

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

Зав. кафедрою СГМ

к.т.н., доцент

_____ Сергій ЛЕЩЕНКО

“ _____ ” _____ 2023 р.

ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти

на тему:

Механізація вирощування озимої пшениці з модернізацією
зернової сівалки СЗ-3,6А

Виконала здобувач вищої освіти II курсу,
групи АІ-19

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____ Гвоздик Людмила Ігорівна

« _____ » _____ 2023 р.

Керівник проекту

доцент, канд.техн.наук

_____ Руслан КІСІЛЬОВ

« _____ » _____ 2023 р.

Рецензент

Кропивницький

1. Вступ
 2. Аналіз існуючої технології вирощування озимої пшениці
з визначенням шляхів її удосконалення
 3. Операційна технологія сівби пшениці
 4. Інженерна частина
 5. Охорона праці
 6. Висновки
- Використана література
- Додатки

					СЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

	Перв. примен.	№ строки	Формат	Обозначение	Наименование	Кол. листов	№ экз.	Примечание
Справ. №	Перв. примен.	1						
		2			<u>Загальна документація</u>			
		3						
		4			<u>Знову розроблена</u>			
		5						
		6	A4	ЄЗ 00.000 ПЗ	Пояснювальна записка	1		
		7						
		8			<u>Документація по</u>			
		9			<u>технологічній частині</u>			
		10						
		11			<u>Знову розроблена</u>			
		12						
Взам. інв. №	Подп. и дата	13	A1	ЄЗ 00.001 ТЧ	Технологічна карта	1		
		14						
		15	A1	ЄЗ 00.002 ТЧ	Операційно-технологічна карта	1		
		16						
	Інв. № дубл.	17			<u>Документація по</u>			
		18			<u>інженерній частині</u>			
		19						
	Взам. інв. №	20			<u>Знову розроблена</u>			
		21						
		22	A1	ЄЗ 00.000	Зернова сівалка ЄЗ-3,6А	1		
	Подп. и дата	23						
		24	A1	ЄЗ 00.100 ЄБ	Висівний апарат	1		
Інв. № подл.	Подп. и дата							
	Інв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЄЗ 00.000 ВП Відомість проекту	
		Разраб.	Гвоздик					
		Пров.	Кісільов					
Інв. № подл.	Подп. и дата	Исполн.	Мачок				ЦНТУ, гр. АІ-19	
		Утв.	Лещенко					

Копіював

Формат А4

№ строки	Формат	Обозначение	Наименование	Кол. листов	№ экз.	Примечание
1			<u>Документація по</u>			
2			<u>деталях</u>			
3						
4			<i>Знову розроблена</i>			
5						
6	A3	ЄЗ 00. 401	Клапан	1		
7						
8	A3	ЄЗ 00. 402	Боковина	1		
9						
10	A3	ЄЗ 00. 301	Шестерня	1		
11						
12	A3	ЄЗ 00. 501	Котушка	1		
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						

Копіював

Формат А4

Вступ

Обробіток ґрунту та сівба зернових культур в Україні повністю механізовано. Наша країна має декілька різних ґрунтово-кліматичних зон, і тому сільськогосподарська техніка та знаряддя не завжди відповідають потенційним вимогам щодо якості основного, поверхневого обробітку ґрунтів, сівби сільськогосподарських культур, продуктивності задіяних в процесах агрегатів, їх надійності і енергоємності. Все це потребує розробок та вдосконалень їх конструкцій з метою забезпечення конкурентоспроможності на світовому ринку техніки.

За останні 10-15 років в Україні високими темпами розвивається землеробство. В крупних агрофірмах, що мають великі посівні площі, все більше застосовуються широкозахватні сівалки нової генерації, які обладнані новітніми висівними системами з пневмотранспортуванням та пневматичним розподілом насіння по сошникам. Також зв'язку з розповсюдженням ґрунтозахисних технологій почали використовувати сівалки прямої сівби. Наприклад, в конструкціях деяких сівалок прямої сівби використано ідею так званого тридискового сошника, тобто встановленням самих сошників на єдиному повідку, один за одним, відповідно різального диска і дводискового сошника. При деяких компоновках різальний диск і дводисковий сошник, що йде слідом, закріплено на незалежних підвісках. Така конструкція полегшує їх прохід на полях, що насичені стерньовими залишками попередніх культур, але як недолік - виникає проблема точного збігу слідів різального диска та сошника.

Останніми роками набуває чинності концепція створення зернових сівалок нового покоління з пристосуванням їх робочих органів до складних умов роботи. Тому дана бакалаврська робота потребує обґрунтування вдосконаленої технології сівби зернових культур та модернізації основних робочих органів сівалки. І завдання є актуальним.

					СЗ 00.000 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Гвоздик			Вступ	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Кісільов						
Реценз.						ЦНТУ, гр. АІ-19		
Н. Контр.		Мачок						
Затвер.		Лещенко						

2. Аналіз існуючої технології вирощування озимої пшениці з визначенням шляхів її удосконалення.

Технологія вирощування зернових культур

Правильне і доцільне дотримання сівозміни при вирощуванні озимої пшениці, враховуючи так звані попередники, суттєво підвищує врожайність зернових. Безумно вагомим фактором є своєчасне та правильне виконання всіх технологічних операцій з застосуванням необхідного комплексу машин і знарядь. Надалі опишемо основні операції по вирощуванню озимої пшениці.

Лущення

Лущення стерні є вагомим агротехнічним прийомом, що сприяє: по-перше, збереженню вологи в ґрунті, по-друге, зниженню забур'яненості полів і по-третє, поліпшенню санітарного їх стану. Така операція виконується на глибину до 16 см після збирання попередньої культури різними за конструкцією лемішними і дисковими лущильниками, в тому числі важкими дисковими бородами. На вибір застосування того чи іншого знаряддя впливає тип ґрунту, його фізико-механічні властивості, насиченість його вологою та ступінь забрудненості.

Оранка

Оранка є ефективною та доцільною при використанні чорного пару та заздалегідь розкиданих по полю органічних добривах. Цю операцію виконують не менш як за 25-30 днів до сівби озимих культур і не пізніше, ніж через 8-10 днів після процесу лущення. Якщо попередником були горох або кукурудза на силос, особливо в зонах недостатнього зволоження, тобто коли верхній шар ґрунту до 10 см має менше 10 мм доступної вологи, доцільним є використання поверхневого обробітку.

Тобто, в зонах нестійкого зволоження та на полях, що піддаються дії вітрової ерозії поверхневий обробіток проводиться дисковими або плоскорізними знаряддями. В усіх інших зонах позитивні результати забезпечують різні комбіновані агрегати, що поєднують декілька операцій за один прохід, при цьому оброблюють ґрунт на мінімальну глибину.

					<i>СЗ 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Передпосівний обробіток ґрунту

Від своєчасної та якісної передпосівної підготовки поля залежить глибина загортання насіння, поява рівномірних і дружніх сходів, їх подальший розвиток метою отримання високої продуктивності рослин. Поверхня обробленого ґрунту має бути гарно вирівняною. Різниця у висоті гребенів, що утворені робочими елементами культиватора чи зубами борін, згідно агротехнічних вимог повинна становити не більше 2 см. Такі вагомі і відповідальні операції, як передпосівний обробіток ґрунту і сівба, як правило, поєднуються у єдиний технологічний процес. Розрив у часі між ними повинен бути нетривалим, тобто в межах 0,5-2 години. За такий термін ґрунт на полі не встигає пересохнути і насіння таким чином, лягає на дно вологої борозни. Для покращення огляду за слідом маркера, передпосівний обробіток виконують під незначним кутом до напрямку сівби.

Цю операцію на полі проводять на глибину сівби 2-3 см. Відхилення величини обробітку від заданої глибини не повинно перевищувати 0,5 см. Найбільш розповсюдженими для передпосівного обробітку є різні ґрунтооброблювальні агрегати марки РВК-3,6; РВК-5,4; РВК-7,2 та інші. Високий якісний показник забезпечують комбіновані агрегати різних європейських фірм, наприклад, Компактор ("Lemken!"), Європак ("BBG"), Європак 6000 (KLEINE), Термінатор (Korgskilde), Мультитілер та багато інших. Метою роботи таких агрегатів є створення злегка ущільненої підшви, на яку якісно лягає насіння озимої пшениці, а верхній шар ґрунту характеризується системою утворених капілярів з можливою циркуляцією по ним достатньої кількості вологи тепла. Вони є вагомими чинниками для проростання і подальшого розвитку рослини.

Сівба

Сівба - важливий агротехнічний прийом, що проходить в період від початку другої декади вересня до початку першої декади жовтня. Від операції сівби залежить ефективність послідовних операцій згідно технологічної карти по вирощуванню озимої пшениці. Карта містить в собі також строки і способи сівби, підготовку посівного матеріалу, рахується норма висіву та глибина ходу сошників. Кращим періодом посіву озимих зернових є момент з середньодобовою

					СЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

температурою повітря близько 15-17°C, а осіння вегетація потім триває 40-50 днів.

Науковцями визначено, що для появи дружних сходів озимої пшениці має бути 10 мм продуктивної вологи в самому посівному шарі. А для забезпечення росту з подальшим розвитком її у фазі трьох листків в орному шарі має бути 20 мм, а вже у фазі кущення до 30 мм. В посушливі роки процес сівби варто відтермінувати до більш пізнішого періоду. Також на строки висіву впливають попередники, тому є необхідність корегування, тобто після гірших - сівбу виконують у першій половині оптимальних строків, а по стерньових попередниках, як правило, проводять наприкінці пізніх оптимальних строків. Це пов'язано з уникненням пошкодження самих рослин різними шкідниками та будь якими хворобами в осінній період.

Рекомендованими оптимальними та раціональними строками сівби озимої пшениці є: у західному Лісостепу України це з 15 по 30 вересня, потім у східному Лісостепу - з 10 по 20 вересня, у центральній зоні та зоні північному Лісостепу - з 15 по 30 вересня. На Поліссі терміни з 10 по 25 вересня, а в зоні Степу – з 15 по 25 вересня, і в районах Південного Степу України - з 20 по 30 вересня.

Що стосується питання норми висіву зерна пшениці, то тут цілий перелік факторів, які впливають на норму, а це: сорт культури, густина, зона вирощування пшениці, якість створеного насінневого ложа та строки посіву. Згідно агротехнічних вимог та практичних рекомендацій оптимальною нормою висіву для більшості сортів пшениці є 4,0-5,0 млн. штук зернин на 1 га. В деяких випадках бажано дотримуватися рекомендацій оригінатора того чи іншого сорту щодо встановлених норм висіву при різних строках сівби.

Іншим вагомим чинником сівби є глибина загортання насіння. При виконанні якісного передпосівного обробітку ґрунту, коли достатньо продуктивної вологи оптимальна або раціональна глибина загортання зерна пшениці має бути 3-4 см. При такому значенні вузол кущіння розміщується на глибині в межах 2-3 см, що сприяє спокійній перезимівлі рослин. Більш пізні

					СЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

строки сівби вимагають мілкішого загортання робочими органами сівалки, ніж ранні. А за явної нестачі вологи в посівному шарі глибину необхідно збільшувати. При виконанні пізньої сівби з використанням препаратів для обробки зерна, що мають ретардантний ефект, бажано глибину загортання зменшувати до меж у 2,5-3,0 см, а саму норму висіву трішки збільшувати. Такі підходи вимушені для характерного пізнього строку висіву озимих зернових культур.

Прикочування посівів

Прикочування характеризується забезпеченням та збереженням вологи в продуктивному шарі ґрунту. Після його виконання частково підвищується температура в ґрунті, поліпшується контакт самої насінини з ґрунтом, що в подальшому надає ефекту появи дружніх та повноцінних сходів.

Внесення добрив

Як підтверджують лабораторні аналізи, що в ґрунті ніколи не буває необхідної кількості легкодоступних елементів живлення. Це свідчить, що для формування високого і сталого врожаю доцільно застосовувати мінеральні добрива. Тому передбачається використання раціональної системи удобрення озимої пшениці з оптимальним режимом живлення рослин та підтримкою відповідного рівня родючості ґрунтів. При цьому правильно використовуючи інтенсивні сорти з підвищеними вимогами до забезпечення ґрунту поживними елементами необхідно якісно збалансувати систему живлення з метою максимальної реалізації генетичного потенціалу. Так, наприклад, на 1 тону врожаю, озима пшениця потребує 25-40 кг азоту, потім 10-15 кг фосфору, 25-30 кг калію, близько 5 кг кальцію, стільки ж магнію, біля 4 кг сірки, також 250 г заліза, 90 г марганцю, 60 г цинку та до 8 міді та бору.

Оптимальна або раціональна система живлення передбачає наступне внесення мінеральних добрив:

- під основний обробіток ґрунту;
- у створений рядок при сівбі;
- підживлення на початку вегетації рослини.

					СЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Під час виконання основного обробітку необхідно вносити повну норму всіх фосфорно-калійних добрив. Їх перемішування з шаром ґрунту при оранці забезпечує максимально припустимий ефект, а саме:

- спостерігається бажаний розвиток кореневої система;
- покращується кущення озимої пшениці;
- підвищується стійкість в зимову пору.

Взагалі треба відмітити, враховуючи особливості технології вирощування озимої пшениці, ґрунтово-кліматичні умови та попередники, відомі світові компанії рекомендують вносити мінеральні добрива в кількості від 100 до 250 кг/га.

Кількісні показники внесення основних розчинів в різні фази розвитку рослин наведені у таблиці 1.

Таблиця 1

Основні норми внесення розчинів згідно фази розвитку рослини.

Фаза розвитку	Кількість карбаміду в робочому розчині, кг/250л води	Кількість сульфату магнію Wonder Leaf MgS 25-50, кг/250л води
Кущення	15	6
Вихід в трубку	10	4
Колосіння	5-7	3-4
Цвітіння	Не рекомендується	
Молочна стиглість	5-7	3-4

Також, на сьогоднішній день, широко практикується позакореневе підживлення азотними добривами. Найбільш розповсюдженим є карбамід. Кількісний показник його внесення залежать від фази розвитку та стану посівів. Для нейтралізації можливих появ опіків на озимій пшениці відомі компанії рекомендують застосування сполук у вигляді сульфату магнію Wonder Leaf MgS 25-50. Одночасно спостерігатиметься бажане засвоєння рівня азоту та

					СЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

покращення самого процесу фотосинтезу. Мікродобрива, що засвоюються через листок рослини, мають вищий відсоток впливу ніж через кореневу систему рослини з ґрунту. Пояснення досить просте: елементи живлення в ґрунті можуть переходити в недоступні сполуки, що є обмеженням та перешкодою при їх засвоєнні. Тому листове живлення є тільки допоміжним засобом, і не використовується як основний.

Обробка посівів пестицидами та регуляторами росту

Так звані регулятори росту рослин (РРР) - це природні або синтетичні низькомолекулярні речовини, що використовуються практично малими дозами і суттєво впливають на процеси життєдіяльності рослин. Вони містять у собі збалансований комплекс фіто регуляторів та біологічно активних речовин. Регулятори росту значно підвищують стійкість рослин до різних несприятливих факторів природного або антропогенного походження, а це: перепади показників температур, дефіцит чинника вологи, токсична дія внесених пестицидів та ураження хворобами і шкідниками. Обробку зерна озимої пшениці різними регуляторами росту бажано поєднувати з інкрустацією і протруюванням. Оптимальні дози дозипрепарату на 1 т зерна пшениці становлять: Емістим С - 10 мл, потім Агростимуліну - 10 мл та Біолану - 25 мл. Захисно-стимулюючий розчин готується з розрахунку 15-17 л на 1 т пшениці. Процес обприскування посівів проводиться у завершальній стадії кушення, коли рослина «виходить в трубку». При цьому відповідна доза препаратів складає 10-20 мл на 1 га. Обробку посівів різними водними розчинами регуляторів росту доцільно та ефективно поєднувати з внесенням групи пестицидів для боротьби з бур'янами та шкідниками, а також хворобами. Можна поєднувати і з підживленням рослин рідинними добривами в загальних бакових ємностях.

					СЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Операційна технологія сівби озимої пшениці.

3.1. Сівба зернових культур виконується згідно вибраної норми, на задану глибину з метою отримання дружніх сходів у рядках.

Для сівби зернових як правило застосовують зернотукові сівалки СЗ-3,6А. В нашому випадку економічно доцільно використовувати агрегат у складі трактора Т-150К, зчіпки СП-16 та три сівалки СЗ-3,6А. Робоча швидкість такого агрегату складає 9 км/год., час на розворот $t_{\text{пов}}=0,026$ год., тривалість завантаження сівалки зерном $t_3=0,13$ год. При цьому сумарна місткість насіннєвого ящика $V_{\text{н.я}}=0,47$ м³, об'ємна вага зерна озимої пшениці $\rho_{\text{н}}=740$ кг/м³.

Визначаємо за наступною формулою довжину гонів для проходження агрегату:

$$\ell = \frac{10^4 \cdot V_{i.\dot{y}} \cdot \rho_i \cdot \zeta}{Q \cdot B_c}, \quad (3.1)$$

де $V_{i.\dot{y}}$ – об'єм насіннєвого ящика, м³;

ρ – об'ємна маса зерна, кг/м³;

ζ – коефіцієнт використання об'єму зернового ящика, $\zeta = 0,96$;

Q – норма висіву зерна, кг/га;

$B_{\text{н}}$ – робоча ширина захвату даної сівалки, м.

$$\ell = \frac{10^4 \cdot V_{i.\dot{y}} \cdot \rho_i \cdot \zeta}{Q \cdot B_c} = \frac{10^4 \cdot 0,47 \cdot 740 \cdot 0,96}{220 \cdot 3,6} = 4215 \text{ м.}$$

Знаходимо час робочого ходу за технологічний цикл за такою формулою:

$$t_{\delta.\delta.\delta} = \frac{\ell}{\mathcal{G}_p}, \quad (3.2)$$

де $\mathcal{G}_\delta$ – робоча швидкість посівного агрегату, км/год.

$$t_{\delta.\delta.\delta} = \frac{4,22}{9} = 0,49 \text{ год.}$$

Визначаємо тривалість технологічного циклу за формулою:

$$t_{\delta\delta\delta\delta} = t_{\delta.\delta.\delta} + m \cdot t_{\text{н.я}} + t_\zeta, \quad (3.3)$$

					СЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $t_{\text{пв.}}$ – тривалість одного повороту, год;

m – кількість поворотів за один цикл;

$t_{\text{з.}}$ – час завантаження даної сівалки, год.

$$t_{\text{с.}} = 0,49 + 0,075 + 0,13 = 0,69 \text{ год.}$$

Технологічний час зміни визначається за наступною формулою:

$$\dot{O}_{\text{дд.}} = \dot{O}_{\text{г.}} \cdot \gamma \quad (3.4)$$

де $\dot{O}_{\text{г.}}$ – тривалість зміни, год.;

γ - коефіцієнт використання змінного часу, $\gamma = 0,72$.

$$T_{\text{дд.}} = 7 \cdot 0,72 = 5,04 \text{ год.}$$

Визначимо дійсну кількість циклів за діючою формулою:

$$K_{\text{д.}} = \frac{\dot{O}_{\text{дд.}}}{t_{\text{с.}}}, \quad (3.5)$$

де $\dot{O}_{\text{дд.}}$ – технологічний час зміни, год.;

$t_{\text{с.}}$ – тривалість циклу, год.

$$K_{\text{д.}} = \frac{5,04}{0,69} = 7,3$$

Продуктивність посівного агрегату за годину змінного часу визначаємо за діючою формулою:

$$W_{\text{дд.}} = 0,1 \cdot 3 \cdot 3,6 \cdot 9 \cdot 0,72 = 6,99 \text{ га/год.}$$

Тоді змінна продуктивність агрегату буде дорівнювати:

$$W_{\text{г.}} = 0,1 \cdot 3 \cdot 3,6 \cdot 9 \cdot 7 \cdot 0,72 = 48,9 \text{ га.}$$

Тривалість виконання операції за такою формулою - для сівби озимої пшениці:

$$T = \frac{2000}{6,99} = 286,1 \text{ год.}$$

Для сівби ярих культур:

					СЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T = \frac{1700}{6,99} = 243,2 \text{ год.}$$

Кількісний показник нормозмін визначається за формулою:

для сівби озимої пшениці

$$\ddot{A} = \frac{286,1}{7} = 40,87.$$

для сівби ярої пшениці

$$\ddot{A} = \frac{243,2}{7} = 34,74.$$

Потрібна кількість посівних агрегатів при тривалості зміни у 14 годин визначаємо за існуючою формулою:

для сівби озимої пшениці

$$n = \frac{2000}{48,9 \cdot 5} = 8.$$

для сівби ярої пшениці

$$n = \frac{1700}{48,9 \cdot 5} = 6,9 \approx 7.$$

Тоді визначаємо витрати палива на виконання 1 га сівби за такою формулою:

Робочий час за зміну за формулою:

$$T_p = 0,14 \cdot 7,3 = 0,6 \text{ год.}$$

Час на заправку даної сівалки розраховуємо за формулою:

$$T_{\zeta} = 7,3 \cdot 0,12 = 0,87 \text{ год.}$$

Потім час на повороти дорівнює:

$$\dot{O}_{\pi\hat{a}} = 7,3 \cdot 0,15 = 1,09 \text{ год.}$$

$$g_{\hat{a}\hat{a}} = \frac{12 \cdot 0,6 + 6 \cdot 1,09 + 1,2 \cdot 0,87}{14,6} = 1,01 \text{ кг/га.}$$

На виконання загального обсягу робіт:

$$G = 3700 \cdot 1,01 = 3737 \text{ кг}$$

Знаходимо витрати людської праці на посів 1 га озимої пшениці:

					СЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C_{\hat{t}} = \frac{1}{2,1} = 0,475 \text{ чол.·год./га.}$$

На виконання загального об'єму робіт на сівбі:

$$C_t = 3700 \cdot 0,475 = 1757 \text{ чол.·год.}$$

3.2. Операційно-технологічна карта на сівбу озимої пшениці

Площа поля складає $S=85\text{га}$, потім довжина поля $L=850\text{м}$, а відповідно ширина поля є $B=1000\text{ м}$. Поле має прямокутну форму, міжряддя на сівбі озимої пшениці – $0,15\text{м}$. Діючі агротехнічні вимоги показані в таблиці 2.

Агротехнічні вимоги до зернотукової сівалки СЗ-3,6А

Таблиця 2

Найменування показників	Значення показників
Норма висіву (озима пшениця), кг/га	
- зерно	50 – 250
- мінеральні добрива	20 – 180
Глибина ходу дискових сошників, мм	30-70
Нерівномірність висіву пшениці, %	3,5
Нестійкість висіву зернових, %	2,6
Дроблення зерна, %	0,25

Комплектування агрегатів

Формування посівного агрегату залежить від показника режиму роботи, продуктивності створеного агрегату за годину основного часу, потім коефіцієнту завантаження двигуна трактора, тягового опору робочих органів сівалки, оптимальних режимних чинників.

Запропонований посівний агрегат для висіву озимої пшениці складається з колісного трактора марки Т-150К, потім зчіпки СП-16 та трьох зернотукових сівалок СЗ-3,6А.

					СЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Підготовка посівного агрегату до процесу сівби

При підготовці сівалки до роботи потрібно виконати необхідні перевірки:

1. Зробити перевірку надійності закріплення всіх вузлів та механізмів зернової сівалки, провести змащення робочих органів сівалки згідно заводської таблиці, перевірити основні механізми для перевірки легкості їх обертання.
2. Нову зернотукову сівалку обкатати протягом 1-2 годин з метою забезпечення притирання поверхонь деталей, між якими здійснюється тертя.
3. Переглянути роботу гідроциліндрів системи підйому і опускання дискових сошників.
4. Встановити необхідну норму висіву. Для цього дану сівалку за допомогою домкрата встановити на опори так, щоб опорні колеса вільно оберталися, а відповідно насіннєві ящики знаходилися в горизонтальному положенні. Потім переглянути рухомість висівних катушок важелем регулятора норми висіву, при чому бажано її повністю висунути з корпусу. Далі, всі апарати мають бути закриті, а торцеві поверхні катушок повинні міститися з внутрішньою площею розетки. Згідно вимог засипати в насіннєвий бункер (не менше 1/3 його об'єму) зерно, а під сівалкою розстелити брезент. При перевірці апаратів сам механізм привода туковисівних апаратів відключають для запобігання одночасних висівів зерна та добрив.

Потім повертають колесо сівалки для повного заповнення висівних апаратів зерном. Далі повертають колесо сівалки на $n=15$ або $n=30$ обертів частотою n , з якою воно буде обертатися при сівбі.

Значення частоти визначають за такою формулою:

$$n = \frac{16,6 \cdot \mathcal{Q}_p}{2 \cdot \pi \cdot R_{\text{еіе}}}, \quad (3.6)$$

де $\mathcal{Q}_\delta$ – робоча швидкість посівного агрегату, км/год.;

$R_{\text{еіе}}$ – радіус опорно-приводного колеса сівалки, м.

					СЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Після перевірного обертання колеса все зерно, що випало на брезент, збирають та зважують на вагах з точністю до 1 г. Маса зерна, що висіялась (кг), має відповідати розрахунковому значенню:

$$Q = 10^{-4} \cdot n \cdot H \cdot D_{\delta} \cdot \pi \cdot B_p \cdot \gamma_i, \quad (3.7)$$

де n – кількість обертів колеса даної сівалки;

H – задана норма висіву зерна, кг/га;

B_{δ} – робоча ширина захвату сівалки СЗ-3,6А, м;

γ_i – коефіцієнт, що враховує проковзування коліс, $\gamma_i = 1,05 \dots 1,1$.

Якщо отримана маса зерна не співпадає з розрахунковим значенням (розбіжність більше 3%), треба уточнити регулювання за рахунок зміни робочої довжини самої катушки. Потім спроби повторюють до тих пір, поки не отримаємо потрібний результат. У деяких випадках, коли регулювання робочої довжини катушки згідно заданої норми встановити не вдається, тоді потрібно регулювати норму зміною передаточних чисел на коробці передач.

Норму висіву мінеральних добрив регулюють також передаточним відношенням за допомогою КЗП, при чому показник відхилення від заданої норми висіву мінеральних добрив не повинно перевищувати $\pm 10\%$. Одночасно з регулюваннями зернової сівалки на норму висіву перевіряють показник рівномірності висіву, що забезпечує кожна висівна катушка. Також зерно, що висіяла кожна катушка, зважують окремо на вагах і таким чином визначають відхилення від середньозваженої маси. Значення відхилення для зерна не повинно перевищувати $\pm 4\%$, а для мінеральних добрив $\pm 7\%$.

5. Відрегулювати довжину вильоту обох маркерів.

6. Відрегулювати задану глибину ходу дводискових сошників.

7. Підготувати енергетичний засіб, тобто перевірити наявність звукового сигналу, освітлювальних та контрольно-вимірювальних приладів на панелі, дію ручних гальм.

					СЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8. Обкатати енергетичний засіб у агрегаті з сівалкою на малих обертах двигуна, перевірити плавність обертання карданних валів та деталей, що обертаються.

Підготовка поля перед сівбою

Перед процесом сівби поле має оглядатися. Якщо є сторонні предмети (каміння та інше) їх потрібно прибрати за межі поля. Потім виконується передпосівна культивация (див. п. 2) на глибину загортання насіння озимої пшениці. Згідно вимог поверхня поля має бути рівною, а структура ґрунту дрібнокомкатою. Щодо рослинних решток, то їх довжина не повинна перевищувати 100 см, а показник вологості ґрунту на момент сівби озимої пшениці має бути оптимальним.

Визначальним способом руху агрегату буде човноковий. Сівбу озимої пшениці проводимо перпендикулярно до операції-передпосівної культивации.

Відповідно ширину поворотних смуг визначимо за такою формулою:

$$\hat{O}_{\text{пів}} = 2 \cdot \hat{A}_{\text{с}} - 2, \quad (3.8)$$

$$\hat{O}_{\text{пів}} = 2 \cdot 3 \cdot 3,6 - 2 = 19,6 \text{ м.}$$

На початку сівби зернових на полі відмічають лінію першого проходу посівного агрегату.

Робота посівного агрегату в полі

Посівний агрегат, що заправлений зерном і мінеральними добривами, визначально встановлюють на лінію першого проходу, потім оглядають його, роблять перевірку надійності закріплення сівалок СЗ-3,6А. Далі маркер при виїзді на поле, переводять з транспортного в робоче положення для забезпечення стикового міжряддя. При першому проході встановлюють швидкісний режим роботи агрегату. В робочому положенні диск маркера має бути спрямований в бік незасіяної ділянки поля.

Після проходження агрегатом одного круга бажано перевірити якість сівби, тобто перевірити роботу сошників та кількості зерна на 1 погонному метрі. А також можна використовуючи ємність або відро, завантажити зерновий ящик

					СЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

сівалки до відповідного рівня. Так визначимо масу висіяного зерна, а саме, знаючи значення довжини гонів, що пройшов посівний агрегат та його робочу ширину захвату, розрахуємо засіяну площу. Потім діленням всієї висіяної маси зерна на величину пройденної агрегатом площі визначаємо фактичну норму висіву зерна. Якщо маємо відхилення від заданої $\pm 3\%$, починаємо змінювати робочу довжину катушок і знову повторюємо спробу.

Показник стикових міжрядь перевіряємо при декілька проходах посівного агрегату. Його розмір має дорівнювати ширині основних міжрядь, тобто 15 см. При значному відхиленні, більше ± 5 см, треба зробити регулювання конструкції маркера.

Також обов'язково роблять перевірку якісного показника - глибини загортання зерна. Якщо порушуються агротехнічні вимоги, то поверненням регулювального гвинта змінюємо значення глибини і робимо певний прохід посівним агрегатом. По завершенні процесу, останніми засівають поворотні смуги.

А потім піднімають робочі органи сівалок в транспортне положення, фіксують їх і переганяють агрегат до бази зберігання.

Вибір раціонального складу посівного агрегату

Для створення раціонального посівного агрегату проведемо порівняльний аналіз показників роботи базового та вдосконаленого агрегатів. Зернотукова сівалка СЗ-3,6А в базовому варіанті агрегатується з трактором МТЗ-82, а в проектному – створено агрегат з трьох сівалок та колісного трактора Т-150К за допомогою зчіпки СП-16.

Робимо підбір швидкості руху для обох енергетичних засобів: для трактора МТЗ-82 $\mathcal{G}_{\text{од.}} = 11,72$ км/год. на V-й передачі, для іншого трактора Т-150К $\mathcal{G}_{\text{од.}} = 10,68$ км/год. також на V-й передачі.

Визначаємо за формулою робочу швидкість руху посівного агрегату:

$$\mathcal{G}_p = \mathcal{G}_{\text{од.}}(1 - \tau), \quad (3.9)$$

де $\mathcal{G}_{\text{од.}}$ – швидкість руху без урахування моменту буксування, км/год.;

					СЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

τ - коефіцієнт буксування, для групи колісних тракторів $\tau = 0,15$, групи гусеничних $\tau = 0,08$;

$$g_p = 11,72 \cdot (1 - 0,15) = 9,96 \text{ км/год.}$$

$$g'_p = 10,68 \cdot (1 - 0,08) = 9,82 \text{ км/год.}$$

Тепер визначимо продуктивність посівних агрегатів за годину змінного часу за такою формулою:

$$W_{\tilde{a}\tilde{a}} = 0,1 \cdot B_p \cdot g_p \cdot \zeta. \quad (3.10)$$

$$W_{\tilde{a}\tilde{a}} = 0,1 \cdot 3,6 \cdot 9,96 \cdot 0,57 = 2,04 \text{ га/год.}$$

$$W'_{\tilde{a}\tilde{a}} = 0,1 \cdot 3 \cdot 3,6 \cdot 9,82 \cdot 0,57 = 6,04 \text{ га/год.}$$

За вказаною формулою знайдемо витрати палива за годину для обох агрегатів:

$$Y_{\tilde{a}\tilde{a}} = \frac{g_p \cdot t_p + g_i \cdot t_i + g_\zeta \cdot t_\zeta}{\sum t}, \quad (3.11)$$

де g_p , g_p , g_ζ – відомі питомі витрати палива на виконання процесу сівби, поворотів в кінці гонів та зупинки, кг/год.;

t_p , t_p , t_ζ – час на виконання вищевказаних операцій, год.

$$\sum t = t_p + t_i + t_\zeta. \quad (3.12)$$

$$t_p = 7 \cdot 0,86 = 6,02 \text{ год.}$$

$$t_i = 7 \cdot 0,11 = 0,77 \text{ год.}$$

$$t_\zeta = 7 \cdot 0,04 = 0,28 \text{ год.}$$

$$Y_{\tilde{a}\tilde{a}} = \frac{13 \cdot 6,02 + 7 \cdot 0,77 + 1,2 \cdot 0,28}{7} = 11,99 \text{ кг/год.}$$

$$Y'_{\tilde{a}\tilde{a}} = \frac{17 \cdot 6,02 + 10 \cdot 0,77 + 1,9 \cdot 0,28}{7} = 15,79 \text{ кг/год.}$$

Визначимо витрати палива на 1 га поля при сівбі за формулою:

$$Y_{\tilde{a}\tilde{a}} = \frac{Y_{\tilde{a}\tilde{a}}}{W_{\tilde{a}\tilde{a}}}, \quad (3.13)$$

					СЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Y_{\hat{a}\hat{a}} = \frac{11,99}{2,04} = 5,87 \text{ кг/га.}$$

$$Y_{\hat{a}\hat{a}} = \frac{15,79}{6,04} = 2,61 \text{ кг/га.}$$

Розрахуємо витрати праці на посів площі озимою пшеницею за формулою:

$$\ddot{I} = \frac{S \cdot \sum n}{W_{\hat{a}\hat{a}}}, \quad (3.14)$$

де S – площа поля з озимою пшеницею, га.

$\sum n$ – наявна кількість обслуговуючого персоналу.

$$\ddot{I} = \frac{150 \cdot 1}{2,04} = 73,52 \text{ чол.·год./поле.}$$

$$\ddot{I} = \frac{150 \cdot 1}{6,04} = 24,83 \text{ чол.·год./поле.}$$

Тепер визначимо всі витрати праці на 1 га за формулою:

$$Y_0 = \frac{n_{i\hat{a}\hat{o}} + n_{\hat{a}\hat{i}\hat{i}}}{W_{\hat{a}\hat{a}}}, \quad (3.15)$$

де $n_{i\hat{a}\hat{o}}$ – кількість обслуговуючого персоналу, що налаштовують посівний агрегат;

$n_{\hat{a}\hat{i}\hat{i}}$ – кількість допоміжного персоналу.

$$Y_0 = \frac{1}{2,04} = 0,49 \text{ чол.·год./поле.}$$

$$Y_0 = \frac{1}{6,04} = 0,17 \text{ чол.·год./поле.}$$

Проводимо розрахунок коефіцієнта робочих ходів за формулою:

$$\chi = \frac{L_{p.x}}{L_{p.x} + L_{x.x}}, \quad (3.16)$$

де $L_{p.x}$ – довжина робочих ходів посівним агрегатом, м;

$L_{x.x}$ – довжина холостих ходів посівним агрегатом, м.

					СЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$L_{p.x} = \frac{1500000}{3 \cdot 3,6} = 13888,8 \text{ м.}$$

$$L_{x.x} = \ell_{\dot{i}} \cdot m_{\dot{i}} + \ell_{\hat{a}}, \quad (3.17)$$

де $\ell_{\dot{i}}$ - довжина одного повороту, м;

$m_{\dot{i}}$ - кількість пройдених поворотів;

$\ell_{\hat{a}}$ - довжина виїзду агрегатом, м.

$$\ell_{\dot{i}} = 3 \cdot R_{\ddot{a}\hat{a}}., \quad (3.18)$$

де $R_{\ddot{a}\hat{a}}$ - радіус повороту посівного агрегату, м.

$$\ell_{\dot{i}} = 3 \cdot 7,5 = 22,5 \text{ м.}$$

$$m_n = \frac{L}{B_p}, \quad (3.19)$$

$$m_{\dot{i}} = \frac{1500}{3 \cdot 3,6} = 138,8$$

$$L_{x.x} = 21 \cdot 138,8 + 5 = 2919,8 \text{ м.}$$

$$\chi = \frac{13888,8}{13888,8 + 2919,8} = 0,83$$

Визначимо енерговитрати на 1 га поля для обох агрегатів за формулою:

$$\varepsilon = \frac{N}{W_{\hat{a}\ddot{a}}}, \quad (3.20)$$

де N – номінальна потужність кожного з агрегатів, кВт.

$$\varepsilon = \frac{58,9}{2,04} = 28,87 \text{ кВт·год./га}$$

$$\varepsilon' = \frac{51,5}{6,04} = 8,52 \text{ кВт·год./га}$$

Висновок: отже, вище проведені розрахунки підтвердили ефективність застосування на сівбі озимої пшениці вдосконаленого агрегату, а саме, продуктивність його збільшилась втричі, а витрати палива майже вдвоє скоротилися.

					СЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					<i>СЗ 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

опорно-приводних колеса; 7 – підніжна дошка; 8 – пальцевий загортач; 9 – металева підставка; 10 – дводискові сошники

Зернотукова сівалка СЗ-3,6А складається із таких основних складальних одиниць: висівні апарати для зерна пшениці і гранульованих мінеральних добрив, насіннєспроводи і дводискові сошники із загортачами. На брусі рами сівалки закріплений зернотуковий ящик. Він розділений перегородкою на два відділення, тобто переднє відділення – для зерна, а заднє – для мінеральних добрив. Потім до дна зернового відділення приєднано дві секції висівних апаратів для зерна, а до бокової стінки тукового відділення ящика – дві секції висівних апаратів для групи мінеральних добрив. В передній частині рами встановлено брус для кріплення сошників. До нього шарнірно з'єднуються повідки сошників. Залежно від різних модифікацій на сівалці можуть буди встановленні як правило дводискові рядкові і вузькорядні сошники, потім однодискові наральникові та інші. Для оперативного піднімання та упускання групи сошників на рамі встановлено гідроциліндр. Також у передній частині рами закріплена сниця з причіпним пристроєм для приєднання до трактору для утворення посівного агрегату. Позаду зернової сівалки з метою вирівнювання рельєфу поля, додатково встановлюють ланцюговий загортач, що має назву шлейф. Рама повністю спирається на два пневматичних опорно-приводних колеса , які мають діаметр 1245 мм. Для приведення в дію котушкових висівних апаратів є передавальний механізм.

Коробки змінних передач (КЗП) розміщені в центральній частині зернової сівалки . Кожна з них складається з двох відлитих бокових частин, з'єднаних між собою стяжними болтами. У цих боковинах на шарикових підшипниках встановлено два шестигранні вали: вхідний та вихідний. Так, на вихідному валу розташований блок із трьома зірочками, а відповідно, на вихідному – блок з п'ятьма зірочками. Рух від вхідного до вихідного вала забезпечується ланцюгом. Обидва блоки КЗП можуть вільно рухатися вздовж валів. Для характерного натягу ланцюга на квадратному валу закріплено ролик із кронштейном.

					СЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.3. Призначення та область використання зернотукової сівалки СЗ-3,6А.

Сівалка зернотукова універсальна СЗ-3,6А використовується для рядкової сівби зернових (пшениці, жита, ячменю, вівса) та зернобобових (гороху, сої, бобів) культур з одночасним внесенням у рядки групи мінеральних добрив.

Її можна і потрібно використовувати для сівби інших культур, які подібні до зернових за розмірами зерна та нормою висіву. Вона є причіпною і гідрофікованою.

Агрегатують одну сівалку з тракторами класу 0,9; 1,4, а кілька за допомогою зчіпок СП-16 з тракторами класу 3, 4, 5. Робоча швидкість близько $2,5 \div 3,5$ м/с.

4.4. Показники надійності сівалки

- Строк служби, років.....8
- Коефіцієнт готовності.....0,97
- Гарантійний строк експлуатації, місяців.....24
- Середньозмінний час технічного обслуговування, год., не більше.....0,35
- Питома сумарна оперативна трудомісткість технічного обслуговування, чол-год./год., не більше.....0,06
- Напрацювання на відмову, год., не менше.....30
- Питома сумарна оперативна трудомісткість усунення відмов, чол.-год./год.....0,06

4.5. Обґрунтування проведених змін в конструкції зернотукової сівалки СЗ-3,6А.

Суттєвим недоліком серійних зернових сівалок є недостатньо якісна робота висівного апарату. Головним елементом його є котушка, зуби якої формують жолобки і мають прямоточну конструкцію. В процесі роботи, особливо при висіву малих норм, виникає момент пульсації, що негативно впливає на рівномірність розподілу насіння у борозні. Тому з метою усунення цього недоліку запропоновано виготовляти котушку з косозубою поверхнею. Така конструкція

					СЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

дозволяє якісно висівати зернові культури, які мають різні форми та фізико-механічні властивості.

4.6. Технологічні розрахунки

Розрахунок катушкових висівних апаратів сівалки

Технологічний розрахунок катушкового висівного апарату зводиться до визначення його робочого об'єму, тобто кількості зерна що висівається в $см^3$ або в грамах за один оберт катушки, в залежності від заданої норми висіву Q (кг/га), ширини міжряддя в (см), також об'ємної маси ρ ($г/см^3$) та передаточного відношення механізму привода від опорно-приводного колеса сівалки до вала висівних апаратів.

Розрахунок виконується в наступному порядку.

Визначаємо кількість зерна, що висівається на 1 м довжини пройденого гону за формулою:

$$q_0 = Qv / 10^3, г. \quad (4.1)$$

Маса зерна, що висівається одним апаратом за 1 оберт ходових коліс, (з врахуванням ковзання коліс) визначається за такою формулою:

$$q_1 = q_0 \cdot \pi \cdot \ddot{A} / (1 - \varepsilon) = Q \cdot \hat{a} \cdot \pi \cdot \ddot{A} / 10^3 \cdot (1 - \varepsilon), \tilde{a}. \quad (4.2)$$

де $\ddot{A}$ – діаметр ходових коліс сівалки з врахуванням прогину шини $R_{CT} = 0,75 м$;

ε – коефіцієнт ковзання коліс, ($\varepsilon = 0,05$);

Визначаємо масу зерна, що висівається одним апаратом за 1 оберт катушки з врахуванням ковзання коліс сівалки:

$$q = q_1 / i^3 = q_0 \cdot \pi \cdot \ddot{A} / (1 - \varepsilon) \cdot i^3, \tilde{a} \quad (4.3)$$

де i – значення передаточного відношення від опорно-приводного колеса до вала висівних апаратів: $i = \frac{\ddot{A} \cdot \mathcal{G}_{\dot{E}i\ddot{O}}}{d \cdot \mathcal{G}_C}$; (тут d – діаметр катушки, $\mathcal{G}_{\dot{E}i\ddot{O}}$ – лінійна швидкість катушки, $\mathcal{G}_N$ – швидкість зернової сівалки).

Підставивши в останнє рівняння значення q_0 , ми отримаємо:

					СЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$q = Q \cdot \hat{a} \cdot \pi \cdot \ddot{A} / (10^3 \cdot (1 - \varepsilon) \cdot \cdot^3) \quad (4.4)$$

Якщо прийняти до уваги, що об'ємна маса зерна, що висівається, дорівнює $\rho (г/см^3)$, то відношення $q/\rho = v_0$ буде представляти собою робочий об'єм катушкового висівного апарату, тобто об'єм насіння що висівається за один оберт катушки.

$$V_0 = Q \cdot \hat{a} \cdot \pi \cdot \ddot{A} / (10^3 (1 - \varepsilon) \cdot \cdot^3 \cdot \rho), \tilde{n}^3. \quad (4.5)$$

Згідно літературних джерел при висіві насіння озимої пшениці серійним катушковим висівним апаратом при максимальній робочій довжині катушки ($l_p = 32 \tilde{n}$), кількість насіння що висівається за один оберт катушки дорівняє 22,5 г.

Тоді максимальна величина загального передаточного відношення механізму привода для забезпечення максимальної норми висіву, буде дорівнювати:

$$\begin{aligned} \cdot^3_{\zeta \ddot{A} \tilde{n} \ddot{A} \ddot{O}} &= Q_{\tilde{n} \ddot{A} \ddot{O}} \cdot \hat{a} \cdot \pi \cdot \ddot{A} / (q \cdot 10^3 \cdot (1 - \varepsilon)) = \\ &= 250 \cdot 15 \cdot 3,14 \cdot 1,18 / 22,5 \cdot 10^3 \cdot 0,95 = 0,650 \end{aligned}$$

Тоді знаходимо мінімальну величину передаточного відношення за такою формулою:

$$\begin{aligned} \cdot^3_{\zeta \ddot{A} \tilde{n} IIN} &= Q_{IIN} \cdot \hat{a} \cdot \pi \cdot \ddot{A} / (q \cdot 10^3 \cdot (1 - \varepsilon)) = \\ &= 60 \cdot 15 \cdot 3,14 \cdot 1,18 / 22,5 \cdot 10^3 \cdot 0,95 = 0,156 \end{aligned}$$

Розрахунок об'єму зернового бункера.

Об'єм бункера даної сівалки визначають:

1. Виходячи з умови достатньої тривалості роботи сівалки, від завантаження до завантаження;
2. Виходячи з умови оптимальної технологічної маси сівалки.

Для рядових сівалок об'єм бункера визначається за формулою:

$$V_A = \frac{(1,1 \dots 1,15) \cdot LBQ}{L_0 \cdot 10^4}, \quad (4.6)$$

					СЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де B – робоча ширина захвату зернової сівалки, м;

L_0 – шлях сівалки від заправки до заправки, м;

L – загальна довжина гонів, м;

$$L = L_r \cdot m, \quad (4.7)$$

де: L_r – довжина гону на полі (приймаємо 800 м).

m – кількість гонів, для того щоб заправка проходила на одній стороні поля, повинно бути парним (приймаємо 2 гони).

$$L = 800 \cdot 2 = 1600 \text{ м}$$

Тоді об'єм бункера сівалки буде дорівнювати:

$$V_A = \frac{1,15 \cdot 1600 \cdot 3,6 \cdot 220}{0,45 \cdot 10^4} = 323,84 \text{ дм}^3$$

Приймаємо $V_B = 453 \text{ дм}^3$ (такий же, як і у базової сівалки СЗ-3,6А).

Довжина самого ящика визначається за формулою:

$$l_{\text{я}} = v(n_c + 1), \quad (4.8)$$

де: v – ширина міжрядь;

n_c – кількість сошників встановлених на сівалці;

$$l_B = 0,15 \cdot (24 + 1) = 3,75 \text{ м}$$

Тоді площа поперечного перерізу ящика сівалки буде дорівнювати:

$$F_B = \frac{V_A}{l_B} = \frac{453}{3,75} = 12,08 \text{ м}^2 \quad (4.9)$$

Для того, щоб зерно та добрива не затримувалися на стінках бункера, кути нахилу їх до горизонту мають задовольняти наступну умову:

$$\beta > \varphi + \alpha_{\tilde{N}},$$

де: φ – кут тертя зерна або добрив об стінки бункера сівалки (для пшениці $\varphi = 22,5^\circ$);

α_c – кут нахилу сівалки, $\alpha_c = 30^\circ$.

Отже перевіряємо умову:

					СЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\beta > 22,5 + 30 = 52,5^{\circ}.$$

4.7. Кінематичний розрахунок механізму привода до висівних апаратів сівалки.

Вихідними даними для кінематичного розрахунку залишається величина передаточне відношення від валу привідних коліс сівалки до валу висівних апаратів і кінематична схема привода.

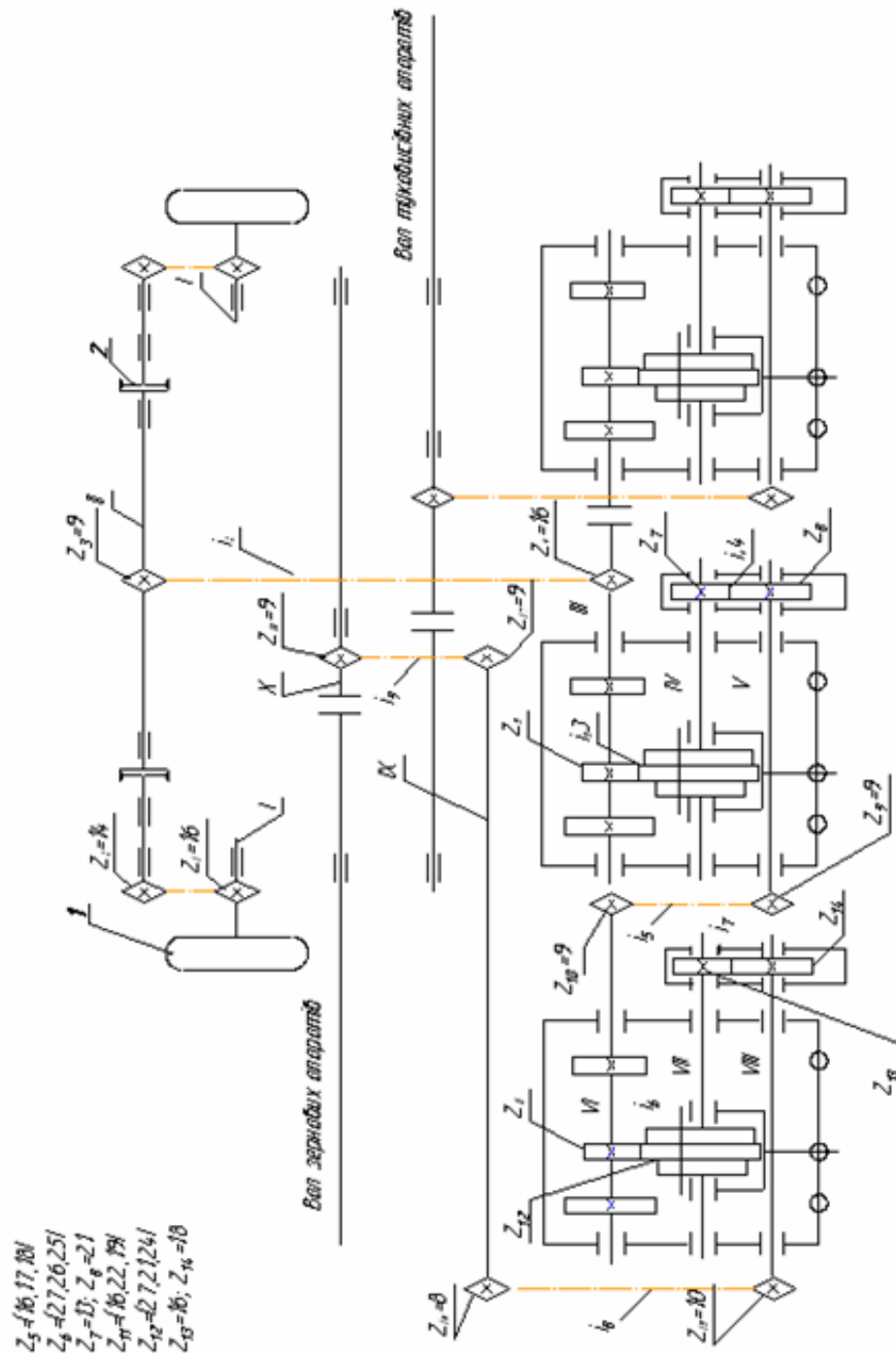


Рис. 2. Кінематична схема механізму приводу

					СЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахуємо механізм привода до висівних апаратів з мінімальним передаточним відношенням:

$$i_{ЗАГ.ЗЕРН.МИН} = 0,156 \text{ (див. технологічний розрахунок).}$$

$$\text{Задаємося: } z_1 = 16 \text{ і } z_2 = 14$$

$$\text{Тоді: } i_1 = \frac{z_1}{z_2} = \frac{16}{14} = 1,143$$

$$n_2 = n_1 \cdot i_1 = n_{ХК} \cdot 1,143$$

$$n_{ХК} = \frac{60 \cdot V_C (1 - \varepsilon)}{\pi \cdot \ddot{A}} = \frac{60 \cdot 3,3 \cdot (1 - 0,03)}{3,14 \cdot 1,18} = 51,84 \text{ об/хв.} \quad (4.10)$$

$$V_C - \text{об'єм зернової маси, що проходить через висівний апарат за один оборот, м}^3 \text{ / с (12 л / год.)}$$

$$\ddot{A} = 1,18 \text{ м (середнє значення радіуса кривої профілю зуба).}$$

$$n_2 = 51,84 \cdot 1,143 = 59,25 \text{ об/хв.}$$

$$\text{Задаємося: } z_3 = 9 \text{ і } z_4 = 16$$

$$\text{Тоді: } i_2 = \frac{z_3}{z_4} = \frac{9}{16} = 0,562$$

$$n_3 = n_2 \cdot i_2 = 59,25 \cdot 0,562 = 33,30$$

$$\text{Задаємося: } z_5 = 16 \text{ і } z_6 = 27 \text{ об/хв.}$$

$$\text{Тоді: } i_3 = \frac{z_5}{z_6} = \frac{16}{27} = 0,593$$

$$n_4 = n_3 \cdot i_3 = 33,30 \cdot 0,593 = 19,75$$

$$\text{Задаємося: } z_7 = 13 \text{ і } z_8 = 21$$

$$\text{Тоді: } i_4 = \frac{z_7}{z_8} = \frac{13}{21} = 0,619;$$

$$n_5 = n_4 \cdot i_4 = 19,75 \cdot 0,619 = 12,225 \text{ об/хв.}$$

$$\text{Задаємося: } z_9 = z_{10} = 9; i_5 = 1.$$

$$n_6 = n_5.$$

$$\text{Задаємося: } z_{11} = 16 \text{ і } z_{12} = 27$$

					СЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$i_6 = \frac{z_{11}}{z_{12}} = \frac{16}{27} = 0,593;$$

Тоді :

$$n_7 = n_6 \cdot i_6 = 12,25 \cdot 0,593 = 7,25 \text{ об/хвил.}$$

$$\text{Задаємося: } z_{13} = 16 \text{ і } z_{14} = 18$$

$$i_7 = \frac{z_{13}}{z_{14}} = \frac{16}{18} = 0,889;$$

Тоді

$$n_8 = n_7 \cdot i_7 = 7,25 \cdot 0,889 = 6,44 \text{ об/хвил.}$$

$$\text{Задаємося: } z_{15} = 10 \text{ і } z_{16} = 8$$

$$i_4 = \frac{z_7}{z_8} = \frac{13}{21} = 0,619;$$

Тоді:

$$n_5 = n_4 \cdot i_4 = 19,75 \cdot 0,619 = 12,225 \text{ об/хвил.}$$

Величину передаточного відношення останньої передачі знаходимо розрахунковим способом за формулою:

$$i_9 = \frac{i_{\text{середн.}}}{i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \cdot i_4 \cdot i_5 \cdot i_6 \cdot i_7 \cdot i_8} = \frac{0,156}{1,143 \cdot 0,562 \cdot 0,593 \cdot 0,619 \cdot 1 \cdot 0,593 \cdot 0,889 \cdot 1,25} = 1,004$$

$$\text{Задаємося: } z_{17} = z_{18} = 9$$

$$i_9 = 1,0;$$

Тоді:

$$n_{10} = n_9 \cdot i_9 = 8,06 \cdot 1,0 = 8,06 \text{ об/хвил.}$$

Виконуємо перевірку кінематичного розрахунку, для чого порівнюємо частоту обертання валу зернових апаратів n_{10} , отриману розрахунковим шляхом (послідовно розраховуючи оберти валів механізму приводу) і безпосередньо визначивши з урахуванням загального передаточного відношення.

В першому випадку: $n_{10} = 8,06 \text{ об/хвил.}$

А в другому:

$$n_{10} = n_1 \cdot i_{\text{середн.}} = n_{\text{ХК}} \cdot i_{\text{середн.}} = 51,84 \cdot 0,156 = 8,09 \text{ об/хвил.}$$

Різниця між цими значеннями складає: $\frac{8,09 - 8,06}{8,06} \cdot 100 = 0,4\%.$

					СЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Це свідчить про достатню точність виконаного розрахунку.

Розрахуємо механізм привода до висівних апаратів з максимальним передаточним відношенням:

$$i_{ЗАГ.ЗЕРН.МАХ} = 0,650 \text{ (див. технологічний розрахунок).}$$

$$\text{Задаємося: } z_1 = 16 \text{ і } z_2 = 14$$

$$\text{Тоді: } i_1 = \frac{z_1}{z_2} = \frac{16}{14} = 1,142$$

$$n_2 = n_1 \cdot i_1 = n_{ХК} \cdot 1,142$$

$$n_{ХК} = \frac{60 \cdot V_C (1 - \varepsilon)}{\pi \cdot \ddot{A}} = \frac{60 \cdot 3,3 \cdot (1 - 0,03)}{3,14 \cdot 1,18} = 51,84 \text{ рад / с}$$

$$V_C = 3,3 \text{ м / с (12 км / год.)}$$

$$D = 1,18 \text{ м (з урахуванням прогину шин).}$$

$$n_2 = 51,84 \cdot 1,142 = 59,245 \text{ рад / с}$$

$$\text{Задаємося: } z_3 = 9 \text{ і } z_4 = 16.$$

$$\text{Тоді: } i_2 = \frac{z_3}{z_4} = \frac{9}{16} = 0,562$$

$$n_3 = n_2 \cdot i_2 = 59,245 \cdot 0,562 = 33,295 \text{ рад / с}$$

$$\text{Задаємося: } z_5 = 17 \text{ і } z_6 = 26$$

$$\text{Тоді: } i_3 = \frac{z_5}{z_6} = \frac{17}{26} = 0,653;$$

$$n_4 = n_3 \cdot i_3 = 33,295 \cdot 0,653 = 21,76 \text{ рад / с}$$

$$\text{Задаємося: } z_7 = 13 \text{ і } z_8 = 21$$

$$\text{Тоді: } i_4 = \frac{z_7}{z_8} = \frac{13}{21} = 0,619;$$

$$n_5 = n_4 \cdot i_4 = 21,76 \cdot 0,619 = 13,475 \text{ рад / с}$$

$$\text{Задаємося: } z_9 = z_{10} = 9; i_5 = 1.$$

$$n_6 = n_5.$$

$$\text{Задаємося: } z_{11} = 19 \text{ і } z_{12} = 24$$

					СЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\text{Тоді: } z_6 = \frac{z_{11}}{z_{12}} = \frac{19}{24} = 0,791;$$

$$n_7 = n_6 \cdot i_6 = 13,475 \cdot 0,791 = 10,659 \text{ / } \delta \hat{a}$$

$$\text{Задаємося: } z_{13} = 16 \text{ i } z_{14} = 18$$

$$\text{Тоді: } z_7 = \frac{z_{13}}{z_{14}} = \frac{16}{18} = 0,889;$$

$$n_8 = n_7 \cdot i_7 = 10,659 \cdot 0,889 = 9,475 \text{ / } \delta \hat{a}$$

$$\text{Задаємося: } z_{15} = 10 \text{ i } z_{16} = 8$$

$$\text{Тоді: } z_8 = \frac{z_{15}}{z_{16}} = \frac{10}{8} = 1,25;$$

$$n_9 = n_8 \cdot i_8 = 9,475 \cdot 1,25 = 11,844 \text{ / } \delta \hat{a}$$

Величину передаточного відношення останньої передачі знаходимо розрахунковим способом за формулою:

$$z_9 = \frac{z_{\text{ЧАМІН}}}{z_1 \cdot z_2 \cdot z_3 \cdot z_4 \cdot z_5 \cdot z_6 \cdot z_7 \cdot z_8} =$$

$$= \frac{0,650}{1,142 \cdot 0,562 \cdot 0,653 \cdot 0,619 \cdot 1 \cdot 0,791 \cdot 0,889 \cdot 1,25} = 2,850$$

$$\text{Задаємося: } z_{17} = z_{18} = 9$$

$$\text{Тоді: } z_9 = 2,850;$$

$$n_{10} = n_9 \cdot i_9 = 11,844 \cdot 2,850 = 33,761 \text{ / } \delta \hat{a}$$

4.8. Силовий аналіз машини

4.8.1. Розрахунок на повздовжню стійкість агрегату.

Розглянемо рух посівного агрегату на підйом під кутом α до горизонту.

Треба відмітити, що перекидання трактора з таким агрегатом можливе відносно вісі О. Тому складемо рівняння моментів усіх сил, що діють на агрегат, відносно цієї осі.

$$N = G a \cos \alpha - G h \sin \alpha - P_{\hat{e}\hat{o}} h_{\hat{e}\hat{o}}, \quad (4.11)$$

					СЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де: N – нормальна реакція ґрунту на направляючі колеса трактора, Н;

L – повздовжня база колісного трактора, м;

G – сила ваги самого трактора, Н;

a, h – відповідно координати центра ваги колісного трактора, м;

α – кут підйому посівного агрегату до горизонту, градуси;

$P_{\text{ед}}$ – сила тяги на гаку, Н;

$h_{\text{ед}}$ – висота шарніра кріплення снічі посівної машини до трактора.

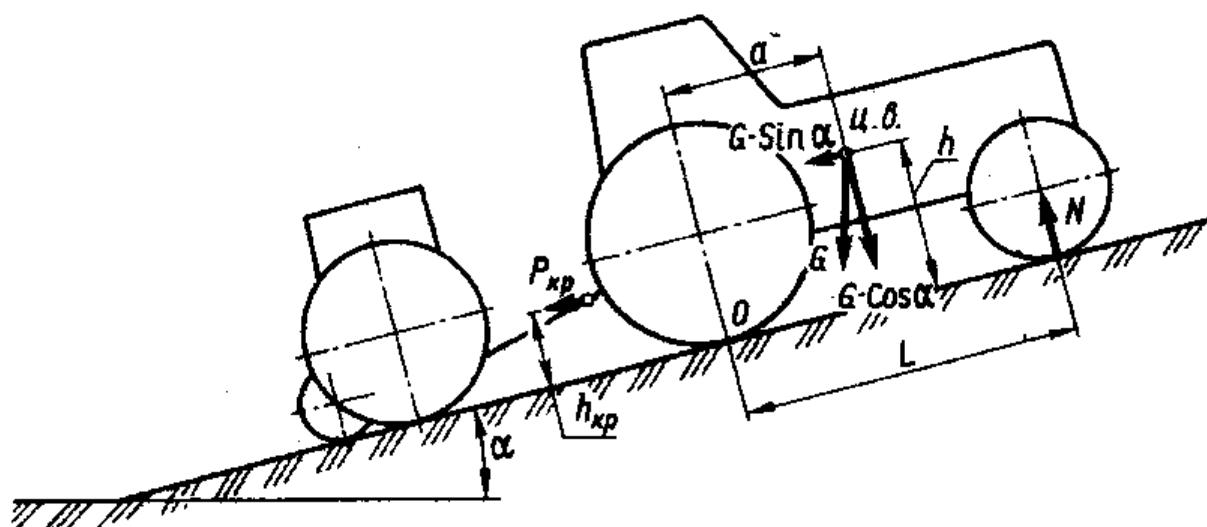


Рис. 3. Розрахункова схема сил, що діють на колісний трактор

Стійкість колісного трактора МТЗ-82 порушиться при якомусь критичному куті підйому схилу, який визначається за наступною формулою:

$$\operatorname{tg} \alpha_{\text{ед}} = \frac{\left(G^2 a h - P_{\text{ед}} h_{\text{ед}} \sqrt{G^2 (h^2 + a^2)} - P_{\text{ед}} h_{\text{ед}} \right)}{\left(G^2 h^2 - P_{\text{ед}} h_{\text{ед}} \right)}, \quad (4.12)$$

Тоді:

$$\operatorname{tg} \alpha_{\text{ед}} = \frac{36^2 \cdot 0,275 \cdot 0,821 - 3,727 \cdot 0,65 \cdot \sqrt{36^2 (0,821^2 + 0,724^2)} - 3,727^2 \cdot 0,65^2}{36^2 \cdot 0,821^2 - 3,727^2 \cdot 0,65^2} = 0,779$$

$$\alpha = \operatorname{arctg} 0,779 = 38^\circ$$

					СЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тобто, при куті підйому схилу більшому ніж 38° стійкість колісного трактора МТЗ-82 порушується і він не може небезпечно далі рухатись.

4.9. Енергетичний розрахунок.

Енергетичний розрахунок виконується з певною метою отримання вихідних даних для агрегування машини або знаряддя з трактором.

Для вибору колісного трактора згідно його тягових можливостей необхідно знати тяговий опір зернової сівалки, значення робочої швидкості посівного агрегату та силу тяги на гаку трактора.

Оптимальним завантаженням трактора вважається, коли виконується рівність:

$$R_{\text{тр.}} = (1,1 \dots 1,2) P_c \quad (4.13)$$

де: E_n - тяговий опір зернотукової сівалки, Н;

$R_{\text{од}}$ - сила тяги колісного трактора;

$$P_c = nR_x + \mu(G_c - G' - nR_H) \pm G_c \sin \alpha \quad (4.14)$$

де: n - кількість сошників на сівалці СЗ-3,6А;

R_x - сила опору одного сошника сівалки;

μ - чинник, що враховує перекочування коліс по обробленому полю і дорівнює $\mu = 0,2 \dots 0,25$.

α - кут нахилу поля; $\alpha = 8^\circ$ (згідно агротехнічних вимог).

Тепер розраховуємо тах значення тягового опору зернотукової сівалки СЗ-3,6А, тобто при русі самої сівалки вгору за схилом поля. В такому випадку доданок $G_c \sin \alpha$ беремо зі знаком „+”.

$$P_c = 24 \cdot 100 + 0,25(18390 - 3097 - 12 \cdot 116,4 - 12 \cdot 109) + 18390 \cdot \sin 8 = 8106,8 \text{ Н.}$$

$$G' = n \cdot Q = 12 \cdot 12,8 + 12 \cdot 13 = 3097 \text{ Н.}$$

$$R = 1,2 \cdot 8106,8 = 9,728 \text{ кН.}$$

При виборі посівного агрегату враховуємо, по-перше, що використання тягового опору на гаку колісного трактора має бути не нижча ніж 80%, щоб уникнути непродуктивних втрат, потім по-друге, продуктивність даного посівного агрегату має бути максимальною для конкретних умов, за рахунок

					СЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

оптимального співвідношення робочої ширини захвату та значення робочої швидкості з метою підвищення продуктивності. Виходячи з повного розрахункового опору зернової сівалки $R_c=8,107$ кН та швидкості роботи посівного агрегату $v=10$ км/год. вибираємо колісний трактор з найбільш близьким тяговим зусиллям при розрахованій вище робочій швидкості. Це трактор МТЗ-82, який при швидкості руху 10 км/год. має відповідне тягове зусилля у 11,6 кН.

Визначаємо коефіцієнт використання потужності колісного трактора за такою формулою:

$$K_{a.i.} = \frac{R_c}{D_{\delta\delta.}} \quad (4.15)$$

де: $R_c=9,728$ - опір зернової сівалки на сівбі;

$P_T=11,6$ - тягове зусилля на гаку колісного трактора при швидкості 9,97 км/год.

$$K_{a.i.} = \frac{9,728}{11,6} = 0,83$$

Тобто $K_{a.i.} > 0,8$, тому колісний трактор МТЗ-82 задовольняє чинним умовам агрегування із зернотуковою сівалкою СЗ-3,6А.

4.10. Розрахунок на міцність.

4.10.1. Розрахунок зубчастої передачі.

Проведемо розрахунок зубчастої прямозубої зубчастої передачі первинний вал, вторинний вал коробки передач:

Вихідні наступні данні: частота обертання ведучого валу $n_3 = 29,4 \text{ об/хв.}$, частота обертання веденого валу коробки $n_4 = 19,3 \text{ об/хв.}$, навантаження постійне, спокійне. Максимальний крутний момент $M=36,70$ Нм. Потім строк служби 10000 год. Число зубів: шестерні $Z_5 = 17$, опорного колеса $Z_6 = 26$.

Вибір матеріалу та допустимих напружень для шестерні і колеса. Вибираємо матеріал для шестерні і колеса – сталь Ст5 (поковка); термообробка – нормалізація.

					СЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для шестерні: $G_B=570\text{МПа}$; $G_T=270\text{МПа}$; $HB_1=170$.

Для колеса: $G_B=570\text{МПа}$; $G_T=260\text{МПа}$; $HB_2=170$.

Визначимо допустиме напруження згину для шестерні за такою формулою:

$$[G_F] = \frac{G_{F \lim_1} \cdot Y_S \cdot Y_R}{S_F}; \quad (4.16)$$

де $G_{F \lim_1}$ - гранична витривалість зубів на згин;

Y_S - коефіцієнт, що враховує чутливість матеріалу до концентрації напружень у функції від модуля зачеплення. Для проектного розрахунку $Y_S = 1$

$Y_R = 1$ – коефіцієнт, що враховує шорсткість перехідної поверхні зуба.

S_F – коефіцієнт безпеки.

Границя витривалість зубів на згин визначається за формулою:

$$G_{F \lim_1} = G_{F \lim_1}^{\circ} \cdot K_{FC} \cdot K_{FL_1}; \quad (4.17)$$

де $K_{FC}=1$ – коефіцієнт, що враховує вплив двохстороннього прикладання навантаження.

K_{FL_1} – коефіцієнт довговічності.

$$G_{F \lim_1}^{\circ} = 1,8 HB_1 = 1,8 \cdot 170 = 306 \text{ МПа};$$

Коефіцієнт довговічності визначається за такою формулою:

$$K_{FL_1} = \sqrt[m_F]{N_{FO} / N_{FE_1}}; \quad (4.18)$$

де $m_F = 6$ – показник ступеню витривалості при згині.

$N_{F_0} = 4 \cdot 10^6$ – базове число циклів переміщення напружень.

N_{FE_1} – еквівалентне число циклів переміни напружень.

$$N_{FE_1} = N_{\Sigma_1} = 60 \cdot n_3 \cdot t_2 = 60 \cdot 29,3 \cdot 10000 = 26,4 \cdot 10^6; \quad (4.19)$$

Оскільки $N_{FE_1} = 26,4 \cdot 10^6 > N_{F_0} = 4 \cdot 10^6$, то за рекомендаціями приймаємо $K_{FL_1}=1,0$

Відповідно:

$$G_{F_1 \lim_1} = 306 \cdot 1 \cdot 1 = 306 \text{ МПа};$$

Коефіцієнт безпеки роботи буде дорівнювати:

					СЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S_F = S_F^1 \cdot S_F^2 = 1,75 \cdot 1,5 = 2,625; \quad (4.20)$$

де $S_F^1 = 1,75$ – коефіцієнт, що враховує спосіб термообробки деталі.

$S_F^2 = 1,5$ – коефіцієнт, що враховує спосіб отримання і умови експлуатації колеса.

З урахуванням знайдених невідомих ми можемо вирішити як:

$$[G_{F_1}] = \frac{306}{2,625} \cdot 1 \cdot 1 = 116 \text{ МПа};$$

Знайдемо допустиме напруження на згин для зуба колеса:

$$[G_{F_2}] = \frac{G_{F_1 \lim_2} \cdot Y_S \cdot Y_R}{S_F}; \quad (4.21)$$

Складові рівняння знайдемо аналогічно вищевказаних:

$$G_{F \lim_2} = G_{F \lim_2}^\circ \cdot K_{FC} \cdot K_{FL_2}; \quad (4.22)$$

$$G_{F \lim_2}^\circ = 1,8 HB_2 = 1,8 \cdot 170 = 306 \text{ МПа};$$

Коефіцієнт $K_{FC} = 1$;

$$K_{FL_2} = \sqrt[6]{\frac{N_{F_0}}{N_{FE_2}}};$$

$$\text{де } N_{FE_2} = N_{\Sigma_2} = 60 \cdot n_4 \cdot t_2 = 60 \cdot 19,3 \cdot 10000 = 44,6 \cdot 10^6;$$

Оскільки: $N_{FE_2} = 44,6 \cdot 10^6 > N_{F_0} = 4 \cdot 10^6$, то приймаємо $K_{FL_2} = 1$;

$$\text{Тоді: } G_{F \lim_2} = 306 \cdot 1 \cdot 1 = 306 \text{ МПа};$$

$S_F = 2,625$; $Y_S = 1,0$; $Y_R = 1,0$.

$$[G_{F_2}] = \frac{306}{2,625} \cdot 1 \cdot 1 = 116 \text{ МПа};$$

Розрахуємо допустиме напруження на згин при розрахунку на дію максимального навантаження для зуба шестерні:

$$[G_{FM_1}] = \frac{G_{F \lim M_1}}{S_{FM}} \cdot Y_S; \quad (4.23)$$

де $G_{F \lim M_1}$ – гранична пружність, що не викличе остаточних деформацій або пружного зламу.

					СЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$S_{FM} = 2,625$ – коефіцієнт безпеки.

$Y_S = 1$ – коефіцієнт чутливості.

$$G_{F \lim M_1} = 4,8 HB_1 = 4,8 \cdot 170 = 816 \text{ МПа};$$

Тоді, з урахуванням знайдених невідомих:

$$[G_{FM_1}] = \frac{816}{2,625} \cdot 1,0 = 311 \text{ МПа};$$

Провівши аналогічні розрахунки для зубчастого колеса встановимо, що:

$$[G_{FM_1}] = [G_{FM_2}] = 311 \text{ МПа};$$

Оскільки і колесо, і шестерня виготовленні з одного матеріалу і мають однакову твердість зубів.

Розрахуємо допустиме контактне напруження при розрахунку на дію максимального навантаження для зуба шестерні.

$$[G_{HM_1}] = 2,8 \cdot G_{T_1} = 2,8 \cdot 270 = 756 \text{ МПа}; \quad (4.24)$$

Для зуба колеса отримаємо:

$$[G_{HM_2}] = 2,8 \cdot G_{T_{21}} = 2,8 \cdot 260 = 728 \text{ МПа}; \quad (4.25)$$

Розраховуючи зуби на витривалість при згині обчислимо модуль зачеплення.

$$m = \sqrt[3]{\frac{2 \cdot T_{F_1} \cdot K_{F\beta} \cdot K_{F\alpha} \cdot K_{FV} \cdot \cos^2 \beta}{z_1^2 \cdot \psi_d \cdot [G_{F_1}]} \cdot Y_{R_1} \cdot Y_S}; \quad (4.26)$$

де $K_{F\alpha} = 1$ – коефіцієнт, що враховує розподілення навантаження між зубцями.

$K_{F\beta} = 1$ – коефіцієнт, що враховує вплив нахилу зуба на напружений стан зубців.

K_{FV} – коефіцієнт, що враховує вплив колової швидкості обертання зубчастих коліс.

$\beta = 0$ – кут нахилу зубів.

$z_1 = 16$ – кількість зубів шестерні.

$\psi_d = 0,8$ – коефіцієнт ширини зубчастого вінця.

					СЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для визначення коефіцієнту K_{FV} знайдемо колову швидкість обертання зубчастих коліс.

$$\vartheta = 0,0125 \cdot \sqrt[3]{\frac{M_3 \cdot n_3}{9550}} = \sqrt[3]{\frac{36,70 \cdot 29,4}{9550}} = 0,111 \text{ / } \tilde{n}; \quad (4.27)$$

При даній швидкості потрібна ступінь точності передачі – 9

Коефіцієнт, що враховує динамічне навантаження буде рівним: $K_{FV} = 1,013$.

Коефіцієнти зубів для шестерні і колеса відповідно:

$$Y_{F_1} = 3,85 \text{ і } Y_{F_2} = 4,1.$$

Підставимо знайдені величини:

$$m = \sqrt[3]{\frac{2 \cdot 80 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,013 \cdot \cos^2 0 \cdot 3,85 \cdot 1}{27^2 \cdot 0,8 \cdot 116}} = 4,89 \text{ мм};$$

Приймаємо: $m=5 \text{ мм}$

					СЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Охорона праці.

5.1. Обґрунтування заходів безпеки при завантаженні посівного агрегату посівними матеріалами та мінеральними добривами.

Для обґрунтування заходів безпеки при завантаженні посівного агрегату посівними матеріалами та мінеральними добривами виконують розрахунок пружини механізму відкривання (закривання) кришки бункера.

Вихідні дані:

$$P_1=12 \text{ кгс} \quad P_2=35 \text{ кгс} \quad h=50 \text{ мм} \quad D=15 \text{ мм} \quad z_1=12,6 \text{ кгс/мм}$$

По заданим параметрам визначаємо жорсткість пружини за формулою :

$$Z=(P_2-P_1)/h; \quad (5.1)$$

де: P_1 – сила пружини при робочій деформації, кгс;

P_2 - сила пружини при попередній деформації, кгс;

h – хід пружини, мм ;

$$Z =(35-12)/50=0.46 \text{ кгс/мм}$$

Кількість витків пружини за формулою:

$$n=z_1/z; \quad (5.2)$$

де: z_1 – жорсткість одного витка пружини, кгс/мм;

z – жорсткість пружини, кгс/мм

$$n=12,6/0,46=27 \text{ витків}$$

Розраховуємо деформацію пружини за такою формулою:

$$F_1=P_1/z \quad (5.3)$$

$$F_1=12/0,46=26,08$$

Тепер розраховуємо висоту пружини за формулою:

$$H_0=(n+1) \cdot d; \quad (5.4)$$

де: d - діаметр дроту, мм

$$H_0=(27+1) \cdot 2=56 \text{ мм}$$

5.2. Інструкція по техніці безпеки.

При розконсервуванні:

Суворе дотримання правил техніки безпеки обов'язково для осіб, що обслуговують сівалку та трактор. Трактористу, як і обслуговуючому персоналу,

					СЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

необхідно вивчити безпечні методи праці відповідно існуючої конструкції. Особи, які не досягли 18-и років, до обслуговування категорично не допускається.

Проводити прийомку, навантаження, розвантаження зернової сівалки, а також роботи щодо підготовки сівалки до роботи, її обслуговуванню при постановці і зниженню строку збереження під керівництвом механіка з використанням вантажопідйомних механізмів, що включають підняття важких частин вручну.

Проводити строповку тільки в окремих місцях при завантажувально-розвантажувальних роботах, прийняти міри проти самовільного перевертання сівалки.

При процесі транспортування:

Транспортувати сівалку на великі відстані і по поганим дорогам автотранспортом дозволяється у разі надійного закріплення її в кузові автомашини. При транспортуванні сівалки по дорогам загального призначення, з інтенсивним рухом, дозволяється у разі повернення і дофіксовки кронштейнів маркерів. Знаходитись на сівалці будь-кому при транспортуванні суворо забороняється. Транспортувати сівалку в темні години доби, або в інших умовах недостатньої видимості, наприклад тумані, – не рекомендується. Транспортувати сівалку через залізницю категорично заборонено. Знаходитися будь-кому між трактором і сівалкою, або поблизу сівалки під час навішування її на трактор, також категорично забороняється.

При технічному процесі обслуговуванні:

Не допускається паління, а також запалювання вогнища. Повідомити персонал, що проводить фарбування та консервацію, про ступінь отруйних речовин, а також про міри першої допомоги при нещасному випадку. Після закінчення роботи по фарбуванню та консервації, осіб, які мають порізи, подразнення шкіри та інші її пошкодження на відкритих ділянках тіла, направити на медичний огляд. Використовувати респіратор для захисту дихальної системи при виконанні малярних робіт. Монтаж і технічне обслуговування сівалки проводити тільки при виключеному двигуні і підставлених під раму підставках.

					СЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. Висновки.

В даній бакалаврській роботі запропоновано вдосконалити механізацію вирощування озимої пшениці. Розглянуто аналіз існуючої технології вирощування цієї культури та визначенні конкретні шляхи її удосконалення.

Запропоновані зміни в технології сівби, а саме використання широкозахватного посівного агрегату, дозволило суттєво підняти його продуктивність і при цьому скоротити витрати дизельного пального. Також розроблені технологічна та операційно-технологічна карти. Всі задіяні машини та знаряддя дозволили своєчасно виконувати весь перелік операцій щодо вирощування озимої пшениці.

В інженерній частині даної роботи з метою покращення рівномірності висіву насіння запропоновано конструкцію катушки з похилими жолобками і з прямим клапаном. При цьому проведені відповідні кінематичні, силові та розрахунки деталей на міцність.

В розділі з охорони праці обґрунтовано безпечні заходи при завантаженні посівного агрегату посівними матеріалами та мінеральними добривами. Проведено розрахунок пружини механізму відкривання (закривання) кришки бункера та розглянуті основні вимоги при транспортуванні сівалки та її технічному обслуговуванні.

					<i>СЗ 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список літератури

1. Сисолін П.В., Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування, Книга 1. Машини для рільництва / за ред. Черновола М.І. – К. Урожай, 2001. – 384 с.
2. Сисолін П.В. Сільськогосподарські машини (практичні заняття): навч. посібник. / Сисолін П.В., Сало В.М., Свірень М.О. – Кіровоград: Рай. друкарня, 2002. – 131 с.
3. Машини 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. URL: <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/5475>
4. 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. URL: <http://nmcbook.com.ua/wp-content/uploads/2017/10/Сільськогосподарські-машини.-Основи-теорії-та-розрахунку-.pdf>
5. Сисолін П.В., Рибак Т.І., Сало В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування, Книга 2. Машини для рільництва / за ред. Черновола М.І. – К. Урожай, 2002. – 359 с.
6. Сільськогосподарські та меліоративні машини: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.О. Дубровін, Т.Д. Іщенко та ін.; За ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2004. – 544 с.
7. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин: У 2 т. – Т. 1 (частина 1). Машини та знаряддя для обробітку ґрунту. – Харків: ОКО, 2001. – 443 с.
8. Хайлис Г.А. Основы теории и расчета сельскохозяйственных машин. – К.: Изд-во УСХА, 1992. – 235 с.

					СЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

[illegible]

[illegible]

[illegible]

