметрів полозкового сошника належать форма та розміри різального елемента (полоза), що утворює борозну, відстань між щоками сошника, а також форма й розміри обрізів щік.

Полозкові сошники забезпечують найкращий показник поздовжньої рівномірності висіву та формують мінімальну ширину рядка для насіння насіння [22].

З цієї причини необхідно, щоб відстань L (рис. 4.2) від заднього обрізу щік сошника до задньої кромки полозу перевищувала глибину L_0 обсіпання частинок ґрунту всередню зону сошника за невеликих швидкостей руху посівного агрегату [22].

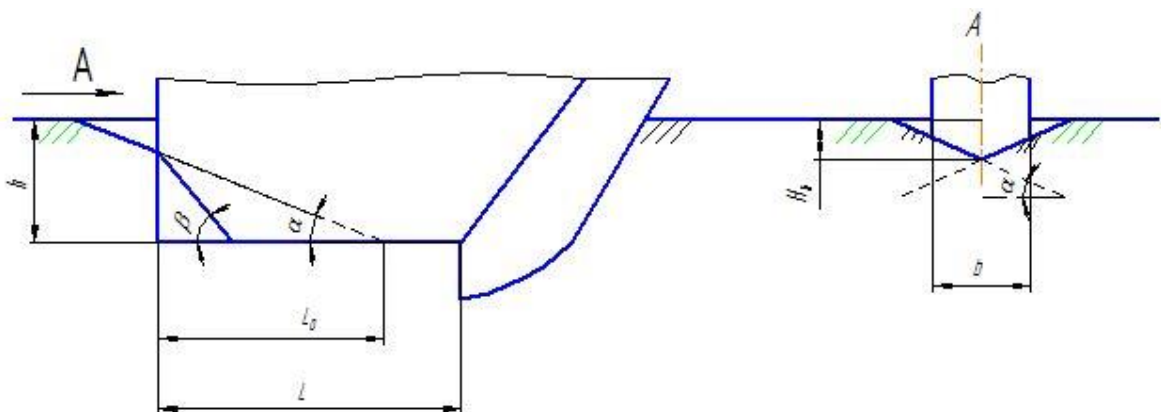


Рис. 4.2. Схема до визначення глибини осипання ґрунту [22].

Величину глибини обсіпання L_0 ґрунту обчислимо з виразу [2,21,22]

$$L_0 = \frac{h_{\max} - a \cdot b^n}{\operatorname{tg} \alpha + 0,5b} \quad (4.4)$$

де $h_{\max} = 60 \text{ мм}$ – максимальна глибина загортання насіння тритикале озимого;

$b = 25 \text{ мм}$ – відстань між щокми полозкового сошника;

a і n – коефіцієнти отримані експериментальним шляхом (для сухого піску $a = 7,245$; $n = 0,367$);

$\alpha = 35^\circ$ – кут природного відкосу для ґрунту, який має нормальну вологість.

$$L_0 = \frac{60 - 7,245 \cdot 25^{0,367}}{\operatorname{tg} 35^\circ + 0,5 \cdot 25} = 4,4 \text{ мм}$$

На якість заробки насіння ґрунтом суттєво впливає геометрія нижньої кромки щік і полозу сошника. Забезпечити заробку насіння нижніми шарами ґрунту, які мають вищу вологість можна в тому випадку, коли нижній обріз полозу спроектовано за твірною поверхні конусу осипання – тобто під нахилом β , який відповідає природному куту укосу ґрунтового середовища. За такої конструкції спочатку обсипатимуться нижні вологі шари, і лише потім – верхні, які до цього моменту утримувалися від передчасного обсипання верхніми краями щік сошника.

4.3. Енергетичні розрахунки

4.3.1. Перевірка посівного агрегату на стійкість.

Головною умовою безпечного виконання посіву є збереження стійкості агрегату під час його руху вгору схилом [2,22].

Розглянемо особливості перекидання трактора, який працює в агрегаті з напівпричіпною сівалкою.

На рис. 4.3 наведено схему колісного трактора з напівпричіпною сівалкою, який рухається по схилу вгору під кутом α до горизонтальної поверхні.

У такому агрегаті трактор може перекинутися відносно осі O . Для аналізу цієї умови складемо рівняння моментів усіх сил, що діють відносно зазначеної осі.

$$N \cdot L = G \cdot a \cdot \cos \alpha - G \cdot h \cdot \sin \alpha - P_{\text{кр}} \cdot h_{\text{кр}} \quad (4.1)$$

де N – реакція ґрунту на керовані колеса, Н;

$L = 2,48 \text{ м}$ – поздовжня база трактора Spike ТК 903 [23];

					МВОТ 00.000 ПЗ		Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			30

$G_{\text{тр}} = 37000H$ – маса трактора [23];

$a = 0,715м, h = 0,816м$ – координати центра його ваги [23];

$\alpha = 1,3^0$ – кут нахилу схилу;

$P_{\text{кр}} = P_{\text{зак}}^{\text{III-M}} = 13021,5H$ – сила тяги на гаку;

$h_{\text{кр}} = 0,435м$ – висота розміщення шарніра для приєднання снічі сіввалки до трактора.

Звідки [22]

$$N = \frac{G \cdot a \cdot \cos \alpha - G \cdot h \cdot \sin \alpha - P_{\text{кр}} h_{\text{кр}}}{L} \quad (4.2)$$

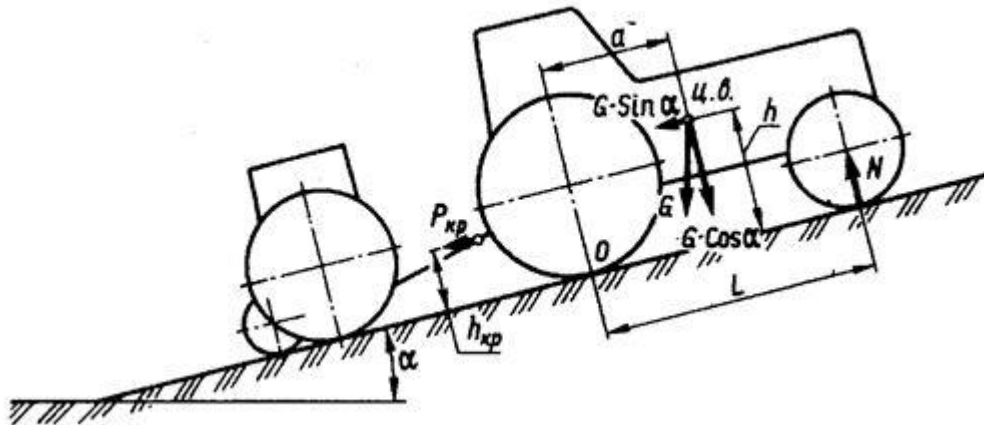


Рис. 4.3. Схема сил, які діють на колісний трактор, при русі з сівалкою на підйом [2,22].

$$N = \frac{37000 \cdot 0,715 \cdot \cos 1,3^0 - 37000 \cdot 0,816 \cdot \sin 1,3^0 - 13021,5 \cdot 0,435}{2,48} = 8103,7H$$

Стійкість трактора на колісній ходовій системі порушуються при деякому значенні критичного кута ухилу схилу, який обчислимо з виразу

$$\alpha_{\text{кр}} = \arctg \left[\frac{(G^2 \cdot a \cdot h - P_{\text{кр}} h_{\text{кр}} \cdot \sqrt{G^2(h^2 + a^2) - P_{\text{кр}}^2 h_{\text{кр}}^2})}{(G^2 h^2 - P_{\text{кр}}^2 h_{\text{кр}}^2)} \right] \quad (4.3)$$

$$\alpha_{\text{кр}} = \arctg \left[\frac{(37000^2 \cdot 0,715 \cdot 0,816 - 13021,5 \cdot 0,435 \cdot \sqrt{37000^2(0,816^2 + 0,715^2) - 13021,5^2 \cdot 0,435^2})}{(37000^2 \cdot 0,816^2 - 13021,5^2 \cdot 0,435^2)} \right] =$$

$$= \arctg 0,652 \approx 33,10^0$$

Зробимо перевірку можливості посівного агрегату виїхати на схил скориставшись нерівністю

$$G \cdot \cos \alpha_{кр} \cdot \operatorname{tg} \varphi > G \cdot \sin \alpha_{кр} \cdot \operatorname{tg} \varphi + P_{кр} \quad (4.4)$$

$\varphi = 22^\circ$ – кут тертя коліс колісного трактора об поверхню ґрунту

$$37000 \cdot \cos 33^\circ \cdot \operatorname{tg} 22^\circ > 37000 \cdot \sin 33^\circ \cdot \operatorname{tg} 22^\circ + 13021,5$$

$$12412,8 \text{ кН} > 21081,6 \text{ кН}$$

Бачимо, що нерівність не виконується, що вказує на те, посівний агрегат не зможе виїхати на схил за умови критичного значення кута.

4.4. Розрахунок на міцність.

4.4.1. Розрахунок на міцність штифтів натискних штанг сошників

При виконанні індивідуального налаштування глибини ходу сошників жорсткість пружин натискних штанг змінюють шляхом їх стискання або розтягування. Для цього опорне гніздо пружини переміщують уздовж штанги вгору чи вниз і закріплюють у необхідному положенні за допомогою штифта. У результаті штифт сприймає навантаження від дії сили пружини, а також динамічні зусилля, що виникають через безперервні коливання сошника під час руху по поверхні поля.

Рівновага ползкового сошника зі згаданою натискною штангою забезпечиться при умові [2, 22] (рис. 4.4)

$$Q \cdot l_1 + R_n \cdot l_n + R_{xz} \cdot l_2 \quad (4.5)$$

де $Q = 9,8 \text{ Н}$ - сила ваги сошника;

R_n – сила тиску пружини, Н

R_{xz} – сила опору ґрунту, Н

l_1, l_2, l_n – плечі відповідних сил, м

Для сошників із тупим кутом входження вектор сили R_{xz} спрямований під кутом $\alpha = 30^\circ$. Значення сили опору R_x ползкового сошника при глибині борозноутворення 6–10 см знаходиться в межах [22]

$$R_x = 300 - 500 \text{ Н}$$

Призначаємо $R_x = 410 \text{ Н}$

					МВОТ 00.000 ПЗ		Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			32

Тоді

$$R_{xz} = \frac{R_x}{\cos \alpha} = \frac{410}{\cos 30^\circ} = 473,4H \quad (4.6)$$

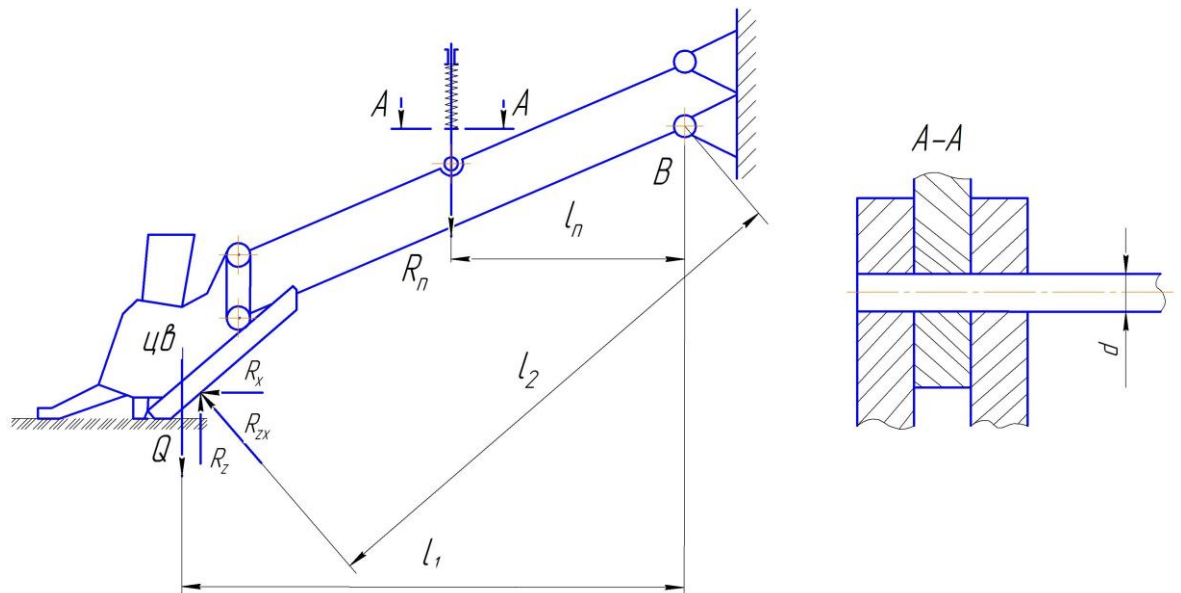


Рис. 4.4. Розрахункова схема для визначення стійкості штифта на міцність [22]

Сила стиску пружини R_n з урахуванням динамічних навантажень визначиться

$$R_n = \frac{K(R_{xy} \cdot l_2 - Q \cdot l_1)}{l_n} \quad (4.7)$$

де $K = 1,3$ – коефіцієнт, який ураховує вплив динамічних навантажень

$$l_1 = 405 \text{ мм}; l_2 = 415 \text{ мм}; l_n = 145 \text{ мм}$$

Тоді

$$R_n = \frac{1,3(473,4 \cdot 415 - 98 \cdot 405)}{145} = 1081,3H$$

Отримане значення визначає величину сили, яка діє на штифт

$$R_{um} = R_n = 1081,3H$$

Бачимо, що на штифт діє зусилля зрізу.

Умова міцності на зріз має вигляд

$$\tau_{zp} = \frac{2 \cdot R_{um}}{\pi \cdot d^2} \leq [\tau] \quad (4.8)$$

Умова перпишеться

$$\pi \cdot d^2 \geq \frac{2 \cdot R_{um}}{[\tau_{зр}]}$$

Звідки

$$d \geq \sqrt{\frac{2R_{um}}{3,14 \cdot [\tau_{зр}]}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1081,3}{3,14 \cdot 40 \cdot 10^6}} = 0,0041\text{м} = 4,1\text{мм} \quad (4.9)$$

де $[\tau_{зр}] = 40\text{МПа}$ – значення допустимого навантаження на зріз для конструкційної сталі 45ГОСТ1050–88 [7,8].

Призначаємо діаметр штифта $d = 8\text{мм}$

Виконаємо перевірку штифта на змин [7,8]

$$\sigma_{зм} = \frac{R_n}{d \cdot S} \leq [\sigma_{зм}] \quad (4.10)$$

де $S = 6\text{мм}$ – найменша товщина однієї з деталей, що з'єднуються;

$[\sigma_{зм}] = 30\text{МПа}$ – значення допустимого навантаження на змин для цієї ж сталі [7,8].

$$\text{Тоді } \sigma_{зм} = \frac{1081,3}{8 \cdot 6} = 22,5\text{МПа} \leq [\sigma_{зм}] = 30\text{МПа}$$

Умова міцності виконується.

Висновки по розділу. На основі проведеного аналізу конструкцій зернових сівалок та їх робочих органів нами запропоновано замість дводискових сошників встановити на сівалку полозкові сошники зі зміцненим лезом. Це дасть змогу підвищити рівномірність загортання насіння по глибині, підвищити надійність сошників, що позитивно вплине на якість та кількість урожаю.

5. Охорона праці

5.1. Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів при виконанні сівби озимого тритикале.

Механізований посівний агрегат, призначений для сівби озимого тритикале, складається з колісного трактора, зчіпки та двох зернових сівалок СЗ-3,6. Ефективна організація безпечного виконання польових робіт вимагає ретельного вивчення умов праці механізатора, виявлення потенційно небезпечних і шкідливих виробничих чинників, а також розроблення комплексу запобіжних заходів.

Під час роботи посівного агрегату на механізатора та обслуговуючий персонал можуть впливати різні небезпечні фактори, домінуючими з яких є фізичні та психофізіологічні чинники [9].

До основних фізичних небезпечних і шкідливих виробничих факторів належать: рухомі механізми (вали приводу сівалок, колеса трактора та зчіпки); підвищений рівень вібрації на робочому місці оператора; підвищений рівень шуму від двигуна трактора, трансмісії та висівних апаратів; несприятливі мікрокліматичні умови (перегрівання в літній і ранньоосінній період, переохолодження в разі пізніх строків сівби); підвищена запиленість повітря робочої зони насінням, часточками ґрунту та рослинних решток [9].

Вібрація є одним із найбільш суттєвих шкідливих факторів. Джерелами загальної вібрації на тракторі служать: нерівності рельєфу поля, нерівномірна робота двигуна внутрішнього згоряння, удари в трансмісії при зміні швидкісного режиму, а також коливання, що передаються від сівалок через зчіпку. Перевищення допустимих рівнів загальної вібрації може спричиняти вібраційну хворобу, ураження опорно-рухового апарату та нервової системи [9,13].

Шумовий вплив формується декількома джерелами одночасно: двигуном трактора (рівень звукового тиску до 95–100дБа), зубчастими передачами трансмісії, висівними апаратами сівалок СЗ-3,6 та взаємодією робочих органів із ґрунтом. Допустимий рівень шуму на постійному робочому місці не повинен

					МВОТ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

перевищувати 80дБа. Тривалий вплив шуму підвищеної інтенсивності призводить до розвитку нейросенсорної приглухуватості, підвищення артеріального тиску та погіршення концентрації уваги [19].

Хімічні виробничі фактори представлені відпрацьованими газами двигуна трактора (оксид вуглецю, оксиди азоту, вуглеводні), протруйниками насіння (фунгіциди, інсектициди), а також мастилами та паливно-мастильними матеріалами. Контакт із протруєним насінням вимагає особливої уваги, оскільки більшість фунгіцидних протруйників є токсичними сполуками, здатними потрапляти до організму через шкіру та органи дихання [20].

Психофізіологічні навантаження визначаються тривалістю робочої зміни (10–12год годин у напружений сівбовий період), монотонністю виконуваних операцій, необхідністю утримувати рівний курс руху агрегату та постійним контролем якості загортання насіння. Надмірне нервово-емоційне навантаження підвищує ризик виникнення виробничого травматизму внаслідок зниження уваги та реакції оператора.

5.2. Заходи безпеки при роботі посівного агрегату

Безпечна експлуатація посівного агрегату забезпечується шляхом реалізації організаційних, технічних і санітарно – гігієнічних заходів.

До організаційних заходів належать: проведення цільового інструктажу з механізатором перед початком сезону сівби та щоденного допуску до роботи; перевірка технічного стану трактора і сівалок з відміткою в журналі технічного обслуговування; обов’язкова наявність медичної аптечки на тракторі; встановлення чіткого порядку зупинки агрегату для усунення технічних несправностей; заборона перевезення сторонніх осіб на агрегаті [9,13].

Технічні заходи охоплюють ряд конструктивних вимог до агрегату. Усі обертові деталі трансмісії трактора та привідні вали прикриваються захисними кожухами. Механізм заглиблення сошників оснащується обмежниками підйому, що унеможливають перевантаження рами зчіпки. Гальмівна система трактора перевіряється на відповідність нормам гальмівного шляху перед виїздом у поле.

При технічному обслуговуванні та регулюванні сівалок в умовах поля необхідно дотримуватись таких вимог: зупиняти двигун трактора; не знаходитись між сівалками при запущеному двигуні; регулювати норму висіву тільки на стоянці; не торкатись руками робочих органів за наявності обертання привідних валів [9,13,27].

Заправлення насіннєвих ящиків сівалок протруєним насінням слід виконувати із застосуванням засобів індивідуального захисту: респіратору типу ФФП2 або інших, захисних окулярів, гумових рукавичок та захисного комбінезону. Після роботи з протруєним матеріалом необхідно ретельно вимити руки з милом і прополоскати порожнину рота. Залишки протруєного насіння не допускається залишати на краях ящиків або сипати на поверхню поля поза зоною сівби.

Особливу увагу слід приділяти безпечному переїзду агрегату з поля на дорогу загального користування. Перед транспортним переміщенням сошники всіх сівалок переводяться у транспортне положення та фіксуються транспортними замками. На дорогах загального користування швидкість руху агрегату не повинна перевищувати 15 км/год [9,13,27].

5.3. Мікроклімат та виробнича санітарія

Кабіна трактора обладнується системою вентиляції або кондиціонування, що забезпечує нормований повітрообмін та підтримання температури в робочій зоні в межах 16–22 °С.

Освітлення робочого місця механізатора у нічний час забезпечується штатними фарами трактора та робочими вогнями. Мінімально допустима освітленість поверхні поля у напрямку руху агрегату становить 20 лк. Для орієнтування щодо якості сівби у нічних умовах використовуються контрольні ліхтарі на маркерах сівалок [20].

5.4. Пожежна безпека

Під час посівного сезону ризик виникнення пожежі визначається наявністю легкозаймистих паливно-мастильних матеріалів у системах трактора та сухої

					МВОТ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

рослинної маси в полі. Пожежна безпека забезпечується відповідно до вимог НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні».

На тракторі в обов'язковому порядку встановлюється вогнегасник ОП-5 або ОУ-5, розташований у легкодоступному місці поблизу кабіни. Щоденно перед початком роботи перевіряється герметичність паливної системи та відсутність підтікань паливно-мастильних матеріалів. Система випускання відпрацьованих газів, включаючи іскрогасник, повинна бути справною і надійно закріпленою. Категорично забороняється використовувати відкритий вогонь для підігрівання двигуна або розігрівання паливно-мастильних матеріалів.

Висновки по розділу. Безпечне виконання сівби озимого тритикале забезпечується комплексом організаційних, технічних і санітарно-гігієнічних заходів. Дотримання вимог охорони праці, використання засобів індивідуального захисту, контроль технічного стану агрегату та виконання правил пожежної безпеки знижують ризик травматизму і професійних захворювань механізатора.

6. Висновки.

У кваліфікаційній роботі розглянуто питання підвищення ефективності механізації вирощування озимого тритикале шляхом удосконалення технології сівби та конструкції зернової сівалки СЗ-3,6. Проведений аналіз показав, що озиме тритикале є перспективною зерновою культурою для умов України завдяки високій урожайності, стійкості до несприятливих погодних умов, добрій зимостійкості та невибагливості до родючості ґрунтів. Культура має важливе значення як для кормового виробництва, так і для харчової промисловості, що обумовлює актуальність удосконалення технологій її вирощування.

У роботі досліджено типову технологію вирощування озимого тритикале, розглянуто систему удобрення, особливості основного та передпосівного обробітку ґрунту, процес сівби, догляд за посівами та збирання врожаю. Встановлено, що якість виконання посівних робіт значною мірою визначає рівень польової схожості, рівномірність розвитку рослин та майбутню врожайність культури. Аналіз базової технології показав недостатню ефективність використання односівалкового агрегату у складі трактора МТЗ-80 та сівалки СЗ-5,4, що зумовлює потребу у впровадженні більш продуктивного машинно-тракторного агрегату.

Для покращення техніко-економічних показників запропоновано використання широкозахватного посівного агрегату у складі трактора Spike ТК 903, зчіпки СС-7,2 та двох сівалок СЗ-3,6. Виконані розрахунки підтвердили доцільність роботи агрегату на третій передачі середнього діапазону, що забезпечує раціональне використання тягового зусилля трактора, стабільну робочу швидкість та дотримання агротехнічних вимог до сівби. Встановлено, що запропонований агрегат забезпечує вищу продуктивність порівняно з базовим варіантом і дозволяє знизити витрати пального на виконання технологічної операції.

У процесі виконання інженерної частини роботи проаналізовано конструкцію зернової сівалки СЗ-3,6 та виявлено основні недоліки серійних дводискових сошників. З метою покращення якості висіву запропоновано встановлення полозкових сошників зі зміцненим лезом. Проведені технологічні розрахунки показали, що така конструкція забезпечує більш рівномірне формування посівної борозни, стабільнішу глибину загортання насіння та покращує контакт насіння з вологими шарами ґрунту. Це сприяє підвищенню польової схожості та створює кращі умови для розвитку рослин. Також у роботі виконано енергетичні та міцнісні розрахунки. Результати підтвердили працездатність і надійність запропонованої конструкції за умови дотримання встановлених режимів експлуатації.

Розглянуто питання охорони праці та пожежної безпеки під час виконання посівних робіт. Проаналізовано небезпечні та шкідливі виробничі фактори, що впливають на механізатора, та запропоновано комплекс організаційних і технічних заходів для забезпечення безпечних умов праці.

Таким чином, результати виконаної роботи свідчать про ефективність запропонованих конструктивних і технологічних рішень. Використання удосконаленого посівного агрегату та модернізованих сошників дозволить підвищити якість сівби озимого тритикале, збільшити продуктивність посівних робіт, зменшити експлуатаційні витрати та створити передумови для отримання стабільних і високих урожаїв культури.

					МВОТ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Список використаної літератури

1. Аграріям розповіли про переваги та особливості тритикале. URL: <https://superagronom.com/news/18034-agrariyam-rozpovili-pro-perevagi-ta-soblivosti-tritikale>.
2. Бендера І.М., Рудь А.В., Козій Я.В. та ін.. Проектування сільськогосподарських машин. Навчальний посібник для виконання курсових проектів з розробки сільськогосподарської техніки при підготовці фахівців напряму 6.100202 “Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва”. – Кам’янець-Подільський: ФОП Сисин О.В., 2011.- 640 с.
3. Біологічні особливості тритикале озимого. URL: <https://studfile.net/preview/14892313/page:5/>.
4. Боженко В.О. Сільськогосподарські машини та їх використання: Навчальний посібник. Київ: Аграрна освіта, 2009. 420 с.
5. Бойко А.І., Свірень М.О., Шмат С.І. Нові конструкції ґрунтообробних та посівних машин.-К.: Урожай, 2003.-203с.
6. Гудзь В.П., Примаєв І.Д., Будьонний Ю.В. Землеробство. – К.: Урожай, 1996. – 384 с.
7. Деталі машин : навчальний посібник / І. І. Мархель. К.: Алерта, 2016. 368 с.
8. Деталі машин. Розрахунок та конструювання [Текст] : підручник / Г. В. Архангельський, М. С. Воробйов, В. С. Гапонов [та ін.]. Київ : Талком, 2014. 684 с.
9. ДСТУ 2189-93 Система стандартів безпеки праці. Машини сільськогосподарські навісні та причіпні. Загальні вимоги безпеки. Зі зміною № 1 та поправкою
10. «Експлуатація машино-тракторного парку в аграрному виробництві» / В. Ю. Ільченко, П. І. Карасьов, А. С. Лімот та ін.; за ред. В. Ю. Ільченка. — Київ: «Урожай», 1993. — 288 с.

11. Комплексна механізація виробництва зерна / В.Д. Гречкосій, Д.М. Алімов, В.І. Кифоренко, П.М. Чайка; За ред.. В.Д. Гречкосія. – К.: Урожай, 1991.

12. Мазур В.А., Поліщук І.С., Телекало Н.В., Мордванюк М.О. Навчальний посібник з дисципліни «Рослинництво» для студентів галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство» спеціальності 201 «Агрономія» першого бакалаврського рівня. Вінниця: Видавництво ТОВ «Друк». 2020. 352 с.

13. Машинаи сільськогосподарські навісні та причіпні. Загальні вимоги безпеки: ДСТУ 2189-93 ССБП.– [Чинний від 1994-01-01].– К.: Держспоживстандарт України, 1994.– 34 с. – (Національний стандарт України).

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

15. Озиме тритикале стає ключовою культурою для ресурсозберігаючого землеробства в США. URL: <https://ukragroconsult.com/news/ozyme-trytykale-staye-klyuchovoyu-kulyturoyu-dlya-resursozberigayuchogo-zemlerobstva-v-ssha/>.

16. НАПБ А.01.001-2014. Правила пожежної безпеки в Україні : наказ Міністерство внутрішніх справ України від 30.12.2014 № 1417 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: Законодавство України

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

18. Проектування технологічних процесів у рослинництві : навчальний посібник / С. М. Бондар, І. І. Мельник, В. Д. Гречкосій ; за ред. І. І. Мельника. Ніжин : АСПЕКТ Поліграф, 2005. 192 с.

19. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку ДСН 3.3.6.037-99 : затв. постановою Головного державного санітарного лікаря України від 01 груд. 1999 р. № 37. Київ : МОЗ України, 1999.

20. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99 : постанова Головного державного санітарного лікаря України від 01.12.1999 № 42 // База

					МВОТ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: Законодавство України – ДСН 3.3.6.042-99.

21. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку : підручник / Д. Г. Войтюк, В. М. Барановський, В. М. Булгаков та ін. К. : Вища освіта, 2005. 464 с.

22. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. Книга 1. Машини для рільництва / П. В. Сисолін, В. М. Сало, В. М. Кропівний. За редакцією М. І. Черновола. К. : Урожай, 2001. 382 с.

23. Солошенко О.В. та ін. Основи агрономії: Навчальний посібник / О.В. Солошенко, Б.С. Носко, Н.Ю. Гаврилович, А.А. Богачов, В.І. Солошенко; За ред.. О.В. Солошенка.- 4-е вид., перероб. і доп.- Харків: Торнадо, 2003.- 368 с.

24. Технологія вирощування озимого тритикале на 2026. URL: <https://agroexp.com.ua/uk/tehnologiya-vyrashchivaniya-ozimogo-tritikale>.

23. Tractors SPIKE. URL: https://tractorspike.com/?utm_source.

24. Тритикале має певні переваги над пшеницею і житом та простішу технологію вирощування. URL: <https://ukragro.net.ua/trytykale-maie-pevni-perevahy-nad-pshenytsiu-i-zhytom-ta-prostishu-tekhnohiiu-vyroshchuvannia/>.

26. Тритикале: що це за культура та в чому полягають її особливості. URL: <https://agrosep mash.ua/uk/tritikale-shho-ce-za-kultura-ta-v-chomu-polyagayut-osoblivosti/>.

27. Цілинский В.П. Охорона праці в рослинництві / В.П. Цілинский. – К.: «Урожай», 1991. – 136 с.

Додатки

					МВОТ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

					МВОТ 00.000 ПЗ		Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			45