

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерно-технологічний
Кафедра агроінжинірингу

До захисту
Допускається
Завідувач кафедри

Шуляк М.Л.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти
на тему: «Вирощування зернових культур в умовах господарства Сумського району»

Виконав:

(підпис)

Бундюк А.В.
(Прізвище, ініціали)

Група:

ЗМЕХ 2001.

(Науковий) керівник:

(підпис)

Калнагуз О.М.
(Прізвище, ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерно-технологічний

Кафедра агроінжинірингу

Ступінь вищої освіти «Бакалавр»

Спеціальність 208 Агроінженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

агроінжинірингу

_____ Шуляк М.Л.

“ 6 ” вересня 2024 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

_____ Бундюк Алли Василівни _____

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Вирощування зернових культур в умовах господарства Сумського району»,
керівник роботи: Калнагуз Олексій Миколайович, старший викладач,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом закладу вищої освіти від “ 23 ” грудня 2024 року № 4221/ос
2. Строк подання здобувачем роботи: “ ” _____ 2025 року.
3. Вихідні дані до роботи: виробничо-фінансові звіти з господарства за останні роки; довідникова література; посібники; наукові журнали з даної тематики; статті з наукових збірників; матеріали отримані під час проходження переддипломної практики; Інтернет джерела; методичні рекомендації для виконання проекту (роботи).
4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):
Вступ. 1. Аналіз господарської діяльності підприємства. 2. Технологічна частина. 3. Конструктивна частина. Удосконалення серійного ґрунтообробного знаряддя. 4. Охорона праці. Загальні висновки. Список використаних джерел. Додатки.

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу:

1. Характеристика ННВК Сумського НАУ.
2. Техніко-експлуатаційні показники використання посівних агрегатів.
3. Операційно-технологічна карта на посів озимої пшениці
- 4 та 5. Конструктивна розробка. (Схеми удосконалення, Складальне креслення та Робочі креслення нестандартних деталей).
6. Техніка безпеки в рослинництві та Економічне обґрунтування використання посівних агрегатів

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання: “ 06 ” вересня 2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Погоджено з керівником кваліфікаційної роботи
1	Обрання теми	до 10.09.2024 р.	
2	Аналіз літературних джерел з обраної тематики	до 02.12.2024 р.	
3	Складання плану роботи	до 09.12.2024 р.	
4	Написання вступу	до 21.12.2024 р.	
5	Підготовка розділу 1 «Характеристика підприємства»	до 15.02.2025 р.	
6	Підготовка розділу 2 «Технологічна частина»	до 06.04.2025 р.	
7	Підготовка розділу 3 «Конструктивна частина»	до 26.04.2025 р.	
8	Підготовка розділу 4 та 5 «Охорона праці» та «Економічне обґрунтування»	до 01.05.2025 р.	
9	Написання загальних висновків	до 12.05.2025 р.	
10	Подання роботи на перевірку унікальності	до 17.05.2025 р.	
11	Подання роботи на рецензування	до 23.05.2025 р.	
12	Подання роботи до попереднього захисту	до 27.05.2025 р.	

Здобувач вищої освіти

_____ (підпис)

Бундюк А.В.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

_____ (підпис)

Калнагуз О.М.

_____ (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Бундюк Алла Василівна. «Вирощування зернових культур в умовах господарства Сумського району».

Кваліфікаційна (бакалаврська) робота на здобуття ступеня бакалавра за спеціальністю 208 Агроінженерія. – Сумський національний аграрний університет. – Суми, 2025. – 58 с.

Кваліфікаційна (бакалаврська) робота складається з п'яти розділів, вступу, загальних висновків, списку використаних джерел із 22 найменувань, додатків та графічної частини формату А1.

У роботі проаналізовано господарську діяльність навчально-науково-виробничого комплексу Сумського національного аграрного університету. Розглянуто структуру посівних площ, стан машинно-тракторного парку, особливості внесення органічних добрив та їх вплив на родючість ґрунтів і урожайність основних сільськогосподарських культур – озимої пшениці, ячменю та кукурудзи. В роботі описано тонкощі вирощування зернових культур, їх оптимальний термін посіву, строки посіву та немало важливий фактор – температура. Описані рекомендації на посів сівалками, та попередники. Зроблені технологічні розрахунки роботи висівного апарату та проведені техніко-експлуатаційні розрахунки двох посівних машинно-тракторних агрегатів; складена операційно технологічна карта на посів зернових культур. Запропонована конструкція котка-подрібнювача, дозволить краще та більш якісніше обробляти ґрунт після попередника. Наведені заходи з охорони праці дозволять зменшити кількість нещасних випадків. Проведено економічне обґрунтування використання посівних комплексів. Зроблені висновки.

Ключові слова: зернові культури, посів, врожайність, вологість ґрунту, посівне ложе, зернові сівалки, висівний апарат, швидкість, подрібнення рослинних залишків, коток, барабан, ніж, заземлення, техніка безпеки, економічне обґрунтування, вартість палива, експлуатаційні затрати, приведені витрати.

ABSTRACTS

Bundyuk Alla Vasylivna. "Growing of grain crops in the conditions of the economy of the Sumy district".

Qualification (bachelor's) work for obtaining a bachelor's degree in specialty 208 Agroengineering. - Sumy National Agrarian University. - Sumy, 2025. - 58 p.

Qualification (bachelor's) work consists of five sections, an introduction, general conclusions, a list of used sources from 22 names, appendices and a graphic part of the A1 format.

The work analyzes the economic activities of the educational, scientific and production complex of the Sumy National Agrarian University. The structure of sown areas, the state of the machine and tractor fleet, the features of the application of organic fertilizers and their impact on soil fertility and the yield of the main agricultural crops - winter wheat, barley and corn are considered. The work describes the subtleties of growing grain crops, their optimal sowing date, sowing dates and a very important factor - temperature. Recommendations for sowing with seeders and predecessors are described. Technological calculations of the operation of the sowing machine have been made and technical and operational calculations of two sowing machine-tractor units have been carried out; an operational technological map for sowing grain crops has been drawn up. The proposed design of the roller-chopper will allow better and higher quality processing of the soil after the predecessor. The listed labor protection measures will reduce the number of accidents. An economic justification of the use of sowing complexes has been carried out. Conclusions are drawn.

Keywords: grain crops, sowing, yield, soil moisture, seedbed, grain planters, seeding device, speed, crushing of plant residues, roller, drum, knife, grounding,

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. ХАРАКТЕРИСТИКА ДІЯЛЬНОСТІ ННВК СУМСЬКОГО НАУ.....	9
1.1. Розташування та напрямок.....	9
1.2. Землекористування та структура посівних площ.....	10
1.3. Склад і використання МТП господарства.....	11
1.4. Матеріальна база технічного обслуговування.....	13
2. 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	
Вирощування зернових культур в господарстві.....	15
2.1. Технологія вирощування зернової культури.....	15
2.2. Технологічні розрахунки роботи висівних апаратів.....	28
3. КОНСТРУКТИВНА РОЗРОБКА	
Модернізація базової моделі котка для подрібнення	
рослинних решток.....	35
4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	46
5. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ	
ПОСІВНИХ АГРЕГАТІВ.....	49
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	54
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	55
ДОДАТКИ.....	48

ВСТУП

Для реалізації більш ефективних технологій вирощування сільськогосподарських культур і комплексної механізації с/г виробництва з неодмінним підвищенням навичок в використанні техніки, є головними напрямками в інтенсифікації.

Головні особливості:

- обробіток великої площі, під час яких агрегати проходять немалу відстань;
- Технологічні операції повинні здійснюватися у відведений час і постійно за короткий термін;
- Робота на полі потребує велику кількість різних робіт, під час яких використовується не мала кількість машин;
- Виробництва розташовані в різних ґрунто-кліматичних зонах;
- Під час роботи механізми взаємодіють з живими організмами, із різними властивостями.

Сільськогосподарське виробництво держав опирається на використання най-сучасніших технологій і техніки, які з часом стають складнішими через свою модернізацію з часом. Щоб підтримувати добрі темпи працездатності в машинно-тракторному господарстві потрібні: кваліфікований керівник, раціональне використання техніки під час виконання робіт, добре навчений персонал, який буде обслуговувати техніку (ремонт і зберігання) і ресурси.

Завдяки використанню сучасних технологій, які прогресують, можливо отримати цілком конкурентоздатну продукцію, яка займає провідне місце в сільському господарстві. Норма висіву — змінна величина, що залежить від цілої низки факторів: сорт, якість насіннєвого матеріалу, густина продуктивного стеблостою, місцевість, термін висіву, якість насіннєвого ложа. На жаль, у більшості випадків аграрії беруть до уваги лише очікувану густоту стеблостою та погодні умови, тоді як варто враховувати усі чинники.

Через ріст енергоозброєності і підвищенню якості техніки сильно посилюється роль інженерних служб, головним обов'язком яких є покращення використання і зберігання техніки, а також можливість ремонтних робіт і ефективного технічного обслуговуванні, з мінімальним використання потрібних матеріалів.

Для отримання високих економічних показників і ефективну якісну роботу, вибирають ряд найефективніших і раціональних агрегатів, включно з машиною та її знаряддям.

Най актуальнішим питанням перед виробниками є правильна комплектація агрегатів і їх використання, тому зараз більшість с/г країн піддержують рентабельність і прибутковість через правильну організацію машинно-тракторного парку. Комплектують тракторні пари з урахуванням розміру поля, його рельєфу, об'єму роботи на даному полі та ще багато інших факторів.

1. ХАРАКТЕРИСТИКА ДІЯЛЬНОСТІ ННВК СУМСЬКОГО НАУ

Сумський національний аграрний університет

1.1. Розташування та напрямок.



Сумський національний аграрний університет — це один з наймолодших закладів вищої освіти аграрного профілю України IV рівня акредитації розташований за адресою: 40021, вул. Герасима Кондратьєва, 160, м. Суми, 40021, Україна.

Матеріально-технічна база університету складається з 9 навчально-лабораторних приміщень загальною площею 105244 кв.м., майстерень для проведення лабораторно-практичних занять студентів інженерних спеціальностей, полігонів, споруд інженерно-технічного забезпечення, науково-дослідних підрозділів, сучасної актової зали на 450 місць.

Після проведення перерозподілу за напрямками підготовки загальна площа Сумського НАУ становить 364780 м², у тому числі навчальна площа — 243185, площа навчально-допоміжних споруд — 121595 м².

Зміцненню здоров'я студентів слугують стадіон «Колос», майданчики для літніх видів спорту з синтетичним покриттям, оздоровчо-відновлювальний центр, зала для настільного тенісу, траса для змагань з біатлону. Є крита спортивна зала.

В університеті функціонують 19 наукових лабораторій. У 2018 році наказом №444 від 2 травня 2018 року в університеті створений перший в Україні Центр колективного користування науковим обладнанням з новітніх агротехнологій "Лабораторія екологічного землеробства та природкористування". У забезпеченні навчального процесу препаратами тваринного та рослинного походження задіяні віварій (860 м²) та селекційно-насінницький комплекс (скло в мет. каркасі — 10322 м³).

1.2. Землекористування та структура посівних площ

Земля в СНАУ використовується досить інтенсивно про що свідчать врожаї основних сільськогосподарських культур, висока продуктивність тваринництва. Успішне впровадження інтенсивних технологій зернових, технічних та овочевих культур примушують керівництво формувати оптимальну структуру посівних площ та раціонально використовувати кожний гектар землі.

В підрозділах господарства встановлюються виробничі завдання по виходу продукції, розміри трудових, матеріальних витрат.

В практичній роботі керівники підрозділів керують виробничою діяльністю колективів. Бригадири відповідають за своєчасне і точне виконання робіт, забезпечують раціональну організацію праці механізаторів та працівників, дотримання правил внутрішнього розпорядку трудової та технологічної дисципліни, правильного ведення первинного обліку і звітності.

Структура земельних ресурсів СНАУ представлена в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Структура земельних площ

Найменування та вид використання землі	Площа, га
Загальна площа	424
Сільськогосподарські угіддя, в тому числі	399,6
- рілля	399,6
- пасовища, сіножаті	1,4
Сад	3

Структуру посівних площ і врожайність с. -г культур за останні роки приведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2

Структура посівних площ і врожайність основних с. -г культур

Культура	Площа, га	Врожайність ц/га
Зернові та зернобобові культури		
- пшениця озима	76	43,68
- ячмінь ярий	4	28,64
Технічні та масляничні культури		
- гірчиця	4	11
- соняшник	283	25
Картопля та овоче-баштанні культури		
- картопля	1	130
- капуста	0,5	96,39
- буряки столові	0,4	300
Кормові культури		
- кукурудза на силос	13	450,14
- багаторічні трави на сіно	30,9	40,0
- Однорічні трави	1,5	149,84

Найбільшу питому вагу в структурі посівних площ займає озима пшениця (76 га). Слід відмітити, господарство вирощує не тільки зернові а і інші (овочево-баштанні, картоплю, кормові) культури. Показники врожайності для 2020 року отримані достатньо високі для не дуже сприятливого клімату, особливо пшениця і кормові і силосні культури.

1.3. Склад і використання МТП господарства

Виробнича діяльність ННВК СНАУ не повністю забезпечена мобільними енергетичними засобами:

- тракторами та автомобілями;
- сільськогосподарськими машинами;
- стаціонарними енергетичними засобами (двигуном внутрішнього згорання і електродвигунами).

Структура машино – тракторного парку приведена в таблиці 1.3; сільськогосподарські машини для рослинництва в таблиці 1.4; наявність автомашин приведена в таблиці 1.5.

Таблиця 1.3

Склад тракторного парку

Марка тракторів	Ефективна потужність, кВт	Кількість, шт.	Сумарна ефективна потужність, кВт
Т – 150К	165	3	495
МТЗ – 80/82	75	4	300
Т – 25М	25	3	75
Т – 16	25	1	25
ДТ – 75М	75	1	75
Всього	365	12	970

Таблиця 1.4

Наявність автомашин в ННВК СНАУ

Марка автомашин	Потужність двигуна, кВт	Кількість автомашин, шт.	Сумарна потужність в кВт
ГАЗ – САЗ – 53Б	115	1	115
ЗИЛ – 130	150	1	150
КаМАЗ – 5410	210	2	420
ГАЗ 3302 ГАЗель	90	1	90
ГАЗ – 53А	80	1	80
Всього	645	6	855

Таблиця 1.5

Наявність комбайнів, сільськогосподарських машин в ННВК СНАУ

Назва	Марка	Кількість
Зернозбиральні комбайни	ДОН – 1500А	1
Плуги	ПЛН – 5 – 35, (ПЛН – 3 – 35)	3 (2)
Борони	(БЗТС – 1,0)	36
	АГ -2,4	1
Культиватори	КПС – 4	2
Розкидачі мінеральних добрив	МВУ-0,5	1
Підживлювачі – оприскувачі	ОМ-630	1
	ОПШ – 300	1

Сівалки	СЗ – 3,6	1
	СЗ – 5,4	1
	СЗТ – 3,6	1
	СПП – 4,2	1
Жатки	ЖВП– 4,9	1
Косарки	КС – 2,1	1
Причепи тракторні	2ПТС – 4	2
	ПТС – 6	1

1.4. Матеріальна база технічного обслуговування.

Для механічного обслуговування, поточного або аварійного ремонтів, до збирання, регулювання і зберігання сільськогосподарських машин функціонує ремонтна майстерня.

Таблиця 1.6.

Перелік основного обладнання майстерні

Назва обладнання	Марка	Кількість
Свердлильний верстат	2Н118	1
Настільно – свердлильний верстат	НС – 12А	1
Електрозварювальний апарат	ПСД – 300М	1
Компресорна установка	М – 155 – 2	1
Установка для миття	ОРГ – 4950	1

Таким чином з цієї таблиці видно що обладнання ремонтної майстерні не задовольняє потреби підприємства.

Технічне обслуговування, усунення несправностей машин, постановка їх на зберігання проводиться механізатором, який працював на машині, що становиться на зберігання. На жаль часто порушується графік проведення ТО або і зовсім не виконується, особливо в літній період, коли машини часто працюють без проведення ТО. Аналізуючи показники господарчої діяльності і стан механізації вирощування зернових та кормових культур можна зробити висновок, що вирощування цих культур в господарстві придбало інтенсивний характер. Але виявлено погіршення якості обробітку ґрунту, а також якість внесення добрив, як мінеральних, так і органічних. Також в господарстві погано організована підготовку техніки до польових робіт і системи догляду

за посівами. Причина полягає в тому, що підрозділу не вистачає коштів на запасні запчастини і на паливо – мастильні матеріали.

Основною задачею кваліфікаційної роботи по даному підприємству є розробка механізації технологічних процесів вирощування зернових культур з врахуванням досягнень науки і техніки при одночасному забезпеченні безпеки життєдіяльності при виробництві. Це дасть можливість підвищити якість обробітку ґрунту, зменшити агротехнічні строки і домогтися значно кращих результатів.

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

Вирощування зернових культур в господарстві

2.1. Технологія вирощування зернової культури.

Дата посіву та стан росту є дуже важливими для екологічного потенціалу посівів пшениці. Усім відомо, що в серпні, коли йдуть дощі зеленіють поля, де сіяли пшеницю, тому що насіння у вологому ґрунті проростає дуже швидко. Терміни посіву впливають на продуктивність рослин пшениці. Рання висадка – початок – середина вересня – вимагає надмірної обробки ґрунтів та призводить до надмірного куціння. Така рослина дає велику кількість пагонів – 7-8 і більше, що призводить до утворення великої маси зелені над землею. Врожайність культури швидко зростає, особливо якщо осінь тепла і дощова. При цьому засвоюється велика кількість мінеральних добрив, ще у період вегетації.

Досвід показує, що посіви, які були висаджені до 5 вересня, більше всього живилися вологою та мінеральними речовинами і утворили на землі таку потужну масу, що деякі рослини культури перейшли у фазу трубкування. Такі рослини у зимовий період можуть вимерзнути, тому що вони мають менше механічних тканин і схильні до відставання в рості, пошкодженні різними збудниками грибкових захворювань або хлібною мухою. Родючість таких посівів може бути знижена до 6 ц/га і навіть нижче.

Занадто пізній посів пшениці негативно впливає на процес росту озимої пшениці. Були такі випадки, коли озиму пшеницю висаджували не тільки на початку листопада, а й на початку грудня, і при цьому з'являлись перші сходи. Це може відбутись при незвично теплих днях у жовтні і листопаді. Але при пізній висадці уповільнюється куціння рослини, оскільки тривалість світлового дня і цей період скорочується. При цьому також уповільнюється формування кореневої системи.

Занадто рано або пізно посаджена пшениця недостатньо адаптована до впливу низьких температур взимку. Оскільки дуже ранній термін посадки

дозволяє рослинам швидко рости, утворюючи недостатньо важливих механічних тканин, тоді як надземні та кореневі тканини містять багато води. Частина цієї води не зможе зв'язатись кріопротекторами, створюючи передумови для вимерзання рослин у посіві.



Рис.2.1. Строки сівби

Насправді, оптимальний термін посіву залежить від кількох факторів: наявності продуктивної вологи в ґрунті, оптимальних температурних умов, особливостей сорту та відповідних способів вирощування.

Постійно виникає ситуація, коли оптимальні строки наближаються, але вологість орного шару недостатня. В такому випадку посів пшениці слід відкласти на деякий час, але якщо опадів все ще немає, можна починати посів навіть у сухий ґрунт. В іншому випадку період осінньої вегетації рослин пшениці значно скоротиться, що негативно позначиться на холодостійкості та загальній продуктивності культури.

Враховуючи нормальні умови розвитку культури при посіві в умовах дефіциту вологи та низького рівня засвоєння поживних речовин, застосовують внесення сучасних препаратів, необхідних для активізації розвитку кореневої системи. Крім того, у роки з тривалим періодом осінньої вегетації у посівах озимих зернових можуть спостерігатись масові ураження

листіків борошнистою росою, септоріозом, тому потрібно бути готовим до застосування фунгіцидів.

Щоб запобігти непродуктивним втратам поживних речовин восени і навесні і запобігти конкуренції посівів з бур'янами, восени рекомендується вносити гербіциди.

На оптимальні строки посіву пшениці також впливають і сортові особливості. Якщо в господарстві є така можливість, то варто починати висаджувати сорти, які є високо пластичними, такі як: Трипільська, Одеська 267, Одеська 162, Подолянка, Астарта, Богдана та інші. Вони розвиваються повільніше і процеси їх росту не тривають до пізньої осені. Ці біологічні особливості позитивно впливають на холодостійкість посівів. Рекомендується продовжувати та завершувати сівбу сортами озимої пшениці, які здатні до інтенсивного росту при скороченні світлового дня та можуть утворювати велику кількість продуктивних стебел за короткий вегетаційний період. В основному це ранні сорти, серед яких: Достаток, Вдала, Золотоколоса та інші.

Температурні режими дуже впливають на оптимальні строки посіву озимих культур. Кожен рік цей показник може сильно відрізнятись. В один рік у середині жовтня на фоні низької вологозабезпеченості спостерігалось значне зниження температури, а в інші роки в жовтні була досить тепла та волога погода.

Точний час посадки також залежить від обраної технології вирощування, тобто мінерального живлення. Все більше виробників зерна в Україні замість твердих тукоsumішей використовують рідкі комплексні добрива та безводний аміак. Дослідним шляхом встановлено, що внесення безводного аміаку під озиму пшеницю найбільш доцільно в кінці вересня – на початку жовтня. В цей період у верхньому шарі ґрунту більше продуктивної вологи, що позитивно впливає на збереження аміаку в ґрунті. Посадка у таку землю правильно підібраних сортів захистить врожай від

надмірного розростання рослин пшениці. В результаті посіви добре зимують і дають відносно високі врожаї.



Зараз в Україні суттєво змінились оптимальні строки сівби озимих зернових культур. Близько 30-50 років тому оптимальний термін посадки для різних кліматичних зон України коливався з 5 по 20 вересня. Нині найвища врожайність озимої пшениці зберігається на більш пізніх строках сівби – 20 вересня до кінця першої декади жовтня. Однак це не означає, що аграрії повинні садити якомога пізніше. За даними наукових установ, оптимальний термін посіву змістився на 10-15 днів, тобто за нинішніх погодних умов можна отримувати кращу врожайність на 5 - 10 ц/га, ніж раніше. Але на можна забувати, що найкраща врожайність з'являється тільки при дотриманні строків посадки.

Тому як рання, так і пізня висадка негативно впливають на продуктивність озимих культур. Найкращий термін – це той, який мінімізує ризик надмірного розростання, але надасть рослині достатньо часу, щоб прижитись та пройти всі стадії зміцнення.

Крім того дуже важливим є і спосіб висадки. Регулюючи міжряддя, можна досягти оптимальних умов розвитку рослин даної культури. До недавнього часу стандартна ширина міжряддя для зернових культур становила 15 см. Цей технологічний прийом значною мірою був зумовлений

конструкцією сівалки старого зразка. Однак така ширина міжряддя не завжди відповідає біологічним потребам деяких видів рослин і їх росту в різних ґрунтово-кліматичних умовах.

Сучасні зернові сівалки пропонують широкий вибір міжряддя: від 7,5 – 10,0 до 18,0 – 25,0 см. В Європейському Союзі широко практикується вузькорядна посадка, яка дозволяє підвищити врожайність до 10% порівняно з міжряддям 18 см.

Позитивним фактором вузькорядного посіву є те, в таких посівах міжряддя швидко зникаються і при цьому поверхня ґрунту менше пересихає, що сприяє кращому збереженню вологи. Зростає конкуренція посівів з бур'янами. Вузькорядний спосіб посадки вимагає ретельної підготовки ґрунту. В цьому випадку повинна бути підвищена потужність трактора, оскільки збільшується кількість робочих органів на одиницю площі, відповідно зростають витрати пального. Внаслідок зменшення міжряддя вторинні сходи утворюються пізніше і значно погіршується якість врожаю.



Переважає більшість господарств у світі, в тому числі і в Україні проваджують ресурсозберігаючі методи вирощування зернових культур. Технологія No-Till, яка передбачає відсутність обробки ґрунту, що створює шар рослинних залишків на поверхні поля. Це допомагає підтримувати велику кількість продуктивної вологи, а метод ширококорядної посадки підходить для цього типу системи вирощування. Таке розширення міжряддя

може покращити посів, оскільки цей процес ускладнюється наявністю решток на поверхні ґрунту. Крім того, збільшення ширини міжряддя сприяє кустистості рослин пшениці, підвищуючи продуктивність посівів за допомогою технології No-Till.

Найбільш вимогливою серед інших зернових культур є озима пшениця. Після вирощування пшениці чи інших злакових культур, врожайність озимої пшениці зменшується. Безперервне вирощування збільшує забруднення посівів, особливо через бур'ян, які пристосовуються рости поряд з культурою. Також повторне вирощування рослин одного виду на полі призводить до великого накопичення в ґрунті різноманітних патогенів, які поширюються зараженими рослинними рештками попереднього врожаю.

За ступенем просушування ґрунту всі культури, після яких висівають озиму пшеницю, до моменту збирання поділяються на три групи: з достатніми запасами води в ґрунті (суміш кукурудзи, вівса та гороху); ті, які залишають відносно великі запаси води, яка знаходиться в глибших шарах ґрунту, і ті, що більше всього висушують ґрунт: зернові колосові, соняшник.

Культури також різними способами впливають на структуру ґрунту. Це позитивно впливає на формування кореневої системи багаторічних трав: вони покращують структуру ґрунту на рік-два. Кількість водостійкого заповнювача у верхньому шарі ґрунту дуже динамічна. Під впливом посівів і культивування відбувається накопичення органічної речовини як основи для побудови клейких матеріалів. Джерелом цієї речовини в ґрунті є переважно сільськогосподарські рослини. Їх вплив на формування водотривких агрегатів залежить від міцності та характеру кореневої системи рослин, кількості та якості органічних решток, впливу на мікрофлору ґрунту, тривалості вегетації культур у полі, рівня врожайності, агротехніки та умов розкладання органічної рослинності в післяжнивний період. Тому для озимої пшениці важливі попередники.

Тому чорний пар на полі створює найбільш оптимальні умови. Після поглинання парів настає тривалий післязбиральний період, протягом якого

випадають опади, тому в цьому контексті успішно протікають процеси, пов'язані зі створенням доступних для рослин споживчих речовин. Непарові попередники озимої пшениці за цим показником поступаються своїм паровим аналогам.

Пізно звільнене поле (липень-серпень) при сухому повітрі сповільнює мікробіологічні та фізико-хімічні процеси в ґрунті.

Таблиця 1. Врожайність пшениці озимої залежно від строків сівби та попередників, т/га

Строк сівби	Попередник				Середнє за строком сівби
	чорний пар	соя	ячмінь ярий	соняшник	
10 вересня	5,88	5,45	4,74	5,00	5,27
17 вересня	5,98	5,46	4,79	5,13	5,34
25 вересня	6,15	5,39	4,57	5,02	5,28
2 жовтня	6,25	5,31	4,41	4,83	5,20
10 жовтня	5,98	5,11	4,37	4,75	5,05

За даними, отриманими в результаті багаторічних досліджень вчених Інституту зернових культур на чорноземі Північного Степу України встановлено, що рівень сівби немає різниці. Врожайність озимої пшениці – 6,05 т/га спостерігається після сівби по чорному пару, після сої -5,34 т/га, ячменю ярого – 4,58 т/га, соняшнику – 4,95 т/га. Зниження врожайності без чорного пару становило відповідно 0,71 ц/га (11,7%), 1,47 ц/га (24,3%) та 1,10 ц/га (18,2%). Найкращий час для посіву пшениці в степу – з 17 по 25 вересня.

У північному Степу України озима пшениця під час сівби з 25 вересня по 2 жовтня досягла найвищої врожайності по чорному пару 6,15-6,25 т/га. Після попередників: сої – 5,45-5,46 ц/га та ярого ячменя – 4,74-4,79 ц/га у строки сівби з 10 по 17 вересня, а після соняшнику – 5,02-5,13 ц/га – 15 по 25 вересня. Перенесення строків посіву на більш пізні терміни може значно

знизити врожайність, що пояснюється недостатнім розвитком рослин перед посівом озимих культур. Пізно посіяні та непаруючі попередники не встигали вирости і накопичити достатню кількість запасних речовин, тому сильно пошкоджувались навіть при невеликому заморозку.

Тому рекомендовано сіяти озиму пшеницю після кращих попередників у другій половині оптимального строку (з 25 вересня по 2 жовтня), а після гірших – у першій (17 по 25 вересня).

На ґрунтах з бідними поживними речовинами сівбу озимих рекомендується проводити в ранні агротехнічні строки, а на родючих – з другої половини оптимальних строків.

Дослідженнями та виробничим досвідом встановлено, що пшениця, посіяна пізно, після 10 жовтня, вступає в зиму у фазі «шильця». Іноді сходи з'являються на початку лютого, і такі посіви дають повноцінний врожай. Однак така ситуація зазвичай є винятком ніж правилом у м'які зими і є досить небезпечною для отримання стабільного врожаю.



Збільшення питомої ваги пізніх посівів, коли озимі взимку вступають у фазу «шильця» та роки з тривалим вегетаційним періодом восени,

зумовлюють необхідність забезпечення високого рівня захисту рослин у більш довший період.

Озимі культури, які тривалий час перебувають на ранніх стадіях розвитку, характеризуються зниженою стійкістю до хвороб і шкідників. Тому пестициди слід використовувати в максимальних зареєстрованих дозах. Результати багаторічних виробничих і польових дослідів вчених Інституту фізіології рослин і генетики НАН України свідчать про економічну невиправданість зниження дозування пестицидів, оскільки це не призводить до ефективної боротьби з хворобами.

Перевагу потрібно віддати фунгіцидам, що характеризуються широким спектром дії та високою протруйною дією проти твердої та летючої сажки фузаріозних і гельмінтоспорізної кореневих гнилей, снігової плісняви та інших хвороб. За наявності ризику ураження посівів ґрунтовими комахами (дротяником, хлібним жуком та ін.), злаковими мухами, попелицями, цикадками та ін., для обробки насіння перед сівбою, рекомендується застосовувати інсектицидно-фунгіцидні інсектициди.



Посіви озимих зернових в Україні можуть наражатись на численні ризики через зміну клімату, дефіцит вологи та температурний стрес. Експерти радять аграріям бути готовими до можливих викликів, які можуть вплинути на стан посівів.

Температурні коливання, відлиги, які тривають більше п'яти днів, за яких відновлюються ростові процеси взимку, становлять загрозу для рослин і впливають на їх стійкість до морозів.

Серйозним викликом для аграріїв може стати дефіцит снігу, оскільки це призводить до недостатнього зволоження ґрунту. У вітряну погоду погіршує ситуацію та призводить весняної посухи і пилових бур.

Науковці наголошують, що озимі зернові зараз перебувають у стані неглибокої сплячки і плюсові температури на глибині вузла кушіння прискочують метаболізм і виснажують запаси рослин.

У більш пізні терміни сівби озимої пшениці норму висіву збільшують на 10-15% при внесенні фосфору і калію, що прискорить ріст рослин в осінній період і сприятиме кращій зимостійкості.

Норми висіву визначають з урахуванням морфологічних особливостей сорту, типу формування врожаю (стебловий або колосовий), територіальних умов вирощування (ґрунт, клімат, погода), дати посадки, якості підготовленого ґрунту, системи внесення добрив, рівень забур'яненості та запланованого врожаю.

Результати врожайності озимої пшениці, яка була посіяна після ярого ячменю при мінеральному живленні показали, що внесення азотних добрив суттєво впливає на зернову продуктивність та сприяє покращенню структури врожаю та якісні показники зерна. Врожайність озимої пшениці на полях із застосуванням азотних добрив у різні строки сівби в середньому на 18,5% вище, ніж на ділянках де добрива не застосовувались.

Прибавка врожаю, який був вирощений з максимальним підживленням азоту N90 під час фази кушіння перевищувала показник сорту N60 тільки на 0,05-0,06 т/га. При цьому формується зерно 3-го класу і зростає рівень розвитку кореневих гнилей на 4,3-7%., що означає, що така висока доза азоту є не доцільною.

Тому при виборі строків і способу сівби озимих культур аграріям потрібно по можливості враховувати біологічні потреби, кліматичні умови та сортові особливості озимих зернових культур.

Досягти високої врожайності, насінневої продуктивності та високої якості зерна можна лише за умови забезпечення максимально комфортних умов вегетації. У 2024 році українські аграрії засіяли 5,7 млн. га озимими культурами. Практично у всіх регіонах України сіють озимі зернові культури. Загалом було засіяно майже 4,7 млн. га (90%). При цьому озимим ріпаком було засіяно понад 1 млн. га., озимою пшеницею – 4,1 млн. га (92%); озимим ячменем – 486,1 тис. га (76%); зимим житом – 66 тис. га (94%).

Лідерами за кількістю посіву озимих зернових є аграрії Миколаївської області – 503,1 тис. га (100,5%), Запорізької області – 100,8 тис. га, (99,9%) та Хмельницької – 238,8 тис. га (99,5%).

Яровизаційна потреба – кількість днів з низькими плюсовими температурами, яка потрібна рослинам для переходу в репродуктивний період. Весняні процеси також визначають формування врожайності при морозо- та зимостійкості. Це пов'язано з процесом формування і розвитку фотосинтетичного апарату і закладення структурних новоутворень конуса росту. Серед сортів озимої пшениці спостерігається відмінності в тривалості сходів навесні від 15 до 60 та більше днів.

Однією з особливостей озимої пшениці є те, що при весняному посіві насіння добре сходить, пуститься, але не дає ні стебла, ні колосся. Для нормального росту і розвитку вона повинна пройти фазу яровизацію при певній температурі (0-3°). Встановлено, що відмінності в тривалості яровизації впливають на скоростиглість, посухостійкість, зимостійкість і холодостійкість, масу зерна в колосі та врожайність.

Найбільшу зимостійкість і найвищу продуктивність мають рослини озимої пшениці при осінній вегетації 40-50 днів, що забезпечує утворення 2-3 одночасно розвинених сходів, які, як правило, є найбільш урожайними, а при вступі в другий етап біологічного відтворення рослини більшою мірою характеризуються зимостійкістю та морозостійкістю.

Перша фаза яровизації (15-30 днів) характеризується посиленням синтезу ди- та олігосахаридів, вільних амінокислот, накопиченням РНК. У подальшому спостерігається перебудова білкового комплексу, що призводить до підвищення реактивності та біологічної активності білка, зміщення піку активності від кислих до лужних РНК-ази та збільшення питомої ваги ДНК.

Вчені Миронівського інституту пшениці ім. В.М. Ремесла НААН припускають, що відмінності між сортами озимої пшениці в тривалості яровизації залежать від їх чутливості фотоперіоду.

Тривала потреба в яровизації призводить до повільного росту на ранніх стадіях, тому формування чіткої точки росту та початковий перехід репродуктивних органів у таких генотипів відбувається значно пізніше. Велика затримка переходу до репродуктивного росту визначає як рівень стійкості рослин до негативних температур, так і тривалість періоду до початку зниження цієї стійкості. В останні роки в Україні та за кордоном виведені сорти з більш коротшим строком яровизації. Встановлено, що різноманітність біотипів залежить від географії їх зростання та кліматичних умов. Неоднорідність популяції за терміном яровизації значно вища в південних регіонах, ніж у північних. Результатом мінливості цієї ознаки є природний мутаційний процес. За словами дослідників, чим більше виражена реакція фотоперіоду до короткого дня в генотипі, тим довше він зберігає стійкість до відлиги і має вищий рівень холодостійкості.

Розбіжність реакції фотоперіоду стає очевидною лише на другій стадії органогенезу. Зменшення тривалості освітлення може вплинути на тривалість шостої та сьомої стадій органогенезу.

Більшість селекційних зразків м'якої озимої пшениці характеризуються слабшою фотоперіодичною реакцією та дещо нижчими вимогами до яровизації.

Взаємозв'язок таких ознак із продуктивністю (щоб зменшити адаптацію взимку) потребує подальшого вивчення, оскільки в останні роки в перспективі знову почали з'являтися екземпляри з сильною фото чутливістю та тривалою яровизацією. Можливо з новим поворотом спіралі селекційного процесу (раніше після Миронівської 808 і після інтенсивного використання фотонейтральної сировини всі вдосконалення базувались на однорідному генофонді) впровадження минулих ознак ранніх темпів росту в сучасний, більш продуктивний генофонд покращить майбутні адаптивні ознаки української селекції.



2.2. Технологічні розрахунки роботи висівних апаратів

Нами було зроблено розрахунки кінематики механізму привода до висівних апаратів зернової сівалки:

1. Передаточного відношення мінімального, максимального та першого ступеня;
2. Кількості зубів зірочки;

3. Частоти обертання та кутової швидкості валів;
4. Похибки та норми висіву для мінімального та максимального передаточного відношення,

за наступними формулами:

1. Передаточного відношення мінімального, максимального та інших

$$\text{ступенів: } i_{заг}^{\min} = i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \cdot i_4 \cdot i_5; \quad i_{заг}^{\max} = i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \cdot i_4 \cdot i_5 \quad \text{та} \quad i_n = \frac{z_n}{z_{n+1}}$$

2. Кількості зубів: $z_n = \frac{z_{n-1}}{i_1}$

3. Частоти обертання першого та інших валів та їх кутової швидкості:

$$n_1 = \frac{60 \cdot V \cdot (1 - \varepsilon)}{\pi D_{x.k.}},$$

де V та $D_{x.k.}$ – відповідно швидкість руху агрегату (м/с) та діаметр його ходового колеса; ε - коефіцієнт проковзування колеса.

$$n_i = n_{i-1} \cdot i_{i-1}$$

$$\omega_i = \frac{\pi n_i}{30}$$

3. Похибки та норми висіву для мінімального та максимального

передаточного відношення: $\eta = \frac{n'_6 - n_6}{n'_6} \cdot 100\%$ та

$$Q = \frac{10^3 q_0 i (1 - \varepsilon)}{a \pi D_{x.k.}},$$

При розрахунку мінімального передаточного відношення мінімальна норма висіву зерна становить: $i_{заг}^{\min} = i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \cdot i_4 \cdot i_5 = 0,428$.

Для розрахунку першого ступеня механізму привода приймаємо $i_1=1,1$;

$$z_1=16: \quad z_2 = \frac{z_{n-1}}{i_1} = \frac{z_1}{i_1} = \frac{16}{1,1} = 14,2 \approx 14.$$

Уточнюємо передаточне відношення першого ступеня:

$$i_1 = \frac{z_n}{z_{n+1}} = \frac{z_1}{z_2} = \frac{16}{14} = 1,14.$$

Визначимо частоту обертання першого вала при $V=7,9\text{км/год.}=2,19\text{м/с.}$,

$$D_{x.k.}=1,22 \text{ м, } \varepsilon=0,05: n_1 = \frac{60 \cdot V \cdot (1 - \varepsilon)}{\pi D_{x.k.}} = \frac{60 \cdot 2,19 \cdot (1 - 0,05)}{3,14 \cdot 1,22} = 32,6 \text{ об/хв.}$$

Знайдемо частоту обертання валів (другого, третього, четвертого, п'ятого та шостого):

$$n_2 = n_1 \cdot i_1 = 32,6 \cdot 1,14 = 37,16 \text{ об/хв.}$$

$$n_3 = 37,16 \cdot 0,563 = 20,92 \text{ об/хв. } n_4 = 20,92 \cdot 0,68 = 14,3 \text{ об/хв.}$$

$$n_5 = 14,3 \cdot 0,566 = 8,09 \text{ об/хв; } n_6 = 8,09 \cdot 0,8 = 6,45 \text{ об/хв.}$$

Визначимо кутову швидкість першого, другого, третього, четвертого, п'ятого та шостого валів:

$$\omega_1 = \frac{\pi n_1}{30} = \frac{3,14 \cdot 32,6}{30} = 3,41 \text{ рад/с. } \omega_2 = \frac{\pi n_2}{30} = \frac{3,14 \cdot 37,16}{30} = 3,88 \text{ рад/с.}$$

$$\omega_3 = \frac{\pi n_3}{30} = \frac{3,14 \cdot 20,92}{30} = 2,1 \text{ рад/с. } \omega_4 = \frac{\pi n_4}{30} = \frac{3,14 \cdot 14,3}{30} = 1,5 \text{ рад/с.}$$

$$\omega_5 = \frac{\pi n_5}{30} = \frac{3,14 \cdot 8,09}{30} = 0,81 \text{ рад/с. } \omega_6 = \frac{3,14 \cdot 6,45}{30} = 0,67 \text{ рад/с}$$

Для розрахунку другого ступеню механізму привода приймаємо $i_2=0,57$; $z_3=9$.

$$\text{Розрахуємо кількість зубів зірочки: } z_4 = \frac{z_3}{i_2} = \frac{9}{0,57} = 15,79 \approx 16.$$

Уточнимо передаточне відношення другого ступеня: $i_2 = \frac{9}{16} = 0,563$.

Для розрахунку третього ступеню механізму привода приймаємо $i_3=0,69$; $z_5=17$.

$$\text{Розрахуємо кількість зубів зірочки: } z_6 = \frac{z_5}{i_3} = \frac{17}{0,69} = 24,64 \approx 25.$$

Уточнюємо передаточне відношення третього ступеня:

$$i_3 = \frac{z_5}{z_6} = \frac{17}{25} = 0,68.$$

Для розрахунку четвертого ступеню механізму привода приймаємо $i_4=0,57$; $z_7=17$.

Розрахуємо кількість зубів зірочки:

$$z_8 = \frac{z_7}{i_4} = \frac{17}{0,57} = 29,8 \approx 30.$$

Уточнимо передаточне відношення четвертого ступеня:

$$i_4 = \frac{z_7}{z_8} = \frac{17}{30} = 0,566.$$

Для розрахунку п'ятого ступеню механізму привода приймаємо $i_5=0,8$;

$$z_9=8 \text{ та}$$

розрахуємо п'яту ступінь механізму привода:

$$i_5 = \frac{i_{\text{заг}}^{\min}}{i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \cdot i_4 \cdot i_5} = \frac{0,198}{1,14 \cdot 0,563 \cdot 0,68 \cdot 0,566} = 0,8.$$

Розрахуємо кількість зубів зірочки: $z_{10} = \frac{z_9}{i_5} = \frac{8}{0,8} = 10$.

Визначимо частоту обертання шостого вала та його загальне мінімальне відношення:

$$i_{\text{заг}}^{\min} = i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \cdot i_4 \cdot i_5 = 1,14 \cdot 0,563 \cdot 0,68 \cdot 0,566 \cdot 0,8 = 0,198.$$

Для уточнення частоти обертання вала зернових апаратів використаємо формулу: $n'_6 = n_1 \cdot i_{\text{заг}}^{\min} = 32,6 \cdot 0,198 = 6,46 \text{ об/хв}$.

Визначимо кутову швидкість шостого вала: та похибку розрахунків:

$$\eta = \frac{n'_6 - n_6}{n'_6} \cdot 100\% = \frac{6,46 - 6,45}{6,46} \cdot 100\% = 0,15\% < [\eta]$$

При розрахунку максимального передаточного відношення максимальна норма висіву зерна $i_{\text{заг}}^{\max} = 0,616$.

Для розрахунку першого ступеня механізму привода приймаємо $i_1=1,1$;
 $z_1=16$:

$$z_2 = \frac{z_{n-1}}{i_1} = \frac{z_1}{i_1} = \frac{16}{1,1} = 14,2 \approx 14.$$

Уточнюємо передаточне відношення першого ступеня:

$$i_1 = \frac{z_n}{z_{n+1}} = \frac{z_1}{z_2} = \frac{16}{14} = 1,14.$$

Визначимо частоту обертання першого вала:

$$n_1 = \frac{60 \cdot V \cdot (1 - \varepsilon)}{\pi D_{x.k.}} = \frac{60 \cdot 3 \cdot (1 - 0,05)}{3,14 \cdot 1,22} = 44,64 \text{ об/хв.}$$

Маємо кутову швидкість першого вала:

$$\omega_1 = \frac{\pi n_1}{30} = \frac{3,14 \cdot 44,64}{30} = 4,67 \text{ рад/с.}$$

Для розрахунку другого ступеню механізму привода приймаємо
 $i_2=0,57$; $z_3=9$.

Розрахуємо кількість зубів зірочки: $z_4 = \frac{z_3}{i_2} = \frac{9}{0,571} = 15,79 \approx 16$.

Визначимо частоту обертання та кутову швидкість другого вала:

$$n_2 = n_1 \cdot i_1 = 44,64 \cdot 1,14 = 50,89 \text{ об/хв}$$

$$\omega_2 = \frac{\pi n_2}{30} = \frac{3,14 \cdot 50,89}{30} = 5,33 \text{ рад/с.}$$

Уточнимо передаточне відношення другого ступеня:

$$i_2 = \frac{z_3}{z_4} = \frac{9}{16} = 0,563.$$

Для розрахунку третього ступеню механізму привода приймаємо
 $i_3=0,69$; $z_5=17$. Розрахуємо кількість зубів зірочки:

$z_6 = \frac{z_5}{i_3} = \frac{17}{0,69} = 24,64 \approx 25$ та визначимо частоту обертання та кутову

швидкість третього вала:

$$n_3 = n_2 \cdot i_2 = 50,89 \cdot 0,563 = 28,63 \text{ об/хв.}$$

$$\omega_3 = \frac{\pi n_3}{30} = \frac{3,14 \cdot 28,63}{30} = 2,99 \text{ рад/с.}$$

Уточнимо передаточне відношення третього ступеня:

$$i_3 = \frac{z_5}{z_6} = \frac{17}{25} = 0,68.$$

Для розрахунку четвертого ступеню механізму привода приймаємо $i_4=1,78$; $z_7=30$.

$$\text{Розрахуємо кількість зубів зірочки: } z_8 = \frac{z_7}{i_4} = \frac{30}{1,78} = 16,85 \approx 17.$$

Визначимо частоту обертання четвертого вала:

$$n_4 = n_3 \cdot i_3 = 28,63 \cdot 0,68 = 19,47 \text{ об/хв}$$

$$\text{та його кутову швидкість: } \omega_4 = \frac{\pi n_4}{30} = \frac{3,14 \cdot 19,47}{30} = 2,03 \text{ рад/с.}$$

Уточнимо передаточне відношення четвертого ступеня:

$$i_4 = \frac{z_7}{z_8} = \frac{30}{17} = 1,764.$$

Для розрахунку п'ятого ступеню механізму привода приймаємо $i_5=0,8$; $z_9=8$.

$$\text{Розрахуємо кількість зубів зірочки: } z_{10} = \frac{z_9}{i_5} = \frac{8}{0,8} = 10.$$

Визначимо частоту обертання п'ятого вала:

$$n_5 = n_4 \cdot i_4 = 19,47 \cdot 1,764 = 34,3 \text{ об/хв. та його кутову швидкість :}$$

$$\omega_5 = \frac{\pi n_5}{30} = \frac{3,14 \cdot 34,3}{30} = 3,59 \text{ рад/с.}$$

Розрахуємо п'яту ступінь механізму привода:

$$i_5 = \frac{i_{\text{заг}}^{\min}}{i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \cdot i_4 \cdot i_5} = \frac{0,616}{1,14 \cdot 0,563 \cdot 0,68 \cdot 1,764} = 0,8.$$

Визначимо частоту обертання та кутову швидкість шостого вала:

$$n_6 = n_5 \cdot i_5 = 34,3 \cdot 0,8 = 27,44 \text{ об/хв}$$

$$\omega_6 = \frac{\pi n_6}{30} = \frac{3,14 \cdot 27,44}{30} = 2,87 \text{ рад/с.}$$

Визначимо загальне максимальне передаточне відношення:

$$i_{\text{заг}}^{\text{max}} = 1,14 \cdot 0,563 \cdot 0,68 \cdot 1,764 \cdot 0,8 = 0,616..$$

Для уточнення частоти обертання вала зернових апаратів використаємо формулу: $n'_6 = n_1 \cdot i_{\text{заг}}^{\text{max}} = 44,64 \cdot 0,616 = 27,49 \text{ об/хв.}$

Визначимо похибку розрахунку:

$$\eta = \frac{n'_6 - n_6}{n'_6} \cdot 100\% = \frac{27,49 - 27,44}{27,49} \cdot 100\% = 0,2\% < [\eta]$$

Розрахуємо норми висіву для мінімального та максимального передаточного відношення:

$$Q_{\text{min}} = \frac{10^3 q_0 i (1 - \varepsilon)}{a \pi D_{\text{х.к.}}} = \frac{10^3 \cdot 0,428 \cdot 18,5 \cdot (1 - 0,05)}{30 \cdot 3,14 \cdot 1,22} = 65 \text{ кг/га.}$$

$$Q_{\text{max}} = \frac{10^3 q_0 i (1 - \varepsilon)}{a \pi D_{\text{х.к.}}} = \frac{10^3 \cdot 0,616 \cdot 24,6 \cdot (1 - 0,05)}{30 \cdot 3,14 \cdot 1,22} = 94 \text{ кг/га.}$$

З вище наведених розрахунків можемо зробити висновок, що мінімальна та максимальна норми висіву зерна при заданих передаточних відношеннях будуть забезпечені.

Також нами були зроблені розрахунки техніко-експлуатаційних показників використання посівного машинно-тракторного агрегату, результати якого наведені в додатку та винесені на аркуш № 2 графічної частини в вигляді графіків.

3. КОНСТРУКТИВНА РОЗРОБКА.

Модернізація базової моделі котка для подрібнення рослинних решток.

За базову машину для модернізацію взяли коток-подрібнювач КП-6, призначений для подрібнення маси стебла озимої пшениці та решток багатьох інших культур, призначених для більш якісного загортання їх у ґрунт різними типами ґрунтообробних машин [1].

Вал подрібнювача решток маси складається з рами 1 (рис. 1) та закріпленим на передній балці затискачем 2. Бокові секції 3, які закріплені до передньої балки з можливістю переміщення, мають ножові барабани. Ще одна секція з ножовим барабаном 4, закріплена позаду рами жорстко. Гідроциліндр 8 допомагає переводити коток-подрібнювач з робочого положення в неробоче шляхом піднімання чи опускання бокових секцій 3. Після цього утримуюче колесо 5 піднімається або опускається гідроциліндром 7. Опорні колеса з'єднані з траверсою через яку зусилля передається від гідроциліндра до коліс. Завдяки виконання цих дій рама приладу буде опускатись або підніматись відносно поверхні поля.

Гідроциліндри 7 і 8 з'єднані з гідросистемою трактора гідравлічним шлангом високого тиску. При транспортуванні катка на далекі відстані та по дорогах загального користування, бокова секція, яка містить ножовий барабан спеціальним ланцюгом 10 фіксується вертикально (рис. 1б) для запобігання несподіваних аварійних ситуацій падіння секцій або несанкціонованих дій у разі пошкодження гідравлічної системи.

Барабанні дробарки становлять підвищений ризик і вимагають підвищеної уваги та обережності під час їх обслуговування та експлуатації.

Ножовий барабан (рис. 2) складається з металевого циліндра 1, до якого приєднуються закріплені ножі 2 болтами. Всього застосовано сім рядів ножів. Довжина барабана 2 метри. На такій довжині в ряд закріплюють 4 ножі довжиною 50 см кожен. Це пов'язано з технічною складністю виготовлення і подальшого заточування ножів такої довжини. Ножі виготовляються зі сталі 65Г або Ст 45 з подальшим загартовуванням клинкової частини. Барабани закріплені і обертаються в підшипниковому вузлі через цапфи. Цапфи з'єднані з циліндром барабана двома дисками за допомогою зварювання.



Рис. 3.2. Барабан

При аналізі конструкції машини та завдяки відгукам споживачів щодо її продуктивності, можна зробити висновок про те, що вона виконує технічний процес досить якісно і надійно. Але є ряд зауважень, головним з яких є низький ступінь подрібнення рослинних залишків. Однією з особливостей конструкції ножового барабана є те, що він забезпечує мінімальну довжину зрізаних частинок стебла, що обумовлено відстанню між рядами ножів.

У цьому випадку його довжина становить більше 20 см. Ця довжина не підходить ні для загортання в ґрунт класичними ґрунтообробними машинами, ні для подальшого перетворення їх на органічну речовину безпосередньо в ґрунті. Їх розмір також визначає час, потрібний для їх розкладання та розвитку різних шкідників і хвороб. Довжина рослинних частинок, а також кількість і відстань між ножами були обрані невипадково. Справа в тому, що зі збільшенням кількості ножів на барабані зменшується

відстань між лезами сусідніх рядів ножів, але при цьому зменшується і кут розкриття між ножами, внаслідок чого простір між ножами забивається рослинними залишками, тими ж самими частинами стебла рослини, які вони зрізують.

Як повідомлялось в попередніх дослідженнях, мінімальний кут розкриття ножів без забивання становить $42...46^\circ$. Отже, кількість ножових рядів на барабані становить 7 [2].

Ще одним недоліком такої конструкції є те, що тільки один ряд ножів постійно контактує з рослинними залишками і поверхнею ґрунту. В результаті вісь барабана не котиться по поверхні землі, а здійснює складний рух, одночасно переміщаючись в повздовжньому напрямку і зворотно-поступальному у вертикальній площині.

Величина вертикальних переміщень близька до різниці між половинним діаметром барабана і висотою трапеції, бокові сторони якої утворені секціями ножів, верхня частина є поверхня циліндра між сусідніми ножами, а нижня – лінія, що з'єднує леза цих ножів. Для цього пристрою ця висота становить 25...30 мм. Мінусом є те, що такі барабани утворюють потужні вібрації, які передаються не тільки на робочу машину, а й на агрегат, що прискорює вихід з ладу вузлів кріплення, підшипникових вузлів, зварних швів, тощо.

Щоб подолати деякі з цих недоліків, були запропоновані зміни в конструкції базової машини.

Результати попередніх досліджень і спостережень за технологічним процесом показують, що стебла рослин при контакті з лезом ножа під кутом не застряють між ножами і не забивають простір між ножами. Це припущення було підтверджено польовими експериментальними дослідженнями, результати яких представлені в даній роботі.

Для перевірки роботи обладнання з урахуванням запропонованих конструктивних змін необхідно провести розрахунок окремих вузлів і

деталей обладнання, а також перевірити безпеку при з'єднанні його з обраним трактором на схилах.

Технологічні розрахунки

Основними параметрами ножового барабана є його діаметр і ширина. Оскільки барабанні дробарки призначені для виконання абсолютно різних завдань, їх технічні параметри визначаються можливістю надійного виконання технологічного процесу та його якістю. На сьогоднішній день якісні показники знаходяться в прямій залежності від можливостей технологічного процесу.

Тому основні параметри ножового барабана визначають дослідним шляхом. Діаметр більшості ножів-барабанів для подрібнення стебел пшениці та інших культур наближається до 500 мм. З таким діаметром можна досягти мінімального розміру частинок зрізаного стебла що призведе до відсутності забивання простору між ножами рослинною масою та ґрунтом. Захват одного барабана повинна бути не менше 2-х метрів (2000 мм). Такий розмір визначається необхідністю контактування робочих органів машини, які мають жорстку конструкцію, з поверхнею ґрунту. З широкою робочою конструкцією не завжди можна досягти рівномірної обробки.

Тому ми приймаємо ті ж самі параметри для модернізованого ножового барабана. Третім важливим параметром, на якому може базуватись технологічний процес, є маса барабана або питомий тиск на одиницю ширини захвата, якого має бути достатньо для одночасного зрізання кількох десятків стебел пшениці та інших рослин. Можна вважати, що конструктивна маса валкової дробарки рівномірно розподілена між трьома ножовими барабанами.

$$G_{\delta} = \frac{G_{\kappa}}{3} = \frac{2300}{3} = 766 \text{ кг} = 766 \text{ Н}$$

Конструкційні параметри котка прямо пропорційні коефіцієнту об'ємної деформації ґрунту за рахунок глибини проникнення ножа або поперечних ребер у ґрунт h :

$$h = \frac{1,3\sqrt[3]{G^2}}{\sqrt[3]{q_0^2 B^2 D}}, \quad (1)$$

Звідки

$$q_0 = \frac{\sqrt{2,2G^2}}{\sqrt{h^3 B^2 D}} = \frac{\sqrt{2,2 \cdot 766^2}}{\sqrt{1,5^3 200^2 50}} = 5,3 \text{ Н / см}^3$$

Сила перекочування негладкого котка визначається формулою:

$$P = 0,86k_3 \sqrt[3]{\frac{G^4}{q_0 B D^2}}. \quad (2)$$

де $k=1,0; 1,1; 1,2; \dots; 1,3$ – коефіцієнт додаткового опору деформації ґрунту негладким елементам котка. Для кільцевих катків $k=1,0 \dots 1,2$, для складових катків $k=1,1 \dots 1,3$. Приймаємо значення $k=1,3$.

Враховуючи, що загальна вага машини також впливає на вальці під час роботи, опір перекочуванню дробарки визначається наступним чином:

$$P = 0,86k_3 \sqrt[3]{\frac{G_{\text{маш}}^4}{q_0 B D^2}} = 0,86 \cdot 1,3 \cdot \sqrt[3]{\frac{2300^4}{5,3 \cdot 600 \cdot 50^2}} = 3607 \text{ Н}.$$

Цей пристрій має симетричне розташування робочих елементів.

Асиметричне розташування ножових барабанів відносно повздовжньої осі створює скрутні моменти, які будуть обертати її в горизонтальній площині відносно точки з'єднання з трактором.

Баланс моментів сил буде таким:

$$q_1 \cdot B_1 \cdot x_1 + q_3'' \cdot B_3 \cdot x_3'' - q_2 \cdot B_2 \cdot x_2 - q_3' \cdot B_3 \cdot x_3' = 0, \quad (3)$$

$$P_1 = q_1 \cdot B_1; \quad P_2 = q_2 \cdot B_2; \quad P_3' = q_3' \cdot \frac{1}{2} B_3; \quad P_3'' = q_3'' \cdot \frac{1}{2} B_3. \quad (4)$$

Оскільки барабани мають однакову ширину, маємо що:

$$B_1 = B_2 = B_3 = B \quad (5)$$

Враховуючи, що центр заднього котка розташований на осі симетрії машини, правильним буде наступне твердження:

$$q_3' \cdot \frac{1}{2} B_3 = q_3'' \cdot \frac{1}{2} B_3 = \frac{1}{2} q_3 \cdot \frac{1}{2} B = \frac{1}{4} q_3 \cdot B \quad (6)$$

З огляду на рівняння (3)-(4) рівняння балансу моменту сил матиме такий вигляд:

$$P_1 \cdot x_1 - P_2 \cdot x_2 = 0 \quad (7)$$

Аналізуючи це рівняння, можна зробити припущення, що

- врівноваженість верстата залежить від точності його конструкції, тобто від різниці мас після складання, а також від розташування центрів барабанів відносно осі верстата.

$$P_1 \cdot x_1 - P_2 \cdot x_2 \neq 0 \quad (7)$$

- коли машина працює в полі, її баланс залежить від різної кількості факторів, що впливають на опір перекочування барабанів – стан ґрунту (вологість, щільність), маса рослинних решток , тощо.

В результаті формула (6) може прийняти вигляд:

$$\begin{cases} P(x_1 - x_2) = 0; \\ (P_1 - P_2)x = 0 \end{cases} \quad (8)$$

Гідроциліндри підбираються відповідно до їх технічних характеристик – розмірів, довжини та діаметру штока, тиску в гідросистемі, зусилля, що діє на шток.

Для підйому поперечного перерізу необхідно, щоб момент сили, прикладеної до штока гідроциліндра, був більшим за момент сили ваги секції.

$$0,19 \cdot P_{um} > 1,08 \cdot P_c \quad (9)$$

Звідки

$$P_{um} = \frac{1,08 \cdot P_c}{0,19} = \frac{1,08 \cdot 7600}{0,19} = 41246 H .$$

Вибираємо гідроциліндр з максимальним вхідним зусиллям 50000 Н з такими технічними даними:

діаметр робочого отвору – 80 мм;

площа поршня – 50,4 см²

площа штока – 12,56 см²

Тиск, який необхідний для роботи гідроциліндрів, визначимо за формулою:

$$P = \frac{4P_{ум}}{\pi D^2}; \quad (10)$$

$$P = \frac{4 \cdot 41246}{3,14 \cdot 0,08^2} = 8,24 \text{ МПа} .$$

Враховуючи, що робочий тиск гідросистеми трактора становить 16 МПа, використання цих гідроциліндрів має забезпечувати надійний підйом і опускання бічних секцій.

Силу, яка діє на колеса машини під дією ваги можна визначити додавши рівняння моменту рівноваги сил відносно точки кріплення самої машини до причіпного пристрою трактора.

$$2,3 \cdot G_p + 2,65 \cdot 2G_C + 3,6 \cdot G_B - 3,4 \cdot R_K = 0 \quad (11)$$

Звідси ми отримаємо силу, що діє на колеса транспорту.

$$R_K = \frac{2,3 \cdot G_p + 2,65 \cdot 2G_C + 3,6 \cdot G_B}{3,4} =$$

$$= \frac{2,3 \cdot 3500 + 2,65 \cdot 2 \cdot 6500 + 3,6 \cdot 500}{3,4} = 17794 \text{ Н}$$

До одного колеса прикладена сила 8897 Н.

Щоб вибрати гідроциліндр, необхідно визначити силу, яка діє на його штокові зі сторони механізму переведення машини у транспортне положення. Для цього запишемо рівноваги моментів сил відносно точки 0

$$0,2 \cdot P_{ум} = 0,66 \cdot R_K \quad (12)$$

Знаходимо силу, яка діє на штокові гідроциліндра механізму:

$$P_{ум} = \frac{0,66 \cdot R_K}{0,2} = \frac{0,66 \cdot 17794}{0,2} = 58720 \text{ Н}$$

Знайдемо тиск, необхідний для роботи гідроциліндрів:

$$P = \frac{4P_{ум}}{\pi D^2}; \quad (13)$$

$$P = \frac{4 \cdot 58720}{3,14 \cdot 0,1^2} = 6,908 \text{ МПа}$$

Робочий тиск у гідросистемі трактора становить 16 МПа, тому працездатність гідроциліндра забезпечена.

Спосіб агрегування, тяговий опір і потужність є необхідними умовами при створенні нових сільськогосподарських машин [8]. Але визначальними факторами все ж таки є спосіб агрегування і потужність. Вони впливають на структуру агрегату і його економічні показники. Від цих показників, а також стійкості агрегата також залежить безпека під час роботи. Стійкість агрегата – це здатність протидіяти зовнішнім силам, які можуть призвести до відхилення від сталого положення рівноваги.

Виведення обладнання з нормального стаціонарного положення може призвести до виникнення надзвичайних ситуацій, наприклад перекидання, сповзання або бокового заносу. Може втрачатись керованість в результаті надмірного перепаду тиску на керовані колеса, прискорений вихід з ладу окремих вузлів і деталей в результаті перевищення навантаження, тощо.

Враховуючи умови реалізації технологічного процесу, максимальний ухил в межах робочого діапазону машини, при якому забезпечується стабільність руху агрегату на повздовжній площині, не повинен перевищувати 5 градусів.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ.

Особи, які мають посвідчення тракториста I та II категорій, а також ті, хто володіє необхідними знаннями та навичками для усунення несправностей та обслуговування комбайнів ДОН-1500Б, КЗС-9, КСКУ-6, ККП-3 повинні пройти інструктаж з техніки безпеки та охорони праці. Тільки такі працівники допускаються до роботи на цих технічних засобах.

Комбайн, який виїжджає в поле обов'язково повинен бути оснащений вогнегасником.

Перед початком руху по дорогах загального користування слід увімкнути ліхтарі верхнього покажчика, перевірити надійність гальм, рульового керування, звукову сигналізацію, тиск у шинах. Під час руху потрібно дотримуватись «Правил дорожнього руху» та не обганяти транспортні засоби, швидкість яких дорівнює або може перевищувати максимальну швидкість комбайна. Рух зернозбиральних комбайнів дорогами загального користування з настанням темряви заборонено.

Перед виходом у поле, а також при переїзді з одного місця на інше, важливо переконатись, що кермо, гальма, механізм перемикання швидкості та світлова сигналізація надійно працюють. Перед запуском двигуна, потрібно переконатись, що немає людей біля або під комбайном.

При вимкненому зчепленні повинна світитись лампочка на панелі приладів зеленим кольором «муфта вимкнена».

Перед запуском двигуна і ввімкнення важеля коробки передач, потрібно почути довгий звуковий сигнал. Під час руху комбайна залишати кабінку забороняється.

Ремонт, налаштування та обслуговування комбайна під час роботи заборонено. Технічне обслуговування проводиться тільки при нерухомому і непрацюючому двигуні.

Забороняється підкручувати з'єднання маслопроводів і гідроагрегатів, якщо гідравлічна система знаходиться під тиском. Під час перевірки

гідравлічної системи після ремонту або технічного обслуговування не можна знаходитись поблизу трубопроводу високого тиску.

Не вмикайте гідросистему, якщо в резервуарі недостатньо мастила. Не допускається експлуатація гідравлічної системи при температурі масла вище 80°.

У польових умовах забороняється будь-яке регулювання гідроприводу шасі або механізму підйому жатки. Це можна зробити тільки в спеціалізованих майстернях. При підготовці комбайна до тривалого зберігання при розбиранні машини потрібно користуватись справні підйомні засоби.

Для зняття електричного заряду з комбайна та запобігання ураженню електричним струмом контур заземлення повинен бути надійно підключений до балки моста ведучого колеса з надписом «Заземлення».

Особливу увагу при підготовці до жнив слід приділити забезпеченню заходів пожежної безпеки. Тому необхідно перевірити наявність та справність вогнегасників, лопат та інших інструментів.

Потрібно постійно контролювати технічний стан комбайна. Не допускається витікання палива з системи живлення двигуна і мастила з гідросистеми, змішування мастила у вузлах збиральних агрегатів комбайна, перегрів підшипників. Двигун і вузли комбайна необхідно щодня перевіряти перед початком роботи і при необхідності очищати від рослинних залишків. У суху вітряну погоду, коли сухі рослинні залишки осідають на радіатор двигуна, важливо перевіряти дизельний двигун між змінами. Працювати без акумулятора категорично заборонено, так як коротке замикання з'єднувальних проводів може призвести до пожежі.

При запуску двигуна потрібно користуватись лише ключем перемикача. Забороняється запускати двигун шляхом заміни клеми стартера.

Накопичення стеблового сміття між кабіною комбайна та двигуном під час обслуговування силової установки не допускається.

Не допускайте, щоб листя та бур'яни обвивали обертові частини колектора, оскільки тертя може спричинити samozаймання. Засмічені паливо проводи можна очищати, лише коли двигун холодний і припинено подачу палива. Паливні баки заправляються лише на дорозі чи поза дорогами, коли двигун не працює, за допомогою заправного пристрою. Якщо двигун загорівся, необхідно вимкнути паливний насос рукояткою управління. Вимніть електрику, відключивши подачу палива.

При загорянні, загасіть огонь за допомогою вогнегасника та засипте його піском. Категорично забороняється лити воду на вогнище або бак з нафтопродуктами.

Важливо пам'ятати, що заправляти комбайн під час роботи збирального агрегату під високовольтними лініями електропередач заборонено. Важливо перед заправкою триматись подалі від ліній електропередач і перевіряти надійність заземлення, яке повинно торкатись землі.

У періоди сильного вітру, коли існує загроза розповсюдження вогню по полю, робота збирального агрегату тимчасово припиняється. Перед початком зварювальних робіт, якщо вони будуть проводитись в польових умовах, необхідно ретельно очистити комбайн, місто під ним, жатку і територію навколо машини від листя та стебла.

5. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ПОСІВНИХ АГРЕГАТІВ.

Норма річного навантаження, T , (год.): трактор МТЗ-80-БЕЛАРУС + СЗ-3,6: трактора 1350; робочої машини-160; трактор ХТЗ-17021+ СП-10,8 + 2СЗ-5,4: трактора 1350; зчіпки 350; робочої машини-160;

Доля роботи в річному завантаженні, δ :

$$\delta = \frac{t}{T} = \frac{F}{\omega_{зм} T}, \quad (5.1)$$

де F – площа поля, га.

Для МТЗ-80-БЕЛАРУС:

$$\delta = \frac{100}{4,476 \cdot 1350} = 0,01655.$$

$$\delta = \frac{100}{4,476 \cdot 160} = 0,1396.$$

Для Т-150К:

$$\delta = \frac{100}{8,6 \cdot 1350} = 0,008.$$

$$\delta = \frac{100}{8,6 \cdot 350} = 0,0332.$$

$$\delta = \frac{100}{8,6 \cdot 160} = 0,0726.$$

Ціна, C , (грн.): трактор МТЗ-80-БЕЛАРУС+СЗ-3,6: трактора 245000; робочої машини – 158500; трактор ХТЗ-17021+СП-10,8+2СЗ-5,4: трактора 800000; зчіпки 46500; робочої машини - 355000.

Балансова вартість, B , (грн.):

$$B = 1,1 \cdot C \cdot n_m, \quad (5.2)$$

Для МТЗ-80-БЕЛАРУС:

$$B = 1,1 \cdot 245000 \cdot 1 = 269500 \text{ грн.}$$

$$B = 1,1 \cdot 158500 \cdot 1 = 174350 \text{ грн.}$$

Для Т-150К: $B = 1,1 \cdot 800000 \cdot 1 = 880000$ грн.

$$B = 1,1 \cdot 46500 \cdot 1 = 51150 \text{ грн.} \quad B = 1,1 \cdot 355000 \cdot 2 = 781000 \text{ грн.}$$

де n_m – кількість машин в агрегаті, шт.;

Трактор МТЗ-80-БЕЛАРУС+СЗ-3,6: трактора 269500; робочої машини - 174350. Разом 443850 грн.

Трактор ХТЗ-17021+СП-10,8+2СЗ-5,4: трактора 880000; зчіпки 51150; робочої машини - 781000. Разом 1712150 грн.

Норма відрахувань на реновацію, a_m , (%):

Трактор МТЗ-80-БЕЛАРУС+СЗ-3,6: трактора 15,0; робочої машини - 12,5. Трактор ХТЗ-17021+СП-10,8+2СЗ-5,4: трактора 17,0; зчіпки 14,2; робочої машини - 11.

Відрахування на реновацію, S_a , (грн.):

$$S_a = 0,01B \cdot a_m \cdot \delta, \quad (5.3)$$

Для МТЗ-80-БЕЛАРУС: $S_a = 0,01 \cdot 269500 \cdot 15,0 \cdot 0,01655 = 668,6$ грн.

$$S_a = 0,01 \cdot 174350 \cdot 12,5 \cdot 0,1396 = 3042,4 \text{ грн.}$$

Для ХТЗ-17021: $S_a = 0,01 \cdot 880000 \cdot 17,0 \cdot 0,008 = 1196,8$ грн.

$$S_a = 0,01 \cdot 51150 \cdot 14,2 \cdot 0,0332 = 241,14 \text{ грн.}$$

$$S_a = 0,01 \cdot 781000 \cdot 11 \cdot 0,0726 = 6237,1 \text{ грн.}$$

Трактор МТЗ-80-БЕЛАРУС+СЗ-3,6: трактора 668,6; робочої машини – 3042,4. Разом 3711,1 грн. Трактор ХТЗ-17021+СП-10,8+2СЗ-5,4: трактора 1196,8; зчіпки 241,14; робочої машини - 62371. Разом 7675,04 грн.

Норма відрахувань на поточний ремонт (ПР) та технічне обслуговування (ТО), $a_{ТО}$, (%):

Трактор МТЗ-80-БЕЛАРУС+СЗ-3,6: трактора 8,0; робочої машини - 7,0. Трактор ХТЗ-17021+СП-10,8+2СЗ-5,4: трактора 11,5; зчіпки 7,0; робочої машини - 7,0.

Відрахування на ПР та ТО, $S_{ТО}$, (грн.):

$$S_{ТО} = 0,01 \cdot B \cdot a_{ТО} \cdot \delta, \quad (5.4)$$

Для МТЗ-80-БЕЛАРУС: $S_{ТО} = 0,01 \cdot 269500 \cdot 8,0 \cdot 0,01655 = 356,82$ грн.

$$S_{ТО} = 0,01 \cdot 174350 \cdot 7,0 \cdot 0,1396 = 1703,75 \text{ грн.}$$

Для ХТЗ-17021: $S_{ТО} = 0,01 \cdot 880000 \cdot 11,5 \cdot 0,008 = 809,6$ грн.

$$S_{ТО} = 0,01 \cdot 51150 \cdot 7,0 \cdot 0,0332 = 118,87 \text{ грн.}$$

$$S_{ТО} = 0,01 \cdot 781000 \cdot 7,0 \cdot 0,0726 = 3969,042 \text{ грн.}$$

Трактор МТЗ-80-БЕЛАРУС+СЗ-3,6: трактора 356,82; робочої машини – 1703,75. Разом 2060,57 грн.

Трактор ХТЗ-17021+СП-10,8+2СЗ-5,4: трактора 809,6; зчіпки 118,87; робочої машини – 3969,042. Разом 4897,512 грн.

Витрати на паливо, S_n , (грн.):

$$S_n = G_{\text{га}} \cdot F \cdot s_n, \quad (5.5)$$

Для МТЗ-80-БЕЛАРУС: $S_n = 8 \cdot 100 \cdot 58,5 = 46800$ грн.

Для ХТЗ-17021: $S_n = 13 \cdot 100 \cdot 58,5 = 76050$ грн.

де s_n – комплексна ціна палива, (грн./кг) – 58,5.

Тарифна ставка, s_m , (грн./год.): основних робітників – 55,02.

Основна оплата праці, S_0 , (грн.):

$$S_0 = (s_{\text{то}} \cdot n_0 + s_{\text{гд}} \cdot n_g) t, \quad (5.6)$$

Для МТЗ-80-БЕЛАРУС: $S_0 = 55,02 \cdot 7 = 385,18$ грн.

Для ХТЗ-17021: $S_0 = 55,02 \cdot 7 = 385,18$ грн.

Додаткова оплата праці, ΔS_g , (грн.):

Для МТЗ-80-БЕЛАРУС:

- основних робітників: $\Delta S_g = 0,73 \cdot s_{\text{то}} \cdot n_0 \cdot t, \quad (5.7)$

$$\Delta S_g = 0,73 \cdot 385,18 = 281,18 \text{ грн.}$$

Для ХТЗ-17021:

- основних робітників: $\Delta S_g = 0,73 \cdot 385,18 = 281,18$ грн.

Загальна оплата праці, S_3 , (грн.):

$$S_3 = S_0 + \Delta S_g, \quad (5.8)$$

Для МТЗ-80-БЕЛАРУС: $S_3 = S_0 + \Delta S_g = 385,18 + 281,18 = 666,36$ грн.

Для ХТЗ-17021: $S_3 = S_0 + \Delta S_g = 385,18 + 281,18 = 666,36$ грн.

Експлуатаційні витрати, S , (грн.):

$$S = (S_a + S_{\text{то}} + S_n + S_3), \quad (5.9)$$

Для МТЗ-80-БЕЛАРУС: $S = 3711 + 2060,6 + 46800 + 666,36 = 53237,96$ грн.

Для ХТЗ-17021: $S = 6237,1 + 4897,5 + 76050 + 666,36 = 87850,96$ грн.

Структура експлуатаційних затрат, Δ (%):

$$\Delta_a = \frac{S_a}{S} 100 \%, \quad (5.10)$$

Для МТЗ-80-БЕЛАРУС: $\Delta_a = \frac{3711}{53237,96} 100\% = 6,97 \%$

Для ХТЗ-17021: $\Delta_a = \frac{6237,1}{87850,96} 100\% = 7,1 \%$

$$\Delta_{TO} = \frac{S_{TO}}{S} 100 \%, \quad (5.11)$$

Для МТЗ-80-БЕЛАРУС: $\Delta_{TO} = \frac{2060,6}{53237,96} 100 \% = 3,87 \%$

Для ХТЗ-17021: $\Delta_{TO} = \frac{4897,5}{87850,96} 100\% = 5,5 \%$

$$\Delta_{II} = \frac{S_{II}}{S} 100 \%, \quad (5.12)$$

Для МТЗ-80-БЕЛАРУС: $\Delta_{II} = \frac{46800}{53237,96} 100 \% = 87,9\%$

Для ХТЗ-17021: $\Delta_{II} = \frac{76050}{87850,96} 100 \% = 86,57 \%$

$$\Delta_3 = \frac{S_3}{S} 100 \% \Delta, \quad (5.13)$$

Для МТЗ-80-БЕЛАРУС: $\Delta_3 = \frac{666,36}{53237,96} 100 \% = 1,25\%$

Для ХТЗ-17021: $\Delta_3 = \frac{666,36}{87850,96} 100 \% = 0,758 \%$

Експлуатаційні витрати на одиницю роботи, $\&$, (грн./га):

$$\& = \frac{S}{F}, \quad (5.14)$$

Для МТЗ-80-БЕЛАРУС: $\& = \frac{53237,96}{100} = 532,38 \frac{\text{грн.}}{\text{га}}$

Для ХТЗ-17021: $\& = \frac{87850,96}{100} = 878,5 \frac{\text{грн.}}{\text{га}}$

Норма ефективності капітальних вкладень, E ($E=0,15$).

Приведені витрати, Π , (грн.):

$$\Pi = S + E \cdot B \cdot \delta, \quad (5.15)$$

Для МТЗ-80-БЕЛАРУС:

$$\Pi = 53237,96 + 0,15 \cdot 443850 \cdot 0,15615 = 63634,04 \text{ грн.}$$

Для ХТЗ-17021:

$$\Pi = 87850,96 + 0,15 \cdot 1712150 \cdot 0,1138 = 117077,36 \text{ грн.}$$

де - норма ефективності капітальних вкладень, E , ($E=0,15$).

Приведені витрати на одиницю роботи, n , (грн./га):

$$n = \frac{П}{F}, \quad (5.16)$$

Для МТЗ-80-БЕЛАРУС: $n = \frac{63634,04}{100} = 636,34 \frac{грн.}{га}$

Для ХТЗ-17021: $n = \frac{117077}{100} = 1170,8 \frac{грн.}{га}$

Таблиця 5.2

Техніко-економічні показники

Показник	МТЗ-80- БЕЛАРУС+ +СЗ-3,6	ХТЗ-17021+ +СП-10,8+ +2СЗ-5,4
Доля роботи в річного навантаженні, δ	0,15615	0,1138
Балансова вартість, B (грн.)	443850	1712150
Відрахувань на реновацію, S_a (грн.)	3711,08	6237,1
Відрахувань на поточний ремонт (ПР) та технічне обслуговування (ТО), $S_{ТО}$ (грн.):	2060,6	4897,512
Число робітників, які обслуговують агрегат, n (люд.):	1	1
Основна оплата праці, S_0 (грн.):	385,18	385,18
Додаткова оплата праці, ΔS_g (грн.):	281,18	281,18
Загальна оплата праці, S_z (грн.):	606,36	606,36
Експлуатаційні витрати, S (грн.):	53237,96	87850,96
Експлуатаційні витрати на одиницю роботи, $\&$ (грн./га)	532,37	878,50
Приведені експлуатаційні витрати, $П$ (грн.)	63634,04	117077,36
Приведені витрати на одиницю роботи, n (грн./га)	636,34	1170,77

Висновок: При аналізі технологічних операцій нами були підібрані і проаналізовані сільськогосподарські машини для кожної технологічної операції. Був проведений аналіз їх показників якості роботи. До кожної сільськогосподарської машини були підібрані енергетичні машини різних виробників. Це дало змогу провести аналіз техніко-експлуатаційних показників кожної сільськогосподарської машини при роботі з різними енергетичними машинами. Економічно доцільніше використовувати ХТЗ-17021+СП-10,8+2СЗ-5,4.

Результати аналізу показали що при різній собівартості машинних агрегатів вони можуть забезпечувати добрий рівень продуктивності і якості роботи.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Проведений аналіз господарства навчально-науково-виробничого комплексу Сумського національного аграрного університету показав, що підприємство має в обробітку 424 га землі, з яких 399,6 га — сільськогосподарські угіддя. Господарство спеціалізується на вирощуванні зернових, технічних, кормових та овочевих культур, серед яких озима пшениця, ячмінь, кукурудза, соняшник та багаторічні трави.

В *технологічній частині* проекту описали технологію та технічне забезпечення посіву зернових культур проведених розрахунків нами пропонується операцію посів виконувати трактором ХТЗ-17021, та посівними сівалками СЗ-5,4 в кількості 2 штук, які приєднані при допомозі зчіпки СП-10,8 до трактора. Використання даного посівного МТА дозволить нам максимально ефективно використовувати двигун, продуктивність даного МТА становить 6,84 га за зміну, при витраті палива 3,2 кг на гектар. Саме головне даний МТА дозволить зменшити кількість проходів по полю, тим самим ущільнення поверхні поля буде мінімальне.

В *конструктивній частині* нами запропоновано удосконалення серійного ґрунтообробного котка для подрібнення рослинних решток, а саме встановлення зубчастих ножів на батареях, які буде сприяти підвищенню якості обробки ґрунту та подрібненню рослинних решток.. Основні елементи підтверджені інженерними розрахунками деталей та вузлів на міцність.

Запропоновані *заходи з охорони* праці допоможуть знизити непродуктивні втрати робочого часу і скоротити кількість нещасних випадків. Описали безпеку праці в рослинництві.

В *економічній частині* зроблено економічне обґрунтування використання посівних агрегатів. Розрахунки показали що при посіву краще використовувати МТА в складі МТЗ-80БЕЛАРУС та сівалку СЗ-3,6, які мають найменші показники з експлуатаційних витрат на одиницю роботи та прямі витрати складуть майже 637 грн., а на ХТЗ-17021+СП-10,8 та 2 сівалки СЗ-5,4 з показником 1170 грн. Якщо брати зі кількість проходів посівного агрегату по полю та його змінній продуктивності то краще використати 2 посівний МТА.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Надикто В. Оранка: міфи та реалії. [Електронний ресурс] / Володимир Надикто // Агробізнес Сьогодні. Механізація АПК.. – 2023. – Режим доступу до ресурсу: <https://agro-business.com.ua/agro/idei-trendy/item/8395-oranka-mify-ta-realii.html>.
2. Сайдак Р. Підготовка ґрунту та проведення сівби озимих зернових культур. Головний журнал з питань агробізнесу "Пропозиція". Сайт <https://propozitsiya.com/ua>. Головна / Статті /. URL: <https://propozitsiya.com/ua/pidgotovka-gruntu-ta-provedennya-sivbi-ozimih-zernovih-kultur> (дата звернення: 9.04.2025).
3. Гайденко О. Основні вимоги до обробітку ґрунту [Електронний ресурс] / Олег Гайденко // Сайт \"Агрономія сьогодні\" - агрономічний довідник для фермерів та агрономів.. – 2024. – Режим доступу до ресурсу: <https://agronomy.com.ua/statti/2326-osnovni-vymohy-do-obrobitku-gruntu.html>.
4. Сівалка СЗ-5,4 [Електронний ресурс] // Агроманія. Новини сільськогосподарської техніки.. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://agromania.com.ua/sejalka-zernotukovaya-sz-54-proizvoditel-chervona-zirka/>.
5. Універсальна зернова сівалка СЗ-3,6. Регулювання та налаштування [Електронний ресурс] // Агроманія. Новини сільськогосподарської техніки.. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://agromania.com.ua/sejalka-zernovaja-sz-3-6/>.
6. Зубко В.М. Як підготувати сівалку до виходу в поле [Електронний ресурс] / В.М. Зубко, В.І. Оничко, С.П. Соколік // Traktorist.ua. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://traktorist.ua/articles/Yak-pdgotuvati-svalku-do-vihodu-v-pole>.
7. Методичні рекомендації для виконання практичних робіт з курсу «Теорія, конструкція і розрахунок сільськогосподарських машин». Розділ «Машини для обробітку ґрунту, посіву і садіння, агрегатів для внесення

засобів агрохімії та меліоративних машин». Для студентів спеціальності 208 «Агроінженерія». Кропивницький: ЦНТУ, 2022 р.

8. Шудренко І. В. Охорона праці в галузі : навч. посіб. Житомир : ЖНАЕУ, 2017. 136 с.

9. Сало В М, Лещенко С М, Лузан П Г, Сало В М and Амосов В В. Машини для обробітку ґрунту та внесення добрив. Харків: Мачулін. 2016.

10. Експлуатація машин і обладнання: навч. посіб. / М.А. Ружицький, В.І. Рябець, В.М. Кіяшко та ін. – Київ : Аграрна освіта, 2018

11. Лімонт А. С. та ін. Практикум з машиновикористання в рослинництві. – Київ: Кондор, 2004.

12. Охорони праці в галузях сільського господарства: Навчально-методичний комплекс. Навчальний посібник для підготовки спеціалістів ступеня «магістр» для всіх напрямків підготовки /М.М.Сақун, І.В.Москалюк, О.О.Атрашкова; А.М. Яковенко; за редакцією Сақуна М.М. – Одеса: Видавництво «ВМВ», 2019. – 458 с.

13. Зубко В.М., Експлуатація машин і обладнання: методичні вказівки щодо виконання лабораторно-практичних занять № 1 для студентів 4 курсу спеціальності 208 «Агроінженерія» денної і заочної форм навчання освітнього ступеня «бакалавр» / Зубко В.М., Сировицький К.Г. - Суми, 2022. – 68 с.

14. Експлуатація машин і обладнання. Навчальний посібник для здобувачів вищої освіти аграрних технікумів і коледжів денної і заочної форми навчання зі спеціальності 208 Агроінженерія. [Електронний ресурс] // Вінницький НАУ. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: https://lad.vnau.com.ua/storage/metod_vkazivkb.pdf.

15. Практикум з машиновикористання в рослинництві / А.С. Лімонт, І.І. Мельник, А.С. Малиновський та ін. За ред. І.І. Мельник. К.: Кондор, 2014. 282 с.

16. Лихочвор В.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур / В.В. Лихочвор – Львів: НВФ “Українські технології”, 2002. – 800 с.

17. Електронні підручники.
http://pidruchniki.com/14230424/geografiya/pidgotovka_nasinnya_sivba#74

18. База патентів. <http://www.library.ukma.edu.ua/index.php?id=163>

19. База патентів України. <http://uapatents.com/>

19. Mirzaev, Bakhadir & Mamatov, F & Kodirov, U & Shirinboyev, X. (2021). Study on working bodies of the soil preparation machine for sowing potatoes. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 939. 012068. 10.1088/1755-1315/939/1/012068.

20. Ravshanov, Kh & Mamatov, F & Mukimov, B & Abdullayev, A & Murtazaeva, G. (2021). Study on combined machine for the subsurface soil treatment. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 939. 012065. 10.1088/1755-1315/939/1/012065.

21. Limont, Anatoliy & Limont, Zlata. (2022). The Mass and Clearance Dimensions of Body Machines for Applying Solid Organic Fertilizers. National Interagency Scientific and Technical Collection of Works. Design, Production and Exploitation of Agricultural Machines. 25-31. 10.32515/2414-3820.2022.52.25-31.

22. Limont, Anatoliy & Lomakin, Volodymyr & Limont, Zlata. (2021). The Carrying and Load-carrying Capacity of Body Machines for Applying Solid Organic Fertilizers. Central Ukrainian Scientific Bulletin. Technical Sciences. 134-141. 10.32515/2664-262X.2021.4(35).134-141.

ДОДАТКИ