

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Факультет інженерії, транспорту та архітектури  
Кафедра галузевого машинобудування та агроінженерії

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

ОС «Баклавр»

Тема „Обґрунтування комплексу машин для вирощування кукурудзи на силос з  
модернізацією плуг”

Галузь знань 20 Аграрні науки та продовольство

Спеціальність 208 Агроінженерія

Шифр ДПАІС 23.12.00.00.000 ПЗ

Студент гр. АІ-19-1

Полевой В.М.

Керівник роботи

к.т.н., доц. Мартинюк А.В.

Нормоконтролер

к.т.н, доц. Лук'янюк М.В.

До захисту допускаю:

к.т.н., доц. Мартинюк А.В.

Завідувач кафедри ГМ та АІ \_\_\_\_\_ 2023 р.

Хмельницький, 2023р.

## Зміст

Анотація.....	5
Вступ.....	6
1 ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ.....	8
1.1 Місце кукурудзи в сівозміні.....	8
1.2 Обробіток ґрунту і система удобрення.....	8
1.3 Сівба і догляд за посівами.....	12
1.4 Збирання кукурудзи на силос.....	15
2 МЕХАНІЗАЦІЯ І ВИМОГИ ДО ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ПІД КУКУРУДЗУ.....	18
2.1 Вимоги до обробітку ґрунту.....	18
2.2 Огляд конструкцій плугів.....	20
3 ОПИС УДОСКОНАЛЕННЯ ПЛУГА ТА РОЗРАХУНОК ЕЛЕМЕНТІВ ЙОГО КОНСТРУКТИВНИХ ЗМІН.....	30
3.1 Удосконалення плуга.....	30
3.2 Розрахунок пальця причіпного пристрою на зріз.....	32
3.3 Розрахунок зварного з'єднання.....	35
3.4 Розрахунок і вибір гідроциліндра для підняття плуга.....	38
у транспортне положення.....	39
3.5 Розрахунок на міцність вісі колеса візка.....	39
4 Операційна технологія зяблевої оранки під кукурудзу.....	45
4.1 Умови роботи і агротехнічні вимоги.....	45
4.2 Розрахунок режимів роботи агрегату.....	46
4.3 Розрахунок продуктивності агрегату.....	49
4.4 Підготовка поля до роботи.....	55

					<i>ДПАІС 23.12.00.00.000 ПЗ</i>						
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	<i>Обґрунтування комплексу машин для вирощування кукурудзи на силос</i>						
Розроб.		<i>Полевой</i>							Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		<i>Мартинюк</i>								3	
Реценз.									<i>ХНУ, гр. АІс-20-2</i>		
Н. Контр.		<i>Лукиянюк</i>									
Затверд.		<i>Мартинюк</i>									

Висновки.....	56
Список літератури.....	58
Додатки.....	60

					<i>ДПАІС 23.12.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## АНОТАЦІЯ

Полевой В.М. Обґрунтування комплексу машин для вирощування кукурудзи на силос з модернізацією плуга. Дипломний проект.

Розрахунково-пояснювальна записка дипломного проекту містить 79 сторінок друкованого тексту і включає 5 таблиць та 16 рисунків. Графічна частина проекту представлена 9 аркушами формату А1.

В проекті проаналізовані технології вирощування кукурудзи і визначена потреба в машинах, виконано огляд машин для основного обробітку ґрунту і запропонована конструкція напівначіпного ярусного плуга, розроблена операційна технологія оранки на зяб, визначена економічна ефективність проекту.

Ключові слова: кукурудза, оранка, ярусний плуг, удосконалення.

					ДПАІС 23.12.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Найвідповідальнішою операцією будь якої технології вирощування кукурудзи є оранка, оскільки вона сприяє створенню сприятливих умов для росту і розвитку рослин.

Якість проведення основного обробітку ґрунту є необхідною умовою доброго врожаю. Аналіз даних [3] показує, що полицевий обробіток оправдовує себе в умовах достатнього забезпечення вологою, а також в умовах нестійкої вологості, коли сумарні затрати на боротьбу з бур'янами менші, ніж на внесення гербіцидів.

Правильний і системний обробіток ґрунту виконують для вирішення ряду задач при єдності їх цілі – забезпечити найвищу реалізацію біологічного потенціалу урожайності кукурудзи. Найважливіша функція системи обробітку ґрунту – накопичення і збереження вологи. Крім цього, вона забезпечує збереження і відновлення родючості ґранту, його мобілізацію на створення врожаю, заробку добрив, поживних решток, пестицидів, є одним з найбільш ефективних методів боротьби з бур'янами, шкідниками і хворобами.

Метою проекту є - обґрунтування набору машин і раціональне їх використання при вирощуванні кукурудзи на силос, удосконалення конструкції ярусного плуга, що забезпечить зменшення експлуатаційних витрат при вирощуванні зазначеної культури.

					<i>ДПАІС 23.12.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		





Т-150 з таким же плугом ПЛП-6-35 і К-701 з дев'ятикорпусним плугом ПТК-9-35. Снігозатримання проводять агрегатом Т-150 і 2СВУ-2,6 в зчїпці СП-11.

По другій технології луцення проводять агрегатами такими ж як і у попередніх технологіях, тобто перше широкозахватним луцильником ЛДГ-15, який агрегатується енергонасиченим трактором Т-150К, і повторне ПЛП-10-25 з тим же трактором. Подрібнюють і змішують мінеральні добрива машиною ИСУ-4, яка приводиться в дію від трактора МТЗ-80. Навантажують фронтальним навантажувачем ПФ-0,75, який змонтований на тракторі МТЗ-80. Добрива перевозять автомобілями ЗИЛ-ММЗ-554. Перевантажують на причепи 1РМГ-4, які транспортуються тракторами, і ними ж вносять.

Оранку зябу проводять плугами ПЛП-6-35, які агрегатуються тракторами Т-150К.

Основною відмінністю другої технології від першої і третьої є те, що не планується вносити під кукурудзу органічні добрива.

Весняний обробіток ґрунту направлений на максимальне збереження вологи, створення рихлого дрібно - грудкового шару ґрунту, який забезпечує хороше загортання летючих гербіцидів і появу дружних сходів кукурудзи, а також знищення якомога більшої кількості бур'янів.

Третя технологія при весняному обробітку забезпечує боронування зябу важкими зубовими боронами БЗТС-1 з'єднаних гідравлічною зчїпкою СГ-21, які агрегатуються трактором Т-150, і цими ж зубовими боронами, але в зчїпці СП-16 колісним трактором Т-150К.

Перша технологія передбачає спочатку боронування середніми зубовими боронами БЗСС 1 з вісімнадцятиметровою зчїпкою С-18, яка агрегатується гусеничним трактором ДТ-75М.

По другій технології здійснюється тільки вирівнювання ґрунту агрегатом ДТ-75М і ВП-8.

Внесення гербіцидів по третій технології проводиться наступним чином. Перевезення води здійснюється автоцистерною АЦ-4,2, яка закріплена на рамі

									Арк.	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІС 23.12.00.00.000 ПЗ					



автомобілі ЗИЛ-ММЗ-554 і перевозять на поле. В спеціальних місцях перевантажують мінеральні добрива в розкидачі 1РМГ-4 і РУМ-8, які транспортуються відповідно тракторами МТЗ-80 і Т-150К, і вносять відповідно з нормою.

Друга технологія має такі ж операції.

Після внесення мінеральних добрив по третій технології проводиться передпосівна культивування паровим культиватором з стрілочастими лапами КПС-4 із закріпленими заду середніми зубчастими боронами БЗСС-1. Культиватори з'єднані зчіпкою СП-11 і агрегуються гусеничним трактором Т-150. За другою технологією передпосівна культивування проводиться культиватором УСМК-5,4 з такими ж лапами, який навішують на навісну систему трактора МТЗ-80.

З огляду весняних робіт різних технологій по вирощуванні кукурудзи можна відмітити, що по другій технології скорочений перелік операцій знижує затрати на виробництво і одночасно зменшує собівартість продукції.

### 1.3 Сівба і догляд за посівами

Кукурудза, як рослина південного походження, на відміну від зернових культур має ряд особливостей у вимогах до умов росту.

Враховуючи підвищенні вимоги до тепла при проростанні зерна, сіяти слід пізніше ярих колосових, соняшникових і інших культур. В більшості районів оптимальні строки посіву настають коли сталою температура ґрунту на глибині 10 см досягає 10-12 °С. При цьому слід враховувати морфологічні особливості гербіцидів, ґрунтово-кліматичних умов, а також погодні умови, які склалися в окремі роки весіннього періоду.

По третій технології зерна кукурудзи завантажують завантажувачем ЛТ-10 в автозаправник сівалок ЗСА-40 на базі автомобіля ГАЗ-53А. Міндобрива завантажують агрегатом ПГ-0,2, який змонтований на базі трактора Т-25, на тракторні причепи 2ПТС-4, які агрегують ті ж трактори. На поворотних смугах завантажують сівалки, перевіряють норму висіву і проводять посів. Посів

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІС 23.12.00.00.000 ПЗ				





Опис вищеописаних операцій при догляді за посівами показує, що затрати на догляд по другій технології дещо зменшуються за рахунок вилучення операції до сходового боронування, але при цьому зменшується вірогідність появи дружніх сходів, що може вплинути на наступний догляд за культурою і на рівномірне дозрівання окремих рослин.

#### 1.4 Збирання кукурудзи на силос

Одним з найважливіших факторів одержання силосу кращої якості з найменшими втратами поживних речовин є подрібнення силосованої маси.

Подрібнення рослин при силосуванні сприяє щільному укладанню силосованої маси, що забезпечує швидке витиснення повітря з неї і припинення життєдіяльності (дихання) рослинних клітин, на що витрачається значна кількість вуглеводів.

Подрібнення силосованих рослин сприяє виділенню соку, який містить цукор та інші поживні речовини, необхідні для життєдіяльності молочнокислих бактерій, прискорює молочнокисле бродіння, чим забезпечується своєчасне консервування маси. Молочна кислота у силосі з подрібненої маси утворюється швидше, ніж з не подрібненої (табл. 1.1).

Таблиця 1.1- Вплив подрібнення зеленої маси на утворення у силосі молочної кислоти

Час від закладання силосу, год	Вміст молочної кислоти, % до натуральної вологості	
	у подрібненій масі	у не подрібненій масі
0	0,1	0,1
36	1,4	0,2
240	1,6	0,8
720	1,6	1,8

Різну рослинність подрібнюють неоднаково. Так, кукурудзу молочно-воскової стиглості з оптимальною вологістю 70-75 % подрібнюють до часток

завдовжки 2-4 см, молочної та молочно-воскової з вологістю 75-80 % - до 5-7 см, молочної та у більш ранніх фазах стиглості з вологістю 80-85 % - до 8-10, а з вологістю більше 85 % - до 10-12 см.

Кукурудзу воскової та повної стиглості з вологістю нижче 70 % подрібнювати слід до часток довжиною 1,5-2 см з розщепленням стебла вздовж волокон. Інші грубостеблї рослини (соняшник, тощо) подрібнюють, як кукурудзу.

Подрібнену силосовану масу завантажують у силосні споруди шарами завтовшки 20-30 см по всій поверхні дна силосної споруди – башти, траншеї. З першого закладеного шару починають безперервно ущільнювати масу і аж до останнього шару, який і після закладання продовжують ущільнювати протягом 2-3 год. У траншеях масу ущільнюють важкими гусеничними тракторами.

Старанно ущільнена маса не пружинить і на ній чітко видно слїди гусениць трактора. Слід пам'ятати, що від якості ущільнення залежить і якість силосу та його зберігання.

В погано ущільненій масі залишається багато повітря (кисню), що сприяє розвитку небажаних процесів бродіння та призводить до значних втрат поживних речовин корму.

Така маса дуже розігрівається (інколи до 60 і більше градусів), вона «горить», втрачає зелений колір, темніє і замість фруктового набуває досить приємного запаху випеченого хліба. Це часто дезорієнтує при визначенні якості такого корму, бо в «горілому» силосі повністю втрачається каротин, перетравність протеїну знижується вдвічі і майже повністю руйнуються амінокислоти, внаслідок чого у силосі підвищується вміст аміаку.

Погано ущільнена маса дає велику усадку, що призводить до утворення зазорів біля стін силосної споруди, куди проникає повітря та атмосферні опади. Внаслідок цього збільшується псування силосу.

У силосі з об'ємною масою 0,58 т/м<sup>3</sup> втрати сухої речовини становили 1,1-2,9 %, тоді як у гірше ущільненій масі (0,32—0,4 т/м<sup>3</sup>) втрати сухої речовини силосу становили 3,7—6,6 %. Крім того, при погано ущільненій масі

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІС 23.12.00.00.000 ПЗ				

недозавантажується силосна споруда.

Ущільнювати корм слід рівномірно по всій силосній споруді, особливо ретельно біля стін, де силосна маса, гірше осідає та швидше псується.

Для заготівлі силосу використовуються високопродуктивні причіпні і самохідні кормозбиральні машини з широким діапазоном регулювання довжини різки.

					<i>ДПАІС 23.12.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2 МЕХАНІЗАЦІЯ І ВИМОГИ ДО ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ПІД КУКУРУДЗУ

### 2.1 Вимоги до обробітку ґрунту

Система заходів обробітку ґрунту під кукурудзу є одним із головних складових в загальному ланцюгу технологічних прийомів їх вирощування.

Розроблені і науково обґрунтовані агротехнічні вимоги по всім технологічним операціям обробітку ґрунту під цю культуру.

Лущення стерні дисковими луцильниками повинно забезпечувати:

- рихлення верхнього шару ґрунту (вміст грудочок ґрунту розміром від 1 до 5 см повинно бути не менше 90 %);
- рівномірну глибину обробітку (відхилення від заданої глибини не більш як 2 сантиметра в ту чи іншу сторону);
- рівну поверхню розпушеного поля і повне підрізання попередника та бур'янів; подрібнення поживних залишків і часткове загортання їх в ґрунт або рівномірне розміщення по поверхні ґрунту (без валків);
- перекриття суміжних проходів агрегату на 10 –20 см. Пропуски і огріхи не допускаються.

При лущенні стерні лемішними луцильниками:

- глибина обробітку повинна бути рівномірною, відхилення від заданої глибини лушення не повинно перевищувати 2 сантиметра;
- підрізання бур'янів має бути повним;
- загортання поживних останків в ґрунт на глибину 7-8 см, рівномірна гребенистість поверхні.

Оранка є заключною операцією основного обробітку ґрунту. Агротехнічні вимоги до оранки наступні. До роботи приступають, коли проросла основна маса бур'янів і виконані попередні операції; відхилення від заданої глибини оранки  $\pm 1$  см, а від ширини захвату плуга не більше 5 %; допустима

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІС 23.12.00.00.000 ПЗ				

висота гребенів і ширина борозни складає не більше 7 см; поворотні смуги повинні бути розораними.

Виходячи із цих вимог потрібно вибирати систему прийомів і виконувати операції по основній підготовці ґрунту, причому таким чином, щоб поступово шляхом окультурювання підвищувати її родючість.

В основних зонах вирощування кукурудзи застосовують дві системи підготовки ґрунту: поліпшену і напівпарову [8].

Поліпшений обробіток ґрунту включає луцення стерні дисковими луцильниками на глибину 5-6 см зразу ж після збирання попередника, через 8-14 днів після цього – повторне дискування дисковими боронами на глибину 14 – 16 см в агрегаті з боронами, а при засушливих умовах з кільчасто-зубчастими катками, пізно (вересень - жовтень) глибоку оранку.

Мілкий обробіток ґрунту забезпечує дрібногрудочковий стан поверхневого шару, знижує інтенсивність випаровування і створює умови для проростання бур'янів, котрі потім знищуються наступними операціями обробітку ґрунту.

При глибокій оранці підтримують рухливий стан орного шару до самих весняних робіт, що сприяє інтенсивному накопиченню вологи за рахунок опадів і талої води. Разом з тим система має недоліки. Шар ґрунту очищений в деякій мірі від бур'янів поверхневим обробітком, при оранці переноситься в низ, а на поверхню виноситься шар ґрунту з насінням бур'янів, котрі у вересні - жовтні проростають.

Напівпаровий обробіток ґрунту включає луцення стерні дисковими луцильниками в один два сліди на глибину 5- 6 см зразу ж після обробітку попередника: ранню глибоку оранку ( кінець липня – перша половина серпня) , поверхневий обробіток по мірі проростання бур'янів.

При напівпаровій системі основної підготовки ґрунту поверхневий шар очищується від насіння бур'янів. Поверхневий обробіток і глибоке без відвальне рихлення забезпечує високу степінь кришіння ґрунту поліпшує властивість

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІС 23.12.00.00.000 ПЗ				





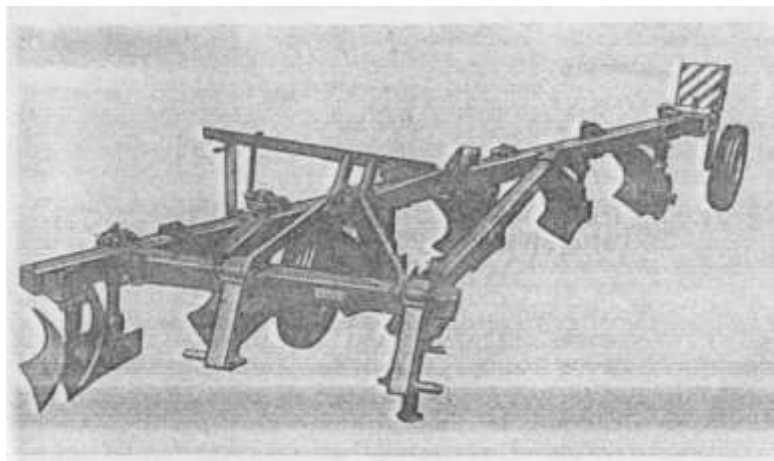


Рисунок 2.3- Плуг шестикорпусний ярусний ПНЯ 6-42.

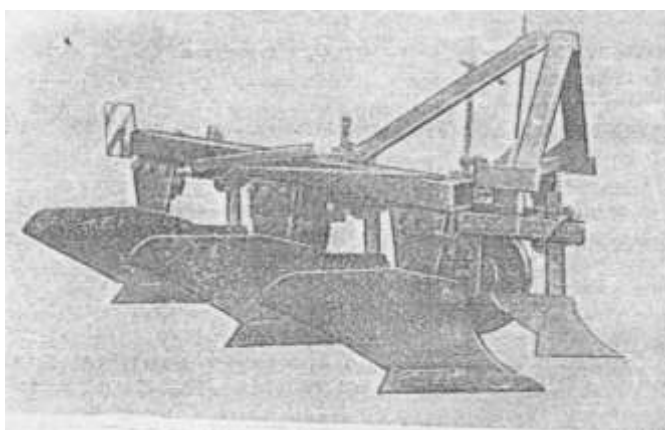


Рисунок 2.4- Плуг трьохкорпусний ПЛН 3-35.

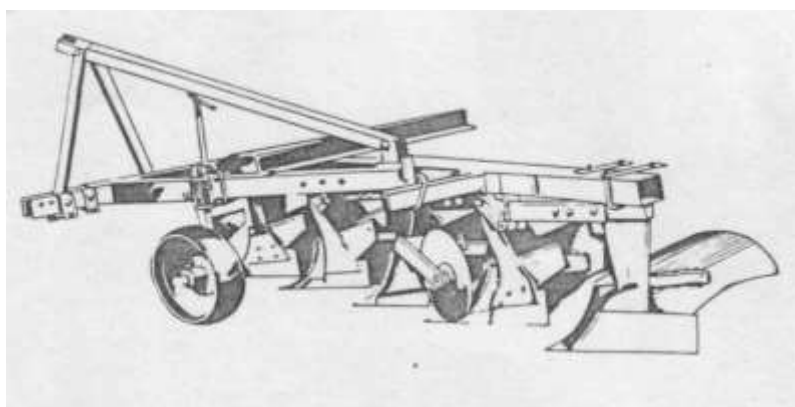


Рисунок 2.5- Плуг п'ятикорпусний навісний ПЛН 5-35.

Плуги, які виготовляють в Україні спільно з зарубіжними фірмами – ПО-8 моделі „Геркулес-1000” виробництва ЗАТ „Інтерагротек” (Київ) спільно з фірмою

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІС 23.12.00.00.000 ПЗ				

„Фогель Нот” (Австрія) та плуг ПОШР-8 виробництва СП ВАТ „Агромаш” (м. Бердичів) спільно з фірмою „Челенджер” (Франція), а також імпортні плуги RB-100 та RS-100 фірми „Квернеланд” (Норвегія), - агрегатуються з тракторами на одинарних колесах, реалізуючи спосіб водіння трактора при роботі з даними плугами по борозні.

Однією з найбільших фірм Європи по виробництву плугів є норвезька фірма Kverneland, причому 90 % її продукції йде на експорт. Фірма випускає 68 типів плугів загального призначення, з них звичайні плуги репрезентовані одинадцятьма типами з різною шириною захвату - від 2-корпусних до 12-корпусних. Як правило, плуги забезпечені механічними запобіжниками для захисту від пошкодження при наїзді на перешкоди. Фірма випускає полицево-лемішні плуги начіпними або напівначіпними для зважно - розважно оранки. Більшість із них обладнано гідрофікованою системою Variomat для безступінчастої зміни ширини захвату знаряддя з кабіни трактора, що дозволяє більш ефективно використовувати агрегат на оранці різних по конфігурації та рельєфу полів.

Ширина захвату регулюється шляхом зміни кута між тяговим брусом, зв'язаним із гідроциліндром, і головним брусом з одночасним поворотом кожного корпусу на необхідний кут (рис. 3.6).

Начіпні плуги фірма випускає з кількістю корпусів від 2 до 5, напівначіпні - з кількістю корпусів від 4 до 12.

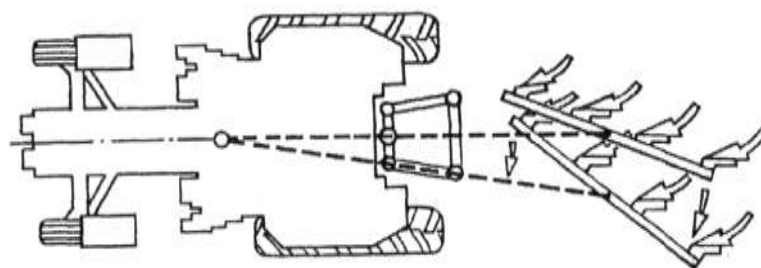


Рисунок 2.6 - Плуг фірми Kverneland.

Ширина захвату і положення точки причепа 6-корпусного напівначіпного плуга ВВ85 регулюється за допомогою гвинтових стяжок. Плуг агрегується з

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІС 23.12.00.00.000 ПЗ				

трактором, що обладнаний САР начіпного пристрою і рухається правим колесом в борозні. Головний і поздовжній бруси виготовлені з труби 200x120 і 140x80 мм, встановлені більшою стороною відповідно вертикально і горизонтально. Бруси виготовлені з високоякісної термообробленої сталі.

На головному брусі шарнірно змонтовані напівгвинтові корпуси, поєднані між собою тягою, що утворюють паралелограмний механізм. Корпус обладнано кутознімачем, передбачено установку пера на полиці оборотного долота. Перед кожним корпусом на спільному з ним гряділі розташовані рифлений дисковий ніж і передплужник, а всю систему обладнано запобіжним механізмом автоматичної дії. Пружний елемент виконаний у вигляді ресори і забезпечує виглиблення носка долота на висоту до 0,5 м.

На плузі встановлено одне заднє опорне колесо, яке при оранці рухається по полю. Системою важелів і штанг воно поєднане з поперечною траверсою начіпного пристрою, що підвищує маневреність орного агрегату в транспортному режимі. Траверса за допомогою гвинтової стяжки пересувається в поперечному напрямі, забезпечуючи узгодження ширини захвату першого корпусу і габаритної ширини трактора.

Фірма John Deere випускає причіпні (5...12- корпусні), напівначіпні (4...8-корпусні) і начіпні оборотні (3...6-корпусні) плуги.

Причіпні і напівначіпні плуги мають ручне (за допомогою стяжного гвинта) або гідрофіковане регулювання ширини захвату. Зверху полиці корпусів обладнано сталевими або пластмасовими кутознімачами, що замінюють передплужники. Для гладкої оранки ця фірма розробила і розпочала випуск нового 4-корпусного плуга моделі 3945 із симетричними поворотними корпусами.

Плуг обладнано V - подібною суцільнозварною рамою, до якої шарнірно приєднано поворотну плужну раму з жорстко закріпленими на ній корпусами. За допомогою гідрофікованого механізму рама виконує поворот корпусів у лівооборотне або правооборотне положення при повороті агрегату (рис. 3.7).

Оборотні плуги фірми Lemken (ФРН) моделі Oral обладнано гідравлічною

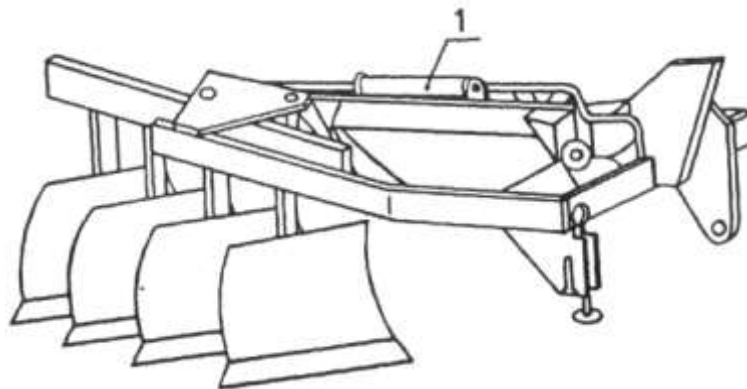
									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІС 23.12.00.00.000 ПЗ				

системою обороту плуга "Uniturn", системою (два ходових гвинти) для регулювання центральної лінії тяги плуга, гідравлічною системою зміщення рами для зміни ширини захвату. Однак, обладнання плугів пристроями для зміни ширини захвату плуга збільшує масу плуга на 12... 14 %, а вартість - на 15-20 %.

Трубчасту раму прямокутного перерізу виготовлено з легованої сталі, що забезпечує малу масу плугів при їх тривалому терміну служби. Фірмою випускається 7 серій начіпних оборотних плугів Orpl для легких, середніх і важких умов праці. Маса плугів, поперечний переріз їх рам з кожним роком зростають.

Конструкцією 5-корпусного начіпного оборотного плуга Orpl 160 передбачена можливість від'єднання одного корпусу за рахунок болтового фланцевого вузла, що зв'язує передню і задню частини базового бруса рами.

Плуг агрегується з колісним трактором, який рухається колесами одного борту в борозні від попереднього проходу і обладнується системою автоматичного регулювання /САР/ начіпного пристрою. При оранці САР утримує на заданій глибині передню частину плуга. Стала глибина оранки задніх корпусів забезпечується пневматичним польовим опорним колесом діаметром 65 см, яке встановлено біля четвертого корпусу, що дає можливість працювати плугом як у 5-ти, так і у 4-корпусному варіанті.



1 - гідроциліндр повороту корпусів

Рисунок 2.7- 4-корпусний плуг моделі 3945.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ДПАІС 23.12.00.00.000 ПЗ

Кожна серія має 2-3 базових моделі з кількістю корпусів 2, 3, 4, 5, до яких приєднується додаткова корпусна пара.

Універсальні корпуси плуга забезпечують кришення і оборот скиби. Ширина захвату 41 см, найбільша висота полиці - 44 см.

Рама однобрусна, з розширеною частиною для кріплення службових елементів. Брус - це труба прямокутної форми перерізом 140x120 мм. Для верхнього і нижнього боків на довжині передніх двох корпусів приварені підсилювальні стрічки перерізом 70x10 мм. Висота розташування нижнього боку бруса над лемешем корпуса - 780 мм.

Фірма Huard (Франція) розробила нове покоління оборотних плугів з ромбовидними відвалами RLM Compact. Рама плуга виконується як суцільна, так і складана (рис. 3.8) для приєднання додаткових корпусних пар зі змінним поперечним перерізом. Начіпний 4-корпусний оборотний плуг RLM Compact обладнано двома зйомними задніми корпусами. Він агрегується з трактором, який забезпечено САР начіпного пристрою, при цьому плуг рухається колесами одного з бортів у борозні, достатній для вільного пересування шин завдяки ромбічній формі корпусів.

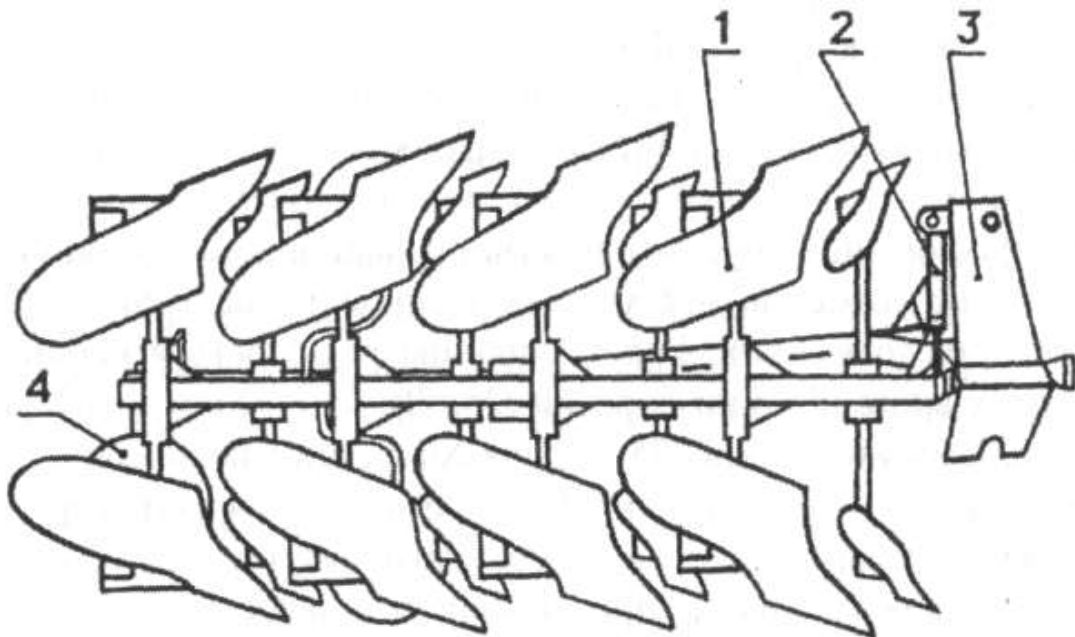
Блочну раму виконано у вигляді балки трубчастого квадратного перерізу зі стороною 140 мм. Фланцеве кріплення двох задніх корпусів дозволяє їх демонтувати. У залежності від умов замовлення корпус плуга обладнується захисним пристосуванням механічного (з роздільним болтом - тип Т), автоматичного (пружинного) або гідравлічного типу. Гідравлічна система допускає підйом корпуса при зустрічі з перешкодою до 55 см і вбік до 20 см. Діапазон тиску спрацьовування залежить від умов експлуатації.

Оборот плуга здійснюється гідроциліндром з інтегральним дросельним протиударним клапаном. Кінцеві положення плуга блокуються механічно, завдяки чому його нахил при оранці не змінюється, а гідроциліндр обороту розвантажено від тиску.

Ширина захвату переднього корпусу і оптимальний напрям тяги

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІС 23.12.00.00.000 ПЗ				

встановлюється одним гвинтом, який за бажанням споживача може бути замінений гідроциліндром. Глибина оранки встановлюється опорним колесом, яке повертається відносно рами в процесі її обороту.



1 - полиця; 2 - гідроциліндр обертання рами; 3 - начіпний пристрій; 4 - зйомне опорне колесо

Рисунок 2.8- Оборотний начіпний плуг RLM Compact з ромбовидними полицями.

Провідна фірма Швеції Overum Tive випускає широку гаму плугів як у начіпному, так і в напівначіпному виконанні.

Начіпні 2-5-корпусні плуги моделей ВТ/СТ виготовляють з фіксованим брусом і трьома різними виконаннями систем об'їзду каменів, які можуть працювати на ґрунтах від найлегших до важких. Робоча ширина регулюється вибором чотирьох видів ширини борозни (25, 30, 35 і 40 см) у високо-кліренсному виконанні /75 см/ шляхом зміни положення одного із болтів. Передня ширина борозни і лінія тяги корегується регулюванням одного поворотного хомута.

Для легких ґрунтів при невеликій кількості каменів застосовується автоматичний пристрій об'їзду каменів, при якому тиск вивільнюючої пружини

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ДПАІС 23.12.00.00.000 ПЗ









приєднання візка до трактора служить дишло. Переведення плуга в неробоче (транспортне) положення здійснюється за допомогою гідроциліндра. При переїздах агрегату на великі відстані для запобігання самовільного опускання плуга передбачена тяга, яка розміщена паралельно гідроциліндру і кріпиться до кронштейна за допомогою осі.

Особливістю конструкції є те, що осі коліс теліжки розташовані не в одній горизонтальній площині.

Під час роботи праве колесо рухається по борозні, а ліве по полі, в цей же час рама візка із навішеним на неї плугом знаходиться в горизонтальному положенні. Таким чином, у робочому положенні плуг має три точки опори, що підвищує його здатність до копіювання рельєфу ґрунту, дозволяє витримувати постійну глибину оранки, підвищує стійкість ходу плуга в горизонтальній і вертикальній площинах.

### 3.2 Розрахунок пальця причіпного пристрою на зріз

Схема для розрахунку пальця представлена на рис.4.1.

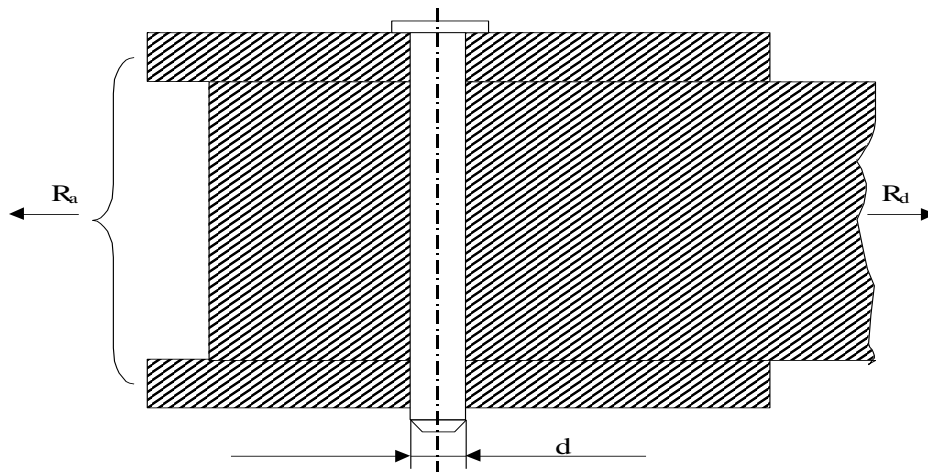


Рисунок 3.1- Схема дії сил на палець.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІС 23.12.00.00.000 ПЗ				

Для визначення діаметра пальця необхідно знати зусилля, яке прикладене до нього під час роботи плуга. Це зусилля буде дорівнювати (див. розд. 5)  $R_a = 31,9 \text{кН}$ . Розрахункове зусилля визначимо за формулою:

$$R'_a = R_a k, \quad (3.1)$$

де  $k$  - коефіцієнт, який враховує короткочасні перевантаження в процесі роботи,

$$k = 2,5 \dots 2,8.$$

$$R'_a = 31,9 \cdot 2,5 = 77,8 \text{Н}$$

Діаметр пальця визначимо із формули:

$$[\tau_c] = \frac{F}{\pi \frac{d^2}{4} i}, \quad (3.2)$$

де  $F = R'_a = 77800 \text{Н}$ ;

$d$  – діаметр пальця, мм;

$i$  – число площин зрізу,  $i = 2$ ;

$[\tau_c]$  – допустима напруга зрізу,  $\text{Н/мм}^2$ .

$$[\tau_c] = \frac{\tau_{-1}}{[S]}, \quad (3.3)$$

де  $\tau_{-1}$  – гранична напруга для сталі 15,

$$\tau_{-1} = 100 \dots 130 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} \quad [9];$$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>ДПАІС 23.12.00.00.000 ПЗ</i>				

$[S]$  – допустимий коефіцієнт безпеки;

$$[S] = S_1 S_2 S_3, \quad (3.4)$$

де  $S_1$  – коефіцієнт, який враховує ступінь точності розрахунку,  $S_1 = 1,2 \dots 1,3$ ,

приймаємо  $S_1 = 1,3$ ;

$S_2$  – коефіцієнт, який враховує ступінь однорідності механічних якостей матеріалу,  $S_2 = 1,2 \dots 1,3$ . Приймаємо  $S_2 = 1,3$ ;

$S_3$  – коефіцієнт, який враховує ступінь відповідальності деталі,  $S_3 = 1,1 \dots 1,2$ .

Приймаємо  $S_3 = 1,2$ .

$$[S] = 1,3 \cdot 1,3 \cdot 1,2 = 2,028$$

Тоді,

$$[\tau_c] = \frac{100}{2,028} = 49,31 \frac{H}{\text{мм}^2}$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 77413,32}{\pi \cdot 2 \cdot 49,31}} = 32,64 \text{ мм}$$

З врахуванням можливих підвищених перевантажень приймаємо  $d = 40$  мм.

Тоді, дійсна напруга зрізу буде дорівнювати

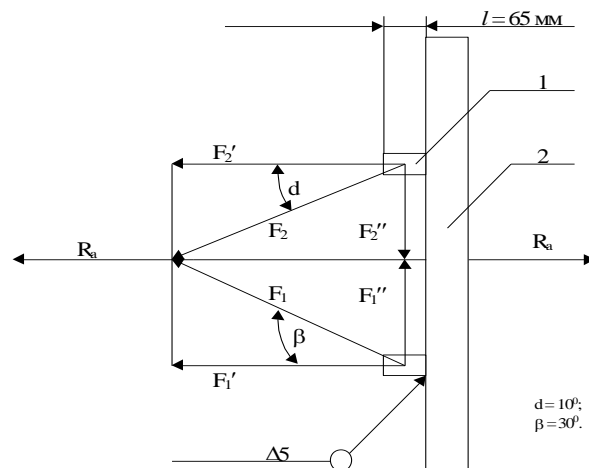
$$\tau_c = \frac{F}{\frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot i} = \frac{77413,32}{\frac{\pi \cdot 40^2}{4} \cdot 2} \cdot 30,82 \frac{H}{\text{мм}^2}$$

$$\tau_c = 30,82 \frac{H}{\text{мм}^2} < [\tau_c] = 49,31 \frac{H}{\text{мм}^2}.$$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІС 23.12.00.00.000 ПЗ				

### 3.3 Розрахунок зварного з'єднання

Для визначення сил, які діють на зварний шов скористаємося рис. 4.2 .



1- вухо; 2-балка

Рисунок 3.2 - Схема дії сил

Найбільше зусилля у зварному з'єднанні виникає у місці з'єднання вуха, для кріплення тягового гака, з поперечною балкою рами. Зварний шов у даних умовах працює на розрив.

Напругу, яка виникає у з'єднанні визначимо за формулою:

$$\sigma_p = \frac{6 \cdot M}{\delta^2} + \frac{F}{\delta} \leq [\sigma'_p] \quad (3.5)$$

де  $M$  – згинаючий момент, Нм;

$F$  – прикладена сила, Н;

$\delta$  – товщина більш тонкої деталі,  $\delta = 6 \text{ мм}$ ;

$l$  – довжина шва, мм.

$$l = 70 + 70 + 45 + 45 = 230 \text{ мм};$$

$$[\sigma'_p] = \frac{\sigma_m}{S},$$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІС 23.12.00.00.000 ПЗ				

де  $[\sigma'_p]$  – допустима напруга на розтяг;

$\sigma_m$  – межа текучості, для сталі 15,  $\sigma_m = 240 \frac{H}{мм^2}$ ;

$S$  – запас міцності, для металевих конструкцій  $S = 1,4 \dots 1,6$ . Приймаємо  $S = 1,5$ .

Тоді 
$$[\sigma'_m] = \frac{240}{1,5} = 160 \frac{H}{мм^2}.$$

На провущини діють сили розриву  $F'_1$  і  $F'_2$ , а також згинаючі сили  $F''_1$  і  $F''_2$  (див. Рис. 4.2 ).

Визначаємо силу розриву  $F'_1$ .

$$F'_1 = F_1 \cdot \cos 30^\circ, \quad (3.6)$$

де  $F_1 = F_2 = F = \frac{R_a}{2}$ ,

$$F_1 = \frac{31,9}{2} \approx 16 \text{кН};$$

$$F'_1 = 16000 \cdot 0,866 = 11955,92 \text{Н}$$

Визначаємо згинаючу силу  $F''_1$

$$F''_1 = F_1 \cdot \cos 60^\circ,$$

$$F''_2 = 16000 \cdot 0,5 = 8000 \text{Н}$$

Визначаємо момент від дії сили  $F''_1$

					<i>ДПАІС 23.12.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$M_1 = F_1'' \cdot l \quad (3.7)$$

де  $l$  – плече сили  $F_1''$ ,  $l = 0,065\text{ м}$  (див. рис.4.2),

$$M_1 = 6902,98 \cdot 0,065 = 448,7\text{ Н} \cdot \text{м}$$

Одержані дані підставляємо у формулу (4.5 )

$$\sigma_{1p} = \frac{6 \cdot 448,67}{6 \cdot 230^2} + \frac{11955,92}{6 \cdot 230} = 8,67 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$$

Визначаємо силу розриву  $F_2'$  для другої провущини

$$F_2' = F_2 \cdot \cos 10^\circ = 13805,95 \cdot 0,984 = 13585,05\text{ Н}$$

Визначаємо згинаючу силу  $F_2''$

$$F_2'' = F_2 \cdot \cos 80^\circ$$

$$F_2'' = 13805,95 \cdot 0,174 = 2402,24\text{ Н}$$

Визначаємо момент від дії сили  $F_2''$

$$M_2 = 2402,24 \cdot 0,065 = 156,15\text{ Н} \cdot \text{м}$$

Тоді,

$$\sigma_{2p} = \frac{6 \cdot 156,15}{6 \cdot 230^2} + \frac{13585,05}{6 \cdot 230} = 9,85 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$$

$$\sigma_{2p} = 9,85 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} \langle [\sigma_p'] \rangle = 160 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$$

					ДПАІС 23.12.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.4 Розрахунок і вибір гідроциліндра для підняття плуга у транспортне положення

Для визначення зусилля підняття плуга використовуємо рис.3.3.

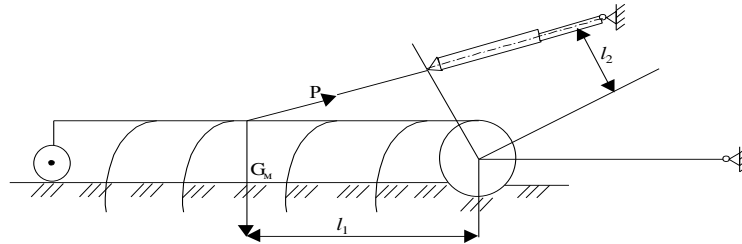


Рисунок 3.3 - Схема дії сил на механізм піднімання плуга  
Визначаємо зусилля P при піднятті машини із землі за формулою:

$$P = \frac{l_1}{l_2} \cdot \frac{\sigma_m}{\eta} + \sigma_3, \quad (3.8)$$

де  $l_1$  – плече сили P,  $l_1 = 2475\text{мм}$ ; (див. графічну частину проекту);

$l_2$  – плече сили  $\sigma_m$ ,  $l_2 = 500\text{мм}$  (див. графічну частину проекту);

$\eta$  – коефіцієнт, який враховує втрати у шарнірах,  $\eta = 0,8...0,9$ ,

приймаємо  $\eta = 0,8$ ;

$\sigma_3$  – опір пластів землі відриву.

$$\sigma_3 = (0,3...0,5) \cdot \sigma_m$$

$$\sigma_3 = 0,4 \cdot 12850 = 5140\text{Н}$$

Тоді,

$$P = \frac{2475 \cdot 12850}{500 \cdot 0,8} + 5140 = 84649\text{Н}$$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІС 23.12.00.00.000 ПЗ				

За найденою силою Р визначаємо діаметр гідроциліндра.

Для підняття плуга, зусилля яке розвивається гідроциліндром повинно перевищувати Р, тому задаємо  $P=85000\text{Н}$ .

Робочий тиск приймаємо рівним  $P=80 \text{ кг/см}^2=8\text{МПа}$ , маючи на увазі можливі перевантаження до 50%.

Визначаємо діаметр циліндра за формулою:

$$D = 10 \sqrt{\frac{4 \cdot P}{\pi \cdot p \cdot \eta}}, \quad (3.9)$$

де  $\eta$  – ККД гідро циліндра,  $\eta = 0,9$ .

Тоді,

$$D = 10 \sqrt{\frac{4 \cdot 8500}{3,14 \cdot 80 \cdot 0,9}} = 122,6\text{мм}$$

Приймаємо гідроциліндр Ц-125×630.

### 3.5 Розрахунок на міцність вісі колеса візка

Для визначення сил, які діють на вісь колеса візка використовуємо рис. 4.4.

Для визначення зусилля, яке діє на вісь візка складаємо суму моментів відносно точки А.

$$\sum M_A = \sigma_m \cdot \cos 6^\circ \cdot l_1 - R' \cdot \sin 62^\circ \cdot (l_2 + l_3) = 0$$

$$R'_1 = \frac{12850 \cdot 0,9945 \cdot 2,474}{1,25 \cdot 0,88} = 28773,48\text{Н}$$

Визначаємо дійсну силу, яка діє на вісь

$$R''_1 = R'_1 \cdot \cos 54^\circ = 28773,48 \cdot 0,588 = 16918,81\text{Н} .$$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІС 23.12.00.00.000 ПЗ				

Враховуючи ще вагу візка, яка теж діє на вісь, знаходимо сумарну силу:

$$F = R_1'' + \frac{\sigma_T}{2}, \quad (3.10)$$

де  $\sigma_T$  – вага візка,  $\sigma_T = 2000H$

$$F = 16918,81 + \frac{2000}{2} = 17918,81H$$

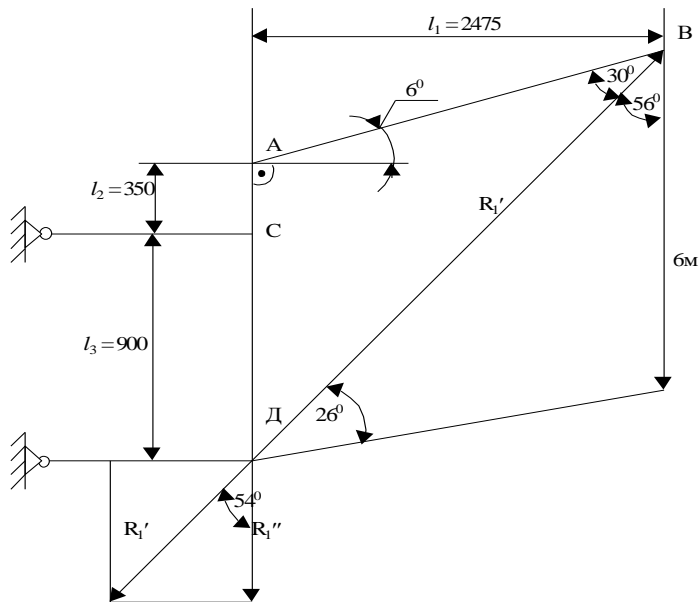


Рисунок 3.4- Схема для визначення сил

Визначаючи напруги в осях теліжки враховуємо її нахил у транспортному положенні ( $6^\circ$ ). Для знаходження величини зміщення сили використовуємо рис. 3.5.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІС 23.12.00.00.000 ПЗ				

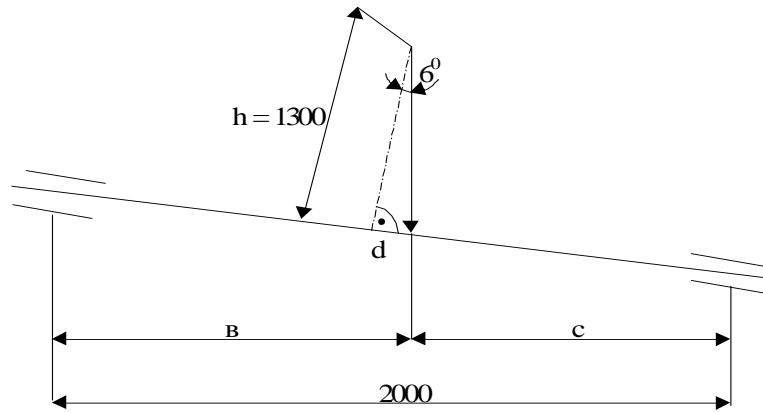


Рисунок 3.5 - Схема для визначення зміщення сили

$$a = \frac{h}{\operatorname{tg} 84^{\circ}} = \frac{1300}{9,514} = 136,6 \text{ мм}$$

Визначаємо реакції в опорах використовуючи рис. 3.6.

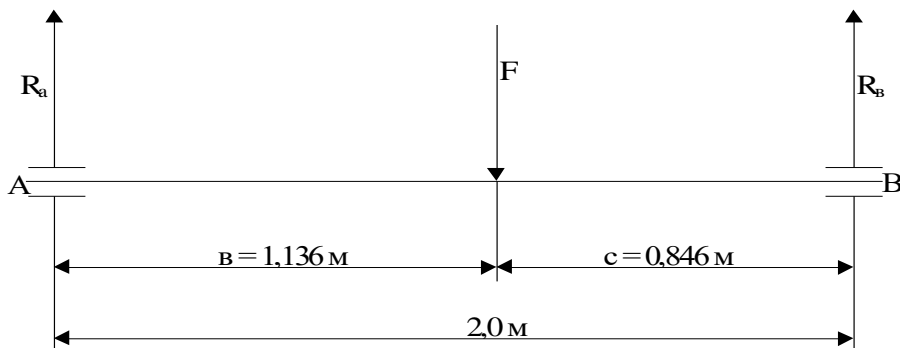


Рисунок 3.6- Схема дії сил

$$\sum M_A = 0$$

$$F \cdot b - R_B \cdot (b + c) = 0.$$

$$R_B = \frac{F \cdot b}{b + c} = \frac{1791881 \cdot 1,136}{2} = 10177,88 \text{ Н.}$$

$$\sum M_B = 0$$

$$-F \cdot c + R_A \cdot (b + c) = 0$$

$$R_A = \frac{F \cdot c}{b + c} = \frac{1791881 \cdot 0,864}{2} = 7740,93 \text{ Н}$$

Із розрахунків бачимо, що опора В навантажена більше. Виходячи із цього розраховуємо напругу згину для осі цього колеса.

$$M_4 = R_B \cdot l = 10177,88 \cdot 110 = 1119566,8 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Будуємо епюру згинаючого моменту рис. 3.7.

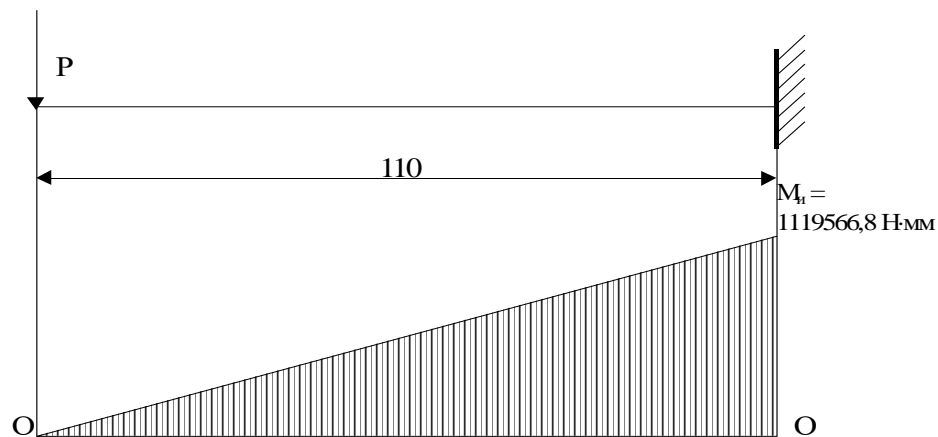


Рисунок 3.7 - Епюра згинаючого моменту

Знаходимо розрахункові напруги за формулою:

$$\sigma_F = \frac{M_U}{W} \leq [\sigma_F] \quad (3.11)$$

де  $W$  – момент опору,  $\text{мм}^3$ ,

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІС 23.12.00.00.000 ПЗ				

$$W = \frac{\pi \cdot d^3}{32}, \quad (3.12)$$

де  $d$  – діаметр осі, мм.

$$W = \frac{3,14 \cdot 50^3}{32} = 12265,62 \text{ мм}^3;$$

$[\sigma_F]$  – допустима напруга згину.

$$[\sigma_F] = \frac{\sigma_{F \lim}}{[n]_F} \cdot Y_S \cdot Y_R \cdot K_{XF}, \quad (3.13)$$

де  $\sigma_{F \lim}$  – межа міцності при еквівалентному числі циклів

$$\sigma_{F \lim} = \sigma^{\circ}_{F \lim b} \cdot K_{Fg} \cdot K_{Fd} \cdot K_{Fl} \cdot K_{FL},$$

$$\text{де } \sigma^{\circ}_{F \lim b} = 330 \frac{H}{\text{мм}};$$

$K_{Fg}$  – коефіцієнт, який враховує шорсткість поверхні,  $K_{Fg} = 1$ ;

$K_{Fd}$  – коефіцієнт, який враховує вплив деформаційного зміцнення,  $K_{Fd} = 1$ ;

$K_{Fc}$  – коефіцієнт, який враховує вплив двостороннє прикладення навантаження при односторонньому навантаженні,  $K_{Fc} = 1$ ;

$K_{FL}$  – коефіцієнт довговічності,  $K_{FL} = 1$ ;

$Y_S$  – коефіцієнт, який враховує градієнт напруги,  $Y_S = 1,1$ ;

$Y_R$  – коефіцієнт, який враховує шорсткість,  $Y_R = 1$ ;

$K_{XF}$  – коефіцієнт, який враховує розміри осі,  $K_{XF} = 1$ ;

$[n]_F$  – коефіцієнт запасу міцності.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІС 23.12.00.00.000 ПЗ				

$$[n]_F = [n]'_F \cdot [n]''_F, \quad (4.14)$$

де  $[n]'_F$  – коефіцієнт, який враховує стабільність якостей матеріалу,  $[n]'_F = 1,75$

$[n]''_F$  – коефіцієнт, який враховує спосіб одержання заготовки,  $[n]''_F = 1,15$ .

Тоді,

$$[n]_F = 1,75 \cdot 1,15 = 2,01,$$

$$\sigma_{F \text{ lim}} = 330 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 330 \text{ H/мм}^2,$$

$$[\sigma_F] = \frac{330}{2,01} \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 1 = 180,59 \text{ H/мм}^2,$$

$$\sigma_F = \frac{11195668}{12265,62} = 91,28 \text{ H/мм}^2$$

$$\sigma_F = 91,28 \text{ H/мм}^2 < [\sigma_F] = 180,59 \text{ H/мм}^2$$

					<i>ДПАІС 23.12.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 4 ОПЕРАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ЗЯБЛЕВОЇ ОРАНКИ ПІД КУКУРУДЗУ

Глибока зяблева оранка під кукурудзу виконується з метою обробітку ґрунту на глибину 30-35 см з рихленням і повним обертанням скиби, загортання в ґрунт органічних і мінеральних добрив та пожнивних решток, створення умов для накопичення вологи, покращення водно-повітряного режиму ґрунту і якості його обробітку весною.

### 4.1 Умови роботи і агротехнічні вимоги

Склад агрегату – Т-150К +ПНЯ-4-40. Рельєф поля – схил  $i = 2\%$ . Довжина поля – 980 м. Агрофон – стерня колосових зернових культур. Питомий тяговий опір плуга  $-49 \text{ кН/м}^2$ .

Агротехнічні вимоги до операції наведені в табл. 5.1

Таблиця 4.1- Агротехнічні вимоги до оранки на зяб

Показник	Норматив	Допуск
Тривалість робіт на одному полі	10 днів	$\pm 5$ днів
Обертання скиби	Повне	-
Загортання добрив, пожнивних решток, % від маси	Не менше 95	- 2
Кришіння ґрунту, %	Грудок розміром $100 \text{ см}^2$ , не більше 15 %	+3
Висота гребенів, см	На більше 7	+2
Огріхи	Не допускаються	

Арк.

ДПАІС 23.12.00.00.000 ПЗ

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

## 4.2 Розрахунок режимів роботи агрегату

Визначимо швидкісні режими роботи агрегату з врахуванням агротехнічних вимог. Для ярусних плугів інтервал робочих швидкостей знаходиться в межах 7...12 км / год. В цьому діапазоні трактор Т-150К має дві передачі: другу і третю. Згідно даних [11] робочі швидкості (з врахуванням буксування) трактора є наступними:

друга передача  $V_{p_2} = 7,8$  км / год;

третя передача  $V_{p_3} = 9,10$  км / год.

Сила тяги трактора при русі по стерні на зазначених передачах становить [11].:  $P_{T_2} = 41$  кН,  $P_{T_3} = 33,5$  кН.

Визначимо максимально можливу ширину захвату агрегату на вибраних передачах за формулою [10]:

$$B_{пл} = \frac{P_T - Gi}{ka + gi}, \quad (4.1)$$

де  $G$  – вага трактора, кН,  $G = 76$  кН;

$i$  – схил поля, в частках одиниці,  $i = 0,02$ ;

$k$  – питомий тяговий опір плуга з врахуванням швидкості руху, кН / м<sup>4</sup>

$g$  – питома вага плуга, кН / м;

$a$  – глибина оранки, м,  $a = 0,30$  м.

Питомий тяговий опір плуга з врахуванням швидкості руху можна визначити за формулою:

$$k = k_0[1 + \Delta(V_p^2 - V_0^2)], \quad (4.2)$$

де  $k$  – питомий опір сівалки на швидкості руху 5 км / год, кН / м;

$\Delta$  – темп приросту питомого опору, в частка одиниці;

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ДПАІС 23.12.00.00.000 ПЗ

$V_0 = 5$  км /год.

Темп приросту питомого опору  $\Delta = 0,06$ .

Найбільш розповсюдженими ґрунтами в господарстві є важко суглинкові чорноземи з питомим опором  $k_0 = 49$  кН/м<sup>2</sup>.

Отже, питомий опір плуга на вибраних передачах буде становити:

$$\text{на другій } k_2 = 49[1 + 0.006(7.8^2 - 5^2)] = 59.5 \text{ кН/м}^2,$$

$$\text{на третій } k_3 = 49[1 + 0.006(9.1^2 - 5^2)] = 66.0 \text{ кН/м}^2.$$

Питома вага плуга  $g = Gn/B$  (тут  $Gn$  – вага плуга,  $Gn = 12.6$  кН;  $B$  – ширина захвату плуга, м,  $B = 1.6$  м), тоді  $g = 12.6 / 1.6 \approx 7.9$  кН/м.

Таким чином, максимально можлива ширина захвату агрегату буде становити:

на другій передачі

$$B_{пл_2} = \frac{41 - 76 \cdot 0.02}{59.5 \cdot 0.3 + 7.9 \cdot 0.02} \approx 2.2 \text{ м},$$

на третій передачі

$$B_{пл_3} = \frac{33.5 - 76 \cdot 0.02}{66.0 \cdot 0.3 + 7.9 \cdot 0.02} = 1.6 \text{ м}.$$

Кількість корпусів плуга, які зможе агрегувати трактор на вибраних передачах можна визначити за формулою:

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІС 23.12.00.00.000 ПЗ				

$$n = \frac{B_{\text{пл}}}{b_{\text{к}}}, \quad (4.3)$$

де  $b_{\text{к}}$  – ширина захвату корпусу, м,  $b_{\text{к}} = 0.4$  м.

На другій передачі трактор зможе агрегатувати  $n_2 = \frac{2.2}{0.4} = 5.5$  корпусів.

Оскільки плуг ПНЯ-4-40 є чотирьохкорпусним, то приймаємо, що  $n_2 = 4$  корпуси.

На третій передачі трактор зможе агрегатувати

$$n_3 = \frac{1.6}{0.4} = 4 \text{ корпуси.}$$

Визначимо тяговий опір плуга

$$R = ab_{\text{к}}nk + G_n i. \quad (4.4)$$

Тяговий опір плуга на вибраних передачах буде становити:

на другій передачі

$$R_2 = 0.3 \cdot 0.4 \cdot 4 \cdot 59.5 + 12.6 \cdot 0.02 = 28.8 \text{ кН,}$$

на третій передачі

$$R_3 = 0.3 \cdot 0.4 \cdot 4 \cdot 66.0 + 12.6 \cdot 0.02 = 31.9 \text{ кН.}$$

					<i>ДПАІС 23.12.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначимо коефіцієнт використання тягового зусилля трактора при роботі на вибраних передачах за формулою:

$$\eta = \frac{R}{P_T}. \quad (4.5)$$

Коефіцієнт використання тягового зусилля трактора становить:

на другій передачі

$$\eta_2 = \frac{28.8}{41.0} = 0.70,$$

на третій передачі

$$\eta_3 = \frac{31.9}{33.5} = 0.95.$$

Допустиме значення коефіцієнта використання тягового зусилля тракторів Т-150 і Т-150К на оранці  $[\eta] = 0.86 \dots 0.90$ .

Через те що на третій передачі коефіцієнт використання тягового зусилля трактора перевищує допустиме значення, то можна зробити наступний висновок. Основною передачею трактора Т-150К на оранці плугом ПНЯ-4-40 буде друга передача трактора.

#### 4.3 Розрахунок продуктивності агрегату

Норму виробітку агрегату визначимо за формулою:

					<i>ДПАІС 23.12.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$H = 0.1B\beta V_p T \tau, \quad (4.6)$$

де  $\beta$  – коефіцієнт використання ширини захвату,  $\beta = 1.05 \dots 1.1$ ;

$T$  – тривалість зміни, год,  $T = 7$  год;

$\tau$  – коефіцієнт використання часу зміни.

Для визначення коефіцієнта використання часу зміни розглянемо кінематику агрегату і складемо баланс часу зміни.

Для оранки вибираємо петльовий спосіб руху з чергуванням загінок в склад і врозгін.

Коефіцієнт робочих ходів визначимо за формулою:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + L_x}, \quad (4.7)$$

де  $L_p$  – робоча довжина загінки, м;

$L_x$  – довжина холостого ходу, м.

$$L_p = L - 2E, \quad (4.8)$$

де  $L$  – довжина поля, м;

$E$  – ширина поворотної смуги, м.

Ширина поворотної смуги повинна бути кратною ширині захвату агрегату, тобто  $E = nB\beta$  (тут  $n$  – кратність проходу агрегату) і більшою за мінімальну ширину поворотної смуги  $E_{\min}$ , яку можна визначити за формулою:

					ДПАІС 23.12.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$E_{\min} = 3R + e, \quad (4.9)$$

де  $R$  – радіус повороту агрегату, м;

$e$  – довжина виїзду, м.

Радіус повороту агрегату

$$R = 3B\beta. \quad (4.10)$$

Приймаємо, що коефіцієнт використання ширини захвату  $\beta = 1.1$ , то одержимо:

$$R = 3 \cdot 1.6 \cdot 1.1 = 5.3 \text{ м.}$$

Довжина виїзду агрегату визначається за формулою:

$$e = 0.5la, \quad (4.11)$$

де  $la$  – кінематична довжина агрегату часу, м.

$$la = l_T + \ln l, \quad (4.12)$$

де  $l_T$  – кінематична довжина трактора, м,  $l_T = 2.4$  м;

$\ln l$  – кінематична довжина плуга, м,  $\ln l = 6.3$  м.

					<i>ДПАІС 23.12.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тоді,

$$la = 2.4 + 6.3 = 8.7 \text{ м, а}$$

$$l = 0.5 \cdot 8.7 = 4.4 \text{ м.}$$

Підставляючи одержані дані в (5.9), будемо мати

$$E_{\min} = 3 \cdot 5.3 + 4.4 = 20.3 \text{ м.}$$

Оскільки  $E = nV\beta > E_{\min}$ , то при  $n = 12$ , будемо мати

$$E = 12 \cdot 1.6 \cdot 1.1 \approx 21.0 \text{ м.}$$

Робоча довжина загінки згідно (5.8), буде становити

$$L_p = 980 - 2 \cdot 21.0 = 938 \text{ м.}$$

Довжину холостого ходу можна визначити за формулою:

$$L_x = 7R + 2e. \tag{4.13}$$

$$L_x = 7 \cdot 5.3 + 2 \cdot 4.4 = 46 \text{ м.}$$

Тоді, згідно (5.7), будемо мати:

					<i>ДПАІС 23.12.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\varphi = \frac{938}{938 + 46} = 0.95.$$

Визначимо оптимальну ширину заїмки:

$$C = \sqrt{16R^2 + 2B\beta \cdot Lp} \quad (4.14)$$

$$C = \sqrt{16 \cdot 5.3^2 + 2 \cdot 1.6 \cdot 1.1,05 \cdot 938} = 64.3 \text{ м.}$$

Або узгоджуючи її з парною шириною захвату, будемо мати  $C = 67,2$  м.

Коефіцієнт використання часу зміни визначимо так:

$$\tau = \frac{Tp}{T}, \quad (4.15)$$

де  $Tp$  – чистий час роботи протягом змін, год;

$T$  – тривалість зміни, год,  $T = 7$  год.

Чистий час роботи протягом зміни можна визначити за формулою:

$$Tp = \frac{T - (T_1 + T_2 + T_3 + T_4)}{1 + \tau_n}, \quad (4.16)$$

де  $T_1$  – тривалість підготовчо-заключних робіт,  $T_1 = 4$  хв;

$T_2$  – норматив часу на щоденне технічне обслуговування агрегату (трактора – 24 хв, плуга – 8 хв, тобто  $T_2 = 32$  хв);

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>ДПАІС 23.12.00.00.000 ПЗ</i>				

$T_3$  – норматив часу на фізіологічні потреби: відпочинок 20 хв та особисті потреби 10 хв за зміну, тоді  $T_3 = 30$  хв.

$T_4$  – переїзди агрегату протягом зміни, год,  $T_4 = 10$  хв.

$\tau_n$  – коефіцієнт поворотів.

$$\tau_n = \frac{1 - \varphi}{\varphi}. \quad (4.17)$$

$$\tau_n = \frac{1 - 0.95}{0.95} = 0.053.$$

Підставляючи ці дані в (5.16), будемо мати

$$T_p = \frac{420 - (4 + 32 + 30 + 10)}{1 + 0.053} = 327 \text{ хв. або } 5,44 \text{ год.}$$

Таким чином коефіцієнт використання часу зміни

$$\tau = \frac{5,44}{7} = 0.78, \text{ а}$$

Норма виробітку агрегату буде становити

$$H = 0,1 \cdot 1,6 \cdot 1,1 \cdot 8,1 \cdot 7 \cdot 0,78 = 8,4 \text{ га.}$$

					<i>ДПАІС 23.12.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

#### 4.4 Підготовка поля до роботи

Забрати з поля залишки соломи, каміння, різні сторонні предмети, зарівняти промоїни. Розбити поле на загінки шириною 52,8 м. Поворотні смуги (21 м) відділити від поля контрольними лініями –борознами глибиною до 15 см плугом по вішкам.

					<i>ДПАІС 23.12.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВИСНОВКИ

Кукурудза реагує на глибину оранки тому необхідно виконувати глибоку культурну чи ярусну оранку при вирощуванні цієї культури.

Ярусні плуги забезпечують глибоке загортання в ґрунт добрив, рослинних залишків і насіння бур'янів. Це дає змогу зменшити, а в окремих випадках і повністю відказатись від застосування для боротьби з бур'янами дорогих гербіцидів. При такому обробітку насіння бур'янів, зароблених в нижній горизонт, не виносяться на поверхню поля, забур'яненість полів різко зменшується. Органічні добрива розкладаються в анаеробному середовищі повільніше, ніж при звичайній оранці (їх дія проявляється протягом 5-7 років). Зменшується потреба в гербіцидах і мінеральних добривах, енергетичні сумарні затрати за ротацію знижуються в 1,5 раз, загальна продуктивність зростає на 20-30 %.

Тягово-зчіпні властивості тракторів поліпшуються при зменшенні коефіцієнтів опору коченню і буксуванню, збільшенні коефіцієнтів зчеплення і корисної дії ходової системи. Збільшення коефіцієнта зчеплення рушіїв трактора з ґрунтом досягається шляхом збільшення його зчіпної ваги. Відомо, що начіпні машини, які мають висотне регулювання глибини ходу робочих органів (золотник гідросистеми трактора знаходиться в плаваючому положенні, а глибина ходу робочих органів машини залежить від розміщення її опорних коліс по висоті) чинять несприятливу силову дію на трактор - зменшують коефіцієнт зчеплення рушіїв трактора з ґрунтом, а відтак погіршують тягово-зчіпні властивості тракторів.

Запропоноване удосконалення двоярусного плуга ПНЯ-4-40 зводиться до переобладнання його із начіпної машини в причіпну, що дасть змогу підвищити тягово-зчіпні властивості трактора Т-150К, а відтак збільшити його продуктивність на оранці і зменшити погектарні витрати палива. Для цього в проекті запропонована конструкція спеціального візка.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІС 23.12.00.00.000 ПЗ				

Результати розрахунків економічної ефективності показують, що запропоновані в дипломному проекті конструктивні зміни ярусного плуга ПНЯ-4-40 дозволять одержати річний економічний ефект в сумі 3360 грн., а затрати на модернізацію окупляться під час другого року експлуатації.

					<i>ДПАІС 23.12.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		





# ДОДАТКИ

					<i>ДПАІС 23.12.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		