

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

зав. кафедрою СГМ

к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_ Сергій ЛЕЩЕНКО

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2024 р.

## **КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти**

**на тему:**

**«Механізація вирощування цукрових буряків  
з модернізацією плуга ПЛН-4-35»**

Виконав здобувач вищої освіти IV курсу,

групи АІ-20

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

\_\_\_\_\_ Філіпов Павло Павлович

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

Керівник проекту

доцент, канд. техн. наук

\_\_\_\_\_ Віктор ДЕЙКУН

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

Рецензент \_\_\_\_\_ Олександра БЛОВОД

м. Кропивницький



## ЗМІСТ ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ

Розділ	Найменування структурних одиниць і розділів	Арк.
1	Вступ . . . . .	5
2	Аналіз типової технології вирощування цукрових буряків та визначення шляхів її удосконалення . . . . .	6
3	Операційна технологія виконання оранки при вирощуванні цукрових буряків. . . . .	20
	3.1. Агротехнічні вимоги. . . . .	20
	3.2. Комплектування і підготовка агрегату до роботи. . . . .	22
	3.3. Підготовка поля до орання. . . . .	26
	3.4. Організація роботи агрегату і загінці . . . . .	28
	3.5. Контроль якості роботи. . . . .	30
4	Інженерна частина . . . . .	33
	4.1. Опис об'єкта розробки та обґрунтування модернізації. . . . .	33
	4.2. Технологічний розрахунок. . . . .	36
	4.3. Кінематичний розрахунок. . . . .	40
	4.4. Силовий аналіз механізмів машини. . . . .	40
	4.5. Енергетичний розрахунок. . . . .	45
5	Охорона праці . . . . .	47
6	Висновки . . . . .	52
	Список використаної літератури . . . . .	53
	Додатки. . . . .	54

## 1. ВСТУП

Цукрові буряки мають велике значення в різних аспектах, таких як економіка, сільське господарство, промисловість, екологія та соціальний розвиток.

Цукрові буряки є одним із основних джерел виробництва цукру у світі, поряд з цукровою тростиною. Виробництво цукру з цукрових буряків має значний вплив на економіку багатьох країн, особливо в Європі.

Індустрія цукрових буряків забезпечує робочі місця в сільському господарстві, на цукрових заводах та в пов'язаних галузях.

Цукрові буряки є важливою культурою для ротації, що допомагає покращити структуру ґрунту, зменшити кількість бур'янів та хвороб у ґрунті.

Вони сприяють відновленню родючості ґрунту завдяки своїм потужним кореневим системам, які покращують аерацію ґрунту.

Цукрові буряки мають комплексне значення для сільського господарства, промисловості, екології та економіки суспільства в цілому, забезпечує численні переваги та сприяє сталому розвитку.

Дана кваліфікаційна робота присвячена модернізації плуга ПЛН-4-35, який задіяний у технології вирощування цукрових буряків

Використання плуга при вирощуванні цукрових буряків є важливим етапом, який впливає на врожайність та якість продукції. Правильна оранка забезпечує оптимальні умови для росту буряків, сприяє знищенню бур'янів, покращенню структури ґрунту та збереженню вологи. Дотримання технологічних вимог і заходів безпеки під час використання плуга дозволить досягти найкращих результатів у вирощуванні цукрових буряків.



## 2. АНАЛІЗ ТИПОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ШЛЯХІВ ЇЇ УДОСКОНАЛЕННЯ

### 2.1. Біологічні особливості цукрових буряків

Цукрові буряки (*Beta vulgaris subsp. vulgaris*) є культурною рослиною з родини амарантових (*Amaranthaceae*). Вони мають ряд біологічних особливостей, які впливають на їх вирощування, адаптацію до різних умов і продуктивність. Ось основні біологічні особливості цукрових буряків:

Морфологічні особливості.

Коренева система:

Цукрові буряки мають добре розвинену кореневу систему з головним коренем, який перетворюється на коренеплід.

Коренеплід є головним органом накопичення цукру. Його форма може бути конічною, циліндричною або еліпсоїдною, в залежності від сорту.

Листя:

Розетка листя розташована біля основи рослини. Листя широке, темно-зелене, з характерним глянцевою блиском.

Листя відіграє важливу роль у фотосинтезі, який забезпечує накопичення цукру в коренеплоді.

Стебло:

Під час цвітіння у другий рік життя рослина формує квітконосне стебло, яке може досягати висоти до 1,5-2 метрів.

Стебло утворює суцвіття, які складаються з дрібних квіток.

Фенологічні особливості

Дворічний цикл розвитку:

Цукрові буряки є дворічною культурою. У перший рік рослина утворює коренеплід і листя, накопичуючи поживні речовини.

У другий рік з коренеплоду розвивається квітконосне стебло, яке формує квіти і насіння.

Фази розвитку:

Посів та проростання: від сходів до появи першого справжнього листя.

Розвиток листя: активне утворення листової розетки.

Формування коренеплоду: накопичення цукру в коренеплоді.

Цвітіння та плодоношення: у другий рік.

Фізіологічні особливості

Фотосинтез:

Цукрові буряки мають високу здатність до фотосинтезу, що забезпечує ефективне накопичення цукру в коренеплоді.

Оптимальні умови для фотосинтезу: достатнє освітлення, помірна температура (18-24°C) і вологість.

Водний режим:

Рослина вимоглива до вологи, особливо у період сходів і формування коренеплоду.

Недостатнє зволоження може призвести до зниження врожайності і вмісту цукру в коренеплоді.

Температурний режим:

Насіння цукрових буряків починає проростати при температурі ґрунту 4-5°C, але оптимальна температура для розвитку рослини — 18-24°C.

Рослина добре переносить короткочасні заморозки до -3°C, але довготривале зниження температури негативно впливає на врожайність.

Генетичні особливості

Сорти та гібриди:

Існує багато сортів і гібридів цукрових буряків, які відрізняються за формою коренеплоду, вмістом цукру, стійкістю до хвороб і шкідників.

Вибір сорту або гібрида залежить від кліматичних умов, типу ґрунту і агротехнічних вимог.

Стійкість до хвороб і шкідників:

Сучасні сорти і гібриди мають підвищену стійкість до основних хвороб (церкоспороз, ризоманія) і шкідників (буряковий довгоносик, бурякова блішка).

Генетична стійкість допомагає зменшити витрати на хімічний захист і

підвищити екологічну безпеку виробництва.

Агрономічні особливості

Вимоги до ґрунту:

Цукрові буряки краще ростуть на родючих, добре дренованих ґрунтах з нейтральним або слабокислим рН.

Важливо підтримувати оптимальний рівень поживних речовин у ґрунті шляхом внесення органічних і мінеральних добрив.

Сівозміна:

Важливо дотримуватися сівозміни, щоб уникнути накопичення хвороб і шкідників у ґрунті.

Найкращі попередники для цукрових буряків: озимі та ярові зернові, кукурудза, зернобобові культури.

Догляд за посівами:

Регулярне прополювання та контроль бур'янів, полив, підживлення добривами, захист від шкідників і хвороб є важливими складовими догляду за посівами.

Розуміння біологічних особливостей цукрових буряків дозволяє ефективно планувати агротехнічні заходи, забезпечуючи високий врожай та якість продукції.

### **2.3. Місце в сівозміні.**

Цукрові буряки займають важливе місце у сівозміні завдяки своїм агротехнічним та економічним властивостям. Правильне розміщення цукрових буряків у сівозміні дозволяє покращити родючість ґрунту, зменшити ризик захворювань і шкідників, а також підвищити загальну продуктивність сільськогосподарських культур.

*Оптимальні попередники.* Найкращими попередниками для цукрових буряків є озимі та ярові зернові культури (пшениця, ячмінь), зернобобові культури (горох, соя), а також кукурудза. Ці культури залишають після себе ґрунт з хорошою структурою і невисоким рівнем захворюваності.

Цукрові буряки також добре ростуть після картоплі та інших

коренеплодів, за умови, що було дотримано агротехнічних заходів щодо боротьби з бур'янами та шкідниками.

*Неприйнятні попередники.* Не рекомендується вирощувати цукрові буряки після інших бурякових культур (столовий або кормовий буряк) через високий ризик накопичення специфічних для буряків хвороб (церкоспороз, ризоманія) і шкідників (буряковий довгоносик).

Уникати слід також вирощування після культур, що сильно виснажують ґрунт і залишають його з низьким вмістом поживних речовин.

*Розміщення у сівозміні.* Оптимальна ротація для цукрових буряків передбачає повернення їх на те саме поле не частіше ніж через 4-5 років. Це дозволяє знизити накопичення хвороб і шкідників, специфічних для буряків, та підтримувати родючість ґрунту.

*Схема сівозміни:*

Типова схема сівозміни може виглядати так:

Озима пшениця

Ярий ячмінь

Цукрові буряки

Горох

Озимий ріпак

Така схема дозволяє максимально ефективно використовувати ґрунтові ресурси, покращує структуру ґрунту і зменшує ризик захворювань.

*Вплив на ґрунт і наступні культури.* Покращення ґрунту: Цукрові буряки мають потужну кореневу систему, яка розпушує ґрунт на глибоких шарах, покращуючи його аерацію і водопроникність.

Залишки коренеплодів і листя після збирання врожаю збагачують ґрунт органічними речовинами, що підвищує його родючість.

Вплив на наступні культури: Цукрові буряки залишають ґрунт у хорошому стані для вирощування наступних культур, таких як озимі зернові. Вони також допомагають зменшити щільність ґрунту і поліпшити його структуру, що сприяє розвитку кореневої системи наступних культур.

Після цукрових буряків ґрунт зазвичай менш засмічений бур'янами, що

знижує витрати на прополювання наступних культур.

Добрива і підживлення: Цукрові буряки потребують значної кількості поживних речовин, особливо азоту, фосфору і калію. Важливо правильно балансувати внесення добрив, щоб уникнути виснаження ґрунту.

Після цукрових буряків варто враховувати залишкову кількість поживних речовин у ґрунті при плануванні підживлення наступних культур.

Боротьба з хворобами і шкідниками: Дотримання сівозміни є важливим заходом у боротьбі з хворобами і шкідниками. Вирощування цукрових буряків після несприйнятливих до тих самих хвороб і шкідників культур допомагає знизити ризик зараження.

Регулярний моніторинг і використання відповідних засобів захисту рослин також є важливими складовими комплексного підходу до здоров'я ґрунту і рослин.

Цукрові буряки є цінною культурою у сівозміні, яка сприяє покращенню структури ґрунту, збагаченню його органічними речовинами та ефективному використанню ґрунтових ресурсів. Правильне розміщення цукрових буряків у сівозміні та дотримання агротехнічних заходів дозволяє досягти високих врожаїв та підтримувати здоров'я ґрунту на тривалий період.

### **2. 3. Система удобрення.**

Система удобрення для цукрових буряків є важливою складовою агротехніки, яка забезпечує отримання високих урожаїв та якісної продукції. Правильне внесення добрив сприяє оптимальному розвитку рослин і накопиченню цукру в коренеплодах

Основні елементи живлення.

Цукрові буряки потребують трьох основних макроелементів: азоту (N), фосфору (P) та калію (K), а також мікроелементів (бору, марганцю, магнію, цинку та інших).

Рекомендовані норми добрив

Азот (N) є ключовим елементом для росту і розвитку цукрових буряків, особливо в період формування листової розетки.

Рекомендована норма внесення: 120-180 кг/га діючої речовини (N).  
Внесення азоту проводять у два етапи: половину дози вносять перед посівом або під час посіву, а решту — під час вегетації (підживлення).

Фосфор (P) сприяє розвитку кореневої системи і підвищенню вмісту цукру в коренеплодах.

Рекомендована норма внесення: 60-90 кг/га діючої речовини (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>).  
Фосфорні добрива вносять переважно восени під основний обробіток ґрунту або весною перед посівом.

Калій (K) підвищує стійкість рослин до хвороб і сприяє накопиченню цукру.

Рекомендована норма внесення: 150-200 кг/га діючої речовини (K<sub>2</sub>O).  
Калійні добрива також вносять восени або весною перед посівом.

#### Мікроелементи

Бор (B). Цукрові буряки чутливі до дефіциту бору, який може викликати серйозні порушення у розвитку коренеплодів (серцевинна гниль).

Рекомендована норма внесення: 1-2 кг/га діючої речовини (B). Вносять бор у вигляді борних добрив або позакореневих підживлень (борна кислота, борні мікродобрива).

Марганець (Mn) важливий для процесів фотосинтезу та метаболізму.

Рекомендована норма внесення: 3-5 кг/га діючої речовини (Mn).  
Можливе внесення у вигляді позакореневого підживлення.

Магній (Mg) необхідний для синтезу хлорофілу та ферментативних процесів.

Рекомендована норма внесення: 40-60 кг/га діючої речовини (MgO).  
Вносять магній у вигляді магнієвих добрив (сульфат магнію).

Цинк (Zn) важливий для ферментативних процесів та синтезу білків.

Рекомендована норма внесення: 3-5 кг/га діючої речовини (Zn).  
Використовують цинкові мікродобрива або позакореневі підживлення.

#### Схема внесення добрив

Осінній період: Під основний обробіток ґрунту вносять фосфорні та калійні добрива, а також частину органічних добрив (гній) — 20-30 т/га.

Весняний період: Перед посівом або під час посіву вносять залишкову кількість фосфорних і калійних добрив. Вносять першу частину азотних добрив.

Вегетаційний період: Проводять підживлення азотом у фазі 4-6 справжніх листків (решта норми).

Застосовують позакореневі підживлення мікроелементами (бор, марганець, магній, цинк) за потреби, особливо у критичні фази розвитку (початок формування коренеплоду).

Вибір добрив.

Комплексні добрива: Використання комплексних добрив (нітроамофоска, діамофоска) дозволяє забезпечити рослини необхідними макроелементами у збалансованій формі.

Органічні добрива: Органічні добрива (гній, компости) сприяють покращенню структури ґрунту та його родючості.

Мікродобрива: Застосування мікродобрив у формі хелатів забезпечує кращу доступність елементів живлення для рослин.

Правильна система удобрення цукрових буряків передбачає комплексний підхід до забезпечення рослин макро- та мікроелементами. Важливо враховувати специфіку ґрунту, кліматичні умови, а також особливості сорту чи гібриду цукрових буряків. Регулярний моніторинг стану посівів та своєчасне внесення добрив дозволяють досягти високої врожайності та якості продукції.

## **2. 4. Обробіток ґрунту.**

Обробіток ґрунту при вирощуванні цукрових буряків є важливою складовою агротехніки, яка забезпечує оптимальні умови для розвитку рослин та формування високого врожаю. Правильний обробіток ґрунту сприяє підготовці посівного ложа, поліпшенню структури ґрунту, боротьбі з бур'янами, шкідниками і хворобами. Основні етапи обробітку ґрунту при вирощуванні цукрових буряків включають наступні заходи:

### **Основні етапи обробітку ґрунту.**

### *Підготовка поля восени (осінній обробіток):*

Лущення стерні: Проводиться відразу після збирання попередника на глибину 6-8 см для знищення бур'янів та сприяння розкладанню поживних залишків.

Глибока оранка: Виконується на глибину 25-30 см для покращення структури ґрунту, знищення багаторічних бур'янів та забезпечення накопичення вологи у ґрунті. Глибока оранка також сприяє розпушенню підорного шару.

### *Весняний обробіток ґрунту:*

Ранньовесняне закриття вологи: Проводиться боронуванням на глибину 3-5 см, що сприяє збереженню вологи у ґрунті та руйнуванню поверхневої кірки.

Культивація: Передпосівна культивация на глибину 10-12 см для вирівнювання поверхні ґрунту та створення оптимального посівного ложа. Можливе внесення добрив під час культивациі.

Фрезерування або боронування: Виконується безпосередньо перед посівом для додаткового вирівнювання поверхні ґрунту і знищення дрібних бур'янів.

### *Особливості обробітку ґрунту*

#### *Глибина обробітку:*

Глибина оранки залежить від типу ґрунту і його стану. На важких ґрунтах рекомендується глибша оранка (до 30 см), тоді як на легких ґрунтах глибина може бути дещо меншою (25-28 см).

Весняна культивация повинна забезпечувати достатнє розпушування ґрунту на глибину посіву насіння (3-5 см) і дещо глибше для кореневої системи.

#### *Тип ґрунту:*

На легких піщаних ґрунтах важливо запобігти втраті вологи, тому весняні роботи проводять швидко і на мінімальну глибину.

На важких глинистих ґрунтах необхідно забезпечити добру аерацію і дренаж, тому особлива увага приділяється осінній оранці та весняній

культивуваціі.

Захист ґрунту від ерозії:

На схилах і в регіонах з високим ризиком вітрової та водної ерозії застосовуються ґрунтозахисні технології, такі як контурна оранка, мінімальний обробіток ґрунту або нульова технологія (no-till).

**Додаткові заходи**

Мульчування:

Мульчування посівів після сходів може бути корисним для збереження вологи, зниження температурних коливань ґрунту і запобігання росту бур'янів.

Внесення органічних добрив:

Внесення органічних добрив (гній, компости) восени перед оранкою сприяє покращенню структури ґрунту, збільшенню вмісту органічної речовини і підвищенню його родючості.

Міжрядний обробіток:

Після сходів цукрових буряків проводиться міжрядний обробіток для знищення бур'янів, розпушення ґрунту і покращення аерації кореневої системи. Міжрядний обробіток може включати культивувацію і боронування.

Системи обробітку ґрунту

Традиційна система:

Включає лушення стерні, глибоку оранку, весняне закриття вологи, культивувацію і передпосівне боронування. Традиційна система забезпечує високу якість обробітку ґрунту, але може бути більш трудомісткою і витратною.

Мінімальний обробіток (мінімал-тілл):

Спрямований на зменшення кількості обробітків ґрунту, що сприяє збереженню вологи і запобіганню ерозії. Може включати неглибоку оранку або глибоке розпушування замість традиційної оранки.

**Нульовий обробіток (no-till):**

Передбачає повну відмову від механічного обробітку ґрунту. Посів здійснюється безпосередньо в непорушений ґрунт з використанням

спеціальних посівних комплексів. Ця система сприяє збереженню структури ґрунту і підвищенню його біологічної активності.

Обробіток ґрунту при вирощуванні цукрових буряків повинен враховувати особливості ґрунтово-кліматичних умов, тип ґрунту і наявність бур'янів. Раціональний вибір системи обробітку і дотримання агротехнічних заходів сприяє створенню оптимальних умов для росту і розвитку цукрових буряків, що забезпечує високий урожай та якісну продукцію.

## **2.5. Підготовка насіння цукрових буряків для посіву.**

Підготовка насіння цукрових буряків для посіву є критичним етапом, що значною мірою визначає успішність посівної кампанії і майбутній урожай. До основних заходів з підготовки насіння належать калібрування, протруювання, дражування та перевірка якості насіння. Ось докладний опис кожного етапу:

### **1. Вибір сорту та перевірка якості насіння**

Вибір сорту:

Вибір сорту або гібриду цукрових буряків здійснюється на основі агрокліматичних умов регіону, стійкості до хвороб і шкідників, продуктивності та цукристості.

Використовуються насіння високопродуктивних, районованих сортів та гібридів, що мають високу стійкість до несприятливих умов.

Перевірка якості насіння:

Проводиться лабораторна перевірка якості насіння на схожість, енергію проростання, чистоту і вологість. Високоякісне насіння повинне мати схожість не менше 85-90%.

### **2. Калібрування насіння**

Калібрування: Процес відбору насіння за розміром і вагою. Це забезпечує рівномірне висівання і дружні сходи. Використовуються спеціальні калібрувальні машини, що сортують насіння на фракції.

### **3. Протруювання насіння**

Протруювання: Обробка насіння фунгіцидами і інсектицидами для

захисту від хвороб і шкідників. Це допомагає знизити ризик захворювань на ранніх стадіях розвитку рослин та забезпечити їх здоровий ріст.

Використовуються препарати, що містять діючі речовини проти ґрунтових патогенів і шкідників.

Протруювання здійснюється у спеціальних машинах, що забезпечують рівномірне покриття насіння захисними речовинами.

#### 4. Дразування насіння

Дразування: Обробка насіння спеціальними покриттями, що покращують його посівні якості. Дразування дозволяє надати насінню округлої форми, що полегшує механізований посів.

До складу дражувальних сумішей входять мікроелементи, стимулятори росту і захисні речовини.

Дразування поліпшує контакт насіння з ґрунтом, забезпечує рівномірне розташування в посівному ложі та підвищує стійкість до несприятливих умов.

#### 5. Сушка та обробка стимуляторами росту

Сушка насіння:

Після обробки насіння сушиться до оптимальної вологості (8-10%). Це забезпечує тривале зберігання насіння і збереження його посівних якостей.

Обробка стимуляторами росту:

За необхідності, насіння обробляється стимуляторами росту (гіббереліни, ауксини), що сприяють підвищенню енергії проростання і стійкості до стресових факторів.

#### 6. Пакування і зберігання насіння

Пакування: Насіння фасується у спеціальні мішки або контейнери, що забезпечують його збереження і захист від пошкоджень.

Зберігання: Насіння зберігається у сухих, добре вентильованих приміщеннях при температурі +5...+10°C і відносній вологості повітря 50-60%. Важливо уникати перепадів температури і високої вологості, щоб зберегти схожість насіння.

Підготовка насіння цукрових буряків для посіву включає кілька важливих етапів, кожен з яких спрямований на забезпечення високої якості

насіння і створення оптимальних умов для його проростання. Вибір якісного насіння, правильне протруювання, калібрування і дражування дозволяють досягти високих результатів у вирощуванні цукрових буряків та отримати стабільні і високі врожаї.

## **2.6. Догляд за посівами**

Догляд за посівами цукрових буряків включає ряд агротехнічних заходів, спрямованих на забезпечення оптимальних умов для росту та розвитку рослин і отримання високого врожаю.

Основні аспекти догляду за посівами цукрових буряків:

Цукрові буряки потребують максимальної кількості вологи для забезпечення нормального росту рослин. Під час вегетації необхідно забезпечити рослини необхідними мінеральними елементами, особливо азотом, фосфором і калієм.

Додаткове внесення органічних добрив (компост, перегній) сприяє підвищенню родючості ґрунту та стійкості рослин до стресових умов.

Листкове підживлення: Застосування мікроелементів та стимуляторів росту через листя сприяє підвищенню стійкості рослин до стресових умов та покращенню їх розвитку.

Боротьба з бур'янами, хворобами та шкідниками

Гербіцидний контроль бур'янів: Використання гербіцидів для попередження росту бур'янів, які конкурують з цукровими буряками за ресурси.

Профілактичні заходи проти хвороб і шкідників: Застосування фунгіцидів та інсектицидів для захисту рослин від хвороб і шкідників.

Видалення зайвих рослин для забезпечення нормального розвитку і росту залишених.

Регулювання густоти посадки для забезпечення оптимального розміщення рослин і максимізації врожаю.

Догляд за ґрунтом. Використання культиваторів або інших знарядь для розвороту ґрунту та підвищення його повітропроникності.

Використання мульчі для збереження вологи, запобігання ерозії та захисту ґрунту від перегрівання.

Проведення додаткових заходів. Проведення фітосанітарних заходів: Перевірка рослин на наявність хвороб та шкідників і вчасне прийняття заходів для їх усунення.

Дотримання всіх цих заходів забезпечить здорове і стабільне зростання цукрових буряків і допоможе отримати високий врожай.

## **2.7. Збирання врожаю.**

Збирання врожаю цукрових буряків є завершальним етапом вирощування цієї культури і вимагає точності та ефективності, щоб забезпечити максимальну якість і виносити врожай вчасно.

### **1. Визначення оптимального моменту збирання.**

Фаза розвитку рослин: Збирання проводиться, коли буряк досягає оптимального розміру та цукровмісту. Це може бути від 120 до 180 днів після посіву, залежно від сорту та агрокліматичних умов.

Погодні умови: Збирання проводиться в суху погоду, щоб уникнути забруднення і підвищення вологості буряка, що може призвести до погіршення якості і зберігання.

Перевірка цукрозмісту: Виміряйте цукрозміст буряків, щоб визначити їхню готовність до збирання. Зазвичай оптимальний цукрозміст становить близько 16-18%.

### **2. Використання відповідного обладнання**

Комбайн: Для збирання цукрових буряків використовують спеціальні сільськогосподарські комбайни, обладнані спеціальними установками для збирання і очищення буряків.

Ножі та ріжучі пристрої: Комбайн оснащений ножами та ріжучими пристроями, які забезпечують відповідне зрізання буряків на полі.

### **3. Техніка збирання**

Попередня підготовка: Перед збиранням перевірте техніку, переконайтеся в її належному функціонуванні та проведіть необхідні налаштування.

Оптимальна швидкість руху: Рухайтеся з оптимальною швидкістю, щоб забезпечити ефективне збирання без пошкодження буряків.

#### 4. Обробка зібраного врожаю

Очищення та сортування: Після збирання врожаю буряки очищаються від залишків ґрунту та сортуються за розміром та якістю.

Упаковка: Буряки можуть бути упаковані у спеціальні контейнери або мішки для подальшого транспортування на зберігання або переробку.

#### 5. Зберігання або переробка

Зберігання: Якщо буряки не будуть відразу використані для переробки, їх необхідно зберігати в сухому і прохолодному місці для запобігання загнивання та втрати якості.

Переробка: Буряки можуть бути використані для виробництва цукру або інших продуктів, таких як сік чи консерви.

Збирання врожаю цукрових буряків вимагає уваги до деталей та використання відповідної техніки для забезпечення ефективного процесу збору і забезпечення високої якості продукції.

### **3. ОПЕРАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИКОНАННЯ ОРАНКИ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ**

#### **3.1. Агротехнічні вимоги.**

Оранка є одним із ключових етапів підготовки ґрунту до посіву та є важливим агротехнічним заходом у сільському господарстві.

Агротехнічні вимоги до оранки будуть наступні:

Вибір оптимального часу.

Весна або осінь: Оранка може проводитися весною перед посівом або восени після збирання врожаю. Вибір часу залежить від типу ґрунту, кліматичних умов і культурних вимог.

Підготовка техніки.

Перевірка обладнання: Перед початком оранки перевірте робочі органи та загальний стан обладнання, щоб уникнути можливих поломок під час роботи.

Налаштування обладнання: Налаштуйте глибину оранки відповідно до вимог культур та стану ґрунту.

Вибір оптимальної глибини.

Глибина оранки: Вибір глибини оранки залежить від типу ґрунту, культурної рослинності та погодних умов. Зазвичай рекомендована глибина оранки становить 20-30 см, але може бути іншою залежно від конкретних умов.

Управління залишковою рослинністю.

Знищення залишків попередніх культур: Перед оранкою знищіть залишкову рослинність попередніх культур, щоб уникнути конкуренції з майбутньою культурою та забезпечити рівномірне розподілення добрив.

Збереження ґрунтового покриву.

Уникнення ерозії: Під час оранки слід уникати створення глибоких різниць у рельєфі, які можуть сприяти ерозії ґрунту.

Збереження структури ґрунту: Потрібно зберегти структуру ґрунту, уникаючи його перевантаження та ущільнення.

Використання органічних добрив.

Внесення органічних добрив: Перед оранкою можна внести органічні добрива, такі як компост або перегній, щоб покращити структуру та родючість ґрунту.

Підготовка до майбутніх культур.

Удосконалення структури ґрунту: Оранка допомагає розкрити ґрунт та покращити його структуру, що сприяє кращому проникненню кореневої системи майбутніх культур.

Оранка – це важливий етап у вирощуванні рослин, і правильне виконання цього процесу може значно покращити врожайність і якість культур.

Використання лемішних плугів в сільському господарстві вимагає дотримання певних агротехнічних вимог для досягнення оптимальних результатів.

Вибір оптимальної моделі.

Відповідність типу ґрунту: Вибирайте модель лемішного плуга, яка підходить для типу ґрунту, на якому буде проводитися оранка. Наприклад, для важкого ґрунту можуть бути необхідні лемішні плуги з більшими та міцнішими корпусами.

Підготовка обладнання.

Перевірка стану плуга: Перед використанням перевірте стан робочих органів, рами та інші компоненти плуга на наявність пошкоджень або зношеності. Замініть або відремонтуйте пошкоджені частини.

Налаштування.

Глибина оранки: Налаштуйте глибину оранки відповідно до типу ґрунту, культурних рослин і погодних умов. Зазвичай рекомендована глибина оранки становить 20-30 см для багатьох видів культур.

Відстань між борознами: Налаштуйте відстань між борознами так, щоб забезпечити оптимальне використання земельної площі і рівномірний розподіл ресурсів.

Передпосівна обробка.

Обробка залишкової рослинності: Перед оранкою знищити залишкову рослинність попередніх культур, щоб уникнути конкуренції з майбутніми культурами та забезпечити рівномірне розподілення добрив.

Внесення добрив: Якщо потрібно, внесіть необхідні добрива або органічні речовини під час оранки для покращення родючості ґрунту та підготовки його до майбутніх культур.

Збереження структури ґрунту.

Спробуйте уникнути перевантаження ґрунту та зберегти його структуру під час оранки. Зайвий тиск на ґрунт може призвести до ущільнення та зниження його водопроникності.

Відслідковування результатів.

Моніторинг роботи плуга: Слідкуйте за роботою плуга та результатами оранки, щоб вчасно виявляти будь-які проблеми або несправності.

Дотримання цих агротехнічних вимог допоможе забезпечити ефективне та продуктивне використання лемішного плуга під час оранки поля.

### **3.2. Комплектування і підготовка агрегату до роботи.**

При вирощуванні цукрових буряків для оранки ґрунту на зяб з урахуванням характеристики оброблюваного поля, схилу місцевості – 2,2%, питомого опору ґрунту – 1,8 кН/м та агротехнічних вимог, обираємо агрегат у складі: трактор Т-150 + плуг ПЛН-4-35.

Питомий тяговий опір плуга для 2-ї і 4-ї передач складе:

$$K_{nl} = K_0 \cdot (1 + 0,006 \cdot (V_p^2 - V_0^2)), \text{ кН/м}^2, \quad (3.1)$$

де  $K_0$  – питомий тяговий опір агрегата [3];

$V_p$  – фактична робоча швидкість агрегата, км/год.

Нами обрана фактична швидкість руху трактора при русі з 2-ю передачею  $V_{p2}^3 = 8,8$  км/год., з четвертою –  $V_{p4}^3 = 10,6$  км/год. Обрані швидкості

відповідають визначеним агротехнічним вимогам –  $V_{азр} = 8...12$  км/год.

$$K_{nl2} = 41 \cdot (1 + 0,006 \cdot (8,8^2 - 5^2)) = 53,9, \text{ кН/м}^2;$$

$$K_{nl4} = 41 \cdot (1 + 0,006 \cdot (10,6^2 - 5^2)) = 62,5, \text{ кН/м}^2.$$

Максимально можлива ширина захвату 1-го агрегата становить:

$$B_{\max} = \frac{P_m}{K_{nl} \cdot h_{об} + g_{nl} \cdot \left( \lambda \cdot f_{mp} + c \cdot \frac{i}{100} \right)}, \text{ м}, \quad (3.2)$$

де  $P_m$  – тягове зусилля колісного тягача (трактора),  $P_{m2}^3 = 32,987$  кН,  
 $P_{m4}^3 = 26,497$  кН;

$h_{об}$  – глибина орання, м;

$g_{nl}$  – вага плуга, (кН/м);

$f_{mp}$  – коефіцієнт опору кочення колісного тягача, [3];

$c$  – коефіцієнт поправочний, за допомогою якого враховується вага ґрунту на один корпус плуга;

$i$  – ухил місцевості, %.

Маса плуга, припадаюча на 1 м ширини захвату всього агрегату:

$$g_{nl} = \frac{G_{nl}}{h_{зах}} = \frac{G_{nl}}{n_{кор} \cdot h_{кор}}, \text{ кН/м}, \quad (3.3)$$

$$g_{nl} = \frac{8,0}{5 \cdot 0,35} = 4,6, \text{ кН/м},$$

Ширина захвату найбільш вірогідна:

друга передача

$$B_{\max 2} = \frac{32,987}{53,9 \cdot 0,3 + 4,6 \cdot \left(0,8 \cdot 0,08 + 1,2 \cdot \frac{2,2}{100}\right)} = 1,99, \text{ м};$$

четверта передача

$$B_{\max 4} = \frac{26,497}{62,5 \cdot 0,3 + 4,6 \cdot \left(0,8 \cdot 0,08 + 1,2 \cdot \frac{2,2}{100}\right)} = 1,38, \text{ м}.$$

Розрахункова та фактична кількості корпусів плуга складе:

$$n_p = \frac{B_{\max}}{B_{\text{кор}}}, \quad (3.4)$$

де  $B_{\text{кор}}$  – конструкційна ширина захвата одного корпусу, м.

Відтак, розрахункове число корпусів плуга:

$$\text{друга передача } n_{p2} = \frac{1,99}{0,35} = 5,6;$$

$$\text{четверта передача } n_{p4} = \frac{1,38}{0,35} = 3,94.$$

Отримані значення округлюємо до меншого цілого числа і матимемо фактичне число корпусів:

друга передача

$$n_{\phi 2} = 5,$$

четверта передача

$$n_{\phi 4} = 3.$$

Робочу ширину захвату агрегату отримаємо з виразу:

$$B_p = B_{кор} \cdot \beta \cdot n_\phi, \text{ м}, \quad (3.5)$$

де  $\beta$  – коефіцієнт, що враховує використання робочої ширини захвату всього агрегату.

$$B_{p2} = 0,35 \cdot 1,2 \cdot 5 = 2,1, \text{ м},$$

$$B_{p4} = 0,35 \cdot 1,2 \cdot 3 = 1,26, \text{ м}.$$

Тяговий опір плуга складе:

$$R_{nl} = K_{nl} \cdot B_{кор} \cdot h_{об} \cdot n_{кор} + G_{nl} \cdot \frac{i}{100} \cdot c, \text{ кН}, \quad (3.6)$$

Тоді матимемо:

друга передача

$$R_{nl2} = 53,9 \cdot 0,35 \cdot 0,3 \cdot 5 + 8 \cdot \frac{2,2}{100} \cdot 1,2 = 28,5, \text{ кН};$$

четверта передача

$$R_{nl4} = 62,5 \cdot 0,35 \cdot 0,3 \cdot 5 + 8 \cdot \frac{2,2}{100} \cdot 1,2 = 19,9, \text{ кН}.$$

Тягова енергія агрегату на виконану роботу:

$$N_m = \frac{R_{nl} \cdot V_p}{3,6}, \text{ кВт}. \quad (3.7)$$

Тоді,

$$\text{на другій передачі } N_{m2} = \frac{28,5 \cdot 8,8}{3,6} = 69,7, \text{ кВт.}$$

$$\text{на четвертій передачі } N_{m4} = \frac{19,9 \cdot 10,6}{3,6} = 58,6, \text{ кВт.}$$

Коефіцієнт корисної дії для кожної із приведених передач:

$$\eta_{\text{тяг}} = \frac{N_m}{N_e}, \quad (3.8)$$

де  $N_e$  – ефективна потужність, кВт, [3].

$$\eta_{\text{тяг}2} = \frac{69,7}{110,5} = 0,63;$$

$$\eta_{\text{тяг}4} = \frac{58,6}{110,5} = 0,53.$$

Виконання технологічної операції орання на глибину 0,30 м і ухилі місцевості 2,2 відсотки агрегатом, який складається з колісного тягача Т-150 та плуга ПЛН-4-3.5 передбачає рух на другій передачі.

### **3.3. Підготовка поля до орання.**

Підготовка поля до роботи з плугом включає кілька ключових етапів, що спрямовані на забезпечення ефективної оранки та створення оптимальних умов для майбутніх культур. Детальний план підготовки поля до роботи з плугом включає наступні етапи:

#### **1. Оцінка поля**

Аналіз ґрунту: Проведіть аналіз ґрунту для визначення його фізичних та хімічних властивостей, таких як тип ґрунту, вологість, вміст органічних

речовин та рівень родючості.

Оцінка рельєфу: Огляньте поле на наявність нерівностей, каменів або інших перешкод, які можуть впливати на ефективність оранки.

## 2. Підготовка техніки

Перевірка плуга: Перевірте технічний стан плуга, включаючи стан лемішів, відвалів, рам та кріплень. Замість зношених або пошкоджених деталей.

Налаштування плуга: Відрегулюйте плуг на потрібну глибину оранки та ширину захвату, відповідно до типу ґрунту і потреб майбутньої культури.

## 3. Попередні агротехнічні заходи

Знищення бур'янів: Проведіть обробку поля гербіцидами або механічне видалення бур'янів, щоб уникнути їх конкуренції з майбутніми посівами.

Внесення добрив: Якщо потрібно, внесіть основні добрива або органічні речовини (гній, компост) для покращення родючості ґрунту.

## 4. Підготовка ґрунту

Волога: Переконайтеся, що ґрунт має оптимальну вологість для оранки. Занадто сухий або занадто вологий ґрунт може ускладнити оранку та погіршити якість обробки.

Попереднє оброблення: У разі необхідності, проведіть попереднє розпушування ґрунту або дискування, щоб покращити структуру ґрунту і полегшити роботу плуга.

## 5. Позначення ділянок

Розмітка поля: Розмітьте поле на окремі ділянки для зручності оранки та уникнення пропусків. Це можна зробити за допомогою маркерів або віх.

## 6. Робота з плугом

Оптимальна швидкість: Під час оранки дотримуйтеся оптимальної швидкості руху трактора, щоб забезпечити якісну обробку ґрунту без зайвого перевантаження техніки.

Контроль якості: Постійно контролюйте якість оранки, стежте за рівністю борозен та глибиною обробки ґрунту.

## 7. Післяоранкові заходи

Заключні роботи: Після завершення оранки, проведіть додаткові заходи, такі як вирівнювання поверхні поля або накриття його мульчою, щоб запобігти ерозії та зберегти вологу.

Оцінка результатів: Оцініть результати оранки, враховуючи рівномірність і якість обробки ґрунту. За потреби, внесіть корективи до майбутніх робіт.

Дотримання цих етапів забезпечить ефективну підготовку поля до роботи з плугом, що в свою чергу створить оптимальні умови для росту та розвитку майбутніх культур.

### **3.4. Організація роботи агрегату в загінці.**

Організація роботи орного агрегату в загінці включає планування, налаштування та проведення оранки на полі. Загінка – це ділянка поля, на якій виконуються роботи, і її правильне розташування та організація дозволяють оптимізувати процес оранки, зменшити витрати часу і пального, а також забезпечити високу якість обробки ґрунту. Організація роботи орного агрегату в загінці включає в себе наступне:

#### **1. Планування роботи**

Визначення меж загінки: Перед початком роботи розмітьте поле на загінки. Загінка повинна мати прямокутну форму з урахуванням рельєфу і розмірів поля.

Розрахунок ширини загінки: Ширина загінки повинна відповідати ширині захвату орного агрегату і кратно кількості проходів для зручності роботи.

#### **2. Підготовка техніки та інструментів**

Технічне обслуговування: Перед початком роботи перевірте технічний стан трактора і плуга, зокрема лемеші, відвали, диски і кріплення.

Налаштування плуга: Відрегулюйте плуг на потрібну глибину оранки та ширину захвату відповідно до типу ґрунту і умов роботи.

#### **3. Виконання оранки**

Перший прохід

Вибір напрямку оранки: Почніть оранку з одного кінця загінки, рухаючись паралельно її довшій стороні. Перший прохід повинен бути якомога рівнішим.

Орієнтири: Використовуйте віхи або інші орієнтири для підтримання прямолінійності проходу.

Наступні проходи

Перекриття борозен: Наступні проходи здійснюйте з перекриттям попередньої борозни для забезпечення рівномірної обробки ґрунту.

Підтримання рівномірної глибини: Стежте за рівномірністю глибини оранки по всій довжині загінки.

#### 4. Робота на поворотних смугах

Поворотні смуги: Встановіть поворотні смуги (не менше 10-12 метрів завширшки) на кінцях загінки для зручності розвороту агрегату.

Розворот: Виконуйте розвороти плавно, щоб уникнути пошкодження плуга і ущільнення ґрунту.

#### 5. Контроль якості

Регулярна перевірка: Регулярно перевіряйте якість оранки, особливо глибину і рівність борозен.

Корекція налаштувань: При виявленні недоліків оперативно вносьте корективи в налаштування плуга або трактора.

#### 6. Безпека та екологічні аспекти

Дотримання техніки безпеки: Виконуйте всі роботи з дотриманням техніки безпеки. Переконайтеся, що всі працівники знають правила роботи з технікою.

Збереження ґрунтової структури: Намагайтеся зберігати структуру ґрунту, уникати його переущільнення та ерозії.

#### 7. Післяоранкові заходи

Вирівнювання ґрунту: Після завершення оранки проведіть вирівнювання поверхні поля, якщо це необхідно.

Облік виконаних робіт: Зафіксуйте всі параметри виконаних робіт для подальшого аналізу та корекції процесу в майбутньому.

Правильна організація роботи орного агрегату в заїнці дозволяє досягти високої якості обробки ґрунту, зменшити витрати ресурсів і часу, а також забезпечити оптимальні умови для майбутніх культур.

### **3.5. Контроль якості роботи.**

Контроль якості виконання оранки є важливим етапом, який забезпечує оптимальні умови для посіву і росту культур. Правильна оранка сприяє покращенню структури ґрунту, підвищенню його водопроникності та аерації. Перелік основних аспектів, на які слід звертати увагу при контролі якості виконання оранки, буде наступним:

#### **1. Глибина оранки**

**Рівномірність глибини:** Перевіряйте, щоб глибина оранки була рівномірною по всьому полю. Рекомендується проводити вимірювання глибини в різних точках заїнки за допомогою лінійки або іншого вимірювального інструменту.

**Відповідність нормам:** Глибина повинна відповідати агротехнічним вимогам для конкретної культури. Наприклад, для більшості культур оптимальна глибина оранки становить 20-30 см.

#### **2. Рівність борозен**

**Прямолінійність проходів:** Борозни повинні бути прямими і паралельними одна одній. Використовуйте орієнтири для забезпечення прямолінійності.

**Оцінка якості борозен:** Борозни мають бути однакової глибини і ширини без пропусків і нерівностей.

#### **3. Подрібнення ґрунту**

**Розмір грудок:** Перевіряйте, щоб грудки ґрунту після оранки були рівномірно подрібнені. Великі грудки можуть ускладнити подальшу обробку ґрунту і посів.

**Однорідність структури:** Ґрунт повинен бути рівномірно подрібнений по всій площі заїнки.

#### **4. Перевертання пласта**

Якість перевертання: Верхній шар ґрунту повинен бути перевернутий і повністю покривати нижній шар, що допомагає знищити бур'яни і покращити структуру ґрунту.

Закладення рослинних залишків: Переконайтеся, що залишки попередньої культури і органічні добрива добре закладені в ґрунт.

#### 5. Стан країв загінки

Обробка країв: Краї загінки повинні бути добре оброблені, щоб уникнути необроблених ділянок, які можуть стати джерелом бур'янів.

Плавні переходи: Забезпечте плавний перехід між оранкою і неорними ділянками, щоб уникнути утворення ерозійних зон.

#### 6. Відсутність ущільнення ґрунту

Перевірка ущільнення: Уникайте надмірного ущільнення ґрунту під час оранки. Це можна перевірити за допомогою пенетрометра, щоб визначити опір ґрунту проникненню.

Аерація ґрунту: Після оранки ґрунт повинен бути пухким і добре аерованим.

#### 7. Візуальний огляд

Огляд поверхні: Після завершення оранки проведіть візуальний огляд всієї обробленої площі. Зверніть увагу на однорідність поверхні, відсутність нерівностей і пропусків.

Фотофіксація: За можливості зробіть фотофіксацію результатів для подальшого аналізу і порівняння з попередніми роботами.

#### 8. Аналіз виконаної роботи

Документація результатів: Записуйте всі параметри і результати оранки в журнал польових робіт. Це допоможе в подальшому аналізі і плануванні.

Порівняння з нормативами: Порівняйте результати оранки з агротехнічними вимогами і стандартами для конкретної культури і умов.

Дотримання цих аспектів допоможе забезпечити високу якість оранки, що є основою для успішного вирощування культур і отримання високих врожаїв.

Технологію і організацію механізованих виконання оранки наводимо в

технологічній карті графічної частини проекту.

## 4. ІНЖЕНЕРНА ЧАСТИНА

### 4.1 Опис об'єкта розробки та обґрунтування модернізації.

Згідно теми кваліфікаційної роботи при вирощуванні цукрових буряків, а саме, для виконання операції орання, нами обрано плуг начіпний чотирьохкорпусний ПЛН-4-35, який представлено на рис. 4.1. Обраний плуг призначений для орання різноманітних ґрунтів на глибину до 30 см на полях без каміння, плитняку і без перешкод. Його питомий опір становить не більше 0,09 МПА.

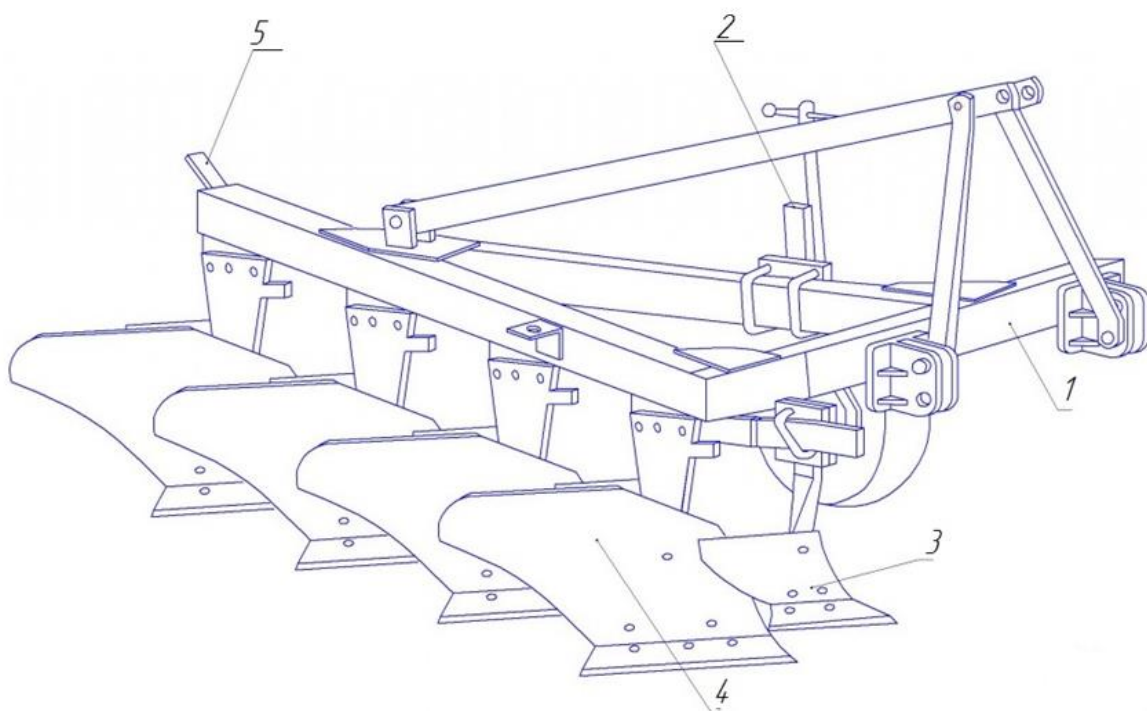


Рис. 4.1. Плуг чотирьохкорпусний начіпний ПЛН-4-35: 1 – рама; 2 – корпус; 3 – світлоповертач; 4 – передплужник; 5 – колесо.

Плуги оснащуються різними пристосуваннями для:

- формування поперечних борозен для блокування відтоку талих і дощових вод і запобігання водної ерозії ґрунту на крутих орних схилах;
- гребенево-ступінчатого орання на пагорбах;
- утворення поперечних борозен на схилах з ухилом до  $4^\circ$ ;
- утворення лунок на поверхні поля з ухилом до  $6^\circ$ .

Даний плуг можна агрегатувати з тракторами тягового класу 30 кН. Агрегат обслуговується одним трактористом.

Технічна характеристика плуга ПЛН-4-35 наведена в дод. А.

Процес оранки здійснюється наступним чином. При русі плуга дисковий ніж прорізає пласт у вертикальній площині. Передплужник, який іде за ним, підрізає верхній задернілий шар ґрунту на глибину до 12 см, обертає і скидає його на дно борозни, утвореної від проходу попереднього корпусу. Орання виконується так: коли плуг рухається, то дисковий ніж розрізає шар ґрунту у вертикальній площині, передплужник наступного корпусу задернілий верхній шар ґрунту підрізає на глибину до дванадцяти сантиметрів, при цьому обертаючи і скидаючи його на дно борозни, яка утворюється проходом попереднього корпусу. Укладений шар закривається скибою, яку піднімає основний корпус, в результаті чого досягається повна і глибока заробка бур'янів і пожнивних залишків.

Опис основних складових плуга наведено в дод. Б.

**Передплужник** встановлюють перед основним корпусом; він виконує підрізання і піднімання верхнього ущільненого шару ґрунту, який втратив свою структуру, завтовшки 8-12 см і завширшки  $\frac{2}{3}$  від ширини захвату корпусу, і при цьому перевертає його і укладає на дно борозни [3].

Корпус плуга, розташований за передплужником, виконує підрізання і піднімання залишеної частини шару і, перевертаючи і розпушуючи, засипає ним раніше укладений в борозну передплужником верхній шар ґрунту. При цьому рослинні і пожнивні залишки якісно загортаються, і виконується заміна верхнього безструктурного шару ґрунту на нижній структурний.

У той же час, стандартними передплужниками підвищується тяговий опір плуга приблизно на  $\frac{1}{3}$ , виникає ущільнення шару ґрунту при контакті його з передплужником.

Пропонуємо на плугові ПЛН-4-35 замість стандартного передплужника встановити голчатий передплужник своєї конструкції.

Технічне рішення забезпечить збільшення ефективної роботи плуга

завдяки зниженню сили тертя.

Вирішення поставленої задачі досягається встановленням передплужників виконаних у формі розпушувальних голок радіально розташованих між собою і які встановлені вертикально під гострим кутом до ходу плуга, це забезпечить оптимальний тиск знаряддя на ґрунт.

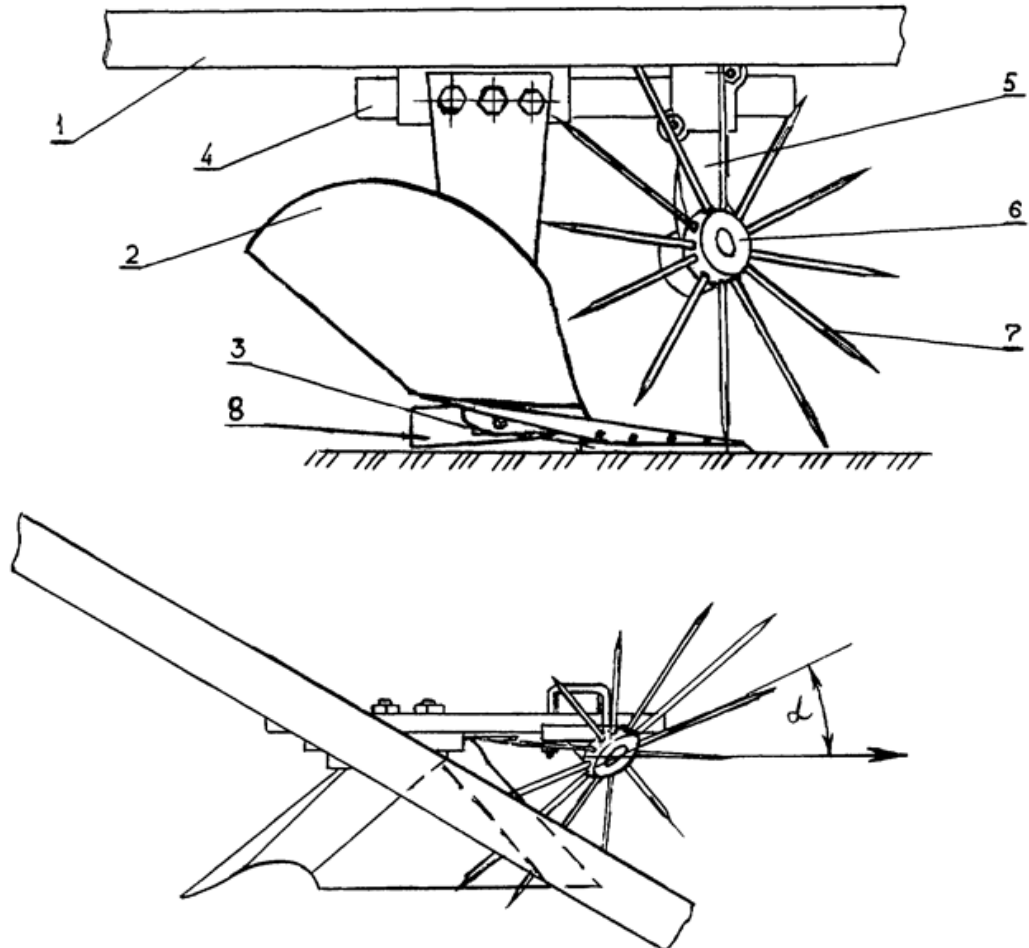


Рис. 4.2. Корпус з голчатим передплужником: 1 – рама; 2 – відвал;  
3 – леміш; 4 – державка; 5 – стійка; 6 – маточина; 7 – розпушувальні голки;  
8 – польова дошка.

Застосування у конструкції плуга голчатих передплужників дозволить зменшити тяговий опір знаряддя завдяки заміні дисків розпушувальними голками, що забезпечить зниження бічного тиску польових дошок на ґрунт.

Ґрунт попереду корпусів проколнюється голками, розбивається і розхитується (аналогічно роботі вилами для скопування ґрунту). При цьому навантаження вертикальне буде передатися на голчаті диски, які

розташовуються перед кожним корпусом. Переміщення плуга відбувається на голках, при цьому ґрунт не прикочується і не ущільнюється, тому що ґрунт розколюється голками саме перед корпусами.

Модернізований плуг працює так:

Завдяки лемішам і відвалам спускається і перевертається ґрунт аналогічно існуючим плугам, але це вже не монолітний ґрунт, а певною мірою подрібнений розпушувальними голками, які перекочуються попереду лемішів під певним кутом до ходу знаряддя. Розпушувальні голки виконують непростий рух – уперек та вздовж напрямку руху плуга, при цьому розколюють, розхитують ґрунт перед лемішами, зміщують плуг в сторону, чим забезпечуючи зменшення тиску польових дошок на ґрунт. Завдяки зависанню плуга на голках зменшується вертикальне навантаження для опорного колеса і лемішів, при цьому зменшується створення плужної підшви.

При виконанні роботи таким чином, знижується тяговий опір плуга завдяки тертю польових дошок і опору перекочуванню опорного колеса, коли ґрунт розколюється і вже розпушений підбирається лемішами.

Встановивши голчасті диски під певним кутом  $\alpha$  до ходу плуга і врахувавши конструкцію і стан плуга, отримаємо сталий прямолінійний рух агрегату.

## 4.2. Технологічний розрахунок.

Визначимо ширина захвату плуга

$$B = \frac{\eta P_T}{ak} \quad (4.1)$$

де:  $\eta$  – коефіцієнт використання тягового зусилля колісного тягача;

$P_T$  – тягове зусилля колісного тягача;

$a$  – глибина обробітку;

$k$  – питомий опір ґрунту.

$$B = \frac{0,9 \cdot 2890}{24 \cdot 50} = 1,735 \text{ м.}$$

Приймаємо  $B=1,75$  м.

Визначимо масу плуга з урахуванням питомої металоємкості на один метр ширини захвату

$$G_{\text{п}} = q_{\text{п}} B \quad (4.2)$$

де:  $q_{\text{п}}$  – питома металоємність, кг/м

$$G_{\text{п}} = 406 \cdot 1,75 = 710,5 \text{ кг.}$$

Щоб більш повне і якісне підрізання пласта ґрунту, знищення кореневої системи дикорослих трав'янистих рослин, для попередження утворення огріхів при оранні, ширину захвату леміша корпусу потрібно збільшити на величину перекриття  $\Delta b$  (рис. 4.3). З конструктивних міркувань для модернізованого плуга ПЛН-4-35 обираємо значення  $\Delta b$  рівним 25 см [4].

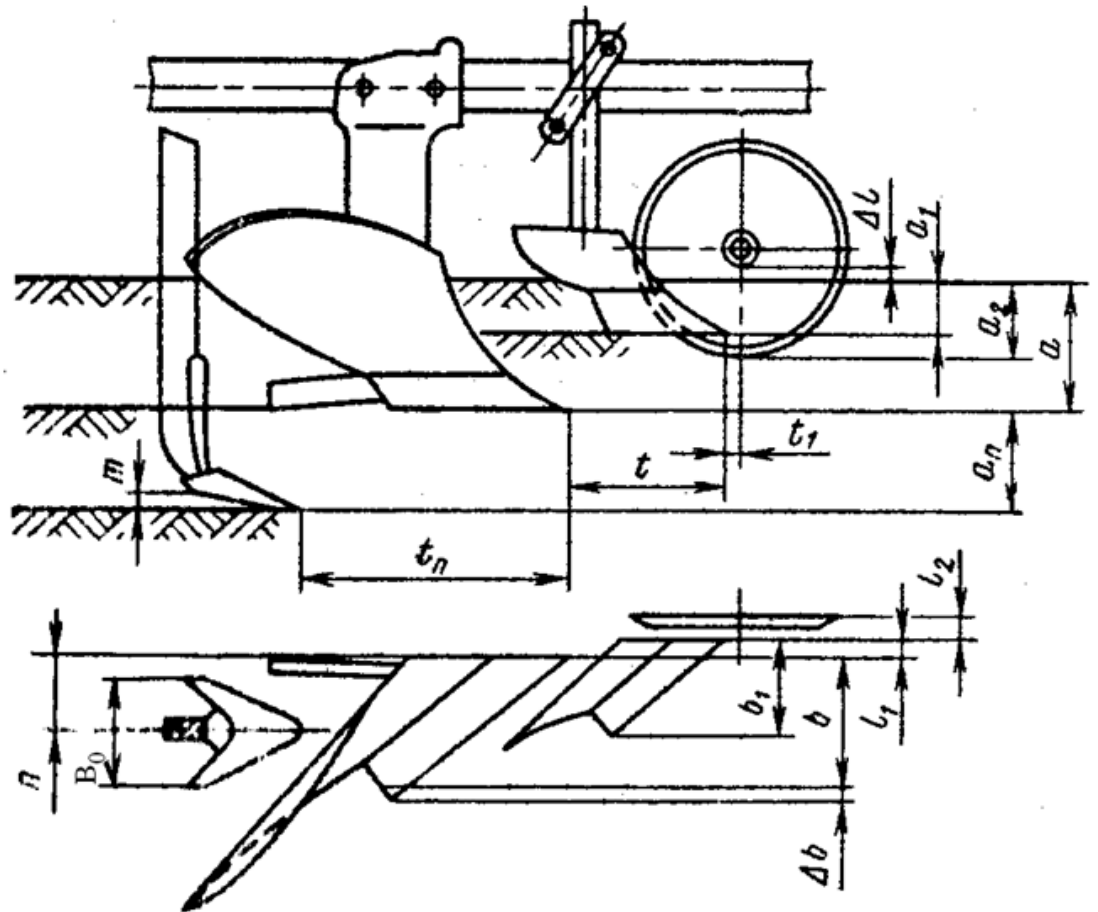


Рис. 4.3. Схема розстановки робочих органів

Ширина захвату передплужника визначається так:

$$B_1 = \frac{2B}{3} \quad (4.3)$$

$$B_1 = \frac{2 \cdot 35}{3} = 23 \text{ см}$$

при глибині  $a_1=10$  см.

Передплужник на рамі встановлюється так, щоб відстань  $t$  від його носка до носка основного корпусу склала 250 мм, тим самим забезпечивши роздільний рух шарів ґрунту з робочих поверхонь корпусу та передплужника і виключивши можливість забивання.

Корпуси на рамі плуга (рис. 4.4) розставляємо орієнтовно на основі таких міркувань.

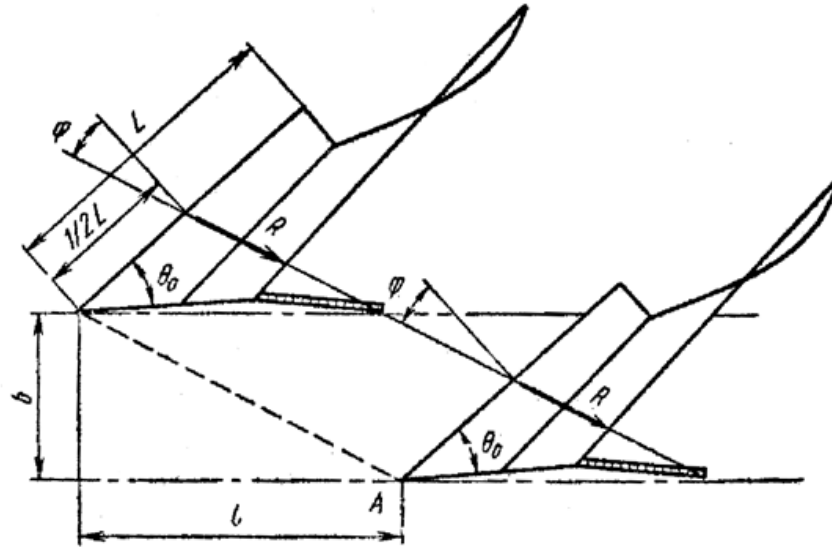


Рис. 4.4. Схема розстановки корпусів у повздовжньому напрямку

Коли рухається корпус, виникає сила опору різанню ґрунту  $R$ . Вона прикладається всередині довжини леза леміша (на відстані  $L/2$ ) і направляє під певним кутом тертя до площини, перпендикулярна лезу. Умовно приймем, що ця сила  $R$  перпендикулярна лезу.

Вона буде передаватися на стінку борозни там, де розміщується п'ятка польової дошки заднього корпусу.

Провівши пряму  $R$  через носок переднього леміша, отримаємо відстань  $\sqrt{b^2 + l^2}$  в т. А перетину із прийдешньою стінкою борозни на якій розміститься носок наступного корпусу і т.д.

Тоді корпуси у повздовжньому напрямку розстановляться так:

$$l = b \cdot \operatorname{tg}(\theta_0 + \varphi) \quad (4.4)$$

де:  $\theta_0$  – кут нахилу леміша до стінки борозни;

$\varphi$  – кут тертя ґрунту об метал леміша.

$$l = 35 \cdot \operatorname{tg}(38 + 25) = 750 \text{ мм.}$$

Рама плуга розміститься над опорною площиною корпусів на висоті, яка визначається умовою вільного підйому, оберту і проходження шару ґрунту під рамою, коли прокладається перша борозна.

Глибина борозни визначається:

$$H = v + 2a/3. \quad (4.5)$$

$$H = 35 + \frac{2 \cdot 24}{3} = 51 \text{ см.}$$

За ДСТУ 2416-94 «Плуги загального призначення та луцильники лемішні. Загальні технічні умови» для плугів із шириною захвату корпусу тридцять п'ять см значення  $H$  приймаємо рівним п'ятдесят чотири см. Дорожній просвіт  $h$ , тобто відстань від носка леміша переднього корпусу до опорної площини колісного тягача,  $h$  для начіпних плугів приймаємо рівним 30...40 см.

Опорне колесо начіпного плуга ПЛН-4-35 розташовуємо, врахувавши оптимальне навантаження, яке передається від плуга до колісного тягача, і рівновагу ходу самого плуга по глибині, тобто на відстані  $1/3$  відстані між носками лемішів переднього корпусу та заднього.

### **4.3. Кінематичний розрахунок.**

Кінематичний і силовий аналіз начіпки плуга ПЛН-4-35 наводимо в дод. В.

### **4.4. Силовий аналіз механізмів машини.**

Розрахунок корпусу лемішного плуга

Сила  $R_{xy}$  діє на корпус (рис. 4.5) у горизонтальній площині і прикладається до леза леміша на відстані  $\ell$  від стінки борозни і дорівнює  $0,4b$ . Визначаємо кут, який утворюється лінією дії сили  $R_{xy}$  та напрямком руху корпусу [8]:

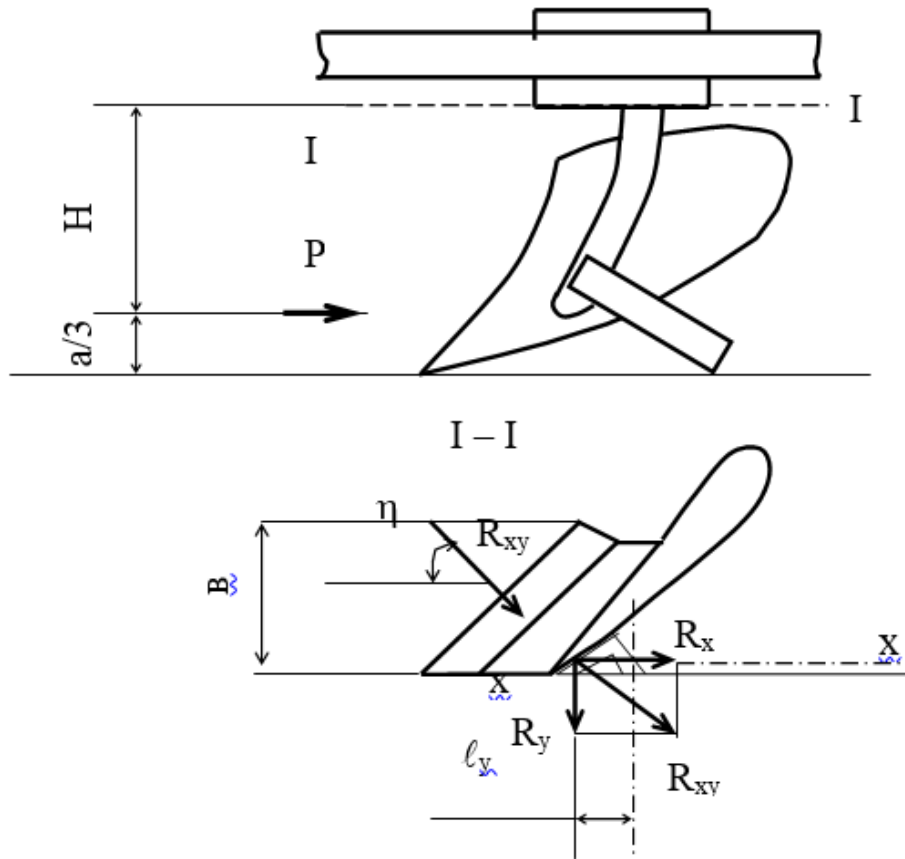


Рис. 4.5 Схема сил, що діють на корпус

$$\eta = 90^\circ - (\Theta_0 + \varphi) \quad (4.6)$$

тут:  $\Theta_0$  – кут між лезом леміша та польовим обрізом;

$\varphi$  – кут тертя ґрунту по сталі.

$$\eta = 90^\circ - (36 + 26) = 28^\circ.$$

За допомогою емпіричної залежності знаходимо з силу  $P_{xy}$

$$P_{xy} = 1,2 \div 0,7 P_T = 1,5 \cdot 20 = 30 \text{ кН}. \quad (4.7)$$

Розраховуючи стояк на міцність, потрібно точку прикладання аварійного зусилля перенести в точку, де перетинається сила  $P_{xy}$  з однією із головних вісей перерізу стояка, і розкласти силу  $P_{xy}$  на такі складові:

$$P_x = P_{xy} \cdot \sin(\Theta_0 + \varphi). \quad (4.8)$$

$$P_x = 30 \cdot \sin(45^\circ + 30^\circ) = 28,98 \text{ кН.}$$

$$P_y = P_{xy} \cdot \cos(\Theta_0 + \varphi). \quad (4.9)$$

$$P_y = 30 \cdot \cos(45^\circ + 30^\circ) = 7,76 \text{ кН}$$

Наступні згинаючі моменти будуть діяти у небезпечному перерізі I-I стояка корпусу

$$M_x = P_{xy} \cdot \sin(\Theta_0 + \varphi) \cdot H = P_x \cdot H. \quad (4.10)$$

$$M_x = 28,98 \cdot 0,3 = 8,7 \text{ кН} \cdot \text{м.}$$

$$M_y = P_{xy} \cdot \cos(\Theta_0 + \varphi) \cdot H = P_y \cdot H. \quad (4.11)$$

$$M_y = 7,76 \cdot 0,3 = 2,3 \text{ кН} \cdot \text{м.}$$

Момент крутний від сили  $P_y$  складе:

$$M_{кр} = P_{xy} \cdot \cos(\Theta_0 + \varphi) \cdot \ell. \quad (4.12)$$

$$M_{кр} = 7,76 \cdot 0,35 = 3,0 \text{ кН} \cdot \text{м.}$$

Геометричні характеристики стояка корпусу вказано на рис. 4.6.

$I_1 = 375 \text{ см}^4$ ,  $I^2 = 504 \text{ см}^4$  – момент інерції відносно головних осей;

$W_k = 210 \text{ см}^3$  – момент опору перерізу кручення.

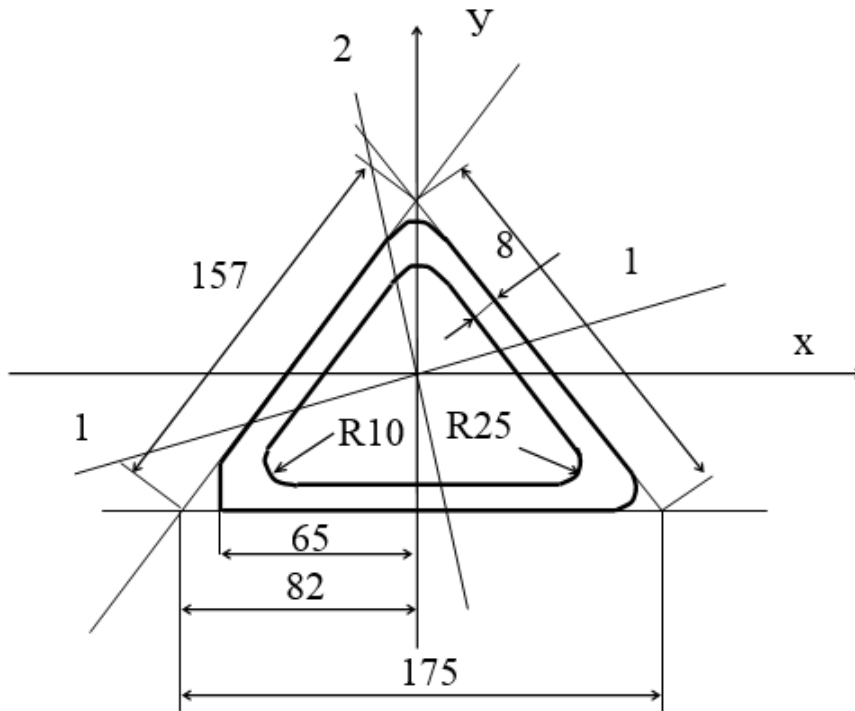


Рис. 4.6. Переріз стояка плужного корпусу

Стояк плужного корпусу піддається косому згинув і крученню.

Максимальні розтягувальні напруження на передній межі стояка можуть набути величину:

$$\sigma_2 = \frac{M_{ц.мак} \cdot \cos 13^\circ \cdot u}{I_2} + \frac{M_{х.мак} \cdot \sin 13^\circ \cdot u}{I_2} \quad (4.13)$$

де  $u$  – відстань між передньою гранню стояка і віссю 2.

$$\sigma_2 = \frac{23000 \cdot 0,975 \cdot 8,2}{504} + \frac{8700 \cdot 0,2221 \cdot 5,2}{504} = 679 \text{ кг/см}^2$$

Розрахуємо нормальне напруження від згину стояка в поперечній площині:

$$\sigma_2 = \frac{M_{ц.мак} \cdot \sin 13^\circ \cdot v}{I_1} + \frac{M_{х.мак} \cdot \cos 13^\circ \cdot v}{I_1} \quad (4.14)$$

де  $v$  – відстань від лівої бокової грані стояка до осі 1.

$$\sigma_2 = \frac{23000 \cdot 0,975 \cdot 4,2}{375} \cdot \frac{8700 \cdot 0,2221 \cdot 4,2}{375} = 893 \text{ кг/см}^2$$

Максимальні дотичні напруження від кручення стояка корпусу:

$$\tau = \frac{M_{\text{кр. max}}}{W_{\text{к}}} \quad (4.15)$$

де  $M_{\text{кр. max}}$  – перебільшений момент крутний при зустрічі з перешкодою.

$$M_{\text{кр. max}} = 20000 - 30000 \text{ кг}\cdot\text{см.}$$

$$\tau = \frac{30000}{210} = 143 \text{ кг/см}^2.$$

Відтак, приведені напруження можуть мати значення:

$$\sigma_{\text{пр}} = \sqrt{\sigma_1^2 + 4\tau^2}. \quad (4.16)$$

$$\sigma_{\text{пр}} = \sqrt{679^2 + 4 \cdot 143^2} = 737 \text{ кг/см}^2.$$

$$\sigma_{\text{пр}} < [\sigma].$$

Умова міцності виконується.

#### **4.5. Енергетичний розрахунок.**

##### **Розрахунок тяглового опору плуга**

На опір переміщенню плуга при оранні впливає багато факторів: тип ґрунту, його вологість, щільність і однорідність шару, який обробляється.

Також на опір впливає й конструкція плуга: конструкційні особливості його корпусів та інших робочих органів; матеріал виготовлення робочої поверхні; розміщення опорних коліс та їх тип.

Технологічні фактори, а саме, глибина обробітку, ширина захвату плуга, робоча швидкість, впливають на енергетичні витрати. Так як ґрунт часто неоднорідний, під час роботи швидкість агрегату та глибина ходу робочих органів змінюються, то тяговий опір плуга у часі може являти собою випадкову величину, що буде коливатися у певному інтервалі.

Тяговий опір (за академіком В.П. Горячкіним) буде складатися з опору трьох різних класів.

Опір першого класу пропорційний нормальному тиску або ж силі ваги:

$$R_1 = f \cdot G \quad (4.17)$$

Тут  $f$  – коефіцієнт пропорційності;

$G$  – сила ваги.

До цього класу відносяться опори:

- перекочування коліс по ґрунту;
- тертя корпусів об дно борозни;
- втулок коліс об осі.

Сума цих опорів називається «некорисний опір».

Опори другого класу – спричиняються деформацією шару ґрунту. Відповідно до загального закону опору матеріалів можуть бути пропорційними площі поперечного перерізу деформованого шару ґрунту:

$$R_2 = k_0 \cdot a \cdot b \cdot n, \quad (4.18)$$

де  $k_0$  – питомий опір ґрунту;

$a$  та  $b$  – глибина орання та ширина шару ґрунту відповідно;

$n$  – число корпусів плуга.

Опір третього класу – пов'язаний з наданням кінетичної енергії часточкам шару ґрунту.

Опір корпусу плуга буде пропорційним площі поперечного перерізу пласта ґрунту і квадрату швидкості плуга:

$$R_3 = \varepsilon \cdot a \cdot b \cdot n \cdot V^2 \quad (3.33)$$

де  $V$  – швидкість плуга;

$\varepsilon$  – коефіцієнт швидкісного опору, залежний від геометричної форми корпусу плуга та особливостей ґрунту.

Тобто, тяговий опір плуга складе:

$$R_x = R_1 + R_2 + R_3 = f \cdot G + k_0 \cdot a \cdot b \cdot n + \varepsilon \cdot a \cdot b \cdot n \cdot V^2. \quad (3.34)$$

$$R_x = 0,5 \cdot 675 + 0,3 \cdot 0,3 \cdot 0,35 \cdot 4 + 1700 \cdot 0,3 \cdot 0,35 \cdot 2,5 = 783,78 \text{ Н}$$

## 5. ОХОРОНА ПРАЦІ

### 5.1 Характеристика і аналіз небезпечних та шкідливих факторів, які можуть виникнути під час експлуатації плуга ПЛН-4-35.

Експлуатація плуга ПЛН-4-35, як і будь-якого іншого сільськогосподарського обладнання, може супроводжуватися низкою небезпечних та шкідливих факторів. Виявлення, характеристика та аналіз цих факторів є важливими для забезпечення безпеки праці та зменшення ризиків для здоров'я працівників. Перелік деяких з основних небезпечних та шкідливих факторів наведено нижче:

Небезпечні фактори.

Механічні ушкодження.

Рухомі частини: Плуг має рухомі частини, які можуть стати причиною травм. Контакт з лемешами, відвалами або іншими робочими органами під час роботи або технічного обслуговування може призвести до порізів, переломів або інших травм.

Захоплення та затискання: Неправильне положення працівника або невиконання правил безпеки може призвести до захоплення одягу або частин тіла між рухомими частинами плуга та трактора.

Падіння та перекидання.

Нерівна поверхня: Робота на нерівній або схильній до ерозії поверхні може збільшити ризик падіння плуга або перекидання трактора, особливо на схилах.

Погані погодні умови: Дощ або сніг можуть зробити ґрунт слизьким, що підвищує ризик втрати контролю над технікою.

Шум та вібрація.

Шум: Робота трактора та плуга створює високий рівень шуму, який може призвести до втрати слуху при тривалому впливі без використання засобів індивідуального захисту.

Вібрація: Постійна вібрація від роботи плуга може викликати

втомлюваність і проблеми зі здоров'ям, такі як синдром вібраційної хвороби.

Шкідливі фактори.

Пил та хімічні речовини.

Пил: Оранка сухого ґрунту може викликати підвищене утворення пилу, що може спричинити респіраторні захворювання у працівників.

Хімічні добрива та пестициди: Контакт із залишками хімічних речовин у ґрунті або внесеними добривами може бути шкідливим для шкіри та дихальних шляхів.

Фізичні навантаження.

Важка фізична праця: Керування трактором та обслуговування плуга вимагає значних фізичних зусиль, що може призвести до перевтоми та м'язових травм.

Погодні умови.

Температурні коливання: Робота в умовах високих або низьких температур може спричинити тепловий удар або переохолодження.

Сонячна радіація: Довготривалий вплив сонячних променів може призвести до сонячних опіків або теплового удару.

Заходи безпеки.

Для зменшення ризиків, пов'язаних із експлуатацією плуга ПЛН-4-35, рекомендується дотримуватися наступних заходів безпеки:

Засоби індивідуального захисту.

Використовуйте захисні рукавиці, взуття з твердим носком, захисні окуляри та засоби захисту слуху.

Носіть маску або респіратор під час роботи у запылених умовах.

Навчання та інструктаж.

Проводьте регулярне навчання працівників з безпеки праці та правильного використання обладнання.

Ознайомте працівників з правилами першої допомоги.

Технічне обслуговування.

Регулярно перевіряйте та обслуговуйте плуг та трактор для забезпечення їх справності.

Здійснюйте технічне обслуговування у відповідності з рекомендаціями виробника.

Організаційні заходи.

Плануйте роботу з урахуванням погодних умов та стану ґрунту.

Забезпечте наявність першої допомоги та зв'язку для виклику медичної допомоги у разі потреби.

Дотримання цих заходів допоможе мінімізувати небезпечні та шкідливі фактори під час роботи з плугом ПЛН-4-35 і забезпечить безпеку працівників.

## **5.2. Заходи по забезпеченню нормальних санітарно-гігієнічних умов праці на модернізованому плугіві в агрегаті з трактором**

Забезпечення нормальних санітарно-гігієнічних умов праці на модернізованому плугіві в агрегаті з трактором включає ряд заходів, спрямованих на зменшення негативного впливу шкідливих і небезпечних факторів на здоров'я працівників, а саме:

### **1. Організація робочого місця**

Робоче місце оператора: Забезпечте комфортне та ергономічне сидіння для оператора в кабіні трактора. Регулювання сидіння повинно дозволяти змінювати його положення відповідно до фізіологічних потреб працівника.

Вентиляція і клімат-контроль: Кабіна трактора повинна бути обладнана системою вентиляції, опалення та кондиціонування для підтримки оптимальної температури і чистоти повітря.

Захист від шуму: Встановіть шумоізоляційні матеріали в кабіні трактора для зменшення рівня шуму, а також рекомендуйте використовувати захисні навушники.

### **2. Контроль за рівнем пилу**

Закриті кабіни: Використовуйте кабіни з герметичними вікнами і дверима для запобігання потраплянню пилу всередину.

Фільтрація повітря: Встановіть системи фільтрації повітря в кабіні

трактора для зменшення концентрації пилу.

Регулярне прибирання: Проводьте регулярне прибирання кабіни та робочого місця для зменшення накопичення пилу.

### 3. Контроль за рівнем шуму і вібрації

Антивібраційні матеріали: Використовуйте антивібраційні матеріали та підкладки на сидіннях та підлозі кабіни для зменшення впливу вібрації на оператора.

Регулярне обслуговування техніки: Переконайтеся, що всі механічні вузли і деталі плуга та трактора знаходяться в справному стані, що зменшує рівень шуму і вібрації під час роботи.

### 4. Захист від хімічних речовин

Використання ЗІЗ: Забезпечте працівників засобами індивідуального захисту (ЗІЗ), такими як респіратори, захисні окуляри і рукавиці, особливо під час роботи з пестицидами та добривами.

Безпечне зберігання хімікатів: Забезпечте безпечне зберігання та транспортування хімічних речовин, щоб уникнути їх проливу і розсіювання.

### 5. Гігієна і особиста захист

Особиста гігієна: Створіть умови для дотримання особистої гігієни, такі як доступ до чистої води, мила та засобів для дезінфекції рук.

Зміна одягу: Рекомендуйте працівникам змінювати робочий одяг після завершення роботи для уникнення перенесення пилу і хімікатів на шкіру і в домівки.

### 6. Медичне обслуговування

Регулярні медичні огляди: Організуйте регулярні медичні огляди працівників для виявлення можливих захворювань на ранніх стадіях.

Перша допомога: Забезпечте наявність аптечки першої допомоги на робочому місці і навчіть працівників надавати першу допомогу при необхідності.

### 7. Навчання і інформування

Навчання з безпеки праці: Проводьте регулярні навчання та інструктажі з охорони праці, включаючи правила роботи з технікою, використання ЗІЗ та

надання першої допомоги.

Інформаційні матеріали: Розміщуйте інформаційні плакати і інструкції з безпеки праці у доступних місцях для постійного нагадування про важливість дотримання правил.

#### 8. Технічне обслуговування та модернізація обладнання

Регулярне обслуговування: Здійснюйте регулярне технічне обслуговування і модернізацію обладнання для підтримання його в справному стані і зниження ризиків виникнення аварійних ситуацій.

Модернізація: Впроваджуйте новітні технології та удосконалення, що підвищують безпеку і комфорт працівників, такі як автоматизація певних процесів і використання сучасних матеріалів.

Забезпечення нормальних санітарно-гігієнічних умов праці на модернізованому плугові в агрегаті з трактором є комплексним завданням, що включає заходи з організації робочого місця, контролю за рівнем пилу і шуму, використання засобів індивідуального захисту, забезпечення медичного обслуговування і регулярного навчання працівників. Виконання цих заходів дозволить зменшити негативний вплив шкідливих факторів на здоров'я працівників і забезпечити безпечні умови праці.

## 6. ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі прийнято до удосконалення сільськогосподарське знаряддя – плуг ПЛН-4-35, який задіяний при вирощуванні важливої сільськогосподарської культури – цукрових буряків.

Нами проаналізовано типову технологію вирощування цукрових буряків, визначено напрями її удосконалення.

Запропоновано операційну технологію орання ґрунту модернізованим агрегатом у складі колісного тягача Т-150 та плуга ПЛН-4-35. Обраний агрегат забезпечить добротне виконання операції та позитивно вплине на експлуатаційні показники при вирощуванні цукрових буряків.

В інженерній частині кваліфікаційної роботи розглянуто обране сільськогосподарське знаряддя та означено проведення ним технологічного процесу вказаної операції.

Було проведено наступну модернізацію обраного знаряддя, а саме: встановлено голчатий передплужник своєрідної конструкції на заміну стандартному передплужнику.

Покращиться якість обробітку ґрунту. Тягове зусилля плуга при цьому зменшиться.

Конструкційне виконання плуга та здійснення ним своїх функціональних призначень відповідає вимогам відповідних ДСТУ.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Агротехнічні вимоги та оцінка якості обробітку ґрунту: навч. посібник / М. С. Чернілевський, Ю. А. Білявський, Р. Б. Кропивницький, Л. І. Ворона. – вид. 2-ге, допов. – Житомир: вид-во «Житомирський національний агроєкологічний університет», 2012. – 84 с.
2. Войтюк Д. Г., Барановський В. М. Сільськогосподарські машини. К., Вища школа, 2005. – 434с.
3. Методичні рекомендації до оформлення кваліфікаційної роботи здобувачів першого (бакалаврського) освітнього рівня за освітньо-професійною програмою 208 «Агроінженерія» / Укл.: Д.І. Петренко, С.М. Лещенко, В.М. Сало, О.М. Васильковський, О.В. Бевз, С.О. Магопець. – Кропивницький : ЦНТУ, 2022. – 99 с.
4. Організація праці: навч. посіб. / В. М. Данюк, А. С. Тельнов, С. Л. Решміділова [та ін.]; за ред. В. М. Данюк. К.: КНЕУ, 2009. – 333 с.
5. Сисолін П. В., Рибак Т. Г. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи. Конструкція. Проектування. – К. Урожай, 2002. – 358с
6. Сисолін П.В. та ін. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування: Підруч. для студ. вищ. навч. закл. із спец. «Машини та обладн. с.-г. вир-ва» / За ред. М.І. Черновола. Кн. 1: Машини для рільництва / П.В. Сисолін, В.М, Сало, В.М. Кропівний; За ред. М.І. Черновола. – К.: Урожай, 2001. – 384 с.: іл.
7. Технологія механізованих робіт в рослинництві. Методичні вказівки до виконання практичних робіт для студентів напряму підготовки 6.100102 «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва» / Укладачі: В.М. Сало, С.М. Лещенко, О.М. Васильковський, Д.І. Петренко, П.Г. Лузан – Кіровоград: КНТУ, 2014. – 136 с.
8. Шмат К. І., Сисолін П.В. Робочі процеси і розрахунок сільськогосподарських машин. Херсон, 2004. 324 с.

# ДОДАТКИ

## Технічна характеристика плуга ПЛН-4-35

Найменування	Одиниця вимірювання	Значення
Продуктивність за 1 год. основного часу при комплектації корпусами для роботи на швидкостях 5-7 км/год 7-9 км/год	га/год.	0,76-0,98 0,98-1,26
Робоча швидкість на основних операціях	км/год.	5-9
Глибина оранки	см	20-30
Відстань від опорної площини корпусів до нижньої площини рами, не менше	мм	620
Відстань між корпусами по ходу	мм	800±25
Кількість корпусів	шт.	4
Ширина захвата корпуса	мм	350±15
Ширина захвата передплужника	мм	230±4
Маса машини суха (конструктивна) з комплектом робочих органів для виконання основної технологічної операції	кг	710±3%
Маса машини з повним комплектом робочих органів, запасних частин і пристосувань	кг	775±3%
Трудомісткість складання агрегату	люд.-год.	0,15
Радіус повороту по крайній зовнішній точці, не більше	м	8,8
Габаритні розміри плуга довжина ширина висота	мм	3600±70 1730±35 1500±30
Строк служби	років	8
Гарантійний строк служби	років	2
Дорожній просвіт, не менше		250

## Основні складальні одиниці плуга

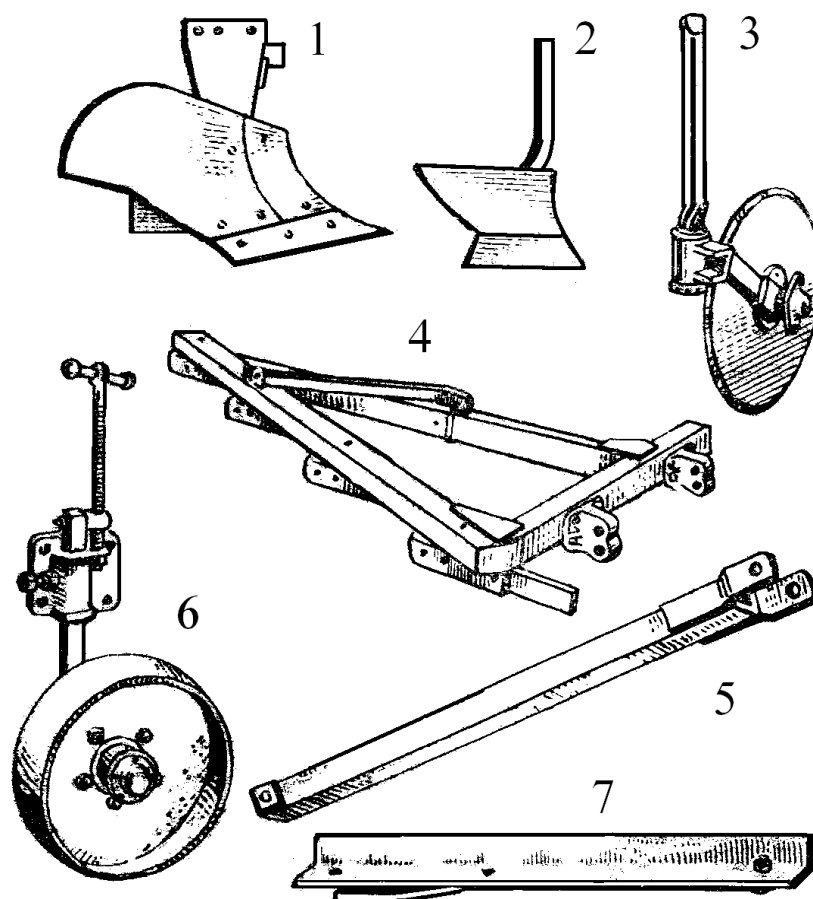


Рис. 1. Основні складальні одиниці плуга: 1 – корпус;  
2 – передплужник; 3 – дисковий ніж; 4 – рама; 5 – розкос; 6 – колесо;  
7 – причіпка для борін.

Рама – плоска, зварна, складається з брусів (основного, поздовжнього і поперечного), які зварюються між собою за допомогою косинок.

Корпус складається зі стійки, до якої кріпиться башмак з лемешем, полицею та польовою дошкою. Завдяки своїй конструкції він може бути швидкісним, вирізним, напівгвинтовим, безполицевим, культурним з ґрунтопоглиблювачем, причому заміняється тільки башмак із зібраними на ньому лемешем, полицею і польовою дошкою. Це значно розширює область застосування плуга.

Передплужник являє собою невеликий корпус з культурною робочою поверхнею. Призначений для загортання рослинних залишків.

Колесо служить для установки і регулювання глибини оранки. На стійці нанесені мітки для орієнтування при установці глибини оранки. Колесо складається із обода з диском, стійки з кронштейном, державки і ступиці, в яку входить на піввісь.

Дисковий ніж служить для розрізання скиби і створення рівного обрізу борозни. Це полегшує водіння агрегату. Ніж обертається на двох роликівих підшипниках. Для запобігання підшипника від потрапляння пилу в ковпачок запресований сальник, який складається із повстяного кільця і гумової манжети, стягнутої пружиною.

Причіпка для борін служить для одержання одночасного з оранкою боронування.

Начіпка складається із стійок, розкосу і понижувачів. До верхніх отворів стійок кріпиться верхня тяга механізму начіпки трактора. Нижні тяги трактора приєднуються до пальців, закріплених в понижувачах рами.

### Кінематичний і силовий аналіз начіпки плуга.

Вимоги, запропоновані до начіпки плуга на трактор:

- забезпечення самозаглиблення корпусів у ґрунт при переході із транспортного положення в робоче, а також рівноваги ходу на заданій глибині оранки при зношених лемешах;
- зусилля на опорному колесі не повинно бути занадто великим, щоб не було підвищеного зносу деталей маточини, а також руйнування обода колеса;
- плуг не повинен викликати помітного зниження керованості трактора за рахунок перерозподілу зчіпної ваги по площі опору гусениць трактора;
- від розподілу приєднуючих елементів начіпки плуга залежить його здатність до самозаглиблення, рівновага ходу по глибині, ступінь копіювання рельєфу поля і довговічність робочих органів;
- параметри начіпки повинні забезпечити заглиблюваність плуга під час роботи на щільних ґрунтах. При цьому запас заглиблюваної здатності повинен бути мінімальним.

У відповідності з цим вирішуємо дві задачі:

Виходячи із кінематичного аналізу схеми начіпки і плуга-аналога на трактор, визначимо граничний кут  $\psi$  (кут, який утворює рівнодійна  $R_{zx}$  повздовжньої  $R_x$  і вертикальної  $R_z$  сил з віссю  $Ox$  на корпусі) для даної системи начіпки (плуга-аналога).

Емпіричним пошуком знайдемо можливу зміну положення ланок начіпки, тобто такого положення миттєвого центру обертання плуга, при якому забезпечується виконання вимоги до начіпки, але при можливо мінімальних значеннях кута  $\psi$ . Кут  $\psi$  змінюється в межах  $\pm 12^\circ$  (рис. 1, 2).

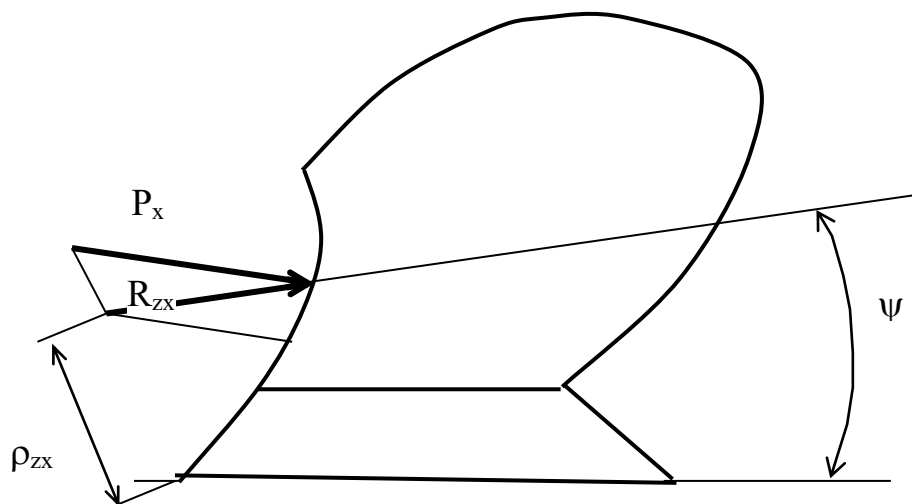


Рис. 1. Схема сил, діючих на корпус у вертикально-повздовжній площині при затуплених лемішах.

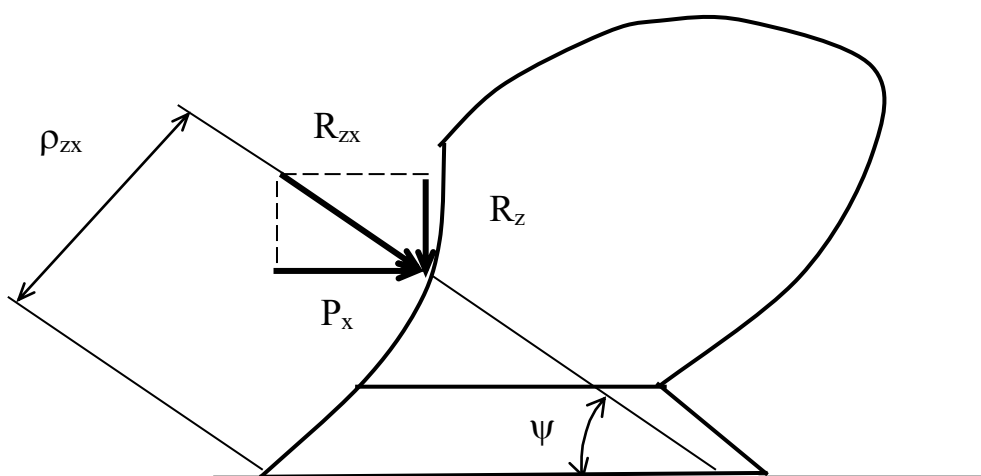


Рис. 2. Схема сил, діючих на корпус із гострими лемішами.

У робочому положенні у вертикально-повздовжній площині на плуг діють наступні сили (рис. 3) – вага плуга  $G_n$ , приведений до середнього корпусу плуга  $R_{xz}$ , сила тертя польових дошок об стінку борозни  $F_x$ .

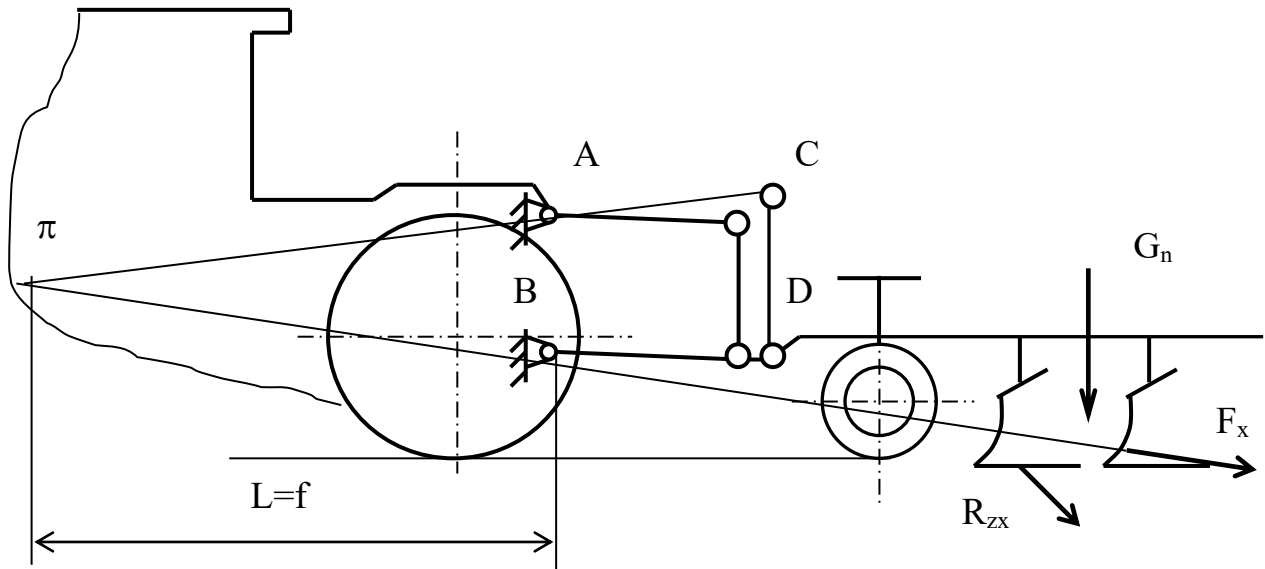


Рис. 3. Схема сил, діючих на плуг у поздовжньо-вертикальній площині під час роботи.

Рівнодіюча всіх цих сил  $P_1$  створюється відносно миттєвого центра обертання  $\pi$  системи, момент, який обумовлює заглиблюючу здатність плуга, урівноважується заглиблюючою реакцією, яка виникає на опорному колесі.

Положення  $\pi$  – визначає два параметри:  $l$  – плече дії сили  $P_1$  відносно  $\pi$ , і  $f$  – відстань від осі задніх коліс трактора.

#### Визначення граничного кута $\psi$ .

Дослідивши кінематичну схему начіпки плуга-аналога на трактор Т-150К (по кресленню кінематичної схеми і плану сил для затуплених лемешів), визначаємо граничне значення кута  $\psi$ , яке у нашому випадку  $\psi=0$ .

Транспортний просвіт плуга вимірюється на кінематичній схемі між нижньою точкою плуга і поверхнею поля (дорівнює 540 мм). Оскільки, по агротехнічним вимогам, пред'явленим до плуга, транспортний просвіт повинен бути не меншим 350 мм [4], маємо можливість конструктивно змінити авто-начіпку – ланку CD (рис. 3.10) відносно плуга в роботі (ланку CD автоначіпки підвищуємо відносно плуга) без погіршення заглиблюючої здатності плуга, однак для менших значень кута  $\psi$  ( $\psi>0$ ), або – для більш затуплених лемешів, ніж для плуга-аналога.

По визначенню граничного кута  $\psi$  ми виявили можливість зміни положення автоначіпки.

### Визначення нового положення автоначіпки.

Визначаємо такий кут нового положення миттєвого центра обертання  $\pi$ , при якому кут  $\psi$ , створений силою  $R_{zx}$  з віссю  $Ox$ , буде значно меншим, ніж у плуга-аналога.

Положення  $\pi$  задаємо двома координатами  $L$  і  $f$  (рис. 3 і 4).

Сила опору плуга, приведена до середини корпусу

$$R_{zx} = \sqrt{R_x^2 + R_z^2} \quad (1)$$

де  $R_x = a\eta bkn$  – повздовжня складова;

$\eta=0,7$  – КПД плуга;

$a$  і  $b$  – розміри перерізу пласта ґрунту;

$k=0,9$  кг/см<sup>2</sup> – питомий опір ґрунту;

$n$  – число корпусів.

Необхідно переконатися, що

$$R_x = (0,85 \dots 0,9) P_{тр} \quad (2)$$

де  $P_{тр}$  – тяговий опір трактора на передачі коробки зміни передач не нижче другої;

$R_{zx}$  – вертикальна складова

$$R_{zx} = \pm 0,2 R_x \quad (3)$$

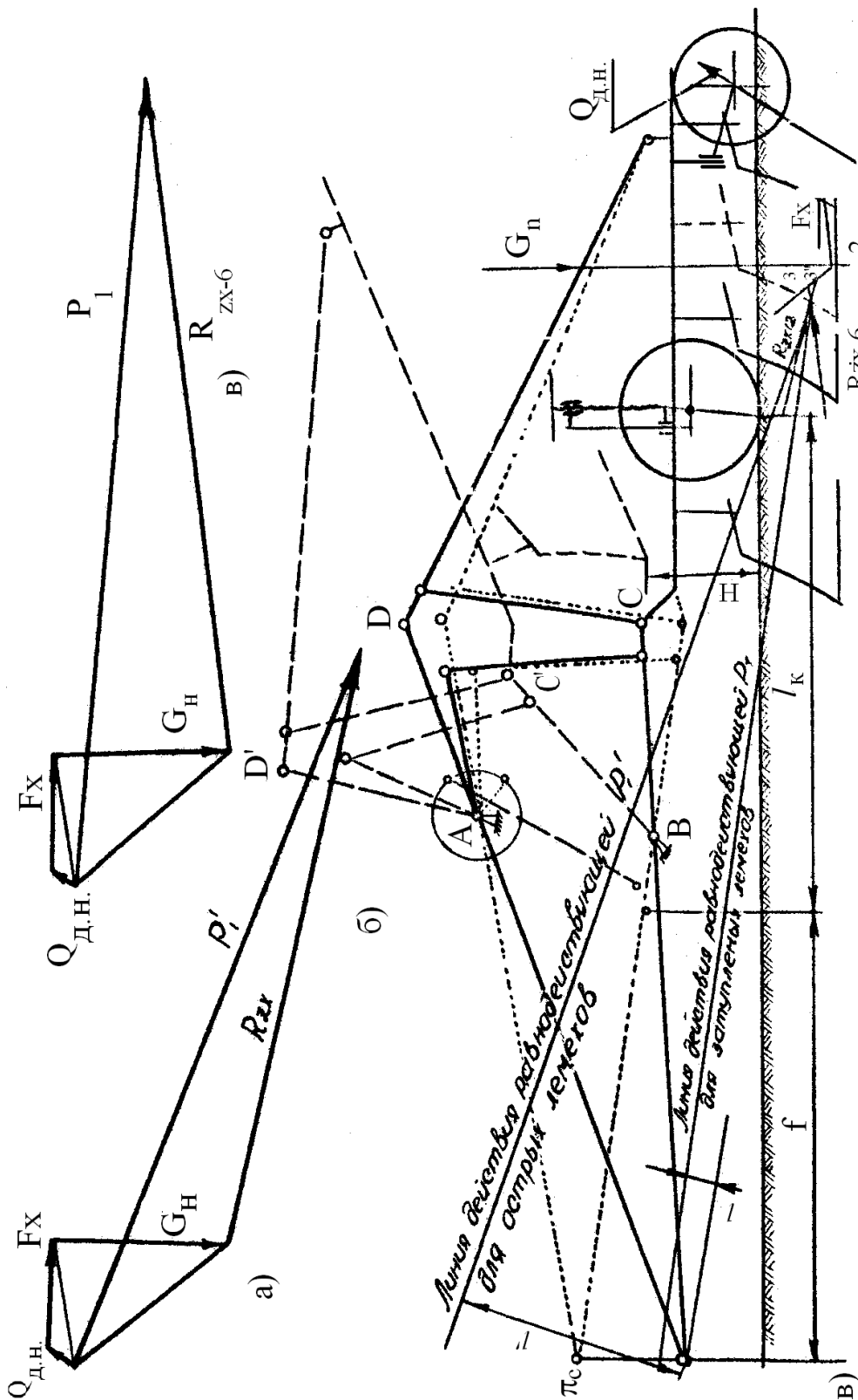
$$\text{Величина} \quad \ell = \frac{M_{\min}}{P_1} \quad (4)$$

де  $M_{\min}$  – мінімальний заглиблюючий момент, який забезпечує нормальну роботу плуга на заданих щільних ґрунтах;

$$M_{\min} = Bm \quad (5)$$

де  $B$  – ширина захвату плуга;

$m$  – заглиблюючий момент, який приходить на 1 см ширини захвата.



- положение ланок плуга-аналога
- транспортне положення плуга
- нове положення ланок нічпки

Рис. 4. Кінематична схема начіпки плуга на трактор:  
 а – многокутник сил у випадку затуплених лемешів;  
 б – кінематична схема начіпки плуга на трактор.

Стійка робота плуга без надлишкового запасу заглиблюючого моменту досягається при

$$m=6\dots 8 \text{ кгс/см.}$$

У даному випадку

$$M_{\min}=140\cdot 7=980 \text{ кгс}$$

Параметр  $f$  вибираємо із умови забезпечення задовільного копіювання плугом рельєфу поля. Для трактора Т-150К

$$f=L\dots 2L$$

де  $L$  – відстань між осями передніх і задніх коліс трактора Т-150К,  $L=2,86$  м [4].

$$f=2,86$$

Рівнодійна  $\bar{P}_1$  визначається як векторна сума сил

$$\bar{P}_1 = \bar{R}_{zx} + \bar{G}_n + \bar{Q}_H + \bar{F}_x \quad (6)$$

де  $G_n$  – вага плуга,  $G_n=675$  кг;

$Q_H$  – сила опору ножа; так як дисковий ніж встановлюємо в комбінації з опорним колесом, то цю силу додаємо до сили  $Q_{\text{оп.к.}}$  – зусилля на опорному і використовуємо для перевірки рівноваги плуга по глибині.

Плече  $\rho_{zx}$  – дорівнює  $1/2$  глибини оранки при додатних кутах  $\psi$ , і  $1/3$  – при від'ємних  $\psi$ .

$$R_x=0,7\cdot 30\cdot 35\cdot 0,9\cdot 4=2646\approx 2650 \text{ кгс.}$$

$$R_x=0,2\cdot 2646\approx 530 \text{ кгс.}$$

$$R_{zx} = \sqrt{2650^2 + 530^2} = 2702 \text{ кгс.}$$

Сила тертя польових дошок об стінку борозни

$$F_x=fR_y \quad (7)$$

де  $R_y=1/3R_x$  – зусилля, яке сприймає польова дошка;

$f=0,5$  – коефіцієнт тертя сталі об ґрунт.

$$F_x=1/3\cdot 2650\cdot 0,5=442 \text{ кгс.}$$

На кінематичній схемі агрегування плуга з трактором будуємо план сил, діючих на плуг у поздовжньо–вертикальній площині і знаходимо їх рівнодіючу  $P_1$  і точку її прикладання, направивши  $R_{zx}$  під кутом  $\psi = -5^\circ$ , що на  $5^\circ$  менше, ніж у плуга для плуга-аналога для затуплених лемешів (рис. 4, б).

У даному випадку  $P_1 = 3144$  кгс.

Тоді відстань миттєвого центра обертання  $\pi$  від лінії дії сили  $P_1$

$$\ell = \frac{M}{P_1} \quad (8)$$

$$\ell = \frac{980}{3144} = 0,311$$

Таким чином, нова розроблена кінематична схема начіпки плуга на трактор забезпечує рівномірну роботу плуга при кутах  $\psi$  до  $-5^\circ$ . Подальше зменшення кута  $\psi$  (для ще більшого затуплення лемешів) при незмінній конструкції начіпки трактора приведе до нерівномірної роботи плуга.

На цьому будову зміненої кінематичної схеми закінчуємо.

Тоді заглиблюючий момент

$$M = 3370 \cdot 1,1 = 3700 \text{ кг}\cdot\text{м},$$

а реакція на опорному колесі

$$Q_{\text{оп.к.}} = 3700 / 3,6 = 102,7 \approx 103 \text{ кгс}.$$

# ГРАФІЧНА ЧАСТИНА

# ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА

Культура – цукрові буряки

Площа – 70 га

Урожайність – 460 ц/га

МВЦБ 00.000 Т2

Назва технологічних операцій	Обсяг робіт	Склад агрегату		Обслуговуючий персонал						Змінна норма виробітку	Витрати праці, люд.год.
		трактор, комбайн	с.-г. машини, знаряддя	трактористи			робітники ручної праці				
				кількість	розряд	тарифна ставка	кількість	розряд	тарифна ставка		
Підвезення води для приготування розчину гербіцидів, до 8 км	12 т	МТЗ-80	ЗЖВ-1,8	1	II	0,71	-	-	-	8,4 т	10,01
Навантаження та розвантаження гербіциду	0,5 т	вручну		-	-	-	1	II	0,67	8 т	0,42
Приготування робочого розчину і заправка агрегату	12 т	вручну		-	-	-	1	III	1,02	12 т	7,0
Внесення гербіцидів	30 га	ЮМЗ-6/1	ПОМ-630	1	III	0,86	-	-	-	23 га	9,10
Основний обробіток ґрунту	100 га	Т-150	ПЛН-4-35	1	V	1,52	-	-	-	13,48	35,34
Підготовка мінеральних добрив	30 т	-	ИСУ-4	1	III	0,86	1	II	0,67	36 т	11,27
Завантаження мінеральних добрив	30 т	ЮМЗ-6/1	ПФ-0,5	1	II	0,86	-	-	-	42 т	9,66
Транспортування мінеральних добрив до 8 км	30 т	ЮМЗ-6/1	2ПТС-4	1	II	0,86	-	-	-	12 т	33,81
Внесення мінеральних добрив	100 га	МТЗ-80	КРН-5,6	1	IV	1,06	-	-	-	25,12 га	27,87
Передпасівна культивування на глибину 10-12 см	100 га	Т-150	КПС-4, БЗСС-1,0	1	IV	1,06	-	-	-	35 га	20
Протруєння насіння	1,0 т	ПС-10А		-	-	-	2	IV	1,21	40т	0,18
Завантаження насіння	1,0 т	вручну		-	-	-	2	II	0,67	8 т	0,91
Транспортування насіння в поле, до 10 км	24 т	автомобілі		-	-	-	-	-	-	-	-
Підготовка мінеральних добрив	5 т	вручну		-	-	-	4	II	0,67	8 т	4,41
Транспортування мінеральних добрив у поле, до 10 км	5 т	автомобілі		-	-	-	-	-	-	-	-
Сівба з внесенням добрив	100 га	МТЗ-80	ССТ-12	1	IV	1,06	-	-	-	14,5 га	48,3
Довсходаве боронування	100 га	МТЗ-80	БЗСС-1,0	1	III	0,84	-	-	-	58 га	17,5
Підвезення води для приготування розчину, до 10 км	40 т	автомобілі		-	-	-	-	-	-	-	-
Приготування робочого розчину і заправка агрегату	40 т	вручну		-	-	-	2	III	0,87	12	23,31
Оприскування всходів	100 га	ЮМЗ-6	ПОМ-630	1	III	0,86	-	-	-	23га	30,45
Перший міжрядний обробіток	100 га	МТЗ-80	КРНВ-5,6	1	III	0,84	-	-	-	27,87га	48,3
Сапання з прориванням	100 га	вручну		-	-	1,82	-	-	-	0,14	5000
Другий міжрядний обробіток	100 га	МТЗ-80	КРНВ-5,6	1	IV	1,06	-	-	-	21,3 га	32,86
Зрізання гички	100 га	МТЗ-80	БМ-6	1	IV	1,06	-	-	-	14,5 га	29,17
Викопування буряків	100 га	РКМ-6-01		1	V	1,52	-	-	-	7,8	23,33
Транспортування до місця зберігання	1500т	автомобілі		-	-	-	-	-	-	-	3000
Укладання буряків в бурти	3000т	вручну		-	-	-	-	-	-	15 т	14,00
Транспортування гички до 10 км	1200т	автомобілі		-	-	-	-	-	-	-	800
Транспортування буряків на завод	1500	автомобілі		-	-	-	-	-	-	-	3000

Лист 1 з 1

Стор. IV

Лист 1 з 1

Лист 1 з 1

Лист 1 з 1

Лист 1 з 1

Лист 1 з 1

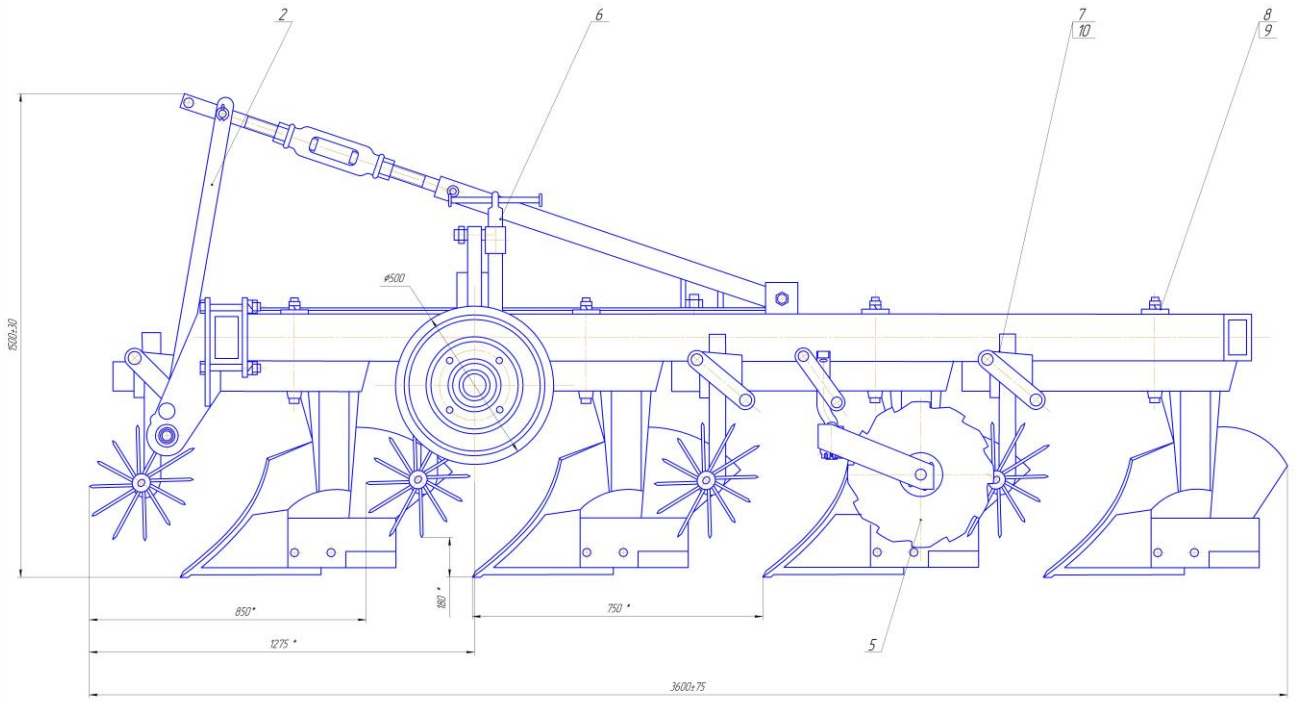
Лист 1 з 1

Лист 1 з 1

Лист 1 з 1

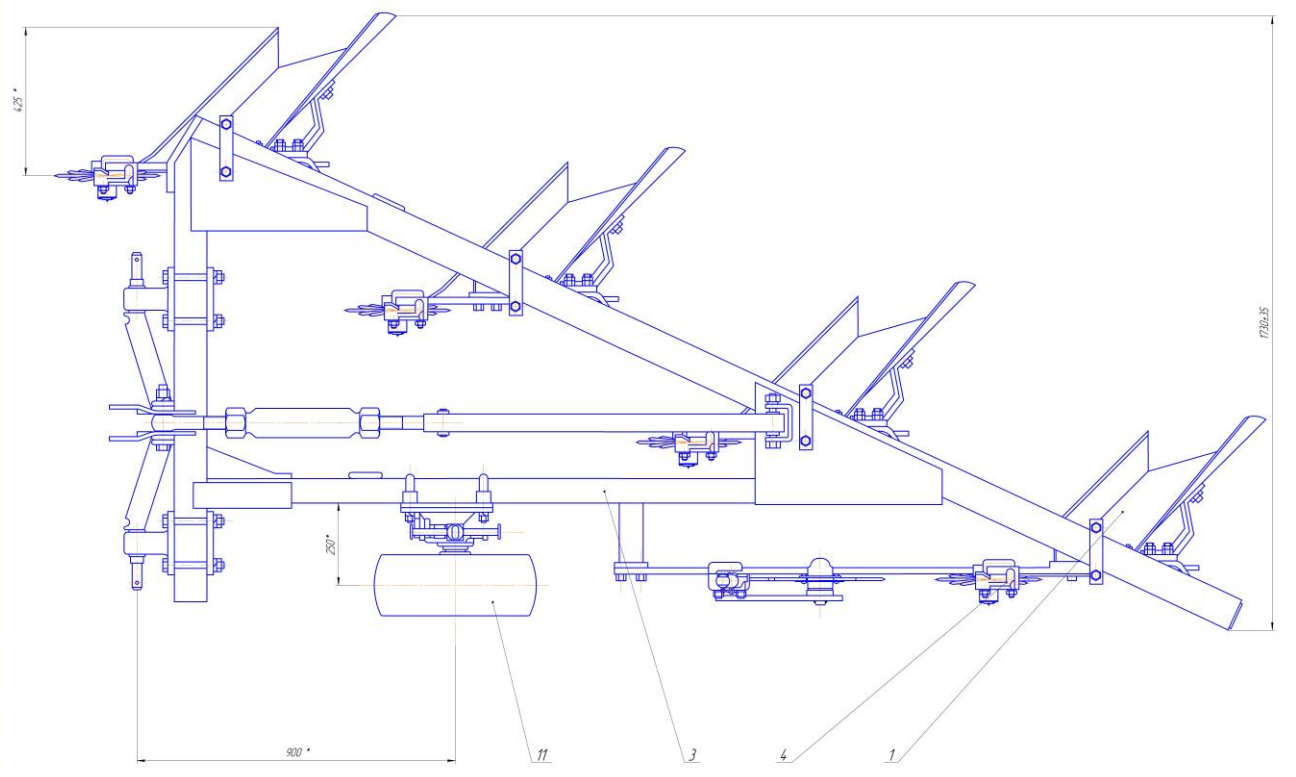
МВЦБ 00.000 Т2									
Числ. Агр.	№ докум.	Год	Лист	Технологічна карта на вирощування цукрових буряків			Лист	Макс.	Масштаб
Розроб.	Філіал ПП			Технологічна карта на вирощування цукрових буряків			-	---	1:1
Викон.	Відом. ВА								
Голов.									
Місцев.	Місц. ВР								
Зав.	Відом. СМ								
Категорія									
Формат А1									





- 1. \* Розміри для відвідів.
- 2. Підвішені вузли чистити та сушити.
- 3. Роботи некавалерним лантам не допускається.
- 4. Всі деталі кріплення ланки вузли зашкрябує.
- 5. Шарніри з'єднання ланки вузли заповнені антивібральним матеріалом.
- 6. Роботи поломними або деформованими деталями не допускається.
- 7. Підвішені вузли стійкі.
- 8. Роботи невідв'язуваним ланкам не допускається.
- 9. Матеріал для консолідації наноситься на чисту, суху ланку.
- 10. Підвішені вузли відносно кошику.
- 11. Підвішені вузли добре захищені від корозії.

МВЦБ 00.0000 СБ				№	Вис.	Промисл.
арх. деп.	№	арх.	арх.	№	678	15
проект.	№	проект.	проект.	№	11	7
конструктор	№	конструктор	конструктор	№	11754	
дата	№	дата	дата	№	арх. АІ-20	
				контракт	арх. АІ	



МВЦБ 00.0000 СБ				№	Вис.	Промисл.
арх. деп.	№	арх.	арх.	№	678	15
проект.	№	проект.	проект.	№	11	7
конструктор	№	конструктор	конструктор	№	11754	
дата	№	дата	дата	№	арх. АІ-20	
				контракт	арх. АІ	

