

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: «Підвищення ефективності використання машинного забезпечення при підготовці ґрунту до посіву зернових культур в умовах ТОВ "Сейм - Агро" Конотопського району Сумської області».

Виконав:

(підпис)

Тарасов Я.М.

(Прізвище, ініціали)

Група:

АІ 2001-2

(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.

“ ____ ” _____ 202 року

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

_____ Тарасова Ярослава Дмитровича _____

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Підвищення ефективності використання машинного забезпечення при підготовці ґрунту до посіву зернових культур в умовах ТОВ "Сейм - Агро" Конотопського району Сумської області» _____, керівник роботи: Калнагуз Олексій Миколайович, старший викладач _____, (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання) затверджені наказом закладу вищої освіти від “ ____ ” _____ 202_ року № _____

2. Строк подання здобувачем роботи: “ ____ ” _____ 202_ 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. Характеристика товариства «Сейм-Агро». 2. Технологічна частина. Технічне забезпечення підготовки ґрунту під посів зернових культур. 3. Конструктивна розробка. Удосконалення агрегату для основного обробітку. 4. Економічна частина. Розрахунок вартості виготовлення пристрою. Список використаної літератури. Висновки. Додатки _____

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу:

1. Характеристика діяльності господарства ТОВ «СЕЙМ-АГРО»
2. Техніко-експлуатаційні розрахунки орних агрегатів
3. Операційно-технологічна карта на виконання операції
- 4 та 5. Конструктивна розробка (схема, загальний вигляд, складальне креслення та креслення нестандартних деталей)
6. Економічна частина. Розрахунок виготовлення пристрою.

6. Консультанти розділів роботи:

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

7. Дата видачі завдання: “ ____ ” _____ 202_ року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Погоджено з керівником кваліфікаційної роботи
1	Обрання теми	до 01.10.2023 р.	
2	Аналіз літературних джерел з обраної тематики	до 01.12.2023 р.	
3	Складання плану роботи	до 01.01.2024 р.	
4	Написання вступу	до 31.01.2024 р.	
5	Написання розділу «Характеристика діяльності власності ССК «ЯРОСЛАВНА»	до 15.02.2024 р.	
6	Написання розділу «Технологія вирощування технічних культур»	до 12.03.2024 р.	
7	Написання розділу «Конструктивна розробка»	до 15.04.2024 р.	
8	Написання розділів «Охорона праці» та «Економічне обґрунтування»	до 01.05.2024 р.	
9	Написання висновків	до 11.05.2024 р.	
10	Подання роботи на перевірку унікальності	до 13.05.2024 р.	
11	Подання роботи на рецензування	до 22.05.2024 р.	
12	Подання роботи до попереднього захисту	до 31.05.2024 р.	

Здобувач вищої освіти

_____ (підпис)

Тарасов Я.Д.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник
кваліфікаційної роботи

_____ (підпис)

Калнагуз О.М.

_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота складається з **6** аркушів креслення формату А1 і пояснювальної записки в обсязі **52** сторінок.

Пояснювальна записка містить в собі **4** розділів, **45** ілюстрацій, **18** таблиць, додатків та **22** літературних джерел.

Ключові слова: **ВИРОЩУВАННЯ ЗЕРНОВИХ, ПОСІВНІ ПЛОЩІ, ВИД ДІЯЛЬНОСТІ, ОРНІ ЗЕМЛІ, ПЛОЩА ПОСІВУ, ОЗИМА ПШЕНИЦЯ, СІВОЗМІНА, ПОПЕРЕДНИК, ПІДГОТОВКА НАСІННЯ, КАЛІБРУВАННЯ, ТЕХНОЛОГІЯ ОБРОБІТКУ, ПОСІВ, СІВАЛКА, НОРМА ВИСІВУ, ШВИДКІСТЬ, ПОТУЖНІСТЬ ДВИГУНА, ПРОДУКТИВНІСТЬ.**

Кваліфікаційна робота розроблена на тему: *«Підвищення ефективності використання машинного забезпечення при підготовці ґрунту до посіву зернових культур в умовах ТОВ "Сейм - Агро" Конотопського району Сумської області».*

В кваліфікаційній роботі виконаний аналіз товариства ТОВ «СеймАгро» за останні роки.

В технологічній частині ми зробили огляд технологій обробітку ґрунту під посів; описали послідовність виконання операцій; рекомендованих попередників під сівбу озимої пшениці; описали основні контрольні показники оцінки якості основного обробітку; зробили техніко-експлуатаційні розрахунки операцій по поверхневому обробітку та основному, склали операційно-технологіну карту на виконання зяблевої оранки.

Для кращої вирівняності поля під час прогону орного агрегату нами запропоновано удосконалення до корпуса плуга. Зроблена економічна оцінка виготовлення такого пристосування.

Зроблені розрахунки по обґрунтуванню використання широкозахватного посівного агрегату.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1. ХАРАКТЕРИСТИКА ТОВ «СЕЙМ-АГРО»	8
2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА. Технічне забезпечення підготовки ґрунту під посів зернових культур.....	16
3. КОНСТРУКТИВНА РОЗРОБКА. Удосконалення агрегату для основного обробітку.....	37
4. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА. Розрахунок вартості виготовлення (удосконалення) пристрою (плуга) ..	46
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	49
ВИСНОВКИ	51
ДОДАТКИ	52

ВСТУП



Головним завданням обробітку ґрунту під озимі культури в нашій зоні є забезпечення нагромадження і максимального збереження ґрунтової вологи, якісне подрібнення післяжнивних решток і формування

ерозійностійкої поверхні поля, створення умов для проростання насіння і одержання своєчасних сходів.

Озима пшениця в нас займає одне з лідируючих місць за посівними площами. І, незважаючи на невдалі роки чи несприятливі погодні умови, площі ці продовжують щороку зростати. Так, під урожай озимої пшениці в Україні засіяно 6,45 млн га, що на 2,8% більше аналогічного показника минулого року. Зростають площі і під органічною пшеницею: під органічні зернові вже відведено 197 тис. га і, можливо, надалі ця цифра буде також збільшуватися [4].

Обробіток ґрунту під озимі культури відрізняється від обробітку під ярі. Його складність полягає в тому, що озимі висівають восени, а цьому періоду, як правило, передують тривале спекотне посушливе літо, що ускладнює обробіток землі та появу сходів. Тому основними завданнями обробітку ґрунту під озимі культури є: 1) забезпечення дрібногрудкуватого стану ґрунту, щоб насіння потрапляло на вирівняне, ущільнене, вологе насінневе ложе. Загортають його таким самим дрібногрудкуватим шаром, що забезпечує оптимальну аерацію, зволоженість і появу дружних сходів; 2) накопичення достатньої кількості вологи, особливо у посівному шарі, для своєчасної появи сходів і розвитку їх восени; 3) максимальне очищення поля від бур'янів, хвороб і шкідників; 4) накопичення у ґрунті достатньої кількості поживних речовин у доступних для рослин формах [6].

Передпосівний обробіток краще проводити сучасними комбінованими агрегатами, що забезпечує формування оптимального щільного насінневого ложа, вирівняності та дрібногрудкуватої структури поверхні ґрунту.

Передпосівний обробіток ґрунту – одна з найважливіших ланок ресурсоощадної технології, від якої залежить глибина загортання насіння, дружність і рівномірність появи сходів озимої пшениці, ріст, розвиток і продуктивність рослин. Основним його завданням є створення структурноагрегатного посівного шару. Розрив між передпосівним обробітком і сівбою повинен бути мінімальним – не більше 1–1,5 години. Поле при цьому не встигає пересохнути і насіння лягає у вологий ґрунт. Для того, щоб краще було видно слід маркера, передпосівний обробіток проводять під невеликим кутом до напрямку сівби.

1. ХАРАКТЕРИСТИКА ТОВ «СЕЙМ-АГРО»

1.1. Місце знаходження та напрям діяльності товариства

Товариство з обмеженою відповідальністю «Сейм-Агро» (надалі ТОВ «Сейм-Агро»), а саме його центральна садиба розташована на вулиці Ковпака, будинок 7 (рис. 1.1). Почтовий Індекс 41500.

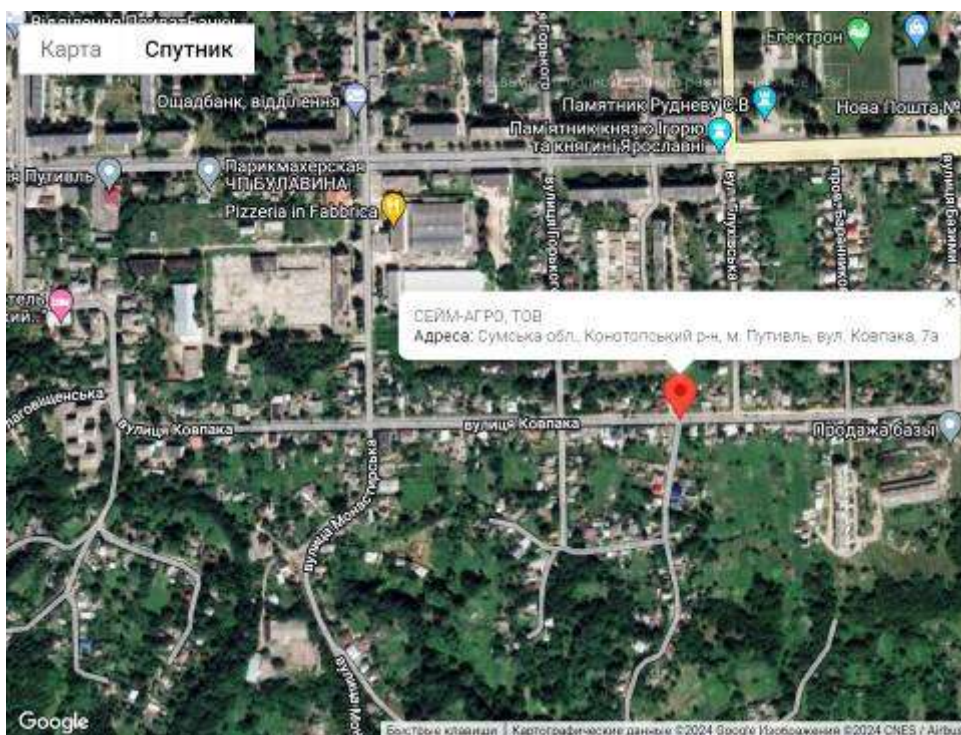


Рис. 1.1. Розташування ТОВ «Сейм-Агро»

Дане товариство було організовано в лютому 2015 році для вирощування сільськогосподарських культур та іншої підприємницької діяльності. Власниками ТОВ були родина Склярівих, а саме Засновник Склярів Єгор Борисович та так званий бенефіціар Склярів Борис Петрович, які мали відповідно у власності 20% та 80% відповідно.

Прибуток згідно річного звіту за минулі роки склав за 2022 рік – майже 110 млн грн., а за 2023 рік на 40 млн менше і склав 72 млн 480 тис грн.

В зв'язку зі зміною адміністративно-територіальних меж районів юридична адреса ТОВ «Сейм-Агро» змінила свою адресу з Путивльського району на Конотопський, і має на даний час адресу: Україна, індекс 41500,

Сумська область, Конотопський район, місто Путивль, вулиця Ковпака будинок 7А. Телефон для співпраці 099-110-01-89 та електронна адреса для листування: seymagro@ukr.net

Господарство згідно річних звітів та витягів з ЄДР займається вирощуванням сільськогосподарських культур, їх торгівлею; післязбиральною обробкою врожаю; надає послуги для орендарів з виконання сільськогосподарських операцій; займається розведенням свиней декількох порід, розведенням великої рогатої худоби та багато іншими видами діяльності, перелік яких наведено на рис. 1.2.

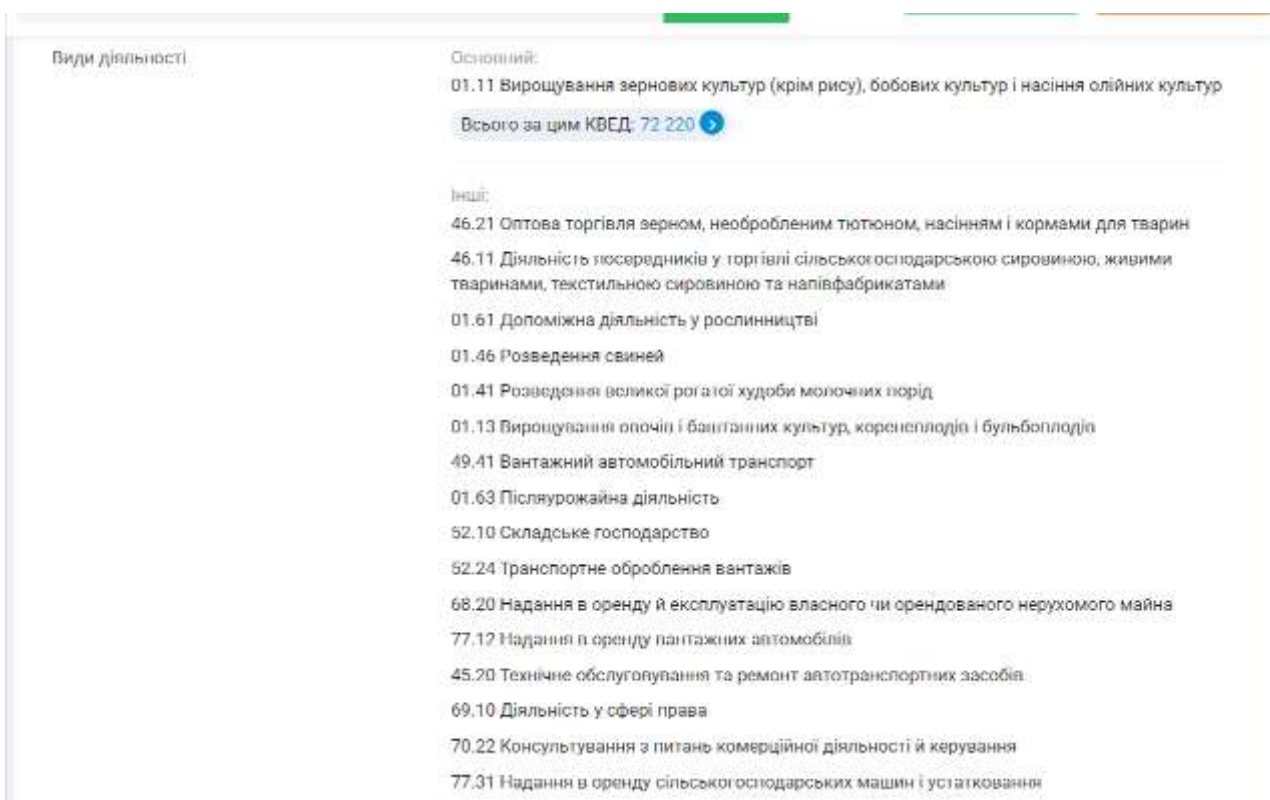


Рис. 1.2. Види діяльності ТОВ «Сейм-Агро»

Для вирощування сільськогосподарських культур господарство має в аренді близько 2300 ділянок земельних, які були надані в аренду на 20 років, у кого на 40 для вирощування сільськогосподарських рослин та отримання прибутку від їх реалізації.

Земельні ділянки які надані в оренду мають різні площі це і 0,8га так і 3,2 гектара (рис. 1.3).

Центральна садиба розташована на відстані майже 97 кілометрів від обласного центру (по автошляху Р44), землі товариства знаходяться на правому березі річки Сейм, тому дуже красиві краєвиди спостерігають наші оператори сільськогосподарських машин під час виконання тих чи інших сільськогосподарських операцій.

Земельні ділянки в оренді
 2292 ділянки

5923888400:05:001:0029	1	5923888400:05:001:0261	2	5923888000:05:000:0372	3
5923882800:04:001:0313	4	5923880400:05:002:0863	5	5923880700:06:000:0081	6
5923888000:06:000:0726	7	5923888000:06:000:0652	8	5923885000:05:000:0103	9
5923888200:05:001:0206	10	5923888000:06:000:1108	11	5923882800:04:001:0180	12

Рис. 1.3. Оренда ТОВ «Сейм-Агро»

Через колись бувший так званий районний центр м. Путивль, проходять автомобільні дороги Р44 та Т1911; Т1920....Т1922.

Але нажаль маючи сусіда Російську Федерацію війна внесла свої корективи в майбутнє даного товариства

AGRO TIMES
 АГРОНОМІЯ

[АГРОМАРКЕТ](#)
[АГРОНОМІЯ](#)
[ТЕХНІКА](#)
[ЕЛЕВАТОР](#)
[ТВАРИН](#)

«Сейм Агро» через забрудненість земель вибуховими пристроями не обробляє близько 50% площ



У ТОВ «Сейм Агро», яке працює на сході Сумщини, близько 50% площ неможливо обробляти через забрудненість земель вибуховими пристроями.

1.2. Структура посівних площ та врожайність культур в ТОВ «Сейм-Агро».

Досліджувальне господарство маючи такий банк земельних орендних ділянок має в обробітку згідно річного звіту 2001 га землі, в порівнянні з 2021 на 700 га менше. Детальний аналіз земельного банку товариства зображено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Структура земельного банку ТОВ «Сейм-Агро»

№ п/п	Вид земель	Площа (згідно річних звітів)		
		2021 рік	2022 рік	2023 рік
1	Рілля	2723	2205	2001
2	Споруди, дороги, ставки	10	8	7

Структура посівних площ та врожайність культур представлена в таблиці 1.2 та на рис. 1.4.

Таблиця 1.2

Структура посівних площ

Сільськогосподарські культури	Площа по роках		
	2021 рік	2022 рік	2023 рік
Озима пшениця	654 га	577,7 га	254 га
Гречка		17,4 га	
Просо	63 га	113,3 га	501 га
Кукурудза на зерно	563 га		159 га
Соя	69,1 га	158,4 га	73 га
Гірчиця			19,7 га
Ріпак озимий	492 га	732,3 га	264 га
Соняшник	802 га	923,4 га	738 га

Як бачимо з таблиці найбільшу питому вагу посівних площ займає соняшник, зернові культури займають третю сходинку в посівних площах.

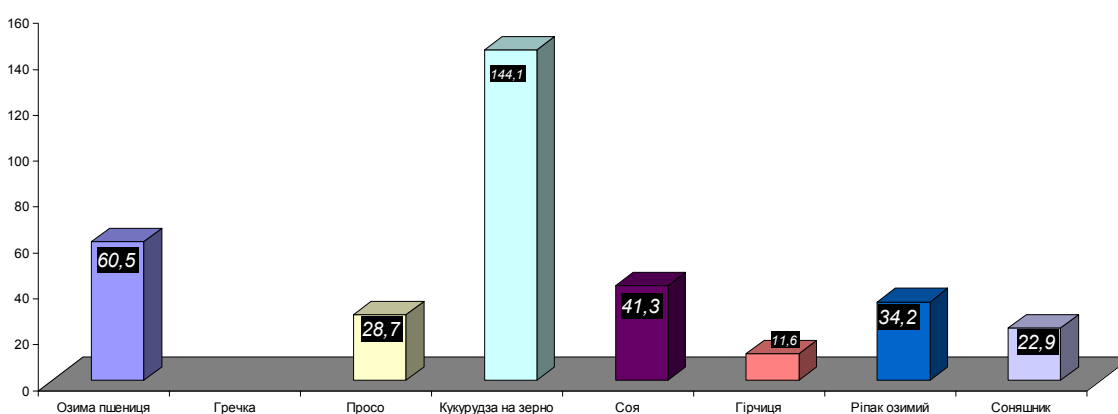
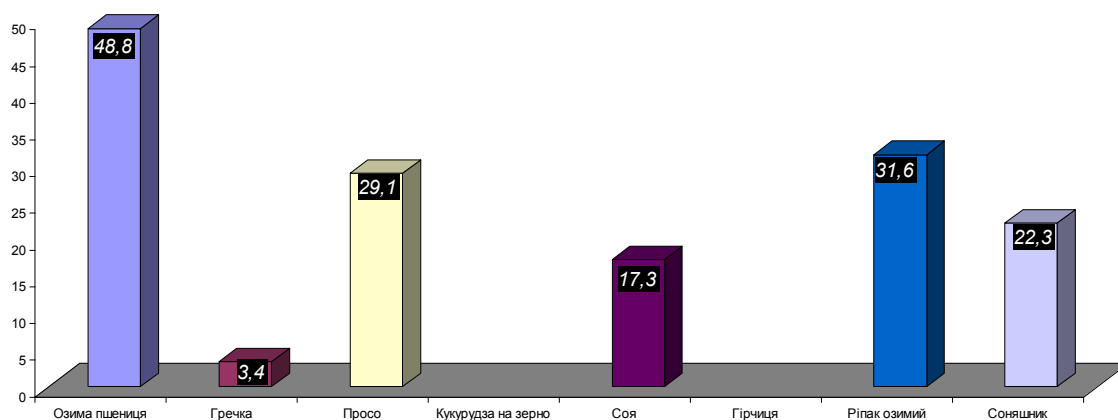
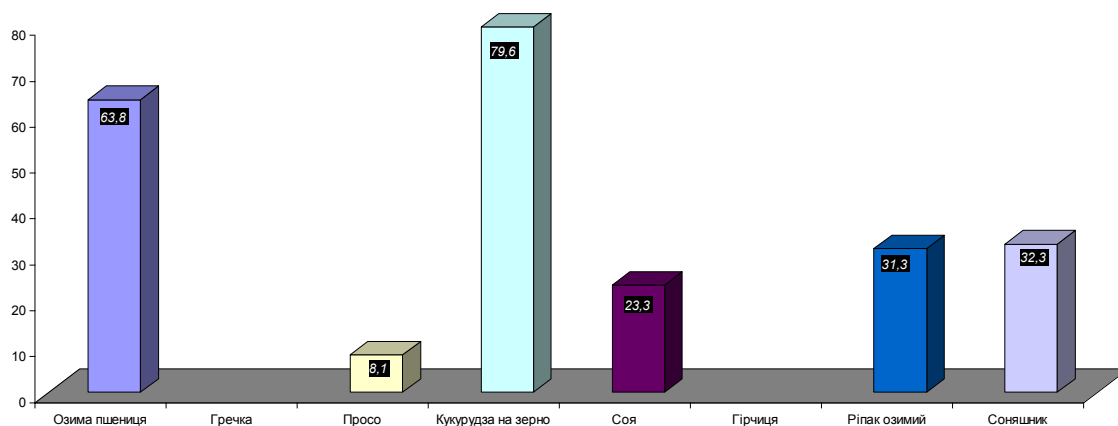


Рис. 1.4. Врожайність сільськогосподарських культур (верхній рисунок 2021 рік, середній рисунок 2022 рік та нижній рисунок 2023 рік).

Перелік осіб, які планують експорт кукурудзи до Китайської Народної Республіки

№ з/п	Назва особи	Скорочена назва особи	Юридична адреса
195	Товариство з обмеженою відповідальністю "Сейм-Агро"	ТОВ "Сейм-Агро"	41500, Сумська область, Путинський р-н, м. Путивль, вул. Ковпака, б. 73, кв. 3

1.3. Парк енергетичних засобів та с.г машин ТОВ «Сейм-Агро»

Товариство маючи достатню кількість орних земель має немалий парк енергетичних засобів та сільськогосподарських машин. Нижче наведено більш кількісний склад одних та інших машин.

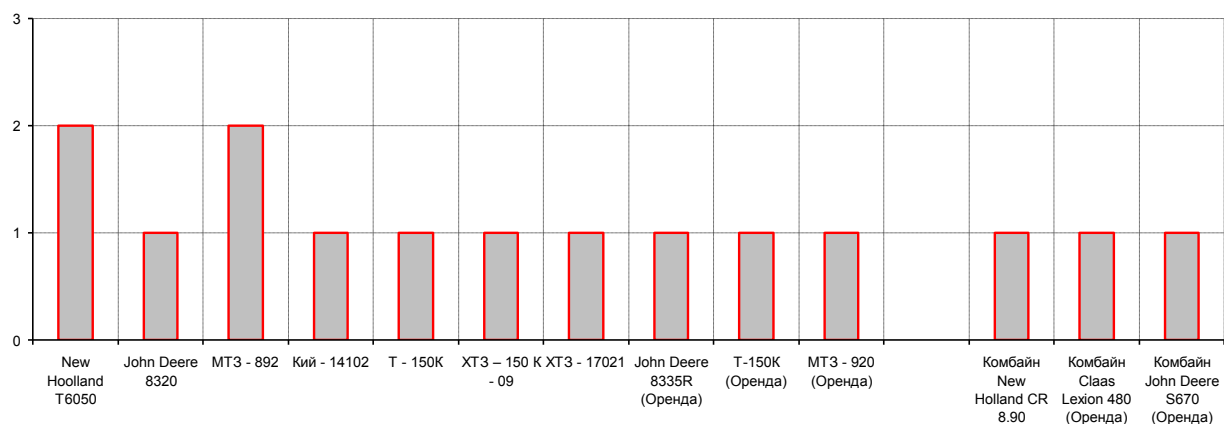


Рис. 1.5. Перелік енергетичних засобів товариства

Таблиця 1.3

Марочний та кількісний склад сільськогосподарських машин

№ п/п	Марка	Кількість
Плуги		
1	ПЛН-3-35	1
2	ПЛН-4-35	1
3	ПЛН-5-35	2
4	LEMKEN EurOpal 5 3+1 N 100	2 (1 оренда)
Луцильники		
1	ЛДГ-5	1
2	ЛДГ-10А (ремонт)	1
3	ЛДГ-15А	1
Борони		
1	БДТ-3	1
2	БДТ-7	1

3	Elvorti ("Червона Зірка") PALLADA 6000 (оренда)	1
4	БЗСС-1	12
5	БЗТС-1	12
6	LEMKEN Рубін (Rubin) 9 (оренда)	1
7	АГ-2,1-20	2
Культиватори		
1	КРН-5,6	1
2	КРН-4,2	1
3	КПС-4ПМ (оренда)	2
4	УСМК-5,4 (ремонт)	1
5	Елворті Поляріс 4 (POLARIS 4)	1
6	КПА - 6ПГ	1
Сівалки		
1	СУПН-8	2
2	ССТ- 12 (на ремонті)	1
3	VESTA 6 PROFİ (УПС-6А)	2
4	ELVORTI ASTRA-3,6В-06 PREMIUM (оренда)	1
5	JOHN DEERE 1890 (оренда)	1
6	СЗ – 3,6	1
Машини для хімічного захисту та внесення добрив		
1	Оприскувач John Deere M732	1
2	Оприскувач ОП 2000	1
3	Обприскувач TETIS 24 Bravo 180 (Ельворті) (оренда)	1
4	РУМ-8	2
5	ПЖУ-5	1
6	РОУ-6	2
Катки		
1	Коток (КРП-6) змільчувач	1
2	ККШ-6	1

3	КН-6	2
Причепи		
1	2 ПТС-4	3
2	1 ПТС-9	2
3	2 ПТС-8	2
Жатки		
1	Для соняшнику Sun Plant-9,4	1
2	Для кукурудзи Corn Plant (КМС-8)	1
3	Для Ріпаку	1
Навантажувач		
1	JCB 531-70 AGRI	1
2	КУН	1



2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.

Технічне забезпечення підготовки ґрунту під посів зернових культур.

2.1. Огляд технологій обробітку ґрунту під посів зернових.

Технологічна операція посів неможлива без якісного підготовленого ґрунту. Підготовка ґрунту під посів це перш за все вирівнювання верхнього шару ґрунту, з подрібненням на ньому грудок. Все це дасть можливість якісно, рівномірно, висівати в посівне ложе насіння зернових культур.

Крім покращення фізико-механічних властивостей ґрунту обробіток його дозволяє максимально зберегти вологу, заробити рештки культури від попередника та все це дозволить підготувати якісне посівне ложе, що в свою чергу дасть нам якісно пророщене насіння, а отже дружні всходи.

При недостатньому та нестійкому зволоженні ґрунту важливого значення набувають чисті пари, глибину культивацій яких у другу половину літа слід поступово зменшувати до 6–8 см. Для ефективного проведення обробітку на зазначену глибину слід використовувати культиватори типу КПС–4, а також сучасні широкозахватні комбіновані механізми, які в широкому асортименті представлені на полях нашої держави.

Обробіток ґрунту на полях де будемо висівати озиму пшеницю повинен включати наступні операції: лушення, оранка та передпосівний обробіток (всі ці операції при звичайній технології обробітку) (рис. 2.1).

Так якщо ґрунт знаходився під такими попередниками як культури на зелений корм, соя чи ріпак, багаторічні трави або колосові культури – необхідно після таких культур зробити наступні технологічні операції: лушення верхнього шару від попередника сільськогосподарськими

машинами з важким дисковим зняряддям (луцильники (дисковi гiдравлiчнi) ЛДГ-5; ЛДГ-10А та ЛДГ-15А та iншими якi представленi на ринку України, вiтчизняних виробникiв. Рис. 2.2)

Обробка ґрунту під озиму пшеницю складається з кількох послідовних операцій:

- 1) **луцнення стерні** (за наявності гарної дискової борони це можна зробити в один прохід)
- 2) **основний обробіток ґрунту - чизелювання (оранка / обробка диско-лаповими зняряддями / фрезерування, важкий культиватор / дисковий плуг)**
- 3) **передпосівна обробка** компактором

Рис. 2.1. Технологічні схеми обробітку ґрунту [1]

Виробник	Ширина захвату, м	Робоча швидкість, км/год
<input type="checkbox"/> AGROKALINA (6)	<input type="checkbox"/> 10,0 (1)	<input type="checkbox"/> 10-14 (4)
<input type="checkbox"/> ЕМЗ (Україна) (1)	<input type="checkbox"/> 2 (1)	<input type="checkbox"/> 14 (6)
<input type="checkbox"/> Агротехкомплект (8)	<input type="checkbox"/> 10 (2)	<input type="checkbox"/> 8-10 (3)
<input type="checkbox"/> Восход (6)	<input type="checkbox"/> 11 (1)	<input type="checkbox"/> 9-15 (1)
<input type="checkbox"/> Краснянский Агромаш (3)	<input type="checkbox"/> 14 (1)	<input type="checkbox"/> до 12 (6)
<input type="checkbox"/> Краснянський Агромаш (6)	<input type="checkbox"/> 2,0 (2)	<input type="checkbox"/> до 18 (24)
<input type="checkbox"/> Слобода (Хартехпром) (24)	<input type="checkbox"/> 2,4 (1)	
<input type="checkbox"/> Степаненко і К (2)	<input type="checkbox"/> 2,5 (3)	
<ul style="list-style-type: none"> • Лозівські машини • Білоцерківмаз • Краснянське Агромаш • Агротехкомплект • Хартехпром • Степ і К • Уманьферммаш 		Глибина обробки, см <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 12 (1) <input type="checkbox"/> 12-14 (3) <input type="checkbox"/> 12/14 (1) <input type="checkbox"/> 14 (1) <input type="checkbox"/> 4-12 (9) <input type="checkbox"/> 5-15 (5) <input type="checkbox"/> до 12 (19) <input type="checkbox"/> до 15 (5)

Рис. 2.2. Ринок дискових агрегатів для обробітку ґрунту

Також проводять обробіток на більшу глибину до 15 сантиметрів так званими комбiнованими агрегатами типу АКШ (з шириною захоплення від 2,5 до 5,6 метрів (рис. 2.3)) виробництва Хмільниксільмаш, або iншими машинами культиваторами (причіпний КР-4,5 (виробництва ООО «БДТ-

АГРО»); та комбіновані агрегати РВК-3,6 або АКП-5) на глибину де буде посіяне насіння.



Рис. 2.3. Машина виробництва Хмільниксільмаш

Якщо ґрунти на полі мають механічний склад ґрунту важкий, або навіть середній та попередником під зернові (озиму пшеницю) були товстостебельні культури (такі як кукурудза чи соняшник) то тут необхідно зробити мульчування рослинних решток на глибину до 8 сантиметрів важкими боронами. Виробництвом таких машин займаються наступні виробники: Товариства з обмеженою відповідальністю (НВП "Білоцерківмаш"; "Агромаш-Калина"; "ДЗЗМ" "Агротех"; ІСМ "Промінь"; «ВЕЛЕС-АГРО ЛТД.»); Лозівські машини; ПАТ «Червона зірка» ЕЛВОРТИ; Краснянське СП «Агромаш» та інші.

На ринку представлені такими машинами як: навісними дисковими машинами (боронами) БД (з шириною захоплення від 1,8 до 2,3 метра, які агрегуються з тракторами класу тяги 70...90, мають від 14 до 18 робочих органів (дисків) діаметр яких 510 мм), глибина обробітку до 12см; та борона закордонного виробника ARADOR-TSL серія ASISTENTE 250 яка призначення для навішування на трактори малоко класу тяги 80к.с, має 20

дисків (які можуть бути як 560 міліметрів так і 510, при відстані між ними 125 мм) (рис. 2.4).



Рис. 2.4. Дисківі робочі органи

Тому від попередника (рис. 2.5) залежить наступна операція з обробітку ґрунту.

Попередник

Попередник — один із головних факторів, які впливають на подальшу «долю» посівів. Причому його вплив — комплексний, і включає цілу низку чинників:

- терміни збирання попередника;
- пожнивні рештки від нього;
- його вплив на структуру ґрунту;
- «винесення» або навпаки «збагачення» попередником ґрунту певними поживними речовинами;
- падалиця від нього;
- ураження хворобами та шкідниками, що можуть поширюватись і на наступній культурі.

Попередники під сівбу озимої пшениці та ячменю

КУЛЬТУРА	ПОПЕРЕДНИК													
	Озимий ячмінь	Озиме жито	Озима пшениця	Яра пшениця	Ярий ячмінь	Овес	Кукурудза на силос	Кукурудза на зерно	Соняшник	Ріпак	Горих	Цукровий буряк	Сев	Гречка
ОЗИМА ПШЕНИЦЯ	п	п	п	п	м	м	м	д	д	д	д	д	д	д
ОЗИМИЙ ЯЧМІНЬ	д	д	м	д	д	м	п	п	п	д	д	п	д	д

Позначення: Д — добрий, М — можливий, П — поганий

Рис. 2.4. Рекомендований попередник під зернові [2]

Також при вирощуванні зернових використовують і інші технології вирощування (рис. 2.5 [1]), для запобігання так званої ерозії ґрунтів в енергоощадних технологіях вирощування рослин. Так при нульовій

технології є свої плюси та мінуси. Така технологія дозволяє економити паливо, робити операцію в коротші строки і згідно практичних дослідів показало що відбувається зниження ерозійних процесів в верхньому родючому шарі ґрунту.

Озима пшениця та інші зернові озимі вирощуються за різними технологіями:

- класична система землеробства, класична система обробітку ґрунту під пшеницю
- точний висів зернових культур спеціальними сівалками точного висіву
- No-Till, прямий посів
- смугова обробка ґрунту [Strip-Till](#) та посів пшениці в смуги сівалкою Twin-Row

Рис. 2.5. Технології вирощування зернових [1]

В господарствах класична технологія обробітку ґрунту під зернові включає наступні операції (рис. 2.6)

Класична обробка ґрунту під озимі культури включає:

- 1. Заробка та подрібнення стерні попередника** - дискування стерні або заробка стерневим культиватором стерні попередньої культури. При цьому хороша дискова борона або стерневий культиватор дозволяє зробити це одним слідом! Також можна використовувати ребристу ковзанку
- 2. Основний обробіток ґрунту** зі зворотним вирівнюванням ([оранка](#) / [чизелювання](#) / дискування важкої бороною - дисковий плуг / обробка диско-лаповими знаряддями / фрезерування)*
- 3. Передпосівний обробіток ґрунту** під озиму пшеницю - зазвичай це передпосівна культивація компактором для створення посівного ложа*

Рис. 2.6. Операції обробітку при класиці

На практиці доведено що операцію з основного обробітку ґрунту проводять як мінімум за місяць перед посівом, або якщо ми проводили

операцію з поверхневого обробітку, лушення стерні, то оранку проводимо не пізніше десятого дня після лушення.

Отже ґрунт для посіву повинен бути підготовлений під операцію після обробітку ґрунту. Якщо ми будемо проводити операцію з посіву через кілька днів (1..3 дні) то ґрунт не буде придатний для посіву. Якщо так трапиться то необхідно використовувати культиватори та котки для підготовки ґрунту.

Якщо на полі є ущільнення ґрунту то необхідно зробити технологічну операцію з розущільнення такого шару сільськогосподарськими машинами: глибокорозпушувачами типу ГДР (з шириною захоплення 2,6 чи 3,3 метри); Фаворит-2,5 (3); ЧГ-3В; ЧГ-40-01; АГР-1,7; АГР-2,4; АГР-3,4; «Риппер» СГР-3/5 (модельний ряд «Риппер» СГР-3/7; СГР-4/7; СГР-4/9); РН-3-2,2 (який має від 3 до 7 ґрунтообробних стійок «чизельних лав»). Використання глиборозпушувачів можливе як самостійне так із котками (рис. 2.7).



Рис. 2.7. Глибокорозпушувачі.

Якщо проаналізувати агротехнічні вимоги до операцій то кожна технологічна операція повинна відповідати вимогам. Так лушення стерні виконують при вологості ґрунту від 11 відсотків до 25%, твердість повинна становити на глибині 15 см максимум 3,5МПа. Після проведення описаної операції вміст грудок (максимального розміру 5 см) в структурі ґрунту повинна становити до 50%, так звана гребенистість має не перевищувати 4 см, при глибині обробітку 4...10 см. Якщо операція виконується плоско різами, то агротехнічні вимоги наступні: якісні показники обробітку повинні бути на глибині 8...18 сантиметрів; відхилення середні від глибини повинні

бути максимум 1,2 см, що кається грудок малим розміром то вони повинні бути 80%; буряни повинні бути підрізані повністю, висота гребенів після проходу агрегату повинна становити не більше трьох сантиметрів.

Оранку проводити тільки стиглого ґрунту, при максимальній твердості 3,8МПа маючи різні механіко (фізико) механічні властивості ґрунту при вологості максимальній 20%. Перевертання скиби верхнього шару ґрунту повинно бути на 30-ти сантиметровій глибині, при повному 100%-му підрізанні бурянів, при обробітку від 20 до 30 сантиметрів рослинні рештки повинні бути загорнуті на глибину 15 см. Пласт повинен бути обернений на 100%, відхилення від глибини обробітку ґрунту повинно становити максимум 1,2 см, а показник греубенистості не перевищувати 5 см. На полі всі поворотні смуги повинні бути розорані.

Основні контрольні показники оцінки якості основного зяблевого обробітку

Показники	Кількість замірів	Прилади і пристосування	Допустимі відхилення	Методи визначення
1	2	3	4	5
1. Відсутність огрехів	-	Візуально, на око	Не допускаються	Огляд поля за діагоналлю
2. Глибина основного обробітку	15-25	Борозномір або лінійка	± 1-2 см	Вимірювання глибини борозни або глибини на зораному полі з поправкою на розпушеність (менше 10-15%)
3. Рівномірність глибини обробітку	15-25	Борозномір або лінійка	До 15% на рівних і до 20% на нерівних площах	Відхилення від середньої знаходять за результатами окремих замірів глибини оранки
4. Брилистість	15-20	Метрова рамка і лінійка	10-15%	Вимірювання площі, зайнятої брилами діаметром понад 10 см

При роботі на глибокорозпушувачах необхідно щоб агрегати працювали на глибину до 45 сантиметрів (при відхиленні 2 см); повне підрізання бур'янів по смузі проходу робочого органу.

Таблиця 2.1

Контрольні показники і оцінка якості щілювання

Показники	Норматив	Оцінка, бали	Метод визначення
1. Глибина щілини 50-60 см. Відхилення глибини від визначеної, см	± 1 $\pm 1,5-2$ понад 2	4 3 2	Мірною лінійкою чи стержнем через 50-80 см за діагоналю поля роблять 10 вимірів і вираховують середню
2. Ширина щілини з поверхні ґрунту 5 см. Відхилення середньої ширини	± 1 $\pm 1,5$ понад $\pm 1,5$	3 2 0	Одночасно з вимірюванням глибини щілювання.
3. Відхилення відстані між стиковими щілинами, см	до ± 15 $\pm 15-20$ понад ± 20	2 1 0	Вимірювання ширини між суміжними проходами в 10 місцях за діагоналю поля.

Застосування технології нульового обробітку ґрунту і системи no-till у разі вирощування пшениці озимої є економічно обґрунтованим лише на чистих від бур'янів полях і за наявності у посівному шарі 10–15 мм продуктивної вологи. Після стернових попередників, кукурудзи на силос, соняшнику перевагу слід надавати спеціальним сівалкам, обладнаним дисковими сошниками, які забезпечують рівномірний за площею та оптимальний за глибиною висів насіння у вологий ґрунт, що для Степу є визначальною умовою отримання повноцінних сходів озимини. Пряма сівба ефективна на парових площах за швидкого пересихання ґрунту, на мілко оброблених і нульових агрофонах, коли пшеницю сіють у кінці допустимих строків.

2.2. Техніко-експлуатаційні розрахунки по операціям.

2.2.1. Луцання стерні після попередника.

Для виконання технологічної операції: луцання стерні нами було зроблено порівняння техніко-експлуатаційних показників двох енергетичних засобів в поєднанні з сільськогосподарськими машинами: луцильниками

ЛДГ-5 та ЛДГ-15. Для розрахунку нами пропонується енергетичні засоби Т-150К-09 та МТЗ-892(БЕЛАРУС). Згідно рекомендованих норм швидкість буде становити від 8 до 12 км/год.

Дані для розрахунку зображено в таблиці

Таблиця 2.2

Дані для розрахунку

Передача	Т – 150К-09 + ЛДГ – 15			МТЗ – 892 (БЕЛАРУС) + ЛДГ – 5			
	II	III	IV	V	VIp	VI	VIIp
Швидкість теоретична V, км/год	9,3	10,5	11,7	8,7	9,6	10,6	11,6
P ₂ , кн.	35,8	31,4	26,9	14,7	13,3	12,2	11,0
G _T , км/год	29,8	28,3	29,7	14,1	13,9	13,5	13,4

Проведемо розрахунки на визначення тягового зусилля (2.1) та силу зчеплення (2.2) енергетичного засобу та його рушіїв:

$$P_{ik} = P_{iki} - M \frac{i}{100} \quad (2.1)$$

$$P_{ik} = 35.8 - 75 \cdot 0.02 = 34.3$$

$$P_{ik} = 31.4 - 75 \cdot 0.02 = 29.8$$

$$P_{ik} = 26.9 - 75 \cdot 0.02 = 25.4$$

$$P_{ik} = 14.7 - 31.6 \cdot 0.02 = 14.1; \quad P_{ik} = 13.3 - 31.6 \cdot 0.02 = 11.7$$

$$P_{ik} = 12.2 - 31.6 \cdot 0.02 = 11.6; \quad P_{ik} = 11 - 31.6 \cdot 0.02 = 10.4$$

$$P = k_{зч} \cdot M \quad (2.2)$$

$$P = 0,6 \cdot 75 = 45 \quad \text{для МТЗ – 892} \quad P = 0,6 \cdot 31,5 = 18,9$$

За відомими методиками розрахуємо ширину захвату (2.3) агрегату для виконання операції та загальний його тяговий опір (2.4) за формулами:

$$B_{\text{мак}} = \frac{P_{\text{зкі}}}{K + T_{\text{м}} \cdot \frac{i}{100}} \quad (2.3)$$

$$K_i = K_0 \left(1 + \frac{i}{100} (V - V_0) \right) \quad (2.4)$$

$$K_2 = 1.6(1 + 0.02(9.3 - 5)) = 1.73$$

$$K_3 = 1.6(1 + 0.02(10.5 - 5)) = 1.77$$

$$K_4 = 1.6(1 + 0.02(11.7 - 5)) = 1.81$$

$$K_5 = 1.6(1 + 0.02(8.7 - 5)) = 1.71$$

$$K_7 = 1.6(1 + 0.02(9.6 - 5)) = 1.74$$

$$K_6 = 1.6(1 + 0.02(10.6 - 5)) = 1.77$$

$$K_8 = 1.6(1 + 0.02(11.6 - 5)) = 1.81$$

$$B_{\text{мак}2} = \frac{34.3}{1.77 + 2.5 \cdot 0.02} = 19.26$$

$$B_{\text{мак}3} = \frac{29.9}{1.77 + 2.5 \cdot 0.02} = 16.5$$

$$B_{\text{мак}4} = \frac{25.4}{1.77 + 2.5 \cdot 0.02} = 13.6$$

$$B_{\text{мак}5} = \frac{14.1}{1.77 + 2.1 \cdot 0.02} = 8.05$$

$$B_{\text{мак}5} = \frac{11.7}{1.77 + 2.1 \cdot 0.02} = 6.5$$

$$B_{\text{мак}6} = \frac{11.6}{1.77 + 2.1 \cdot 0.02} = 6.4$$

$$B_{\text{мак}8} = \frac{10.4}{1.77 + 2.1 \cdot 0.02} = 5.6$$

Для ефективного використання потужності двигуна ми розрахуємо кількість сільськогосподарських машин в агрегаті (формула 2.5):

$$n = \frac{B_{\text{мак}}}{B_p} \quad (2.5)$$

$$n_1 = \frac{19.2}{15} = 1.28; \quad n_2 = \frac{16.5}{15} = 1.1; \quad n_3 = \frac{13.6}{15} = 0.9$$

$$n_5 = \frac{8.05}{5} = 1.6; \quad n_6 = \frac{6.5}{5} = 1.3; \quad n_7 = \frac{6.4}{5} = 1.2 \quad n_8 = \frac{5.6}{5} = 1.1$$

Провівши розрахунки приймаємо 1 агрегат, а саме трактор Т – 150К-09 та 1 луцильник ЛДГ – 15; також енергетичний засіб МТЗ – 892 (БЕЛАРУС) у складі з одним луцильником ЛДГ – 5.

Для визначення тягового опору луцильника скористаємось формулою (2.6) та формулою (2.7) для визначення коефіцієнту завантаження енергетичного засобу

$$P_{agr} = KB_m n + M_m \cdot \frac{i}{100} + P_{сш} \quad (2.6)$$

$$P_{agr2} = 1,73 \cdot 15 \cdot 1 + 1 + 1 \cdot 37,6 \cdot 0,02 = 26,7$$

$$P_{agr3} = 1,77 \cdot 15 \cdot 1 + 1 + 1 \cdot 37,6 \cdot 0,02 = 27,3$$

$$P_{agr4} = 1,81 \cdot 15 \cdot 1 + 1 + 1 \cdot 37,6 \cdot 0,02 = 27,9$$

$$P_{agr5} = 1,71 \cdot 5 \cdot 1 + 1 \cdot 10,8 \cdot 0,02 = 8,76; \quad P_{agr5} = 1,74 \cdot 5 \cdot 1 + 1 \cdot 10,8 \cdot 0,02 = 8,9$$

$$P_{agr6} = 1,77 \cdot 5 \cdot 1 + 1 \cdot 10,8 \cdot 0,02 = 9,1; \quad P_{agr8} = 1,81 \cdot 5 \cdot 1 + 1 \cdot 10,8 \cdot 0,02 = 9,26$$

$$\eta = \frac{P_{agr}}{P_{зк}} \quad (2.7)$$

$$\eta_2 = \frac{26,7}{34,3} = 0,77; \quad \eta_3 = \frac{27,3}{29,9} = 0,91; \quad \eta_4 = \frac{27,9}{25,4} = 1,09; \quad \eta_5 = \frac{8,76}{14,1} = 0,62$$

$$\eta_7 = \frac{8,9}{11,7} = 0,76; \quad \eta_6 = \frac{9,1}{11,6} = 0,78; \quad \eta_8 = \frac{9,26}{10,4} = 0,89$$

Провівши всі вищенаведені формули ми приймаємо для виконання операції лушення стерні агрегатом Т – 150К-09 + ЛДГ – 15 на III передачі, а агрегатом МТЗ – 892 (БЕЛАРУС) в складі з луцильником ЛДГ – 5 на максимальній 8 передачі.

Також проведемо розрахунки наступних параметрів: продуктивність нашого машинно-тракторного агрегату (формула 2.8) та його витрата палива (формула 2.9) на виконанні технологічної операції

$$а) \quad W_{ГОД} = 0,1 \cdot B_{РОБОЧА} \cdot V_{РОБОЧА} \cdot \tau \quad (2.8)$$

$$W_{ГОД} = 0,1 \cdot 15 \cdot 10,5 \cdot 0,81 = 12,7$$

$$W_{ГОД} = 0,1 \cdot 5 \cdot 11,6 \cdot 0,81 = 4,6$$

$$б) \quad W = 0,1 \frac{N_{зак}}{K}$$

$$W = 0,1 \frac{29,9 \cdot 10,5}{1,77} = 17,7; \quad W = 0,1 \frac{10,4 \cdot 11,6}{1,81} = 6,6$$

$$Q = \frac{T_o \times Q_o + T_{пов} \times Q_{пов} + T_{пер} \times Q_{пер} + T_{зуп} \times Q_{зуп}}{H}, \quad (2.9)$$

а) погодинна

$$Q_{год} = \frac{25 \cdot 0,81 + 4 \cdot 0,5 + 2,3 \cdot 0,04}{1} = 22,44$$

$$Q_{год} = \frac{14 \cdot 0,81 + 7 \cdot 0,15 + 1,7 \cdot 0,04}{1} = 12,45$$

б) погектарна

$$Q_{га} = \frac{22,44}{12,7} = 1,76 \quad Q_{га} = \frac{12,45}{4,6} = 2,7 \text{ кг / га}$$

Затрати праці робітників та так звані енерговитрати розраховували за формулами відповідно до методик визначення продуктивності, витрат палива та інших показників, результат розрахунку наведений у формулах 2.10...2.15:

Витрата праці (формула 2.10)

$$\text{а) } T_{га} = \frac{1}{12,7} = 0,078; \quad T_{га} = \frac{1}{4,61} = 0,217;$$

$$\text{б) } T_{поля} = \frac{110,31}{12,7} = 8,7; \quad T_{поля} = \frac{110,31}{4,6} = 23,97;$$

Формула 2.11 визначаємо енерговитрати

$$\psi = \frac{121,3}{12,7} = 9,55 \quad \psi = \frac{58,9}{4,6} = 12,8$$

Енергоозброєність за формулою (2.12) участків операції та за формулою 2.13 коефіцієнт використання тягового зусилля

$$\lambda = \frac{121,3}{1} = 121,3; \quad \lambda = \frac{58,9}{1} = 58,9$$

$$\varphi = \frac{\Sigma P_{отр}}{P_{зак}}$$

$$\text{а) по класу трактора } \varphi = \frac{27,3}{30} = 0,91; \quad \varphi = \frac{10,4}{14,0} = 0,74$$

$$\text{б) по зчепленню } \varphi = \frac{27,3}{75 \cdot 0,6} = 45 \quad \varphi = \frac{10,4}{31,6 \cdot 0,6} = 18,9$$

Коефіцієнт який враховує кількість робочих ходів (формула 2.14) агрегату

$$n = \frac{Y_{роб.ход}}{Y_{роб.ход} + Y_{хол.рух}} \quad (2.14)$$

$$Y_{роб.ход} = \frac{S_{поля}}{B_p} \quad (2.15)$$

$$Y_{хол.руху} = \Sigma Y_{нов} + Y_{перейзд} \quad (2.16)$$

Розрахунки наведено нижче

$$Y_{роб.ход} = \frac{110,3}{15} = 73533$$

$$Y_{хол.руху} = 930 + 116 = 1046;$$

$$n = \frac{73533}{73533 + 1046} = 0,98$$

$$Y_{роб.ход} = \frac{110,3}{5} = 220600$$

$$Y_{хол.руху} = 7585 + 41 = 7626;$$

$$n = \frac{220600}{220600 + 7626} = 0,96$$

Площа поля ущільнюється ходовими агрегатами

а) абсолютні значення

$$S_{\text{ущ}} = (0,56 + 0,06) (73533 + 1046) = 46238$$

$$S_{\text{ущ}} = (0,16 + 0,06) (220600 + 7585) = 50209,7$$

б) процентний вираз ущільненої площі

$$S_{\text{ущ}} / S_{\text{поля}} \cdot 100\%$$

$$4,6/110,3 \cdot 100 = 4,1;$$

$$5,0/110,3 \cdot 100 = 4,5$$

Питомий тиск ходових коліс на ґрунт

а) $P_{\text{го}} = 75/0,56 = 133,9;$

$$P_{\text{го}} = 31,6/0,16 = 197,5$$

б) тиск при поворотах агрегату

$$P_{\text{min}} = 37,6/0,06 = 626;$$

$$P_{\text{min}} = 10,8/0,06 = 180$$

Такий питомий тиск ходових коліс луцильника відбувається в транспортному положенні, тобто при поворотах. При луценні значна частина вертикальних сил сприймається батареями, тому питомий тиск буде значно менший. Аналізуючи розрахункові данні ми приходимо до висновку, що агрегат **Т-150К-09** + **ЛДГ-15** має значні переваги. Тому цей агрегат ми вважаємо оптимальним для наших умов і рекомендуємо його в проекті для використання.

2.2.1. Розрахунок раціональних машинних агрегатів для зяблевої оранки. Технічна характеристика складових машинних агрегатів. Стислі технічні характеристики тракторів і плугів наведені в таблицях 2.3 та 2.4.

Таблиця 2.3

Стисла технічна характеристика тракторів

Показники	Одиниця виміру	МТЗ – 892 (БЕЛАРУС)	Т – 150К-09
Номінальна потужність двигуна	кВт	56,6	128,7
Вага трактора	кН	33,47	80,4
Передаточне число трансмісії		18,1 – 241,9	15,9 – 142,9
Радіус ободу колеса або початкового кола зірочки	м	0,48	0,3
Поздовжня база	м	2,37	2,86
Теоретична швидкість (без врахування буксування) на передачах	км/год.	2,5 – 12,3	3,33 – 30,0
Тягове зусилля на передачах	кН	6,0 – 14,0	10 – 60
Колія	м	1,2 – 1,8	1,68 – 1,86

Таблиця 2.4

Стисла технічна характеристика плугів

Показники	Одиниця виміру	ПЛН-3-35	ПЛН-5-35
Ширина захвата	м	1,05	1,75
Глибина обробітку	см	до 30	до 30
Продуктивність	га/год.	0,53 – 0,95	0,87 – 1,50
Питомий опір	кН/м ²	57	57
Маса	кг	475	900

Вихідні дані для розрахунків

Технологічна операція – зяблева оранка.

Розміри поля: площа $F = 95$ га (довжина $L=1000$ м; ширина $B=950$ м).

Схил місцевості $i = 3\%$.

Тип та механічний склад ґрунту - чорнозем середньо суглинковий.

Питомий опір ґрунту $k_0 = 35$ кН/м².

Глибина оранки $a = 25$ см.

Варіанти:**Порівнювальні агрегати:**

А трактор МТЗ – 892 (БЕЛАРУС) + плуг ПЛН-3-35

Б трактор Т – 150К-09 + плуг ПЛН-5-35

Таблиця 2.5

- Визначення техніко-експлуатаційних показників

Показники	Одиниці виміру	Варіанти	
		МТЗ – 892 (БЕЛАР УС)+ ПЛН-3-35	Т – 150К-09+ ПЛН-5-35
1	2	3	4
Діапазон оптимальної робочої швидкості, V_p	км/год.	4-8	4-8
Теоретична швидкість на можливих передачах, V_t :	км/год.		-
II		4,3	4,5
III		7,2	6,0
IV		8,9	7,0
V			8,0
VI			
Можлива робоча швидкість на вибраних передачах, v_p : $v_p = v_t (1 - \delta / 100)$	км/год.		-
II		3,8	4,0
III		6,3	5,3
IV		7,8	6,2
V			7,0
VI			
δ - буксування рушіїв Трактор МТЗ-82.2 може орати поле на 3 та 4 передачах, а ХТЗ-150К – на 3,4,5,6 передачах	%	12	12

Фактичний питомий опір з урахуванням фактичної швидкості, k : $k = k_0 [1 + 0,006(v_p^2 - v_0^2)],$ де V_p – швидкість, з якою проявляється збільшення питомого опору, $V_0 = 5$ км/год.; III IV V VI	кН/м ²	35 38 - -	35 36 38 40
Загальний опір плуга на вибраній передачі, R_m : $R_m = k * b * a * n + G_{пл} (f + i / 100),$ III IV V VI де b – ширина захвата одного корпусу; a – глибина оранки; n – число корпусів; $G_{пл}$ – вага плуга; f – коефіцієнт опору перекоцненню; i – схил місцевості	кН м м шт. кН %	9,9 10,7 - - 0,35 0,25 3 5 0,12 3	16,5 17,0 17,8 18,7 0,35 0,25 5 8 0,12 3
Номінальні гакові зусилля на передачах, P_r III IV V VI	кН	14,0 14,0 - -	30 30 30 30
Коефіцієнт завантаження трактора на передачах, η : $\eta = R_m / P_r$ III IV V VI		0,71 0,76 - -	0,55 0,57 0,59 0,62
Вибрана робоча швидкість V_p для обох агрегатів	км/год.	7,8	7,0
Конструктивна ширина захвата плуга, B_k : $B_k = b * n$	м	1,05	1,75
Робоча ширина захвата плуга, B_p : $B_p = \beta * B_k$ де β – коефіцієнт використання ширини захвату	м	1,10 1,05	1,84 1,05
Продуктивність за 1 год. основного часу, ω_0 : $\omega_0 = 0,1 * B_p * V_p$	га/год.	0,86	1,23

<p>Продуктивність за 1 год. змінного часу, $\omega_{зм}$:</p> $\omega_{зм} = 0,1 \omega * \tau,$ <p>де τ – коефіцієнт використання часу зміни</p>	га/год.	0,70	1,00
<p>Змінна продуктивність, $W_{зм}$:</p> $W_{зм} = W_{зм} \cdot T_{зм},$ <p>де $T_{зм}$ – тривалість зміни</p>	га	4,9	7,0
<p>Тривалість виконання роботи, t : $t = \frac{F}{\omega_{зм}}$,</p> <p>де F-площа поля</p>	год.	136	95
<p>Необхідна кількість агрегатів, n:</p> $n = \frac{F}{W_{зм} * n_{зм} * D},$ <p>де $n_{зм}$ – число змін за добу;</p> <p>D – агротехнічний термін виконання робіт</p>	шт.	(0,96)	(0,68)
<p>Поєктарна витрата палива, $G_{га}$:</p> $G_{га} = \frac{G_p * T_p + G_{пер} * T_{пер} + G_x * T_x + G_3 * T_3}{F}$ <p>де $G_p, G_{пер}, G_x, G_3$ – відповідно годинна витрата палива двигунів під навантаженням, при холостих переїздах, зупинках, кг/год.;</p> <p>$T_p, T_{пер}, T_x, T_3$ – відповідно час чистої роботи, холостих ходів, зупинок, год.;</p>	кг/га	13,6	17,5
$T_p = \tau * t$	год.	110	77
$T_{пер} = \frac{L}{V_p}$	год.	0,13	0,14
$T_x = T_3 = \frac{t - T_p - T_{пер}}{2}$	год.	12,9	8,9

$G_p = \frac{g * N_e * k}{1000 * \eta_{mp}}$	кг/год.	11,2	20,5
де g – питома витрата палива;	г/кВт*год	230	230
N_e – номінальна потужність двигуна;	кВт	58,9	132,4
k – коефіцієнт завантаження двигуна		0,76	0,62
η_{mp} – ККД трансмісії		0,92	0,92
$G_x = 0,3 * G_p$	кг/год.	3,4	6,2
$G_{пер} = 0,4 * G_p$	кг/год.	4,5	8,2
$G_3 = 0,1 * G_p$	кг/год.	1,1	2,1
Затрати енергії, Z_e :	$\frac{\text{кВт} * \text{год}}{\text{га}}$	69,5	89,2
$Z_e = \frac{N_e * k}{\omega_{zm} * \eta_{mp}}$			

Таблиця 2.6

Техніко-експлуатаційні показники використання орних агрегатів

Показники	Один. виміру	Варіанти	
		МТЗ – 892 (БЕЛАРУС)+ ПЛН-3-35	Т – 150К-09+ ПЛН-5-35
Робоча швидкість	км/год.	7,8	7,0
Продуктивність за 1 годину:			
- основного часу	га/год.	0,86	1,23
- змінного часу		0,70	1,00
Змінна продуктивність	га	4,9	7,0
Необхідна кількість агрегатів	шт.	1	1
Погектарна витрата палива	кг/га	13,6	17,5
Затрати енергії	$\frac{\text{кВт} * \text{год}}{\text{га}}$	69,5	89,2

Наведені в таблиці дані показують, що більш раціональним з точки зору продуктивності є орний агрегат, який складається із трактора Т – 150К-09 та плуга ПЛН-5-35, але по витратах палива він поступається першому агрегату. Вирішальне рішення буде прийняте після обрахування економічних показників.

3. КОНСТРУКТИВНА РОБРОБКА.

Удосконалення агрегату для основного обробітку.

Для кращого водяного, теплового та повітряного режиму ґрунту, поліпшення його також фізичних властивостей використовується так званий основний обробіток ґрунту. Даний обробіток дозволяє захистити ґрунт від шкідників та хвороб, тим самим підвищити діяльність мікроорганізмів, що в свою чергу дасть нам в подальшому отримати високі врожаї сільськогосподарської продукції.

Обробіток насамперед залежить від властивостей ґрунту його складу та кліматичних умов. Дана операція відбувається згідно вимог (рис. 3.1) та може бути виконана декількома способами, а саме: з повним оборотом пласта (а саме пласт ґрунту який зрізується корпусом перевертається відносно горизонту на 180° (рисунок 3.2,а)), частковим оборотом пласта (під час такого способу відбувається перевертання пласта не на 180 градусів, як в попередньому способі а на 135 градусів). Останній спосіб дозволяє робити між платами так звані повітряні ями, при допомозі яких ґрунт накопичує вологу (рис. 3.2,б)

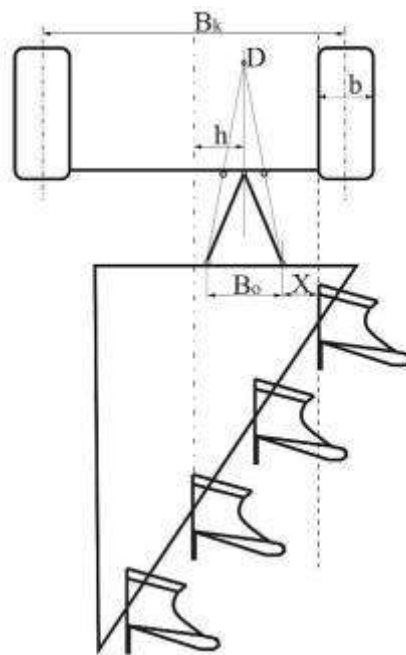


Рис. 3.1 Схема руху орного агрегату [14].

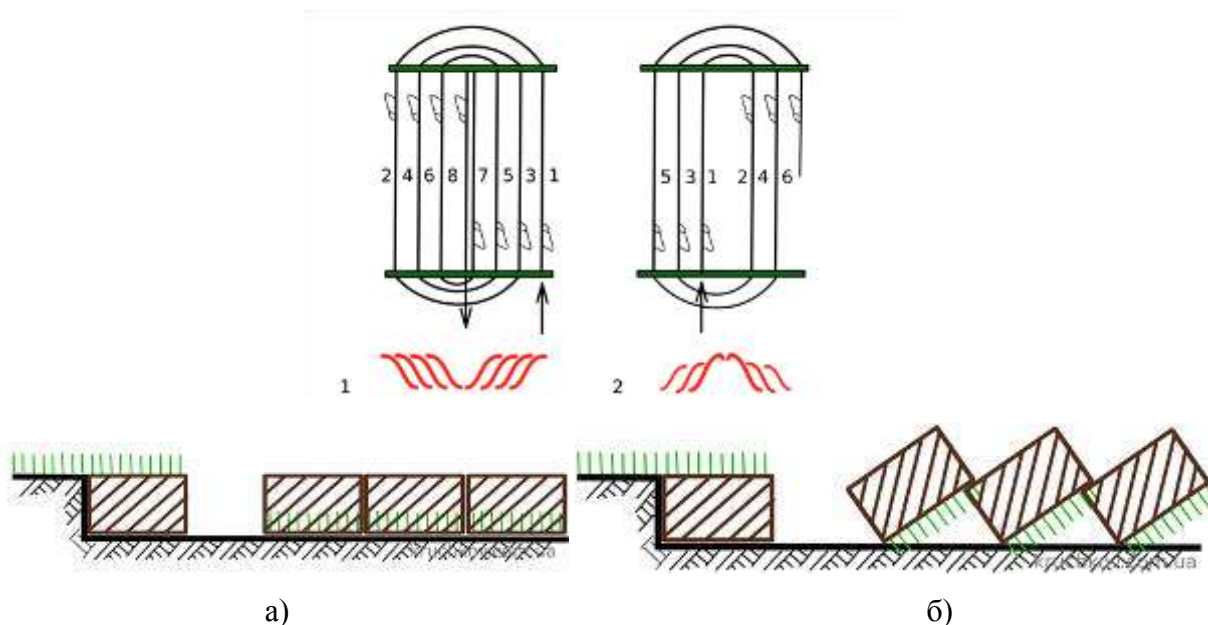


Рис. 3.2. Способи оранки та їх класифікація

Використання під час виробу орного агрегату, плуга, з передприжником дозволяють нам проводити так звану культурну оранку. Така оранка в порівнянні з попередніми способами дає можливість отримувати рівний верхній шар поверхні ґрунту.

Також доведено що в залежності від виду оранки залежить і розвиток кориневої системи, а саме якщо цукрові буряки то оранку необхідно проводити на глибину до 35 сантиметрів, якщо будуть висіватись кукурудза або сонях – то глибина повинна бути 25....27 сантиметрів, а якщо під зернові (озима пшениця, ячмінь) то глибина повинна становити максимум 22 сантиметри. Чергування на полі культур згідно сівозміни дає нам можливість проводити основний обробіток на різні глибини, цим самим запобігаючи утворенню так званої «плужної підшви».

Використання такого способу дозволяє краще боротись з хворобами ґрунту (грибок та інше), та шкідниками, які при заорюванні на більшу глибину гинуть.

Проаналізувавши системи обробітку: традиційна (використання ґрунтообробного знаряддя, плугів, для повного перевертання скиби (пласта)

верхнього родючого шару), та закладання решт рослинності від попередника на глибину обробітку (до 30 см а то і більше); технологія мінімального обробітку, або Mini-till (для даної операції використовуємо тільки дискові робочі органи, при допомозі яких відбувається перемішування верхнього шару ґрунту з рослинними рештками на глибину до 18 сантиметрів). Така технологія потребуєж використання новітніх посівних машин, точніше комплексів, які можуть за один прохід робити декілька операцій одночасно: підготовка ґрунту, внесення добрив та посів. Наступна технологія це Стрічкова (Strip-till). Поле обробляють смугами на глибину до 17 см., коли відбувся збір врожаю попередника. Посів проводять восени чи навесні по підготованих смугах. Ущільнені шари повністю руйнуються, для всіх рослин в рядку або грядці створюються однакові умови. Можливий посів навіть на перезволоженій, з великим обсягом рослинних відходів ділянки. Зберігається достатня кількість вологи в міжряддях, дозволяє вносити мінеральні добрива стрічково. Найбільш ефективним такий метод буде в місцях з мало родючим ґрунтом та обмеженою орною глибиною. Нульова (No-till). Культура сіється у необроблений ґрунт спеціальною агротехнікою – сівалки прямого посіву. Відсутність механічного впливу на поле, мінімальна кількості проходів по ньому важкими агрегатами значно зменшує енергетичні та грошові витрати при вирощуванні. Перевагою нульової обробки є накопичення, обмежене випаровування води за рахунок рослинних залишків на полі, що виконують роль мульчі та запобігають ерозії, перегріванню землі. При цьому, нестача механічного втручання обмежує контроль за появою бур'янів, підвищує ризик розвитку грибкових хвороб та ураження рослини шкідниками, личинки яких успішно перезимували у рослинних рештках. Доводиться використовувати досить дорогі гербіциди та ефективні комплексні ЗЗР.

Як бачимо технологій обробітку ґрунту безліч, але згідно агротехнічних вимог що ставляться до передпосівного обробітку є така умова як: **ВИРІВНЯНІСТЬ ПОВЕРХНІ ПОЛЯ** (рис. 3.3)

Види та строки обробки ґрунту

Обробка ґрунту перед посівом вирішує наступні задачі:

- розпушення верхнього шару на глибину висіву;
- вирівнювання поверхні поля;
- забезпечення дрібнокомкового стану посівного шару;
- створення ущільненого ложа на глибині зароблення насіння;
- знищення сходів бур'янів;
- зароблення внесених добрив;
- збереження вологи у посівному та орному шарах;
- покращення мікробіологічної активності, поживного режиму;
- формування умов для рівномірної дружньої появи сходів та отримання високого врожаю;
- створення умов для продуктивної роботи сільськогосподарської техніки, посіву, догляду та збирання врожаю.

НУЛЬОВИЙ ОБРОБІТОК ҐРУНТУ

ПЕРЕДПОСІВНИЙ ОБРОБІТОК

ВИБІР АГРЕГАТІВ

ПЕРЕДПОСІВНА ПІДГОТОВКА

Передпосівна підготовка ґрунту є важливою операцією для формування рівномірного та збалансованого насінневого ложа перед посівом. Кожна культура та поле вимагають різної підготовки ґрунту залежно від клімату або періоду проведення робіт. Філософія утворення насінневого ложа – це створення на полі ідеальної структури ґрунту з більш твердою основою та пухким верхнім шаром ґрунту. Також після обробітку поверхня поля повинна бути вирівняна, збагачена киснем та прогріта – ідеально для рівномірних та дружніх сходів.

Передпосівний обробіток ґрунту є необхідною операцією, особливо при звичайній системі обробітку ґрунту за допомогою плуга, де для цієї роботи використовуються передпосівний культиватор SWIFTER, універсальний культиватор VERSATILL або навіть лушчильник SWIFTERDISC та штригельна борона STRIEGEL – PRO.

Рис. 3.3. Вимоги до передпосівного обробітку

Під час проходження практики в господарстві нами (механізатори та допоміжний персонал) було виготовлено в ремонтній майстерні пристосування до плуга, при допомозі якого ми маємо можливість краще розбивати грудки, під час проходження орного агрегату, та саме головне вирівнювати поверхню ґрунту для проведення наступної операції.

Пристосування являє собою (рис. 3.4) брус 1, який приварений до корпусу плуга, довжина його 7600 мм також чотири бруса 2, які

виготовляються з так званого швелера розмір №12, причому вони повинні виступати від бруса 1 на 1100 мм.

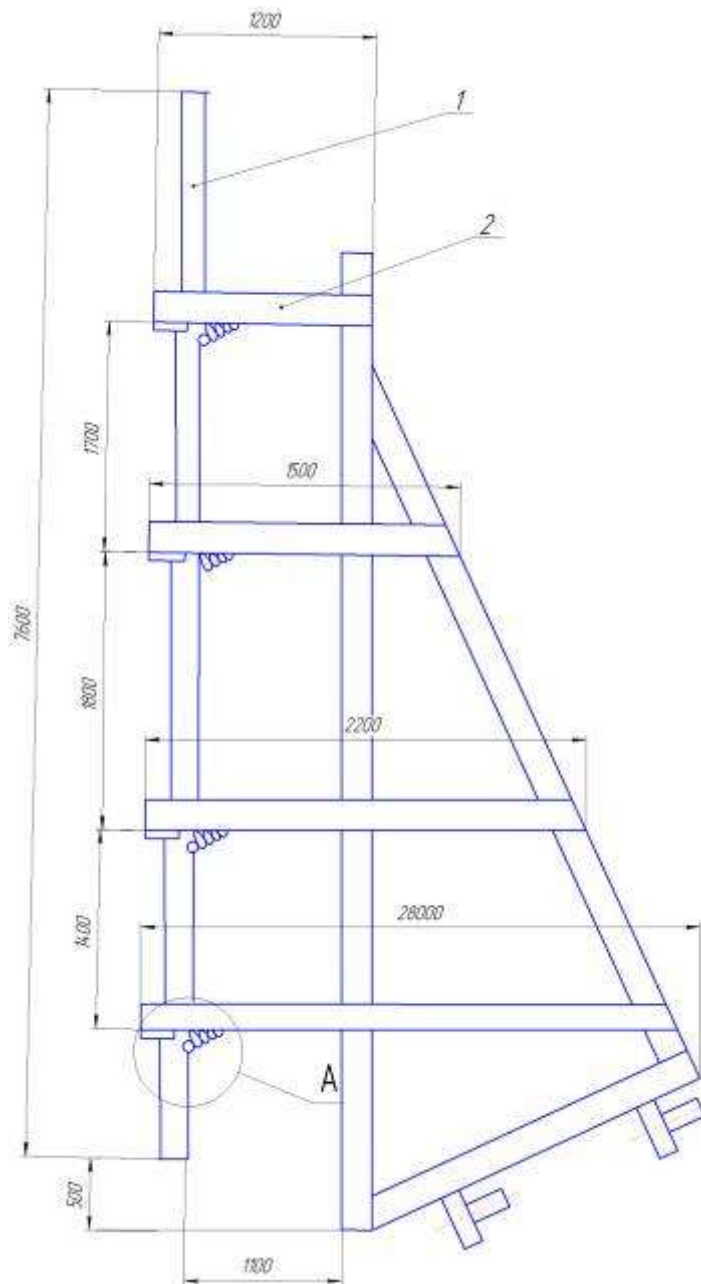


Рис. 3.4. Рама пристосування

У трубі сверляться наскрізні отвори діаметром 23 мм. З нижньої сторони до неї приварюються напрямні шайби, які при роботі боронувального зуба дозволяють підсилити місце максимального навантаження. Зуб "гребінки" робиться зі зношеного пальця гусениці трактора й уставляється в наскрізні отвори труби. Зверху накладається притискна планка, що закріплюється гайками.

Така конструкція дозволяє втримувати зуб у робочому положенні. При зношуванні або виході з ладу його можна легко видалити й замінити іншим.

З верхньої сторони труби встановлюються чотири стійки, які закріплюються знизу косинками. У верхній частині стійок свербляться три отвори, за допомогою яких виробляється установка "гребінки" по висоті. Кріплення "гребінки" до поперечних брусів здійснюється болтами. Для посилення місця установки стійок до двотавра приварюються дві пластини.

Шарнірне з'єднання "гребінки" з поперечними брусами й установка пружини дозволяють виключити поломку конструкції при навантаженнях. Використання цього пристосування дозволяє за один прохід одночасно з оранкою робити вирівнювання ґрунту й розбивання грудок землі.

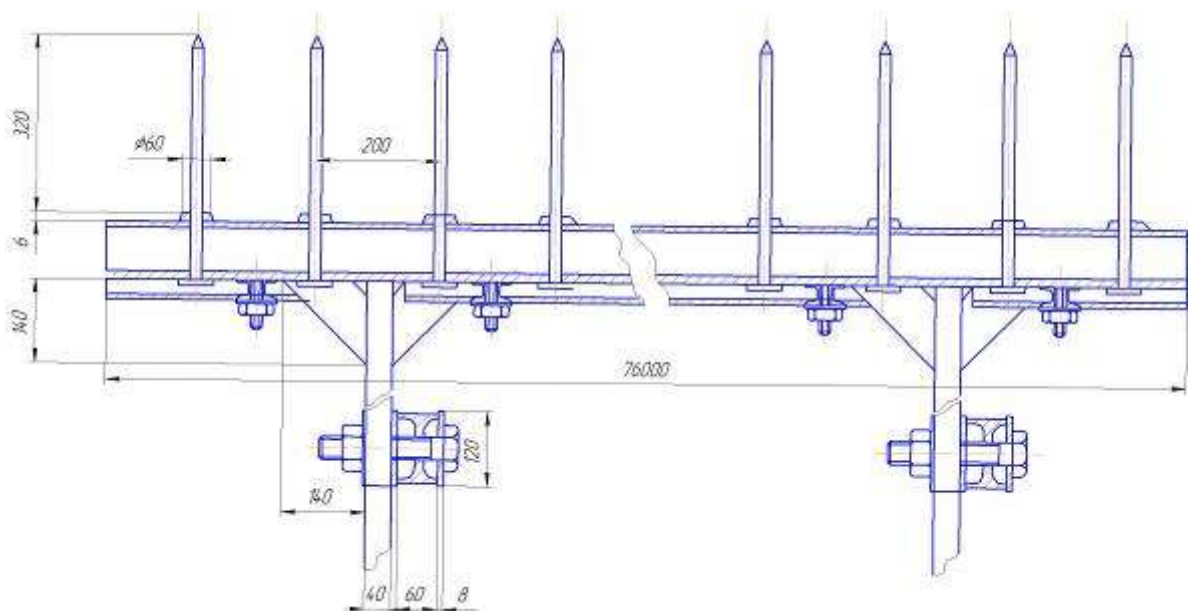


Рис. 3.5. Гребінка пристрою.

Для підтвердження на міцність елементів пристосування нами було зроблено інженерні розрахунки зуба, болтового з'єднання та інших елементів.

Для розрахунку зуба на міцність ми використали формулу (3.1) при допомозі якої визначимо опір на зуб

$$P = k \cdot S, \quad (3.1)$$

В даній формулі k – питомий опір матеріалу, в нашому випадку це ґрунту, Н/см^2 та S – відповідно площа перетину зуба, см^2 .

Згідно довідкової літератури ми приймаємо опір нашого зуба, який буде рівний 20 Н/см^2 .

Площу перерізу визначимо наступною формулою

$$S = a \cdot l \quad (3.2)$$

де a – відповідно ширина зуба (причому необхідно враховувати максимальну його ширину, з можливим налипанням ґрунту), враховуючи вищеописані умови приймаємо 90 мм .

Для проведення розрахунку зобразимо на рисунку 3.6 сили які діють на зуб (моменти) та їх епюри.

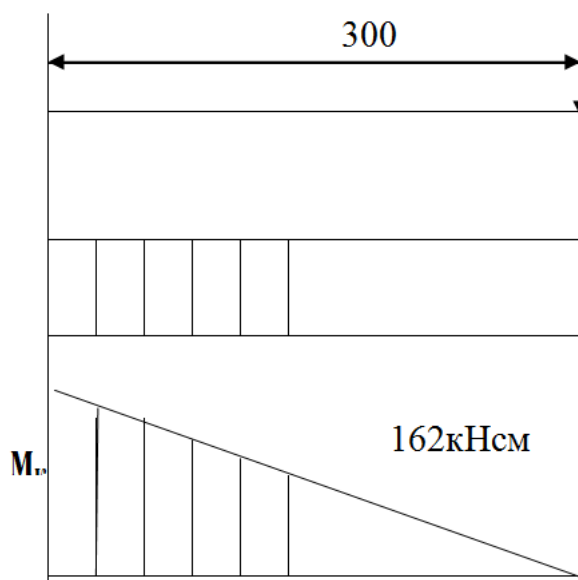


Рис. 3.6. Сили що діють на зуб

Провівши розрахунки ми отримали:

$$S = 9 \cdot 30 = 270 \text{ см}^2.$$

Результат визначення сил та моментів

$$C = 20 \cdot 270 = 5400 \text{ Н} = 5,4 \text{ кН}.$$

Отже загальний момент має вигляд

$$M = C \cdot l = 5400 \text{ Н} \cdot 30 = 162 \text{ кН} \cdot \text{см}.$$

Сила P повинна бути менше припустимої [P]

$$[P] = S_c \cdot [y], \quad (3.3.)$$

де S_c поперечний переріз пальця, см^2 ;

[y] - допустиме напруження, $\text{кН}/\text{см}^2$, що для сталі ст.45Л довідниковій літературі дорівнює $20 \text{ кН}/\text{см}^2$.

$$S_T = \frac{P_y}{4} = \frac{3,14 \cdot 3,9}{4} = 3,1 \text{ см}^2.$$

[P] = $20 \cdot 3,1 = 62 \text{ кН}$. Це набагато більше, ніж $5,4 \text{ кН}$.

Також за допомогою онлайн програм для розрахунку болтового з'єднання проведені розрахунки

Навантаження, Н =	<input type="text"/>
Межа текучості матеріалу болта, МПа =	<input type="text" value="190"/>
Коефіцієнт допустимої напруги (0,2 ... 0,3) =	<input type="text" value="0,3"/>
Кількість болтів, шт =	<input type="text" value="1"/>
Кількість січних площин, шт =	<input type="text" value="1"/>
<input type="button" value="Приклад"/>	<input type="button" value="Обчислити"/>
Діаметр болта, мм =	<input type="text"/>

Болтове з'єднання - це роз'ємне кріпильне різьбове з'єднання для скріплення двох і більше деталей болтами.

Розрахунок болтового з'єднання розрізу складається з діаметра болта, визначеного за фізичною формулою в залежності від матеріалу (межі текучості) і прикладеного до болта навантаження.

4. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.

Розрахунок вартості виготовлення (удосконалення) пристрою (плуга.)

Під час розрахунку економічної частини ми проводили розрахунки для визначення вартості виготовлення (модернізація) пристрою до ґрунтообробного знаряддя.

Всі розрахунки ми проводили за допомогою комп'ютерної програми Майкрософт Ексель, написавши в ячейки формули для визначення зарплат основної, додаткової; визначення відрахування на соц. Страх, пенсійний фонд та інші показники (рис. 4.1 -).

	A	B	C	D	E
1					
2		Розрахунок вартості виготовлення пристрою			
3					
4		Вартість виготовлення пристрою $C_{пр}$ грн., визначається за - формулою:			
5		$C_{пр} = C_{зп} + C_{зч} + C_{м} + N_{в}$			
6		$C_{зп}$ - заробітна плата робітників, грн.;			
7		$C_{зч}$ - вартість запасних частин, грн.;			
8		$C_{м}$ - вартість матеріалів, грн.;			
9		$N_{в}$ - накладні витрати, грн.			
10					
11		Заробітна плата з нарахуванням визначається за формулою:			
12		$C_{зп} = C_{осн} + C_{дод} + C_{с.с.} + C_{ф.з.} + C_{пф.} + C_{н.в.}$			
13		$C_{осн}$ - основна заробітна плата, грн.;			
14		$C_{дод}$ - додаткова заробітна плата, грн.;			
15		$C_{с.с.}$ - відрахування на соціальне страхування, грн.;			
16		$C_{ф.з.}$ - відрахування у Фонд зайнятості, грн.;			
17		$C_{пф.}$ - відрахування в пенсійний фонд, грн.;			
18		$C_{н.в.}$ - відрахування в фонд нещасних випадків, грн.			
19					

Рис. 4.1. Розрахунок виготовлення та заробітної плати

	A	B	C	D	E	F
19						
20		Основна заробітна плата робітників $C_{осн}$ грн., визначається за формулою:				
21		$C_{осн} = T \cdot C$				
22		T - час виконання робіт, год.;				
23		C - погодинна тарифна ставка, грн.				
24	Дані та розрахунок заробітної плати працівників, що виготовляють, пристрій занесимо в таблицю					
25						
26		Назва операції	Кваліфікація робітника	Розряд	Погодинна тарифна ставка	Сума, грн.
27		Слюсарні операції	Слюсар	IV	4	212
28		Свердління отворів	Токар	IV	2	104
29		Нарізка різьб	Токар	IV	1,5	78
30		Зварювання	Зварник	IV	1,5	112,5
31		Монтажні роботи	Слюсар	IV	4	180
32		Всього		I		686,5

Рис. 4.2. Тарифні ставки та оплата праці

65	ОТЖЕ Повна заробітна плата буде становити			
66				
67		$C_{з.п} = C_{оси} + C_{дод} + C_{с.с.} + C_{ф.з.} + C_{пф.} + C_{н.в.},$		
68				
69			$C_{з.п} = 1134,21$ грн.	
70				
71		Накладні витрати становлять 60 % від повної заробітної плати робітника:		
72		$H_v = \frac{C_{з.п} \cdot 60}{100}$		
73			$H_v = 680,52$ грн.	
74				
75				
76		Вартість матеріалів, що необхідні для виготовлення пристрою C_m, грн., визначається за формулою:		
77				
78		$C_m = Q \cdot g$		
79		де Q - маса затраченого матеріалу, Q = 30 кг;		30
80		g - вартість 1 кг матеріалу, g = 178 грн.		178
81			$C_m = 5340,00$ грн.	
82				
83		Вартість виготовлення пристрою буде становить:		
84				7154,73 грн

Рис. 4.5. Загальні витрати коштів на виготовлення пристрою

ВИСНОВКИ.

Центральна садиба ТОВ «Сейм-Агро» розташована в м. Путивль. Товариство має в обробітку 2001 га орної землі на якій займається вирощуванням як зернових так і технічних культур. За минулий рік найбільше площі були засіяні під соняшником, просом; врожайність першої культури дала нам в минулому році найкращий показник в порівняні з іншими роками. Господарство налічує 15 одиниць енергетичних засобів та 58 сільськогосподарських машин різного призначення.

Проаналізовані технології обробітку ґрунту під посів культури дають нам змогу обрати найкращу для наших умов; правильний вибір попередника дав нам можливість вплинути на подальшу долю посіву; зроблені техніко-експлуатаційні розрахунки двох операцій дозволили нам вибрати найкращі агрегати з ефективними показниками: лушення стерні після попередника виконуємо МТА в складі трактор Т-150К-09 та луцильник ЛДГ-15; для виконання оранки нами запропоновано той самий трактор що на лушенні, та сільськогосподарську машину: плуг ПЛН-5-35. Робоча швидкість такого МТА буде становити 7 км/год., змінна продуктивність 7 га/зм; витрата палива на гектар буде становити 17,5 кг/га.

Для покращення механіко-технологічних властивостей поверхні поля нами запропоновано пристосування до ґрунтообробного знаряддя, яке дозволить краще вирівнювати поверхню поля, що в подальшому якісно вплине на глибину і рівномірність посіву.

Економічні розрахунки на визначення вартості виготовлення нашого пристрою показали що: вартість виготовлення такого пристосування буде становити 7154 грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.

1. Олексій Орлов. Обробка ґрунту під озиму пшеницю [Електронний ресурс] / Олексій Орлов, канд. с. г. наук, PhD // WWW.farming.org.ua/ – Режим доступу до ресурсу: <https://farming.org.ua/%D0%9E%D0%B1%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BA%D0%B0%20%D2%91%D1%80%D1%83%D0%BD%D1%82%D1%83%20%D0%BF%D1%96%D0%B4%20%D0%BE%D0%B7%D0%B8%D0%BC%D1%83%20%D0%BF%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%8E%20%D1%82%D0%B0%20%D0%BF%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B2%20%D0%BE%D0%B7%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%85.html>
2. Гусарова А. Підготовка поля до сівби озимих зернових: фактори впливу [Електронний ресурс] / Алла Гусарова // Головний сайт агронома.SuperAgronom.com. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://superagronom.com/articles/412-pidgotovka-do-sivbi-ozimih-zernovih-faktori-vplivu>.
3. Сайдак Р. Підготовка ґрунту та проведення сівби озимих зернових культур [Електронний ресурс] / Р. Сайдак // Пропозиція - Головний журнал з питань агробізнесу. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://propozitsiya.com/ua/pidgotovka-gruntu-ta-provedennya-sivbi-ozimih-zernovih-kultur>.
4. Басанець О. Технологія вирощування озимої пшениці: етапи, нюанси та відмінності залежно від регіону [Електронний ресурс] / О. Басанець // Головний сайт агронома. SuperAgronom.com. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://superagronom.com/articles/290-tehnologiya-viroschuvannya-ozimoyi-pshenitsi-etapi-nyuansi-ta-vidminnosti-zalejno-vid-regionu>.
5. Вінюков О. О. Технологічні рекомендації з особливостей підготовки ґрунту та сівби озимих зернових культур [Електронний ресурс] / О. О. Вінюков, К. Ф. Кандаурова, О. Б. Бондарева // Покровськ. Національна академія аграрних наук України. Донецька державна сільськогосподарська дослідна станція. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://agro.dn.gov.ua/downloads/2016/08/Rekomendatsiyi-osin-2017.pdf>.
6. Цилюрик О. Обробіток ґрунту під озимі культури в посушливих умовах [Електронний ресурс] / О. Цилюрик // Сайт "Агрономія сьогодні" - агрономічний довідник для фермерів та агрономів.. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://agronomy.com.ua/statti/608-obrobitok-gruntu-pid-ozymi-kultury-v-posushlyvykh-umovakh-stepu.html>.
7. Гайденко О. Основні агротехнічні вимоги до обробітку ґрунту [Електронний ресурс] / О. Гайденко // Агробізнес Сьогодні. Механізація АПК.. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/18415-osnovni-ahrotekhnichni-vymohy-do-obrobitku-gruntu-ta-sivby.html>.
8. Umurzakov, Uktam & Mamatov, Farmon & Mirzaev, Bakhadir & Kurbanov, Sherzod & Badalov, Sunatullo & Raxmonov, Javlon. (2021). Front-

mounted plow for smooth, non-furrow plowing with offsets. E3S Web of Conferences. 304. 03013. 10.1051/e3sconf/202130403013.

9. Kurbanov, Sherzod & Temirov, Isroil & Khashimova, Yorkinoy & Berdimuratov, Parakhat & Yuldoshev, Said. (2023). Pulling resistance of the front plow cornercutter. E3S Web of Conferences. 383. 04012. 10.1051/e3sconf/202338304012.

10. Mamatov, F & Temirov, I & Berdimuratov, P & Mambetsheripova, Azhargul & Ochilov, Shuhratulla. (2021). Study on plowing of cotton soil using two-tier plow. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 939. 012066. 10.1088/1755-1315/939/1/012066.

11. 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.

12. 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.

13. 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>.

14. 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>.

15. Пастухов В. І., та інші Довідник з машиновикористання в землеробстві; Чигрин А. Г., Джолос П. А., Мельник В. І., Ільченко В. Ю., Анікєєв О. І., Циганенко М. О., за ред. В. І. Пастухова. Харків: "Веста", 2001. 347с.

16. Кіндер М.В. Проектування технологічних процесів в рослинництві. / М.В. Кіндер, В.М. Сакало, В.В. Падалка, С.В. Ляшенко. /Практикум./ Полтава: РВ ПДАА, 2014. 213 с.

17. 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.

18. Річні звіти господарства

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

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

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

ДОДАТКИ