

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО**

Механіко-технологічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«Машиновикористання в землеробстві»

доц. _____ Володимир КУВАЧОВ

“ ____ ” _____ 2021 року

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломної роботи здобувача СВО Магістр
(ступінь вищої освіти)

на тему: «Обґрунтування параметрів удосконаленої конструкції
начіпного ярусного плуга в умовах ПП «Бедевля»
Нижньосірогоського району Херсонської області»

31МЗД.075.000000ПЗ

Виконав: здобувач ВО 2 курсу, групи 21 МБ АІ
спеціальності 208 Агроінженерія

за ОПП Агроінженерія

(шифр і назва спеціальності та ОПП)

_____ Валерій СТЕШЕНКО

Керівник доц. _____

Консультант проф. _____ Юрій РОГАЧ

Нормоконтроль доц. _____ Тетяна ЧОРНА

Рецензент _____

Мелітополь-2021

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО

Механіко-технологічний факультет Кафедра Машиновикористання в землеробстві

Ступінь вищої освіти Магістр

Спеціальність 208 Агроінженерія

Освітня програма Агроінженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри МВЗ

доц. _____ Володимир КУВАЧОВ

“ ____ ” _____ 2021 р.

З А В Д А Н Н Я

НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) ЗДОБУВАЧУ ВО

Стешенку Валерію Юрійовичу

1. Тема проекту (роботи): «Обґрунтування параметрів удосконаленої конструкції начіпного ярусного плуга в умовах ПП «Бедевля» Нижньосірогозького району Херсонської області»

керівник проекту

затверджено наказом від “13” жовтня 2020 року №1428-С

2. Строк подання здобувачем ВО проекту (роботи) 20.01.2021 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи): способи, прийоми і технології механічного обробітку ґрунту; фізико-механічні властивості ґрунту; сучасні конструкції плугів.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) _____
-проаналізовано технології та технічні засоби вітчизняного і зарубіжного виробництва для основного обробітку ґрунту;

-проведено розрахунок основних параметрів робочих органів двоярусного начіпного плуга;

-висвітлено основні вимоги з охорони праці та надзвичайних ситуацій;

-проведено розрахунок економічної ефективності застосування удосконаленого двоярусного начіпного плуга.

5. Перелік графічного матеріалу (із точним зазначенням обов’язкових креслеників)

1. Плуг двоярусний начіпний.

2. Корпус нижнього яруса.

3. Перспективи оранки в традиційній системі.

4. Залежності ярусних плугів ПЛН-3-35 і ПЛН-4-35.

5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

6. Оцінка економічної ефективності виконання оранки ярусним плугом

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Рогач Юрій Петрович, к.т.н., професор		

7. Дата видачі завдання 10.10.2020 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Вступ. Способи механізованого обробітку ґрунту	21.12.2020 р. 29.12.2020 р.	
2	Аналіз технічних засобів для основного обробітку ґрунту	30.12.2020 р. 06.01.2021 р.	
3	Розрахунок технологічного процесу та основних параметрів робочих органів плуга	07.01.2021 р. 14.01.2021 р.	
4	Застосування систем автоматизованого проектування при розробці конструкції плуга	15.01.2021 р. 18.01.2021 р.	
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	19.01.2021 р. 22.01.2021 р.	
6	Оцінка економічної ефективності виконання оранки ярусним плугом	19.01.2021 р. 22.01.2021 р.	

Здобувач вищої освіти _____ **Валерій СТЕШЕНКО**

ЗМІСТ

ВСТУП	7
Розділ 1. СПОСОБИ МЕХАНІЗОВАНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ	8
1.1. Суть механізації обробітку ґрунту.....	8
1.2. Фізико-механічні властивості ґрунту.....	11
1.3. Агротехнічні та експлуатаційні вимоги до операцій основного обробітку ґрунту.....	14
Розділ 2. АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ	16
2.1. Класифікація плугів.....	16
2.2. Агротехнічні вимоги до плугів.....	16
2.3. Робочі органи плугів.....	17
2.4. Основні деталі корпусу плуга.....	21
2.5. Конструктивні складові плуга.....	24
2.6. Основні типи плугів.....	28
2.6.1. Начіпні плуги загального призначення.....	28
2.6.2. Начіпні плуги спеціальні.....	31
2.6.3. Напівначіпні плуги.....	37
2.6.4. Плуги зарубіжних виробників.....	39
2.7. Підготовка до роботи та регулювання плугів.....	41
2.8. Обґрунтування вдосконалення начіпного плуга	42
Розділ 3. РОЗРАХУНОК ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ТА ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ПЛУГА	44
3.1. Розрахунок технологічного процесу і параметрів робочих органів плуга	44
3.2. Кінематичний розрахунок начіпного плуга	50
3.3. Розрахунок на міцність стояка корпусу плуга нижнього ярусу	51
3.4. Енергетичний розрахунок начіпного плуга	54

Розділ 4. ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ПРИ РОЗРОБЦІ КОНСТРУКЦІЇ

ПЛУГА	57
4.1. Аналіз систем автоматизованого проектування.....	57
4.1.1. Параметрична креслярсько-конструкторська система КОМПАС-5.....	57
4.1.2. Система твердотільного параметричного моделювання середнього класу SolidEdge.....	60
4.2. Застосування САПР SolidEdge при розробці конструкції плуга.....	65

Розділ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1. Загальні вимоги безпеки до тракторів і сільськогосподарських машин	67
5.2. Оцінка безпеки сільськогосподарської техніки	68
5.3. Безпека при комплектуванні та використанні машинно- тракторних агрегатів	68
5.4. Аналіз виробничих небезпек при використанні начіпного ярусного плуга	70

Розділ 6. ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОНАННЯ ОРАНКИ ЯРУСНИМ ПЛУГОМ.....

ВИСНОВКИ	77
ЛІТЕРАТУРА	78

ДОДАТКИ

РЕФЕРАТ

Дипломна робота: 93 сторінки машинописного тексту, 6 розділів, 20 рисунків, 4 таблиці, 10 літературних джерел.

Графічна частини роботи – 6 листів формату А1.

Об'єкт досліджень - обґрунтування параметрів удосконаленої конструкції начіпного ярусного плуга.

Предмет досліджень - є розрахунок технологічного процесу і параметрів робочих органів начіпного ярусного плуга.

Від якості обробітку ґрунту в значній мірі залежить, яким буде майбутній урожай сільськогосподарських культур. Для забезпечення агротехнічних вимог до обробітку ґрунту потрібні надійні та високопродуктивні машини, в першу чергу – плуги. Останнім часом все більшої популярності набувають нетрадиційні для України способи обробітку ґрунту, направлені на захист його від водної та вітрової ерозії, зменшення впливу механічних чинників на структуру ґрунту, підвищення його родючості. Одним з таких способів глибокого обробітку ґрунту є ярусна оранка, тому удосконалення двоярусного начіпного плуга є актуальною задачею.

Метою роботи є підвищення якості та зниження собівартості виконання операцій по основному обробітку ґрунту.

В роботі зроблено наступне:

- проаналізовано технології та технічні засоби вітчизняного і зарубіжного виробництва для основного обробітку ґрунту;
- проведено розрахунок основних параметрів робочих органів двоярусного начіпного плуга;
- висвітлено основні вимоги з охорони праці та надзвичайних ситуацій;
- проведено розрахунок економічної ефективності застосування удосконаленого двоярусного начіпного плуга.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ДВОЯРУСНИЙ НАЧІПНИЙ ПЛУГ, ОБРОБІТОК ҐРУНТУ, ЕФЕКТИВНІСТЬ ЕКСПЛУАТАЦІЇ, ПОКАЗНИКИ, ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ, ТЕХНОЛОГІЇ, АНАЛІЗ, РОЗРАХУНОК.

ВСТУП

На даний час Україна переживає глибоку економічну кризу. В першу чергу це відчувається на сільському господарстві. В умовах кризи, нестача коштів у сільському господарстві призводить до великих проблем, пов'язаних з виробництвом сільськогосподарської продукції. Перед працівниками сільського господарства стоять завдання по підвищенню продуктивності праці, зменшенню затрат праці на виробництво сільськогосподарської продукції, зниженню її собівартості.

Виконання поставлених задач забезпечується в певній мірі впровадженням нових технологій виробництва продукції сільського господарства. Досвід передових господарств показує, що завдатком високих і стабільних врожаїв сільськогосподарських культур в різних погодних умовах є творчі застосування зональної, науково обґрунтованої системи землеробства, прогресивної технології вирощування культур з використанням оптимального складу машинно-тракторних агрегатів, в які входять нові або удосконалені сільськогосподарські машини, висока технологічна дисципліна.

На урожайність культур суттєво впливає якість обробітку ґрунту. Своєчасне проведення основного обробітку ґрунту, а також його відповідність агротехнічним вимогам, сприяють зменшенню затрат на вирощування сільськогосподарських культур, зниженню собівартості продукції і збільшенню врожаїв.

В даному дипломному проекті запропонована технологія основного обробітку ґрунту в зоні Лісостепу з удосконаленням конструкції двоярусного начіпного плуга.

РОЗДІЛ 1. СПОСОБИ МЕХАНІЗОВАНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

1.1. Суть механізації обробітку ґрунту

Ґрунт як об'єкт обробітку характеризується фізико-механічними властивостями, які визначають умови роботи ґрунтообробних машин і суттєво впливають на їх показники роботи.

Механічний обробіток проводять з метою поліпшення його структури, розпушення або ущільнення, нагромадження вологи, боротьби з бур'янами і шкідниками сільськогосподарських культур, загортання рослинних решток, добрив тощо.

Залежно від глибини обробітку ґрунту і технологічних операцій розрізняють основний, передпосівний (поверхневий) і спеціальний обробіток.

Основний обробіток спрямований на розпушення ґрунту з обертанням скиби або тільки розпушення і підрізання кореневищ бур'янів на глибину до 30-40 см.

Передпосівний (поверхневий) обробіток ґрунту проводять з метою розпушення або ущільнення ґрунту, підрізування бур'янів, загортання добрив тощо на глибину до 14-16 см.

Спеціальний обробіток ґрунту виконують для створення особливих умов для нормального розвитку рослин. Це – плантажна та ярусна оранка з новим обертанням скиби, нарізування грядок, утворення на поверхні поля лунок, нарізування щілин тощо.

Робочі органи ґрунтообробних машин можуть виконувати за один прохід одну або кілька простих технологічних операцій: обертання скиби, розпушення або ущільнення ґрунту, підрізування бур'яків, формування гребенів тощо.

Декілька простих технологічних операцій, що проводять при вирощуванні сільськогосподарських культур, складають систему обробітку ґрунту.

Основними системами обробітку ґрунту є полицева з обертанням скиби, безполицева (глибоке розпушення без обертання скиби) та мінімальна.

Обробіток з обертанням скиби передбачає підрізування скиби ґрунту та обертання її, загортання добрив, рослинних решток, насіння бур'янів на дно борозни. Рослинні рештки в ґрунті краще розкладаються мікроорганізмами, а бур'яни і личинки шкідників гинуть. Такий обробіток найпоширеніший.

Безполицевий обробіток полягає в глибокому розпушенні ґрунту із збереженням стерні на поверхні поля. Стерня захищає ґрунт від вітрової ерозії.

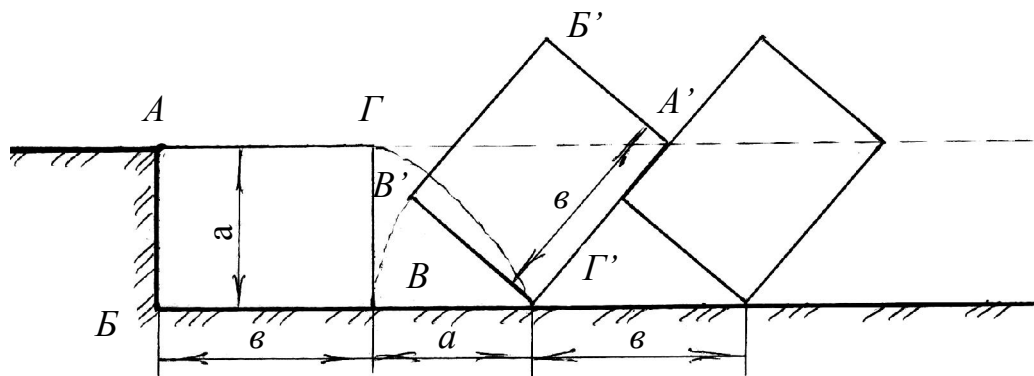


Рис. 1.1. Схема обертання скиби при роботі корпусу без передплужника

Безполицевий обробіток частіше застосовують у південних районах країни.

Мінімальна система включає найменшу кількість операцій, зменшення глибини обробки та суміщення операцій. Застосування цієї системи скорочує строки виконання робіт, зменшує ущільнення і розпилення ґрунту та знижує затрати праці. Система входить до енергозберігаючих технологій.

Застосовують і нульовий обробіток ґрунту, який полягає в тому, що на полі обробляють вузькі смуги і в них висівають насіння або проводять сівбу без попереднього обробки ґрунту.

Для основного обробки ґрунту в зоні Лісостепу найбільшого поширення здобув плуг з лемішно-полицевими корпусами, який призначений для культурної оранки.

Розглянемо робочий процес лемішно-полицевого корпусу плуга.

При переміщенні корпусу у ґрунті (рис. 1.1) лезо лемеша підрізує скибу в горизонтальній площині по лінії BB' , а польовий зріз корпусу – у поздовжньо-вертикальному напрямку по лінії AB . Піднята скиба перерізом $AB\Gamma$

переміщується по робочій поверхні, перевертається і укладається на попередню скибу.

Якщо перед корпусом встановлений передплужник, то спочатку передплужник відрізує невелику скибу перерізом *АДЕЖ* (рис. 1.2), яка переміщується по робочій поверхні передплужника, зміщується вбік і укладається на дно борозни. Корпус плуга підрізує основну частину скиби *БВГДЕЖ*, перевертає її, деформує, розпушує і укладає на скибу, відрізану передплужником.

Для забезпечення стійкого положення скиб лінія дії сили тяжіння G_c повинна проходити правіше точки опори скиби (рис. 1.2). Граничний похил скибки буде тоді, коли діагоналі скиб розміщуються вертикально. У цьому випадку відношення ширини скиби до висоти становить $K=1,27$. Максимальна висота скиби:

$$a_{\max} = \frac{b}{1,27} = 0,796, \quad (1.1)$$

де b – ширина скиби.

При встановленні (визначенні) глибини оранки необхідно витримувати $K > 1,27$.

Коефіцієнт K для плугів з культурними і напівгвинтовими полицями становить 1,3-1,8, для чагарниково-болотних плугів – 2-3, а для плантажних – 0,8-0,9.

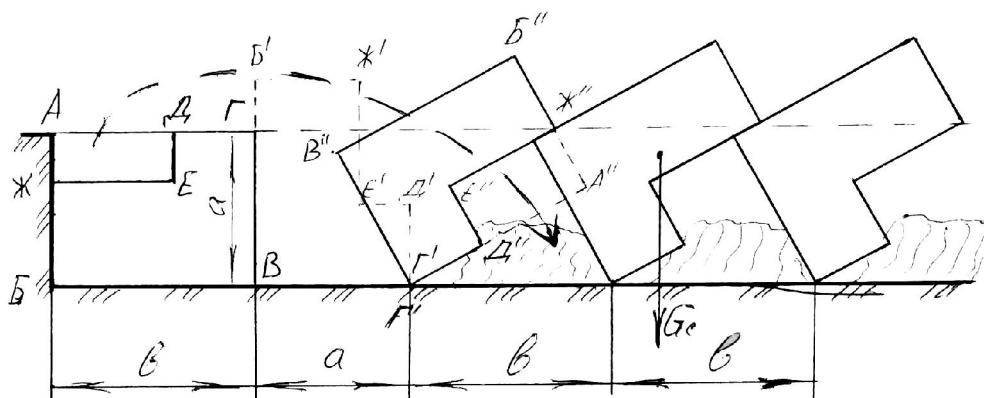


Рис. 1.2. Схема обертання скиби при роботі корпусу з передплужником

Якщо оранка проводиться з передплужником, то кут похилу скиби до горизонту зменшується і граничне значення коефіцієнта знижується до 1,0-1,1. у цьому випадку глибина оранки може бути більшою, ніж без передплужника.

1.2. Фізико-механічні властивості ґрунту

Ґрунт – багатофазне дисперсне середовище, яке складається з твердих частинок, рідини, газу і живих організмів.

Тверда частина має такий склад: поряд з мінеральною частиною ґрунт містить органічну частину (гумус), а також мікрофлору і мікрофауну. Рідина в основному складається з водного розчину мінеральних і органічних солей та кислот, а також газоподібна – з повітря, в яке входять різні гази і пари води.

Тверді елементи являють собою частини різних розмірів, які утворилися за рахунок вивітрювання порід.

Розрізняють ґрунти структурні і безструктурні. Структурні ґрунти можуть розпадатися на різні за величиною і формою агрегати, комки, зерна і залягають розпушеним шаром. Найбільш цінний за структурою ґрунт складається з окремих грудочок діаметром 0,25-10 мм, які важко розмиваються. Безструктурний ґрунт є щільною масою з різних пиловидних частин (діаметром менше 0,25 мм) або складається з щільних грудочок діаметром від 1 до 10 см і більше. Безструктурні ґрунти погано накопичують і зберігають вологу та мають низьку вологопроникність. Тяговий опір при обробітку структурного ґрунту менший ніж при обробітку безструктурного. Залипання робочих органів менше при роботі на структурних ґрунтах.

Твердість – це здатність ґрунту чинити опір проникненню в нього під тиском якого-небудь тіла (конуса, циліндра). Твердість ґрунту характеризує сумарний опір, який створюють робочі органи ґрунтообробних машин.

Пластичність – це властивість ґрунту деформуватись під дією зовнішніх сил і зберігати деформований стан після закінчення їх дії.

Під пружністю розуміють властивість ґрунту після припинення дії зовнішніх сил, які викликають деформацію, частково відновлювати свою початкову форму і розміри.

Тертя при обробітку ґрунту може мати як позитивну, так і негативну роль. Негативна роль тертя проявляється на робочих органах ґрунтообробних машин; тертя збільшує тяговий опір машини, прискорює знос робочих поверхонь. Позитивна роль тертя заключається в тому, що воно збільшує силу щеплення колеса з ґрунтом, зменшує буксування коліс машини. Коефіцієнт тертя для пари метал-ґрунт становить 0,5, при цьому кут тертя $\varphi=26^\circ 30'$.

Середню твердість ґрунту запишемо таким чином:

$$R = \frac{hz}{F}, \quad (1.2)$$

де h – середня величина ординати діаграми;

z – масштаб пружини, встановлений таруванням, Н/см;

F – площа максимального поперечного перерізу наконечника приладу для вимірювання твердості ґрунту, см^2 .

Таким чином, середня твердість ґрунту – це середнє питоме зусилля, необхідне для вдавлювання наконечника в ґрунт.

Для порівняльної характеристики ґрунтів рекомендується за діаграмою приладу для вимірювання твердості ґрунту, визначають ще один показник – коефіцієнт об'ємного зминання ґрунту.

$$q = \frac{P}{h_1 \cdot F}, \quad (1.3)$$

де P – зусилля, необхідне для вдавлювання наконечника до границі пропорційності;

h_1 – глибина занурення наконечника, яка відповідає границі пропорційності.

Наприклад для свіжовиораного ґрунту цей коефіцієнт становить $q = 0,98 \div 1,96 \text{ Н/см}^3$, а для ґрунтової дороги $q = 49 \div 98 \text{ Н/см}^3$.

Поряд із процесом тертя йде процес прилипання ґрунту до металевих поверхонь. Внутрішнє тертя і прилипання – це два різних явища одного й того ж процесу – ковзання ґрунту по металу. Однак закони тертя і прилипання різні: якщо сила тертя не залежить від площі контакту, то сила прилипання прямопропорційна їй. Викликаний цими силами загальний опір ковзанню ґрунту по металу запишемо таким чином:

$$T_{об} = T_{mp} + T_{np} = fN + \rho NS + \rho_0 S, \quad (1.4)$$

де T_{np} – опір ковзанню від тертя і прилипання;

S – видима площа контакту;

f – коефіцієнт чистого тертя ґрунту по металу;

ρ_0 – коефіцієнт дотичних сил питомого прилипання при відсутності нормального тиску, Па (кгс/см²);

ρ – коефіцієнт розмірності, який являє собою інтенсивність дотичних сил прилипання на одиниці видимої площі контакту, 1/см².

Зсувом називають деформацію ґрунту, при якій його шари під дією прикладених до ґрунту тангенціальних сил зсуваються один відносно одного. Зсув характеризується показником ψ , який являє собою відношення зусилля, що зсовує T до сили нормального тиску N :

$$\psi = \frac{T}{N}, \quad (1.5)$$

де T – зусилля, що зсовує;

N – сила нормального тиску;

Для розпушених, незв'язних ґрунтів показник зсуву рівний коефіцієнту внутрішнього тертя f' .

Зусилля, що зсовує T залежить від внутрішнього тертя ґрунту, пропорційного нормальному навантаженню, взаємного щеплення його частин при даному стані ґрунту, опір розриву коренів рослин, які знаходяться в ґрунті, і визначається виразом:

$$T = f' \cdot N + C, \quad (1.6)$$

де f' – коефіцієнт тертя ґрунту;

C – сила щеплення частин ґрунту, яка припадає на одиницю площі.

Здатність частин ґрунту у вологому стані склеюватись між собою, прилипати до робочих поверхонь робочих органів ґрунтообробних машин називають липкістю. Липкість проявляється або при ковзанні ґрунту по робочих поверхнях плугів, лап культиваторів, плоскорізів, або при відриванні від ґрунту металевих поверхонь: обода колеса або коченні, гусениць при русі.

Під абразивними властивостями ґрунту розуміють здатність ґрунту гострими кутами і ребрами своїх твердих частинок зрізати і виносити поверхневий шар металу, із якого виготовлені робочі органи. Абразивне спрацювання залежить від властивостей матеріалу, з якого виготовлені робочі органи, але перш за все від вологості, механічного складу ґрунту, наявності кам'янистих включень.

1.3. Агротехнічні та експлуатаційні вимоги до операцій основного обробітку ґрунту

В усіх природно - кліматичних зонах, крім зон, які підлягають вітровій ерозії, оранку (за винятком переорювання пару і зябу) виконують плугами з полицевими корпусами і передплужниками, додержуючись таких вимог:

1. Глибина оранки повинна відповідати заданій. Допустиме відхилення середньої глибини від заданої на вирівняних полях і ділянках ± 1 см, на ділянках з нерівним рельєфом та чітким мікрорельєфом не більше ± 2 см.

2. Перевертання скиби має бути повним, післяжнивні рештки повністю зароблені. Поверхня зораного поля повинна бути рівною, без огріхів і незораних клинків. Допустимі висота гребенів та глибина борозен становить не більше 7 см.

3. Кількість грудок більших за 10 см при оранці полів з оптимальною вологістю ґрунту не повинна перевищувати 20%.

4. Поверхневий шар ріллі після проходження комбінованого орного агрегату повинен бути пухким і дрібногрудочковим.

5. Поворотні смуги повинні бути зораними.

Перед роботою ретельно перевіряють заточку лез лемешів: леза мають бути гострими, а польові дошки рівними і не спрацьованими. На плузі не можна залишати польові дошки, у яких товщина менше 5 мм, так як при спрацьованих дошках плуг ”бочить”, значно збільшуючи ширину захвату, зростає тяговий опір, спостерігається надмірна витрата палива.

Всі головки болтів, які кріплять польові дошки, лемеші і полиці, не повинні виступати над поверхнею (дозволяється виступ не більше 2 мм). Для отримання рівного обрізу відкритої борозни і полегшення водіння агрегата слід правильно встановити і відрегулювати дисковий ніж: диск повинен вільно обертатись на осі. Дисковий ніж встановлюють так, щоб його лезо знаходилося на 2-3 см нижче носка і було зміщене на 1-3 см в сторону поля від лівого обрізу останнього передплужника. Для кращої заробки післяжнивних решток передплужник встановлюють так, щоб носок його лемеша випереджав носок лемеша основного корпусу не менше ніж на 30-35 см.

РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

2.1. Класифікація плугів

Для основного обробітку ґрунту (оранки) застосовують плуги, які повинні забезпечувати обертання скиби або глибоке розпушення ґрунту. За призначенням плуги поділяють на плуги загального призначення і спеціальні. До спеціальних плугів відносяться плантажні, чагарниково-болотні, садові, виноградникові, ярусні тощо. За конструкцією робочих частин (корпусів) плуги бувають лемішно-полицеві, безполицеві, плуги-розпушувачі, чизельні, дискові, роторні та з комбінованими робочими частинами. Найширше застосування отримали лемішно-полицеві плуги. За кількістю корпусів плуги поділяють на одно-, дво-, три-, чотири-, п'яти-, шести-, семи- та дев'ятикорпусні. За технологічним процесом плуги поділяють на плуги для оранки всклад і врозгін та для гладенької оранки. Плугами загального призначення проводять оранку з обертанням скиби на глибину до 35 см. Спеціальні плуги застосовують для оранки під сади, виноградники, при освоєнні нових земель тощо. Дискові плуги використовують для оранки важких і перезволожених ґрунтів. За способом з'єднання з трактором плуги бувають начіпні, напівначіпні та причіпні.

2.2. Агротехнічні вимоги до плугів

Плуги повинні забезпечувати обробіток ґрунту на глибину 25 – 35 см, їх корпуси – повністю підрізати скиби ґрунту, перевертати їх і укладати на дно борозни, а рослинні рештки та добрива загортати у ґрунт на глибину 12 – 15 см. Передплужники повинні підрізати 2/3 ширини скиби і укладати верхній шар ґрунту на дно борозни, а глибина обробітку має становити 8 – 12 см. Скиби на поверхні поля мають бути прямолінійними і щільно прилягати одна до одної, поверхня зораного поля – рівною, без глибоких борозен та гребенів (висота гребенів не більша 5 см). Відхилення від заданої глибини оранки – не більше ± 2 см. Зоране поле має бути розпушене. Ширина захвату усіх корпусів повинна бути однаковою. Можливе відхилення від

ширини захвату не більше 10 %. Після проходу плуга дно борозни має бути чисте. Плуги повинні мати пристрій для приєднання борони або котка. Потрібно, щоб безполицеві корпуси залишали на поверхні поля 75 – 85% стерні, не розпилювали ґрунт. На зораному полі не повинно бути огріхів.

2.3. Робочі органи плугів

Основними робочими органами плуга є корпус, передплужник (кутознімач) і ніж. За конструкцією корпуси бувають лемішно-полицеві, безполицеві, із висувним долотом, із ґрунтопоглиблювачами, вирізні, розпушувальні, дискові та комбіновані.

Лемішно-полицевий корпус застосовують для оранки з обертанням скиби. Оранка може проводитись тільки корпусом плуга (піднімання скиби) або з передплужником (культурна оранка). Корпус плуга (рис. 2.1) складається з леміша, полиці, польової дошки і стовпи. До стовпи кріпляться робочі частини плуга. Леміш і полиця утворюють робочу поверхню плуга.

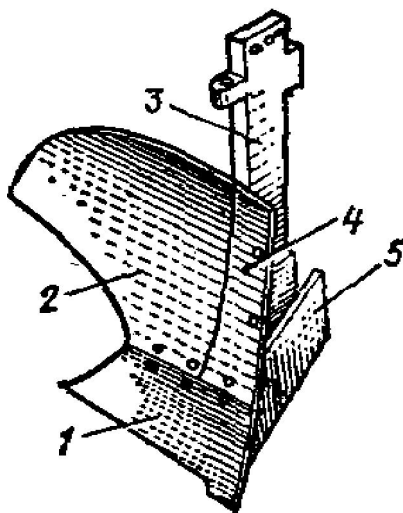


Рис. 2.1. Лемішно-полицевий корпус:

1 – леміш; 2 – полиця; 3 – стовба; 4 – передня частина полиці;
5 – польова дошка.

Робочий процес. При переміщенні корпусу у ґрунті (рис.2.2) лезо леміша підрізає скибу в горизонтальній площині по лінії *БВ*, а польовий зріз корпусу – у поздовжньо-вертикальному напрямку по лінії *АБ*. Піднята скиба перерізом *АБВГ* переміщується по робочій поверхні, перевертається, деформується, розпушується і вкладається на попередню скибу.

Якщо перед корпусом встановлений передплужник, то спочатку передплужник відрізає невелику скибу перерізом *АДЕЖ* (рис. 2.2, 2.3), яка переміщується по робочій поверхні передплужника, зміщується вбік і укладається на дно борозни. Корпус плуга підрізає основну частину скиби перерізом *БВГДЕЖ*, перевертає її, деформує, розпушує і укладає на скибу, відрізану передплужником (рис. 2.3).

Для забезпечення стійкого положення скиб лінія дії сили тяжіння G_c повинна проходити правіше точки опори скиби (рис.2.2). Граничний похил скиби буде тоді, коли діагоналі скиб розміщені вертикально. У цьому випадку відношення ширини скиби до висоти становить $K = 1,27$.

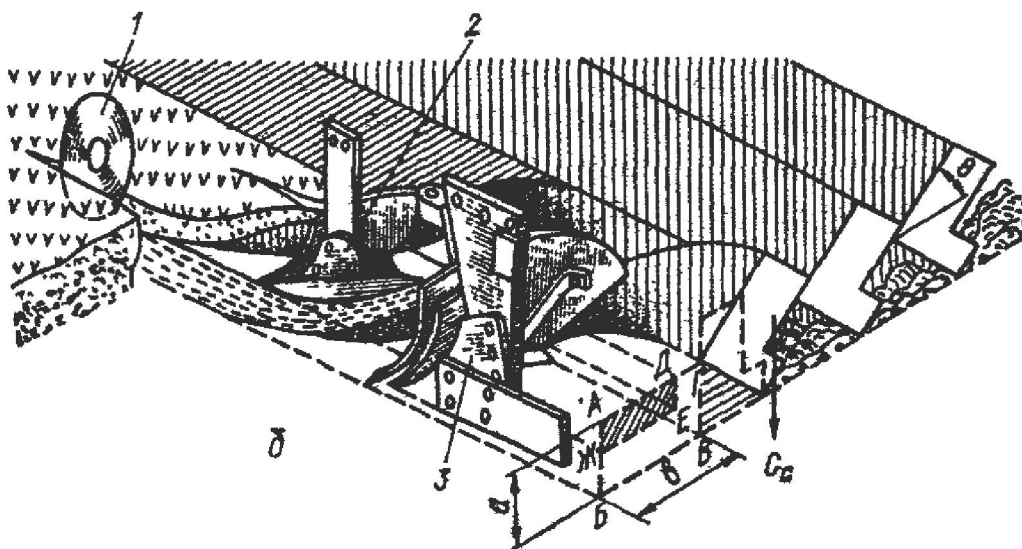


Рис. 2.2. Робочий процес корпусу плуга з передплужником:

1 – дисковий ніж; 2 – передплужник; 3 – корпус плуга;
a – глибина оранки; *b* – ширина скиби.

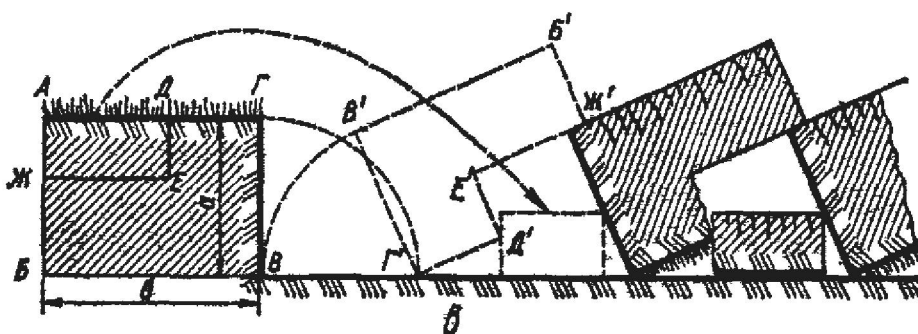


Рис. 2.3 – Схема перевертання скиби.

Максимальна висота скиби: $a_{max} = b/1,27 = 0,79b$. При визначенні глибини оранки необхідно витримувати умову $K > 1,27$.

Коефіцієнт K для плугів з культурними і напівгвинтовими полицями (рис. 2.4, *а, б*) становить 1,3 – 1,8, для чагарниково-болотних плугів – 2 – 3, а для плантажних – 0,8 – 0,9. Якщо оранку проводять з передплужником, то кут похилу скиби до горизонту зменшується і граничне значення коефіцієнта знижується до 1,0 – 1,1. У цьому випадку глибина оранки може бути більшою, ніж без передплужника.

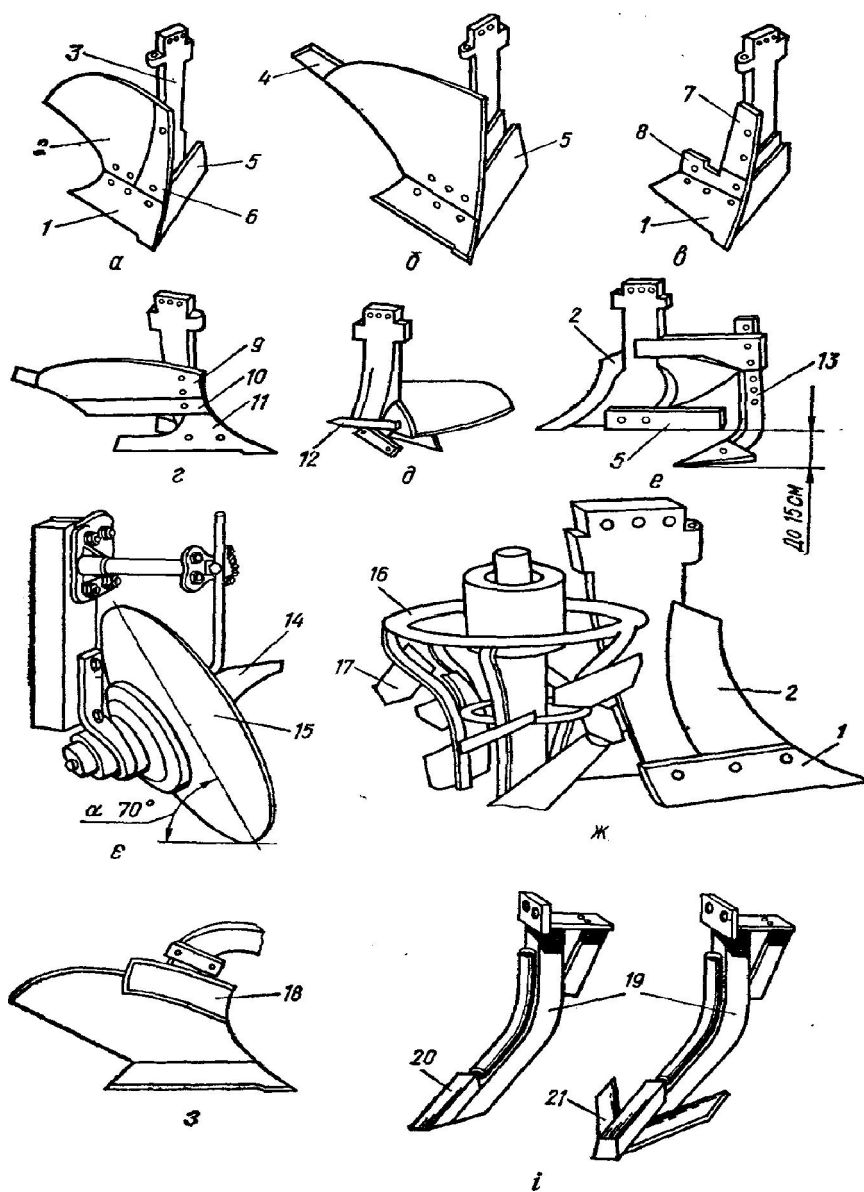


Рис. 2.4. Типи корпусів плугів:

а – культурний; *б* – напівгвинтовий; *в* – для безполицевої оранки; *з* –

вирізний; *д* – з висувним долотом; *е* – з ґрунтопоглиблювачем; *є* – дисковий; *ж* – комбінований; *з* – з кутознімачем; *і* – розпушувачі чизельного плуга; 1, 10 і 11 – лемеші; 2 і 9 – полиці; 3 – стовба; 4 – перо полиці; 5 – польова дошка; 6 – передня частина полиці; 7 – щиток; 8 – розширювач; 12 і 20 – долота; 13 – ґрунтопоглиблювач; 14 – чистик; 15 – диск сферичний; 16 – ротор; 17 – лопатка ротора; 18 – кутознімач; 19 – стояк; 21 – стрілчаста лапа.

Безполицевий корпус (рис. 2.4, в) розпушує ґрунт без обертання скиби. Леміш корпуса підрізає скибу і переміщає її на розширювач, далі скиба сходить із його поверхні, падає на дно борозни і подрібнюється. Щиток захищає стовби від стирання.

Вирізний корпус (рис. 2.4, г) застосовують для оранки підзолистих ґрунтів з одночасним поглибленням орного шару на 4 – 5 см. На корпусі розміщені два лемеші та полиця. Нижня частина скиби, яку підрізають лемешем, проходить у проміжок між лемешами, подрібнюється і розпушується. Верхня частина скиби надходить на полицю, обертається і падає на розпушений шар.

Корпус з накладним (висувним) долотом (рис. 2.4, д) призначений для оранки твердих ґрунтів, засмічених камінням. Долото закріплене до носка лемеша. Його передня частина виступає за леміш на 3 – 4 см. Долото забезпечує добре заглиблення корпуса і запобігає поломкам лемеша.

Корпус із ґрунтопоглиблювачем (рис. 2.4, е) використовують для оранки підзолистих і каштанових ґрунтів з одночасним поглибленням орного шару. Позаду корпуса встановлена стрілчаста лапа, яка розпушує підорний шар ґрунту на глибину до 15 см. Ширина захвату лапи 26 ... 30 см.

Дисковий корпус (рис. 2.4, є) призначений для оранки важких перезволожених ґрунтів. Робочою частиною корпуса є сферичний диск із гострою різальною кромкою, встановлений під кутом 70° до дна борозни і 40 – 45° до напрямку руху агрегата.

При роботі диск обертається і відрізає скибу ґрунту. Остання переміщається по вигнутій внутрішній поверхні диска, зміщується вбік, обертається і падає

в борозну. Дно борозни не ущільнюється диском. Діаметр диска 71, 76 або 81 см. Ширина захвату корпусу 30 см.

Комбінований корпус (рис. 2.4, ж) застосовують для оранки важких ґрунтів з інтенсивним розпушенням скиби. Корпус має леміш, укорочену полицю і ротор. На роторі змонтовані лопатки.

При роботі корпусу скиба надходить з полиці до ротора, який, обертаючись, подрібнює, розпушує її та вкладає у борозну. Після оранки поверхня поля рівна і добре розпушена.

Розпушувальні лапи (рис. 2.4, і) призначені для глибокого (до 45 см) розпушення ґрунту після оранки. Вони розпушують підорний шар та забезпечують аерацію та інфільтрацію ґрунту.

2.4. Основні деталі корпусу плуга

Основними деталями полиневого корпусу плуга є стовба, леміш, полиця, польова дошка.

Леміш підрізає скибу у горизонтальній площині і спрямовує її на полицю. За формою леміші поділяють на трапецієвидні, долотоподібні, вирізні та трикутні.

Трапецієвидний леміш (рис. 2.5, а) має форму трапеції. Передня частина лемеша загострена. Знизу на леміші є потовщення – запас металу (магазин). При зношуванні (затупленні) леміша це потовщення використовують для відтягування леза.

При роботі трапецієвидні леміші утворюють рівне дно борозни. Їх встановлюють на передплужниках та на корпусах деяких лемішно-полицевих плугів.

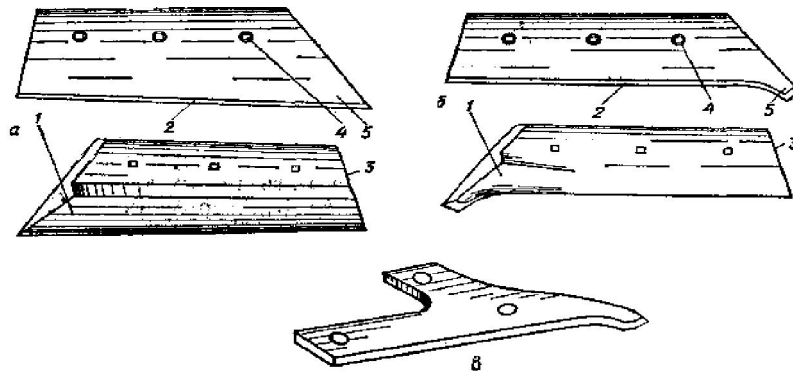


Рис. 2.5. Типи лемішів:

а – трапецієвидний; *б* – долотоподібний; *в* – вирізний;
 1 – магазин; 2 – лезо; 3 – крило; 4 – отвір з потаєм; 5 – носок.

Долотоподібні леміші (рис. 2.5, б) мають витягнутий носок з потовщенням, відігнутий вниз від леза на 10мм. Вони добре заглиблюються у ґрунт і забезпечують більшу рівномірність глибини оранки. Долотоподібні лемеші найпоширеніші.

Вирізні леміші (рис. 2.5, в) мають обмежене застосування, їх встановлюють на корпусах з поглибленням орного шару ґрунту.

Трикутні леміші призначені для підрізування скиб ґрунту з великим опором, їх встановлюють на спеціальних плугах, картоплекопачах, розпушувачах тощо.

З метою подовження терміну служби леміші наплавляють знизу вздовж різальної кромки твердим сплавом (сормайтом). Такі леміші самозагострюються під час роботи і працюють у кілька разів довше, ніж звичайні.

Полиця відрізає скибу від стінки борозни, переміщує її вбік, обертає і розпушує. Інтенсивність обертання скиби зумовлена типом робочої поверхні полиці. За формою робочої поверхні їх поділяють на циліндричні, культурні, напівгвинтові та гвинтові.

Циліндрична полиця (рис. 2.6, а) добре подрібнює скибу, але недостатньо її перевертає. Вона має обмежене застосування.

Культурна полиця (рис. 2.6, б) добре подрібнює і в достатній мірі перевертає скибу під час роботи з передплужником. Культурні полиці найчастіше використовуються на плугах, призначених для обробітку староорних і слабозв'язаних ґрунтів.

Напівгвинтова полиця (рис. 2.6, в) добре обертає скибу, але недостатньо її розпушує. Ці полиці встановлюють на плугах, призначених для оранки цілини та на чагарниково-болотних плугах.

Гвинтова поверхня утворюється при переміщенні криволінійної твірної по гвинтовій лінії.

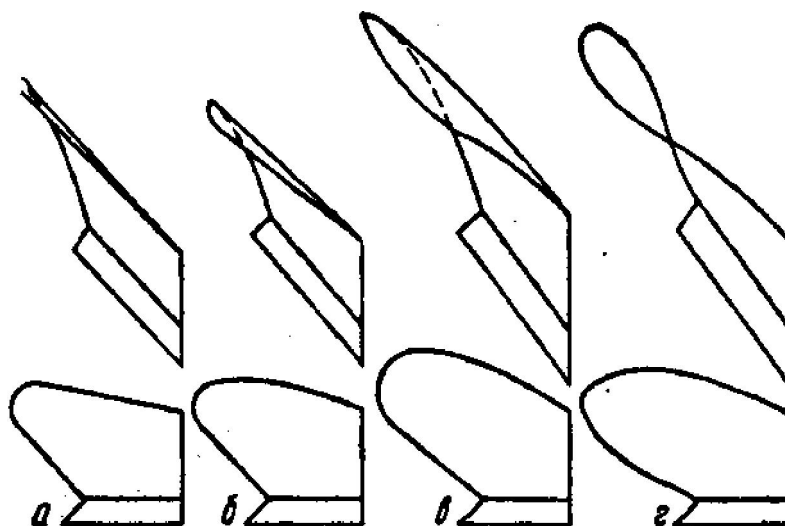


Рис. 2.6. Типи полиць:

a – циліндрична; *б* – культурна; *в* – напівгвинтова; *г* – гвинтова.

Полиця з такою поверхнею (рис. 2.6, г) забезпечує повне обертання скиби (на 180°), але без значного подрібнення.

Найширше застосування в конструкціях плугів отримали культурні та напівгвинтові полиці.

Під час роботи на полицю діють значні зусилля і моменти. З метою надання полиці міцності і стійкості її виготовляють дво- і тришаровою. Зовнішня поверхня полиці тверда, а внутрішня – м'яка.

Щоб зменшити сили тертя ґрунту при переміщенні скиби, робочу поверхню полиці полірують. Леміш і полицю кріплять до стовби корпуса плуга болтами з потайними головками.

Польова дошка 5 (див. рис. 2.4, а) забезпечує стійкість ходу корпусу плуга. При роботі вона спирається на стінку борозни і сприймає на себе боковий тиск скиби, що діє на корпус. У процесі роботи вона стирається і її потрібно замінювати.

Дошка має прямокутну форму і кріпиться до башмака стовби під кутом $2 - 3^\circ$ до повздовжньої осі. Деякі польові дошки обладнують змінними п'ятками.

2.5. Конструктивні складові плуга

Передплужник (рис. 2.7, а) призначений для підрізання, перевертання і переміщення на дно борозни невеликої скиби товщиною 8 – 12 см і шириною $2/3$ ширини захвату корпусу плуга. Він складається з леміша (1), полиці (2) і стовби (3). Передплужник кріпиться до гряділя плуга хомутом (5) із тримачем (6).

Передплужник можна переміщувати по гряділю вгору або вниз, регулюючи глибину обробітку, а також вперед або назад, наближаючи або віддаляючи від корпусу плуга.

Відстань від носка корпусу плуга до носка передплужника залежить від ширини захвату корпусу, стану і типу ґрунту тощо.

Для корпусу з шириною захвату 35 см ця відстань становить 30 – 35см (рис. 2.8), при ширині захвату корпусу 30 см – 25 – 30 см.

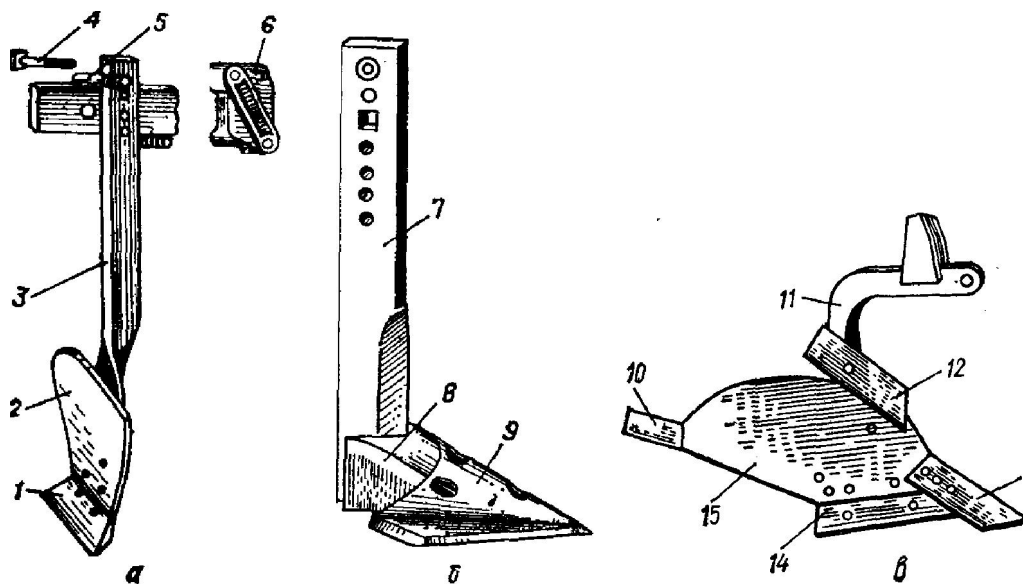


Рис. 2.7. Конструктивні елементи плуга:

a – передплужник, *б* – ґрунтопоглиблювач, *в* – корпус із кутознімачем;

1 – леміш; 2 – полиця; 3 – стовпа; 4 – фіксатор; 5 – хомут; 6 – тримач;
7 – стояк; 8 – кронштейн; 9 – розпушувальна лапа; 10 – перо; 11 – гряділь;
12 – кутознімач; 13 – долото; 14 – леміш; 15 – полиця.

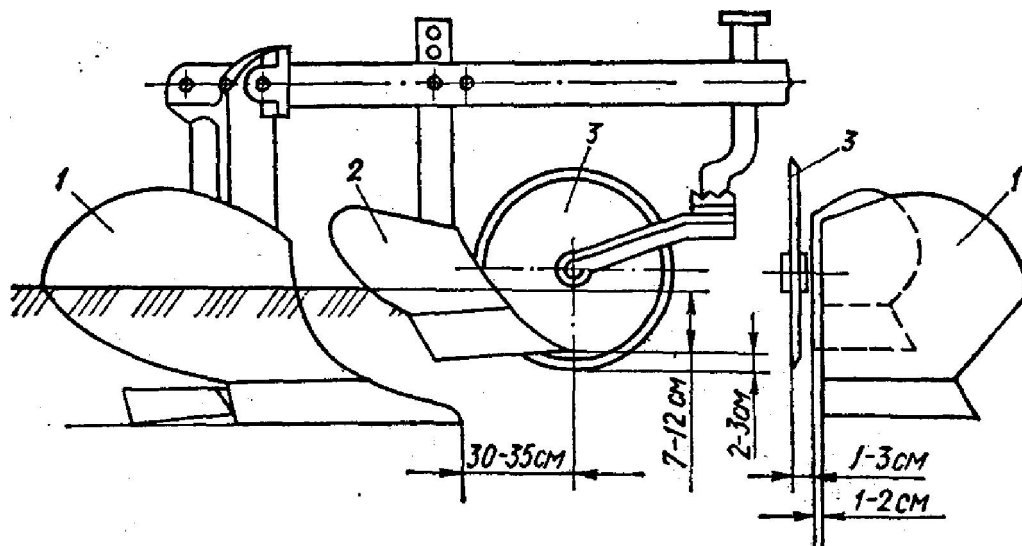


Рис. 2.8. Розміщення робочих органів плуга:

1 – корпус плуга; 2 – передплужник; 3 – дисковий ніж.

Якщо передплужник надто близько розміщений щодо корпуса плуга, то скиба забивається в проміжку між ними.

При великій відстані між корпусом плуга і передплужником скиба впирається в стовбу попереднього корпуса. Збільшення глибини ходу передплужника збільшує тяговий опір плуга.

ґрунтопоглиблювач (див. рис. 2.7, *б*) складається зі стояка (7), кронштейна (8) і розпушувальної лапи (9). На стояку є отвори, за допомогою яких він кріпиться до корпуса плуга. Встановлюють його на 6 – 15 см нижче леміша корпуса.

Кутознімач (12) (див. рис. 2.7, *в*) підрізає під кутом ліву частину основної скиби при надходженні її на полицю (15). Він кріпиться до стояка корпуса плуга і виконує функцію передплужника. Корпуси з кутознімачами найчастіше використовують для оранки ґрунтів, засмічених камінням.

Ніж плуга розрізає ґрунт у вертикальній площині. За конструкцією ножі бувають дискові, череслові та плоскі з опорною лижею. Дискові ножі встановлюють на плугах загального призначення, а череслові та плоскі – на спеціальних плугах.

Дисковий ніж (рис. 2.9, а) складається з диска (1), осі (9), консолі (3) і стояка (5). Диск має загострене лезо і встановлений на осі на підшипниках. Вісь закріплена на консолі, шарнірно з'єднаний стояком. Під час роботи консоль із диском (1) може переміщуватися щодо стояка (5), тобто самовстановлюватися. Стояк ножа кріпиться до кронштейна рами за допомогою накладки і хомута. Ніж можна переміщувати вгору або вниз та вперед і назад уздовж кронштейна рами. У верхній частині стояка є зріз для ключа. При повороті стояка змінюється площина обертання диска відносно польового зрізу корпусу плуга.

Дискові ножі встановлюють, як правило, перед останнім корпусом плуга (див. рис. 2.8). Ніж забезпечує рівну стінку і чисте дно борозни після проходження плуга.

Диск на рамі плуга розміщують над носком передплужника або виносять уперед від корпусу на відстань до 130 мм. За висотою ніж встановлюють на 2 – 3 см нижче леза лемеша передплужника (див. рис. 2.8).

Для оранки заболочених і задернілих ґрунтів дискові ножі ставлять перед кожним корпусом плуга. Ножі поліпшують робочий процес і забезпечують постійну ширину скиби.

Чересловий ніж (рис. 2.9, б) має лезо (15), обух (14) і тримач (13). Він являє собою двогранний клин.

Ножі можуть бути з прямолінійним і криволінійним лезами (рис. 2.9, в, г). Їх кріплять до рами за допомогою хомута з накладкою. Ніж із прямолінійним лезом встановлюють під кутом $70 - 75^\circ$ до горизонту.

Під час роботи ніж розрізає ґрунт, кореневища і полегшує підрізання скиби ґрунту корпусом плуга. Ніж розміщують на відстані 5 – 10 мм від польового зрізу корпусу. Його можна переміщувати вгору або вниз і регулювати глибину ходу.

Череслові ножі застосовують для оранки задернілих і заболочених ґрунтів, ґрунтів, засмічених камінням тощо.

Плоский ніж (рис. 2.9, д) з опорною лижею використовують для оранки ґрунтів, що поросли чагарниками висотою до 2–4м. Під час роботи лижі притискають чагарники, а ніж їх розрізає. Ніж має лезо в передній і задній частинах для подовження строку служби. При затупленні передньої частини його повертають на 180° і використовують знову.

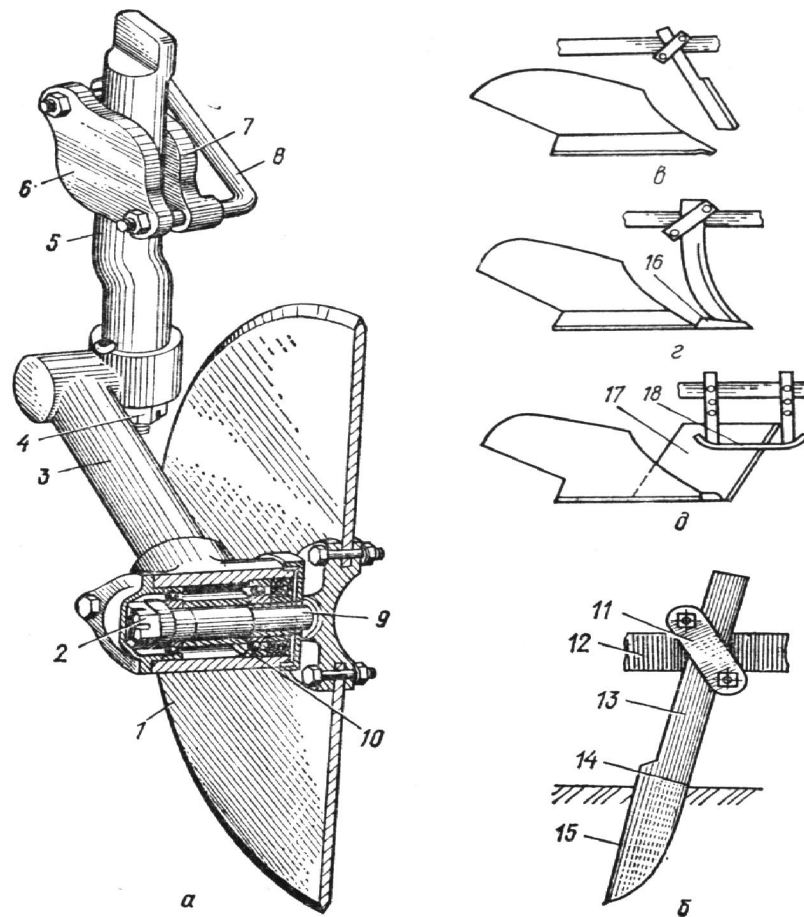


Рис. 2.9. Дисковий (а) та чересловий (б) ножі і схеми розміщення череслового (в, г) і плоского (д) ножів:

1 – диск; 2 – гайка; 3 – консоль; 4 – корончаста шайба; 5 – стояк; 6 – накладка;
7 – підкладка; 8 – хомут; 9 – вісь; 10 – підшипник; 11 – хомут з накладкою;
12 – рама плуга; 13 – тримач; 14 – обух; 15 – лезо; 16 – долото; 17 – плоский ніж; 18 – лижа.

2.6. Основні типи плугів

2.6.1. Начіпні плуги загального призначення

Плуг начіпний ПЛН-5-35 призначений для оранки ґрунтів із питомим опором до 0,09МПа під зернові та технічні культури. В основному агрегують плуг з тракторами Т-150 і Т-150К.

Він складається з п'яти корпусів (8) (рис. 2.10), п'яти передплужників (7), дискового ножа, опорного колеса (4) з гвинтовим механізмом (3), рами (1), начіпного пристрою (підвіски) для з'єднання з трактором, причіпного пристрою для борін (9). До начіпного пристрою плуга відноситься розкіс (2), стояки (5) і кронштейни (6) з пальцями.

Під час руху орного агрегату дисковий ніж розрізає ґрунт, передплужники підрізають верхній шар (глибиною до 12см), піднімають його, перевертають і спрямовують на дно борозен. Корпуси плуга підрізають основні скиби в горизонтальній і вертикальній площинах, перевертають їх та подають на скиби верхнього шару ґрунту. Основні скиби нахиляються вбік і щільно прилягають одна до одної.

Перед останнім корпусом плуга на кронштейні змонтований дисковий ніж. Вісь обертання диска винесена вперед відносно носка передплужника на 120мм. Із правого боку рами закріплений причіп для борін.

Для оранки важких ґрунтів плуг переобладнують у чотирьокорпусний варіант. При цьому знімають задній корпус.

Положення передплужника відносно корпуса плуга регулюють переміщенням його разом із хомутом по гряділю рами, глибину ходу передплужника – зміною висоти його стояка.

Глибину оранки регулюють гвинтовим механізмом опорного колеса.

Ширина захвату плуга 1,75м. Глибина оранки до 30см. Робоча швидкість 6 – 10 км/год.

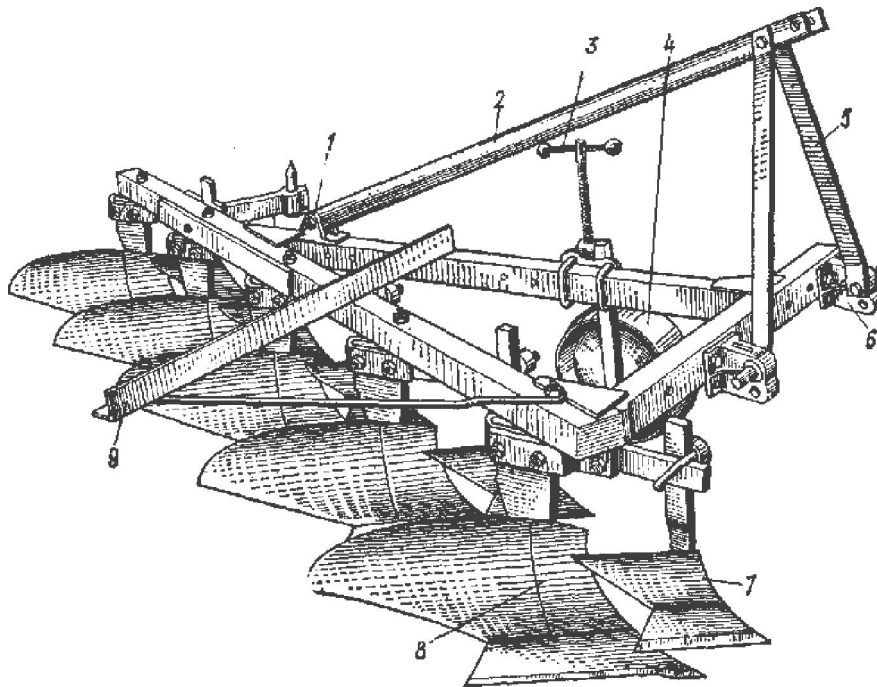


Рис. 2.10. Плуг начіпний ПЛН-5-35:

1 – рама; 2 – розкіс; 3 – гвинтовий механізм; 4 – опорне колесо; 5 – стояк;
6 – кронштейн; 7 – передплужник; 8 – корпус; 9 – причіп для борін.

Плуг начіпний ПЛН-4-35 проводить оранку ґрунтів з питомим опором 0,09МПа під зернові і технічні культури на глибину до 30см.

Він складається з чотирьох корпусів, чотирьох передплужників, дискового ножа, опорного металевого колеса з гвинтовим механізмом, рами, замка автозчіпки СА-2 та причіпного пристрою для борін.

Рама плуга має трикутну форму. Вона виготовлена з труб прямокутного перерізу.

Конструкція корпусу плуга дозволяє комплектувати його змінними робочими частинами лемішно-полицевої поверхні. До корпусів можуть приєднуватися ґрунтопоглиблювачі.

Плуг може комплектуватись культурними корпусами, напівгвинтовими, вирізними, безполицевими та корпусами з ґрунтопоглиблювачами. Глибина оранки регулюється гвинтовим механізмом опорного колеса.

Ширина захвату 1,4 м. Робоча швидкість до 9 км/год.

Плуг ПЛН-3-35 використовують для оранки ґрунтів на глибину до 30 см. Агрегатують тракторами класу 1,4.

Плуг начіпний ПНЛ-8-40 призначений для оранки ґрунтів з питомим опором до 0,09МПа. Агрегатують з тракторами класу 5.

На рамі плуга встановлено: вісім корпусів, вісім передплужників, дисковий ніж, переднє та заднє опорні колеса і начіпний пристрій.

Рама складається із труб прямокутного перерізу. З правого боку до рами приєднаний причіпний пристрій для борін. У передній частині рами змонтовані понижувачі для приєднання плуга до поздовжніх тяг начіпного механізму трактора.

Перед заднім корпусом плуга встановлений дисковий ніж, який при роботі забезпечує рівну стінку борозни.

Базова модель плуга обладнана корпусами з полицями культурного типу шириною захвату 40см. Разом з тим плуг може комплектуватись корпусами напівгвинтовими, гвинтовими, вирізними, безполицевими, безполицевими двоярусними і корпусами з ґрунтопоглиблювачами.

Глибина оранки (до 30 см) регулюється гвинтовими механізмами переднього і заднього опорних коліс. Ширина захвату плуга 3,2м. Робоча швидкість до 10км/год.

Плуг ПНИ-8-40 має таке ж саме призначення, як і ПНЛ-8-40. Він начіпний, восьмикорпусний. Корпуси мають напівгвинтову робочу поверхню.

Рама плуга встановлена на два опорних пневматичних колеса. У передній частині рами змонтований начіпний пристрій, а з правого боку – механізм зміни ширини захвату корпусів. Механізм складається з поздовжньої тяги, повідців, двоплечого важеля і гідроциліндра. Механізм забезпечує оптимальне завантаження трактора залежно від технологічних властивостей ґрунту.

На корпусах плуга встановлені кутознімачі. Вони зменшують забивання плуга рослинними рештками та підвищують надійність технологічного процесу.

Ширина захвату плуга 2,8-3,6 м. Робоча швидкість 7-10км/год.

Плуг може комплектуватись культурними, гвинтовими, вирізними і безполицевими корпусами.

Плуг ПНИ-5-40 складається з п'яти корпусів з кутознімачами, дискового ножа, заднього опорного колеса з гвинтовим механізмом, рами, начіпного пристрою, механізмів регулювання переднього бруса і ширини захвату корпусів.

Ширину захвату корпусів змінюють обертанням регулювального гвинта механізму переднього бруса.

На полиці кожного корпусу закріплене перо для покращення обертання скиби. До плуга додається причіп для борін або котків. Він встановлюється на рамі плуга. Плуг може комплектуватись різними типами корпусів.

Ширина захвату плуга 1,75-2,25 м. Робоча швидкість 7-10км/год.

2.6.2. Начіпні плуги спеціальні

Плуг оборотний начіпний ПОН-2-30 (рис. 2.11) призначений для гладенької оранки без розчинних борозен і звальних гребенів. Агрегатують його з тракторами класу 0,9 і 1,4.

Плуг складається з двох правообертальних і двох лівообертальних корпусів, двох правообертальних і двох лівообертальних передплужників, двох ножів, рами з віссю начіпного пристрою, опорного колеса і механізму повороту.

Плуг має симетричну раму, яку за допомогою механізму повороту можна повертати на 180°. Механізм повороту складається з циліндричної шестерні, зубчастого сектора та гідроциліндра. Сектор шарнірно закріплений на

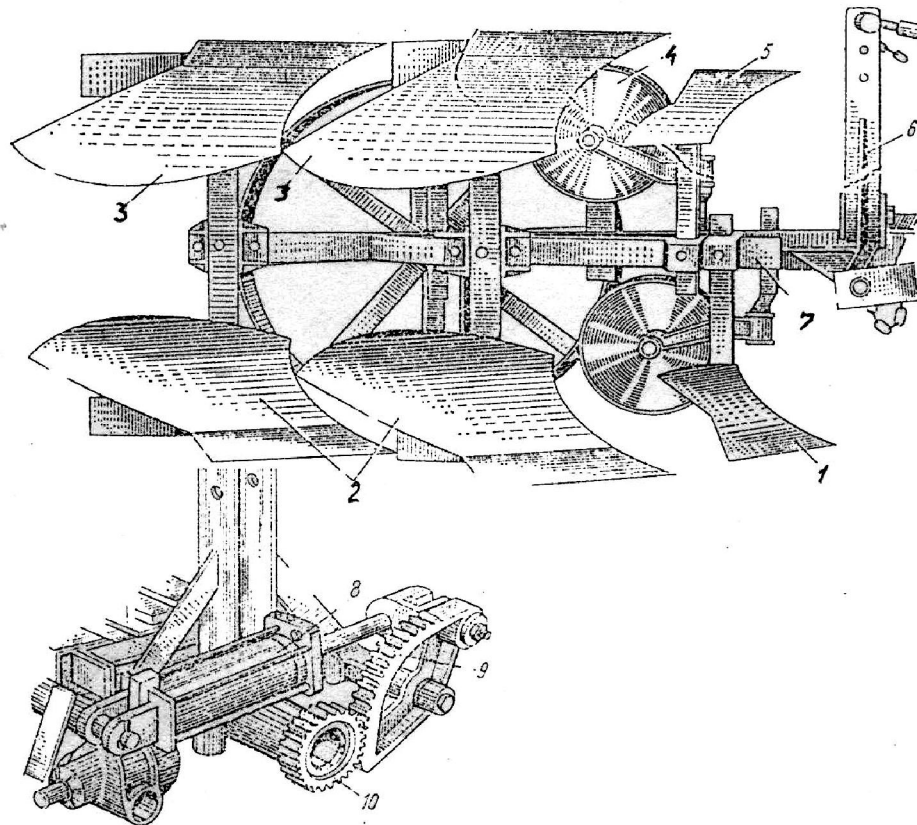


Рис. 2.11. Плуг оборотний начіпний ПОН-2-30:

- 1 - передплужник правого обертання; 2 - корпуси правого обертання;
 3 - корпуси лівого обертання; 4 - дисковий ніж; 5 - передплужник
 лівого обертання; 6 - начіпний пристрій; 7 – рама; 8 – гідроциліндр;
 9 - зубчатий сектор; 10 - шестерня

кронштейні начіпного пристрою, а шестерня змонтована на поздовжній осі рами. Шток гідроциліндра шарнірно з'єднаний з сектором, а корпус циліндра – з начіпним пристроєм.

При подачі масла в гідроциліндр шток повертає сектор і рама з корпусами повертається на 180°. Поворот плуга здійснюють після виглиблення його з ґрунту в кінці поля. Орний агрегат рухається човниковим способом. Глибину оранки регулюють переміщенням опорного колеса за допомогою опорних гвинтів кронштейна.

Ширина захвату плуга 60 см. Глибина оранки 25 см. Робоча швидкість становить 6,3 км/год.

Плуг оборотний ПНО-3-35 має таке ж саме призначення, як і ПОН-2-30. На корпусах правого та лівого обертання встановлені кутознімачі, які підрізають верхній шар скиби, обертають її і переміщують на дно борозни. Корпуси плуга підрізують основну частину скиби, яка потім переміщується по полиці, обертається і укладається на верхній перевернутий шар, зрізаний кутознімачем.

На полиці кожного корпуса закріплене перо для кращого обертання скиби. Оранку проводять човниковим способом без розбивання поля на загінки.

Ширина захвату плуга 1,05м. Глибина оранки 18-30 см. Робоча швидкість 6-9 км/год. Агрегатують з тракторами МТЗ-100/102 і МТЗ-80/82.

Роторний плуг ПВН-3-35 призначений для основного і передпосівного обробітку ґрунту з питомим опором до 0,09 МПа. Агрегатують з тракторами класу 1,4.

Основними складальними одиницями плуга є три корпуси, передплужники, дисковий ніж, начіпний пристрій, опорне колесо з гвинтовим механізмом, рама і механізм привода роторів.

При роботі плуга лемеші корпусів підрізують скиби ґрунту і спрямовують її до роторів, що обертаються від ВВП трактора. Лопатки ротора інтенсивно подрібнюють скибу, перевертають її і подають на дно борозни. Частота обертання роторів 268-507 об/хв..

Ширина захвату плуга 1,05 м. Глибина обробітку до 30 см. Робоча швидкість до 8 км/год.

Плуг дисковий начіпний ПНД-4-30 (рис. 2.12) призначений для оранки перезволожених ґрунтів на глибину до 30 см. Плуг складається з чотирьох сферичних дисків діаметром 710мм, чотирьох передплужників, розпушувачів, опорного колеса з гвинтовим механізмом, рами та начіпного пристрою. Ширина захвату плуга 1,6 м. Продуктивність 1,3-2,0 га/год.

Агрегатують з тракторами класу 3,4.

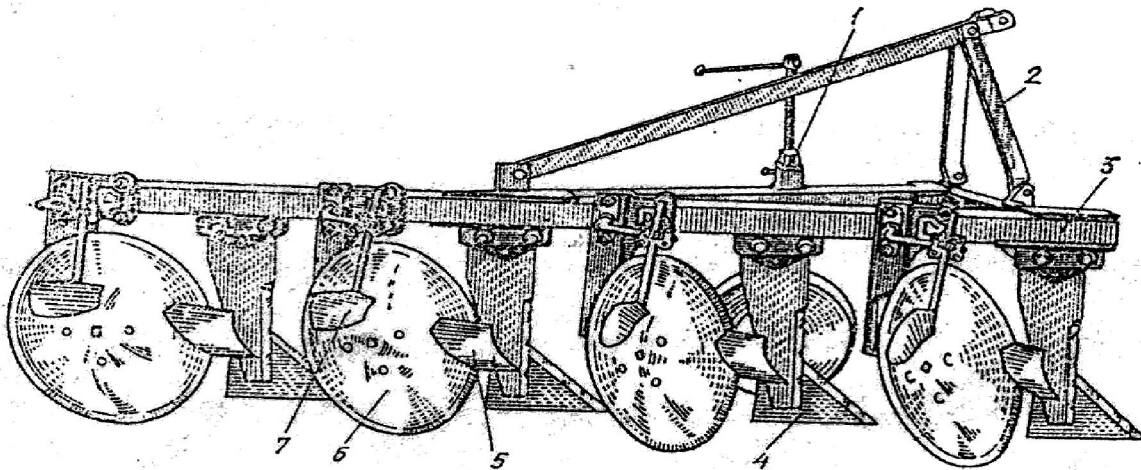


Рис. 2.12. Плуг дисковий начіпний ПНД-4-30

1 - гвинтовий механізм; 2 - начіпний пристрій; 3 – рама;
4 – розпушувач; 5 – передплужник; 6 – диск; 7 - чистик

Начіпний плуг ППП-7-40 має гідропневматичні запобіжники і призначений для оранки засмічених камінням ґрунтів з питомим опором до 0,1 МПа.

Він складається з семи корпусів з кутознімачами, рами, начіпного пристрою, гідро запобіжного механізму корпусів, переднього і заднього коліс, гідросистеми і пневмогідроакумуляторів.

На рамі плуга встановлені напівгвинтові корпуси шириною захвату 40см. Кутознімач може розміщуватися попереду полиці корпуса, у верхній частині полиці і займати проміжне положення.

Кожний корпус плуга шарнірно приєднаний до кронштейна рами і з'єднаний з гідроциліндром запобіжного пристрою.

Гідроциліндр з'єднаний маслопроводом з пневмогідро-акумулятором (ПГА).

При роботі плуга всі корпуси утримуються на заданій глибині тиском газу у верхній частині пневмогідроакумулятора. При зустрічі з перешкодою корпус виглиблюється і переміщує плунжер гідроциліндра, масло витісняється з нього і по маслопроводу надходить до ПГА, переміщуючи поршень вгору.

При цьому газ стискається. В пневмогідроакумуляторі акумулюється додаткова енергія.

Після проходження корпусом перешкоди опір зменшується, і під дією газу корпус переміщується штоком циліндра у нижнє положення.

Гідромеханізм переднього колеса регулює глибину оранки. Він є запобіжним. Робочий тиск в гідросистемі до 11МПа.

Агрегатують плуг з тракторами типу К-701. ширина захвату 2,8м. Робоча швидкість до 10 км/год.

Плуги-розпушувачі ПРПВ-8-50 і ПРПВ-5-50 (начіпні) призначені для основного безполицевого обробітку ґрунту та поглиблення орного шару до 40см.

Робочими органами плугів є розпушувальний безполицевий корпус та підпружинений дисковий рифлений ніж, розміщений перед розпушувальним корпусом.

Плуг ПРПВ-8-50 має таких 8 комплектів (корпусів з диском), а плуг ПРПВ-5-50 – п'ять комплектів.

Відстань між корпусами по ширині плуга 500мм. Діаметр дискового ножа 435мм.

При роботі плуга дисковий ніж розрізує ґрунт у вертикальній площині, а корпус підрізує шар ґрунту, піднімає його, згинає і розтягує в поздовжньому та поперечному напрямках. Інтенсивне розпушення ґрунту відбувається під дією в основному розтягувального зусилля.

При обробітку плугом стерньових фонів на поверхні поля залишається 85% стерні.

Стояки корпусів обладнують пристроями (болтами, що працюють на зріз), які запобігають поломкам плуга.

Ширина захвату плугів ПРПВ-8-50 і ПРПВ-5-50 відповідно 4 і 2,5 м. Робоча швидкість до 10 км/год.

Чизельні плуги призначені для розпушення ґрунту з поглибленням орного шару, безполицевого обробітку ґрунту та для глибокого розпушення схилів.

Робочими органами плугів є стрілчасті та долотоподібні лапи. Розміщують їх на рамі з кроком 40 і 50 см. Глибина обробітку стрілчастими лапами 20-30 см, а долотоподібними – 30-45 см.

Плуг ПЧ-2,5 складається з п'яти робочих органів, рами з начіпним пристроєм, двох опорних коліс та підставок. На рамі плуга можуть встановлюватись долотоподібні або стрілчасті лапи. Робочі органи розміщені в два ряди. При роботі плуга долото розпушувач шириною 70 мм підрізує і піднімає вгору шар ґрунту, а стояк та обтічники розсувають його і розпушують.

Стрілчасті лапи мають ширину захвату 270 мм. Встановлюють їх для підрізування бур'янів та більш інтенсивного розпушування ґрунту. Глибину розпушування ґрунту регулюють гвинтовими механізмами опорних коліс.

Ширина захвату плуга 2,5 м. Робоча швидкість 5-8 км/год. Агрегатують з тракторами Т-150, ДТ-175С.

Плуг ПЧ-4,5 має такі ж самі робочі органи, як і ПЧ-2,5. на рамі плуга встановлюють дев'ять або одинадцять розпушувачів з кроком 40 або 50 см по ширині плуга.

Ширина захвату 4,5 м. Робоча швидкість до 8 км/год. Агрегатують плуг з тракторами класу 5.

Ротаційні плуги застосовують для обробітку важких і перезвожених ґрунтів. Робочий орган такого плуга являє собою барабан із загнутими ножами. Ножі закріплені на дисках через 90° і горизонтальні леза їх спрямовані один до одного. Барабан встановлений горизонтально і приводиться в рух від валу відбору потужності трактора.

Над барабаном розміщений кожух. До задньої частини кожуха прикріплений відбивач з лопаткою. Під час роботи плуга барабан обертається за напрямом руху агрегату і ножами підрізує клиновидні скиби ґрунту. Ножі

підходять до лопаток відбивачів, які знімають скиби з полиць ножів і спрямовують їх на поле. Скиби укладаються на полі з перевертанням верхньої частини вниз. Подача на ніж становить до 25см.

Фронтальні плуги призначені для гладенької оранки без гребенів і розчинних борозен з обертанням скиб на 180° та укладання їх у власні борозни. Глибина оранки 30см.

Робочими органами фронтальних плугів є лемішно-полицеві корпуси лівого та правого обертання, лістерні корпуси і заплужники. Розрізують скиби у вертикальній площині дисковими ножами.

Фронтальний плуг ПФН-2 складається з рами, корпусів лівого, правого і лістерного, двох заплужників, дискових ножів, опорних коліс з гвинтовими механізмами, опорно-вирівнювального і начіпного пристроїв.

Корпуси відрізують ці скиби і повертають їх назустріч одна одній, а потім на них діють заплужники і скиби повертаються на 145-150°. Далі вони опускаються на дно борозни під дією сил тяжіння. Ширина захвату плуга 2,25м. Робоча швидкість 8-10 км/год.

2.6.3. Напівначіпні плуги

Плуг п'ятикорпусний ПЛ-5-40 призначений для обробітку ґрунту з питомим опором до 0,13МПа. Агрегатують із тракторами класу 3 і 4.

Складається з п'яти корпусів з кутознімачами, дискового ножа, двох опорних металевих і одного пневматичного коліс, рами, механізму зміни ширини захвату плуга, начіпного пристрою, причепа для борін та гідросистеми.

На рамі плуга встановлені корпуси з культурними полицями, у верхній передній частині яких закріплені кутознімачі. Перед останнім корпусом плуга змонтований дисковий ніж.

Плуг може комплектуватися безполицевими корпусами для основного обробітку ґрунту до 40см без обертання скиб. Він обладнаний механізмом зміни ширини захвату. Поворот корпусів забезпечується за допомогою поздовжньої стяжки. Зміна положення поздовжньої балки рами плуга

досягається спеціальною регулювальною стяжкою, яка забезпечує постійну відстань від стінки борозни до колеса (гусениці) трактора.

Під час руху орного агрегату кутознімач відрізує ліву частину скиби, перевертає її і укладає на дно борозни. Корпус плуга підрізує основну скибу, переміщує її вгору, обертає і спрямовує на попередньо укладений шар ґрунту кутознімачем. При цьому досягається повне і глибоке загортання добрив, рослинних решток, бур'янів тощо.

Якщо плуг обладнаний безполицевими корпусами, то леміш підрізає скибу, яка переміщується спочатку на розширювач, потім розпушується, проходить через верхній зріз розширювача, частково зміщується вбік і укладається за корпусом: ґрунт розпушується на глибину до 40см без обертання скиби.

Одночасно з оранкою може проводитися боронування або прикотковування ґрунту. У цьому випадку на рамі плуга встановлюють причіпний пристрій для борони або котка.

Ширина захвату плуга 1,75 – 2,25 м. Робоча швидкість 6 – 9 км/год.

Плуг дев'ятикорпусний ПТК-9-35 застосовують для оранки ґрунту з питомим опором до 0,9МПа. Агрегатують із тракторами класу 5.

Основними складовими одиницями плуга є дев'ять корпусів (7) (рис. 2.13), дев'ять передплужників (8), дисковий ніж, рама, опорні і транспортні колеса, начіпний пристрій, транспортний механізм та гідросистема.

Базова модель плуга комплектується корпусами з полицями культурного типу. Разом з тим на плузі можна встановлювати швидкісні корпуси для роботи на швидкостях 9 – 12 км/год та корпуси із шириною захвату 40см.

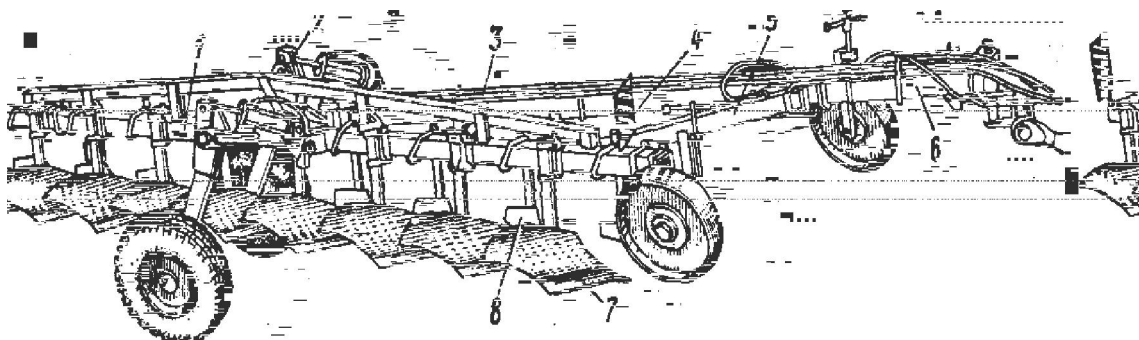


Рис. 2.13. Плуг напівначіпний ПТК-9-35:

1 – основний брус; 2 – транспортний механізм; 3 – маслопроводи;
4 – поздовжній брус; 5 – поперечний брус; 6 – начіпний пристрій; 7 – корпус;
8 – передплужник.

Особливість конструкції корпусів – це встановлення на них круглих стовб. Останні кріпляться до рами плуга хомутами.

Рама плуга складається з основного (1), поздовжнього (4) і поперечного (5) брусів, які з'єднані між собою шарнірно. Для роботи з тракторами К-701 поперечний брус (5) кріплять на задньому упорі поздовжнього бруса.

Глибину оранки плуга регулюють механізмом глибини лівого пневматичного колеса, а глибину оранки переднього корпуса – гвинтовим механізмом переднього правого опорного колеса. Для оранки важких ґрунтів плуг переобладнують у восьми– або семикорпусний варіанти.

2.6.4. Плуги зарубіжних виробників

Плуги напівначіпні SP з регулюючою шириною роботи, з шістьма положеннями від 30 до 50 см. Модульний каркас із закріпленням у горизонтальному положенні для транспорту. Заднє колесо на гідравлічному шарнірі. Регулювання кута колеса механічне або гідравлічне. Різновидність плугів: 4-5-6-7-8-9-10 корпусів.

Ширина захвату корпуса 0,3 – 0,5м, відстань між корпусами 100 – 114 см. Виробник: Грегуар Бессон.

Плуг напівінтегральний моделі 2810 у якого регулюється ширина захвату корпусів, можлива робота на кам'янистих ґрунтах. Хвостові колеса дають стабільне керування плугом і використовуються при транспортуванні. Регулювання ширини захвату корпусів виконується з кабіни трактора.

Ширина захвату корпуса 40-45 см, кількість корпусів 4-5-6, розмір перерізу рами 200x200 мм. Виробник: Джон Дір.

Плуги моделей 3710 бувають з шарнірною рамою (9 і 10 корпусів) і жорсткою рамою (6, 7 та 8 корпусів). Основна рама шарнірного плуга – по центру, що дозволяє працювати на нерівній поверхні поля. Високий підрамний простір забезпечує роботу плуга без забивання його рослинними рештками.

Регулююча ширина полиці дозволяє досягати повної відповідності умовам роботи. При шарнірному варіанті плуга вони встановлюються від 16 до 20 дюймів. При жорсткому варіанті плуга ширина полиці регулюється в межах від 14 до 22 дюймів. Бокові і заднє колеса сприяють стабільності роботи плуга і стабільності глибини оранки.

Ширина захвату одного корпусу 40-45 см. Виробник: Джон Дір.

Плуги оборотні моделей "RS-100" і "RX-100" з можливістю регулювання ширини захвату корпусу плуга в межах 30-45 см. Плуги мають від 5 до 7 корпусів, можна знімати задній корпус. При агрегуванні з вітчизняними тракторами необхідно адаптувати гідросистеми.

Споживча потужність трактора від 100 до 272 кінських сил.

Виробник: Квернеленд.

Плуги начіпні оборотні серії "Хуард" в яких тришарові полиці із зміцненою передньою частиною. Ромбовидна форма корпусу, дозволяє досягти зниження сили тяги і економії пального до 20%. Потрійна система захисту при наїзді на каміння та інші перешкоди.

Ширина захвату одного корпусу 0,30; 0,35; 0,40; 0,50 м.

Виробник: KUN.

Плуги класичні начіпні та напівначіпні серій 710, 720 мають трьохступінчате регулювання робочої ширини захвату плуга. Розсунуте розташування корпусів плуга створює добрі умови для оранки навіть при великій кількості залишків соломи на полі. Плуги відрізняються зручністю зміни наладки. Плуг може бути обладнаний гідравлічним силовим циліндром для дистанційного регулювання ширини захвату корпусів. Гідравлічна запобіжна система при наїзді на каміння. Регулювання граничного допустимого зусилля опору. Пристосованість до всіх типів ґрунтів.

Ширина захвату одного корпусу у моделі **MF 710A** становить 0,30 – 0,40 м, а у моделі **MF 720** – 0,30 – 0,45 м.

Потужність трактора, яка необхідна для роботи з такими плугами, має бути від 50 до 240 кінських сил.

Виробник: Массей Фергюсон.

2.7. Підготовка до роботи та регулювання плугів

Підготовку плугів до роботи проводять на регулювальному майданчику з твердим покриттям або на вирівняному і ущільненому ґрунті. Спочатку перевіряють комплектність і технічний стан плуга, справність усіх складових одиниць, надійність болтових та інших з'єднань тощо. При цьому особливу увагу звертають на лемеші, полиці, польові дошки, дискові і череслові ножі.

Після цього перевіряють розміщення передплужників і дискового ножа на рамі плуга.

Глибину оранки на плугах встановлюють після з'єднання їх із трактором і переведення в робоче положення. Під опорні (польові) колеса і колеса (гусениці) трактора, що переміщуються по незораній поверхні поля, підкладають підставки, висота яких менша глибини оранки на 1–3 см. Регулюють глибину оранки гвинтовими механізмами 3 (рис. 2.10) опорних коліс. Плуг при цьому повинен спиратись всіма лемешами і задніми кінцями польових дошок на поверхню майданчика, а рама плуга – займати горизонтальне положення. Задні колеса напівначіпних плугів мають опиратися також на майданчик, а зазор між польовою дошкою заднього корпусу і опорною поверхнею повинен становити 1,5 – 2 см.

Поздовжній перекіс рами начіпного плуга усувають зміною довжини центральної тяги начіпного механізму трактора, а поперечний – зміною довжини правого розкошу цього механізму.

У напівначіпних плугах поздовжній і поперечний перекоси рами усувають регулювальними механізмами опорних коліс (рис. 2.11).

Ширина захвату переднього корпусу повинна бути як і в усіх інших корпусах. Збільшення ширини захвату переднього корпусу призводить до неповного підрізування скиби та утворення борозен між сусідніми проходами.

Ця ширина захвату залежить від взаємного розміщення трактора і плуга в горизонтальній площині. Відстань від кромки гусениці (колеса) до стінки борозни повинна становити 240 – 300 мм.

При агрегуванні три-, дво- і однокорпусного плугів з колісним трактором ширину захвату переднім корпусом регулюють шляхом розміщення коліс трактора та плуга по осі підвіски.

Для роботи з трикорпусним плугом праві колеса трактора зміщують від поздовжньої осі на 800мм, а ліві – на 700мм. Таке розміщення забезпечує рівномірний розподіл маси трактора на колеса.

Стійкість ходу плуга в борозні забезпечується тоді, коли лінія дії сили тяги перетинає слід центра мас (центр опору) плуга.

Для визначення точки приєднання нижніх поздовжніх тяг начіпного механізму трактора проводять пряму лінію від сліду центра мас трактора до сліду центра мас плуга. Ця лінія повинна перетинати точку приєднання поздовжніх тяг на тракторі.

Одночасно визначають відстань від поздовжньої осі начіпного пристрою плуга до правої кромки лемеша переднього корпусу. Її регулюють переміщенням начіпного пристрою плуга по передній балці (брусу) рами плуга. Балка має спеціальні додаткові отвори для кріплення кронштейнів підвіски.

2.8. Обґрунтування вдосконалення начіпного плуга

Для удосконалення вибраний начіпний двохярусний плуг ПНЯ-4-40. Удосконалений плуг агрегується з гусеничним трактором класу 3.

Плуг має чотири корпуси верхнього і чотири корпуси нижнього ярусів.

Усі корпуси мають ширину захвату 42см. Корпуси верхнього ярусу розміщені за схемою плуга з передплужниками. Стояк корпусу верхнього ярусу має чотири отвори по висоті для регулювання глибини оранки. Стовба основного корпусу циліндрична і кріпиться до рами хомутами та болтом з можливістю повороту відносно вертикальної осі.

Дисковий ніж встановлений на кронштейні рами і розміщений перед останнім корпусом верхнього ярусу. Стояк ножа з'єднаний хомутами з кронштейном рами і має можливість повертатись вліво та вправо.

Опорне колесо розміщене на кінці основного бруса рами. Цим самим підвищується стійкість ходу плуга і краще забезпечується глибина обробітку.

В удосконаленого плуга збільшена відстань між носками основних корпусів і складає 995мм.

Полиці основних корпусів складаються з двох частин, що дає можливість замінювати передню частину при швидкому її спрацюванні. Крім того полиці мають додаткові (пера) полички з можливістю їх регулювання для кращого обертання скиби. Леміш основного корпуса має окрему передню частину, яка кріпиться до башмака одним болтом. Польові дошки мають накладки позаду і збоку для подовження строку служби. Крім того вони мають додаткові отвори для переміщення їх при спрацюванні на інший бік.

Кронштейни з пальцями підвіски кріпляться до рами болтами.

Параметри підвіски плуга узгоджені з начіпною системою гусеничного трактора класу 3.

РОЗДІЛ 3 РОЗРАХУНОК ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ТА ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ПЛУГА

3.1. Розрахунок технологічного процесу і параметрів робочих органів плуга

Розрахуємо розміщення робочих органів на рамі плуга.

Відстань між носками лемешів корпусів у поздовжньому напрямку аналітично визначають так:

$$L = b \cdot \operatorname{tg}(V_0 + \varphi), \quad (3.1)$$

де V_0 – кут установки леза лемеша до стінки борозни, град;

b – ширина захвату корпусу, м;

φ – кут терті ґрунту по сталі, град.

$$L = 0,42 \cdot \operatorname{tg}(45 + 26) = 0,96.$$

Приймаємо з конструктивних міркувань відстань між носками лемешів 0,99м.

Довжину польової дошки визначають наступним чином:

$$l = \frac{b \cdot \cos \varphi}{2 \sin V_0 \cdot \cos(V_0 + \varphi)}, \quad (3.2)$$

$$l = \frac{0,42 \cdot \cos 26^\circ}{2 \sin 45^\circ \cdot \cos(45^\circ + 26^\circ)} = 0,48 \text{ м}.$$

Приймаємо з конструктивних міркувань довжину польової дошки 450мм, ширину її – 160 мм, а товщину – 15мм.

Визначимо діаметр дискового ножа:

$$D = 2(a_1 + \Delta_3 + \Delta_4) + d_m, \quad (3.3)$$

де a_1 – глибина ходу корпусу верхнього ярусу плуга, м;

Δ_3 – різниця між глибиною ходу дискового ножа і корпусу верхнього ярусу плуга, м;

Δ_4 – відстань між фланцем маточини і поверхнею ґрунту, м;

d_m – діаметр маточини дискового ножа, м.

$$D = 2(0,18 + 0,02 + 0,01) + 0,1 = 0,39 \text{ м}.$$

Приймаємо з конструктивних міркувань діаметр дискового ножа 400мм.

Відстань від нижньої частини рами до опорної поверхні корпусу H_p залежить від розмірів скиби і висоти стерні.

Величина H_p вибирається із умови вільного проходження скиби ґрунту і визначається так:

$$H_p = \sqrt{b^2 + (a + C_{cm})^2}, \quad (3.4)$$

де C_{cm} – висота стерні.

$$H_p = \sqrt{0,42^2 + (0,35 + 0,2)^2} = 0,67 \text{ м}.$$

Приймаємо відстань від нижньої частини рами до опорної поверхні корпусу 700мм.

Корпус верхнього ярусу зміщений відносно основного корпусу на 430мм вперед.

Дисковий ніж встановлений на кронштейні перед останнім корпусом верхнього ярусу.

Стійкий хід тракторного плуга на заданій глибині обробітку ґрунту і при відомій ширині захвату буде забезпечений при умові рівноваги сил, що діють на плуг у вертикальній і горизонтальній площинах.

Під час роботи на плуг діють різноманітні по величині та напрямку сили. Динаміка процесу оранки досить складна. Тому в першому наближенні обмежуються розглядом статичних умов рівноваги ґрунтообробних машин, тобто умов їх рівномірного прямолінійного руху на заданій глибині обробітку. При цьому всі діючі на плуг сили опору ґрунту робочим органам, вважають зосередженими і прикладеними в різних певних точках.

Умови рівноваги можуть бути визначені як аналітично, так і графічно. Умови рівноваги ґрунтообробних машин в представляють собою шість рівнянь діючих сил і моментів. Для рівноваги машини необхідно і достатньо. Щоб сума проєкцій діючих на кожну x трьох координатних осей і сума моментів цих сил відносно кожної з них дорівнювала нулю, тобто:

$$\begin{aligned} \sum X &= 0; & \sum M_x(F) &= 0; \\ \sum Y &= 0; & \sum M_y(F) &= 0; \end{aligned}$$

$$\sum Z = 0; \quad \sum M_z(F) = 0.$$

Проведемо розрахунок стійкості удосконаленого плуга. Вихідними даними для цього плуга є: питомий опір ґрунту $K = 30 \text{ кПа}$, глибина оранки для основного корпусу $a = 35 \text{ см}$, а для корпусу верхнього ярусу $a = 18 \text{ см}$, напрям дії сили R_z під кутом $\eta = 17^\circ$, напрям дії сили руху R_{xy} під кутом $\psi = 2^\circ$, кут тертя ґрунту по сталі $\varphi = 25^\circ$.

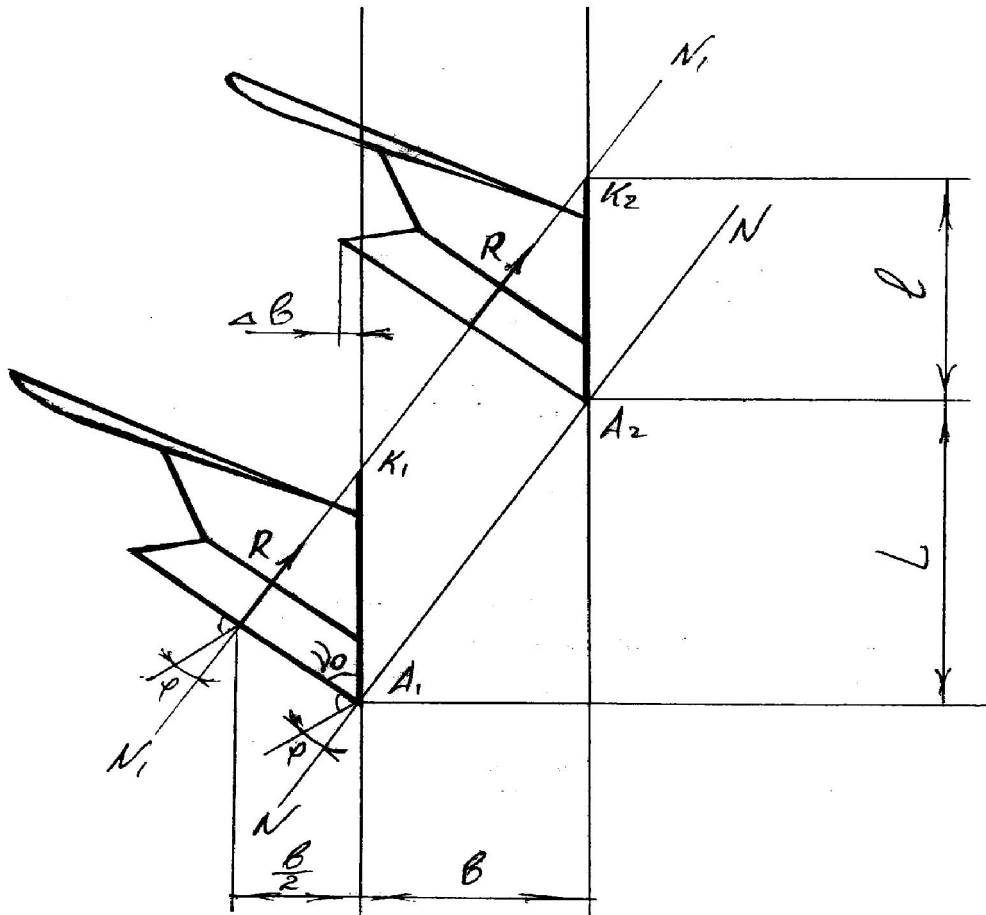


Рис. 3.1. Схема для визначення відстані між корпусами і довжини польової дошки

Визначимо тяговий опір корпусу нижнього ярусу плуга:

$$R_x'' = Kab, \quad (3.5)$$

де K – питомий опір ґрунту, кПа;

a – глибина обробітку ґрунту, м;

b – ширина захвату корпусу, м.

$$R_x'' = 30 \cdot 0,35 \cdot 0,42 = 4,4 \text{ кН}.$$

Знайдемо вертикальну складову тягового опору корпусу нижнього ярусу плуга:

$$R_z^n = R_x^n \cdot \operatorname{tg} \varphi, \quad (3.6)$$

$$R_z^n = 4,4 \cdot \operatorname{tg} 25^\circ = 2,05 \text{кН}.$$

Визначимо модуль сили R_{xz}^n за формулою:

$$R_{xz}^n = \sqrt{R_x^{n^2} + R_z^{n^2}}, \quad (3.7)$$

$$R_{xz}^n = \sqrt{4,4^2 + 2,05^2} = 4,85 \text{кН}.$$

Знайдемо рівнодіючу реакцій ґрунту на робочі поверхні корпусів нижнього ярусу плуга:

$$\sum R_{xz}^n = n \cdot R_{xz}^n, \quad (3.8)$$

де n – кількість корпусів нижнього ярусу плуга.

$$\sum R_{xz}^n = 4 \cdot 4,85 = 19,4 \text{кН}.$$

Визначимо силу тертя польових дощок по стінках борозни:

$$\sum R_{\text{ox}} = n \cdot R_y \cdot \operatorname{tg} \varphi, \quad (3.9)$$

де R_y – бокова сила на польових дошках;

φ – кут тертя ґрунту по сталі.

$$R_y^n = R_x^n \cdot \operatorname{tg} \eta, \quad (3.10)$$

де η – кут наряду дії сили R_z^n .

Вважати, що рівнодіюча сил тертя $\sum R_{\text{ox}}$ прикладена до середини польової дошки:

$$R_y^n = 4,4 \cdot \operatorname{tg} 17^\circ = 1,25 \text{кН},$$

$$R_{\text{ox}}^n = 4 \cdot 1,35 \cdot \operatorname{tg} 25^\circ = 2,52 \text{кН}.$$

Знайдемо реакцію ґрунту на робочі поверхні корпусів нижнього ярусу плуга у горизонтальній площині:

$$\sum R_{xy}^n = n \cdot \sqrt{R_x^{n^2} + R_y^{n^2}}, \quad (3.11)$$

$$\sum R_{xy}^n = 4 \cdot \sqrt{4,4^2 + 1,35^2} = 18,4 \text{кН}$$

Визначимо суму реакцій стінок борозни на польові дошки нижніх корпусів:

$$\sum R_{\sigma}^x = n \cdot R_{\sigma}^y = \frac{n \cdot R_y}{\cos \varphi}, \quad (3.12)$$

$$\sum R_{\sigma}^x = \frac{4 \cdot 1,35}{\cos 25^{\circ}} = 5,96 \text{кН}.$$

Знайдемо тяговий опір корпусу верхнього ярусу плуга:

$$R_x^e = Kab, \quad (3.13)$$

де K – питомий опір ґрунту, кПа;

a – глибина обробітку ґрунту, м;

b – ширина захвату корпусу, м.

$$R_x^e = 30 \cdot 0,18 \cdot 0,42 = 2,27 \text{кН}.$$

Знайдемо вертикальну складову тягового опору корпусу верхнього ярусу плуга:

$$R_z^e = R_x^e \cdot \text{tg} \varphi, \quad (3.14)$$

$$R_z^e = 2,27 \cdot \text{tg} 25^{\circ} = 1,06 \text{кН}$$

Визначимо модуль сили R_{xz}^e за формулою:

$$R_{xz}^e = \sqrt{R_x^{e2} + R_z^{e2}} \quad (3.15)$$

$$R_{xz}^e = \sqrt{2,27^2 + 1,06^2} = 2,5 \text{кН}$$

Знайдемо рівнодіючу реакцій ґрунту на робочі поверхні корпусів верхнього ярусу плуга:

$$\sum R_{xz}^e = n \cdot R_{xz}^e, \quad (3.16)$$

де n – кількість корпусів верхнього ярусу плуга

$$\sum R_{xz}^e = 4 \cdot 2,5 = 10 \text{кН}.$$

Визначимо силу тертя польових дошок корпусів верхнього ярусу плуга по стінках борозен:

$$\sum R_{\sigma x}^e = n R_y^e \text{tg} \varphi, \quad (3.17)$$

де R_y^e – бокова сила на польових дошках корпусів верхнього ярусу плуга;

φ – кут тертя ґрунту по сталі.

$$R_y^e = R_x^e \cdot \operatorname{tg} \eta, \quad (3.18)$$

де η – кут наряду дії сили R_z^e .

$$R_y^e = 2,27 \cdot \operatorname{tg} 17^\circ = 0,69 \text{кН},$$

$$\sum R_{\alpha x}^e = 4 \cdot 0,69 \cdot \operatorname{tg} 25^\circ = 1,29 \text{кН}.$$

Знайдемо реакцію ґрунту на робочі поверхні корпусів верхнього ярусу плуга у горизонтальній площині:

$$\sum R_{xy}^e = n \cdot \sqrt{R_x^{e^2} + R_y^{e^2}}, \quad (3.19)$$

$$\sum R_{xy}^e = 4 \cdot \sqrt{2,27^2 + 0,69^2} = 9,49 \text{кН}.$$

Визначимо суму реакцій стінок борозен на польові дошки корпусів верхнього ярусу плуга:

$$\sum R_{\sigma}^e = n \cdot R_{\sigma}^e = \frac{n R_y^e}{\cos \varphi}, \quad (3.20)$$

$$\sum R_{\sigma}^e = \frac{4 \cdot 0,69}{\cos 25^\circ} = 3,04 \text{кН}.$$

Знайдемо сумарний опір плуга:

$$\sum R_n = \sum R_{xy}^n + \sum R_{\sigma}^n + \sum R_{xy}^e + \sum R_{\sigma}^e, \quad (3.21)$$

$$\sum R_n = 18,4 + 5,96 + 9,49 + 3,04 = 36,89 \text{кН}.$$

Перевіримо наші розрахунки за допомогою раціональної формули сили тяги плуга:

$$P = 9,8 \cdot f \cdot M + k_1 \cdot a \cdot b \cdot n + \varepsilon \cdot a \cdot b \cdot n \cdot v^2, \quad (3.22)$$

де f – коефіцієнт пропорційності, який залежить від типу ґрунту і агрофону, визначають його експериментально. Для стерні $f = 0,5$;

M – маса плуга;

k_1 – коефіцієнт, що характеризує опір скиби деформації, він дорівнює 20-50 кН/м²;

a – глибина оранки, м;

b – ширина захвату одного корпуса плуга;

n – кількість корпусів;

ε – коефіцієнт, який враховує форму робочої поверхні корпуса і технологічні властивості ґрунту. Він дорівнює 2-3 кН·с²/м⁴;

v – швидкість руху агрегату.

Опір плуга без верхніх корпусів:

$$P = 9,8 \cdot 0,5 \cdot 1 + 30 \cdot 0,35 \cdot 0,42 \cdot 4 + 2 \cdot 0,35 \cdot 0,42 \cdot 4 \cdot 2^2 = 23,96 \text{кН}.$$

Опір плуга без нижніх корпусів:

$$P = 9,8 \cdot 0,5 \cdot 1 + 30 \cdot 0,18 \cdot 0,42 \cdot 4 + 2 \cdot 0,18 \cdot 0,42 \cdot 4 \cdot 2^2 = 14,7 \text{кН} .$$

Визначимо повний опір плуга:

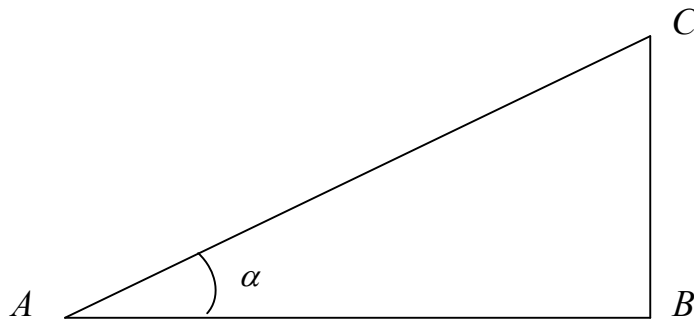
$$P_n = P_n + P_g , \quad (3.23)$$

$$P_n = 23,96 + 14,7 = 38,66 \text{кН} ,$$

Отже розрахунки проведено правильно, бо опір плуга розрахований двома способами приблизно однаковий.

3.2. Кінематичний розрахунок начіпного плуга

Кінематичний розрахунок стосується кінематики переведення начіпного плуга з робочого положення в транспортне. З цією метою розглянемо трикутник, який утворився при переведенні плуга у транспортне положення.



Цей трикутник має катет AB – довжина поздовжньої тяги начіпного механізму трактора і дорівнює 0,8 м. Катет BC – переміщення точки B в точку C вгору, він становить 0,55 м. Кут α – це кут повороту поздовжньої тяги начіпної системи.

З трикутника ABC визначимо кут α :

$$\text{tg} \alpha = \frac{BC}{AB} . \quad (3.24)$$

Звідси:

$$\alpha = \text{arctg} \frac{BC}{AB} , \quad (3.25)$$

$$\alpha = \text{arctg} \frac{0,55}{0,8} = 34,5^\circ .$$

Приймаємо кут $\alpha = 35^\circ$. Цей кут забезпечить переміщення носка корпусу на висоту 55см.

Транспортний зазор (кліренс) забезпечить безпечне транспортування плуга.

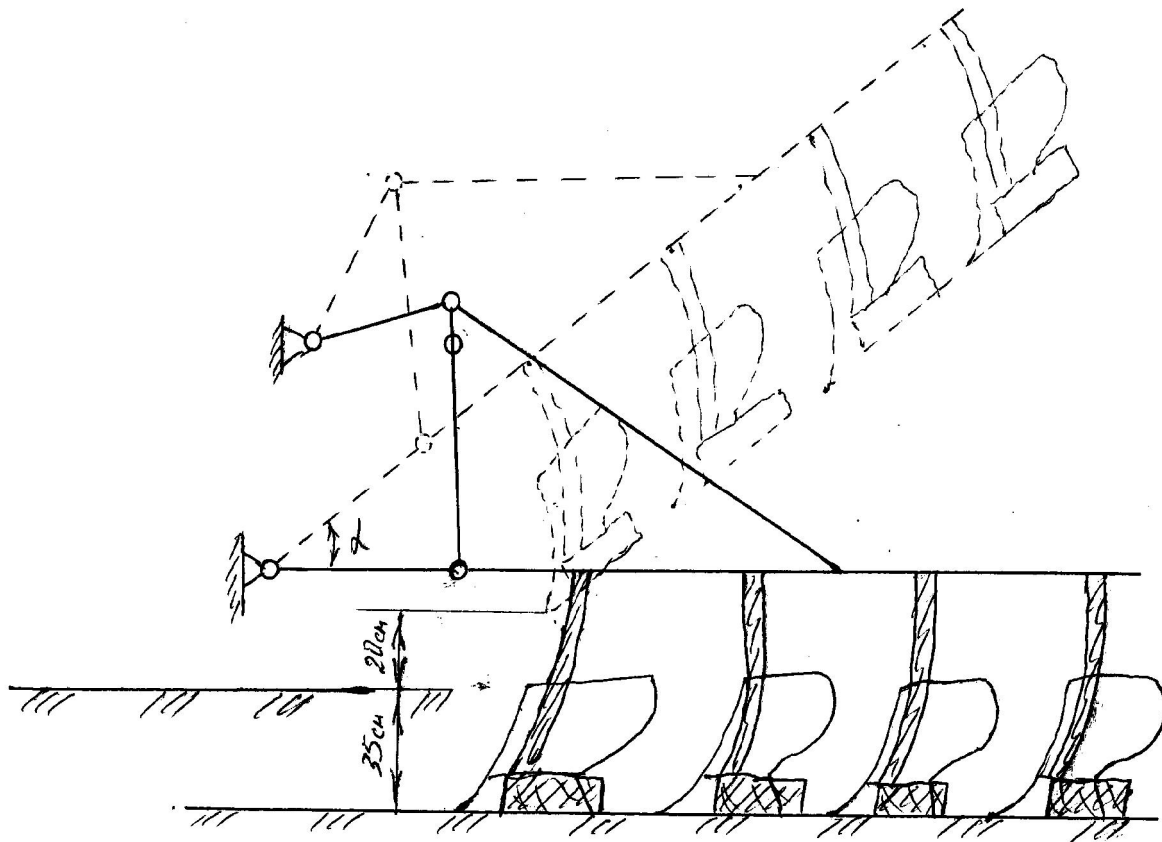


Рис. 3.2. Схема переведення плуга з робочого положення в транспортне

Схема переведення плуга з робочого у транспортне положення приведена на рисунку 3.2.

3.3. Розрахунок на міцність стояка корпусу плуга нижнього ярусу

Проводимо розрахунок для стояка корпусу плуга.

Основна сила, діюча в конструкції при роботі агрегату, це сила опору ґрунту, з якою діє ґрунт на корпус.

З попередніх розрахунків ця сила дорівнює 4,85 кН.

Визначаємо максимальні напруження, що діють на стояк.

Визначаємо реакцію опори проектуючи сили на вісь x (рис. 3.3):

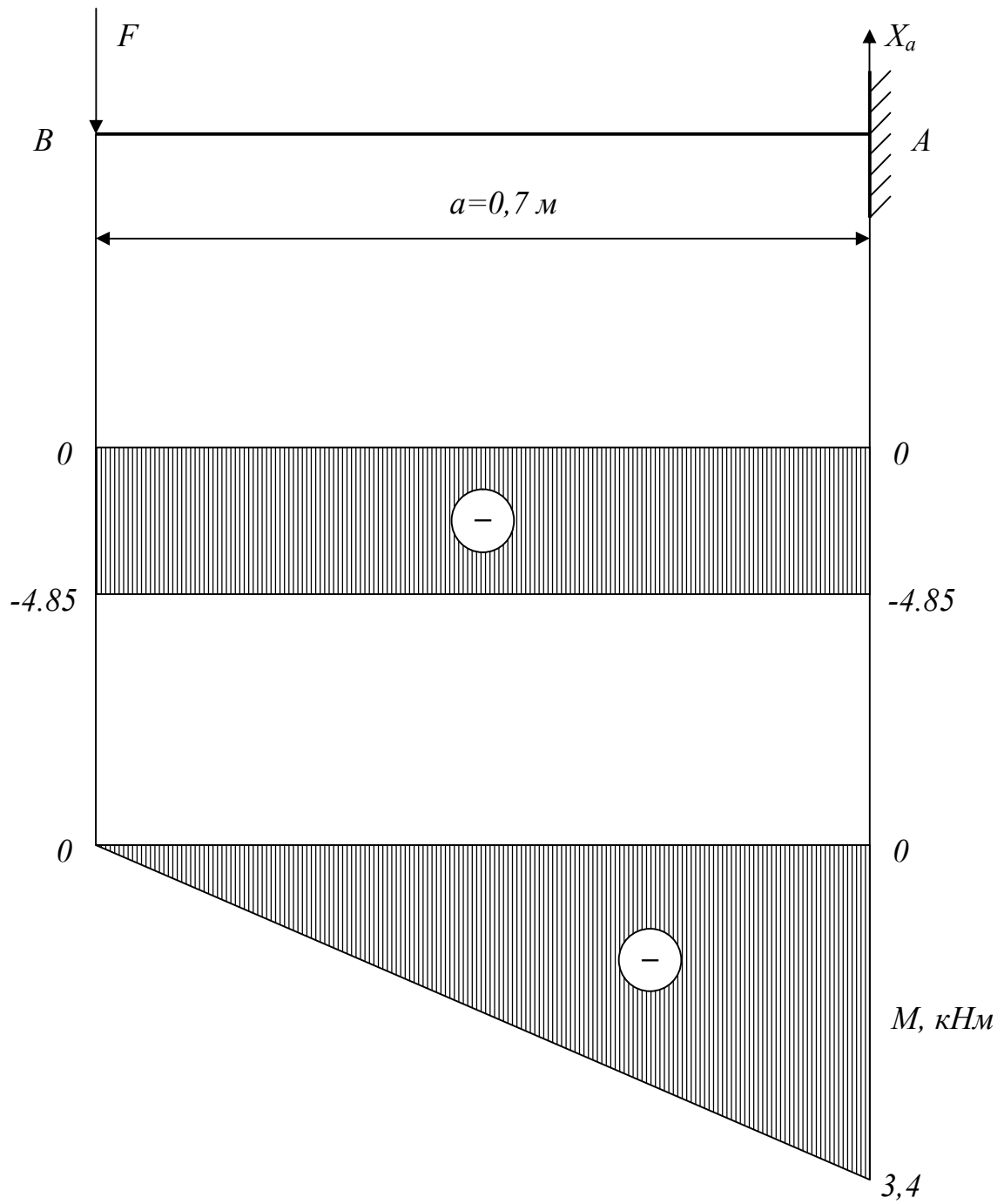


Рис. 3.3. Епюри сил і моментів, що діють на стояк корпусу.

$$\sum X = 0,$$

$$F - X_a = 0,$$

$$F = X_a,$$

$$X_a = 4,85 \text{ кН} .$$

Складаємо рівняння відносно точки A і визначаємо максимальний момент, оскільки найбільш напружена точка – точка A :

$$M_{\max} = F \cdot a \quad (3.26)$$

$$M_{\max} = 4,85 \cdot 0,7 = 3,4 \text{кН} \cdot \text{м}$$

Підбираємо переріз за нормальними напруженостями:

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_{0c}} \leq [\sigma] \quad (3.27)$$

де W_{0c} – осьовий момент перерізу;

$[\sigma]$ – допустимі напруження на згин (для сталі $[\sigma] = 18 \text{кн./см}^2$).

$$W_{0c} = \frac{M_{\max}}{[\sigma]}, \quad (3.28)$$

$$W_{0c} = \frac{3400}{1,8} = 1888,9 \text{см}^3.$$

$$W_{0c} = \frac{b \cdot h^2}{6},$$

$$\frac{b}{h} = 0,45$$

$$(0,45 \cdot h \cdot h^2) = 0,12 \cdot h^3,$$

$$0,12 \cdot h^3 = W_{0c},$$

$$h = \sqrt[3]{\frac{W_{0c}}{0,12}},$$

$$h = \sqrt[3]{\frac{1888,9}{0,12}} = 25 \text{см},$$

$$b = 0,45 \cdot 25 = 11 \text{см}$$

Мінімальний переріз з умови міцності становить 25 x 11 см, але враховуючи важкі умови роботи плугів приймаємо 26 x 10 см.

3.4. Енергетичний розрахунок начіпного плуга

Енергетичний розрахунок начіпного плуга проводимо в такій послідовності:

1. Приймаємо діапазон рекомендованих за якістю робіт значень робочих

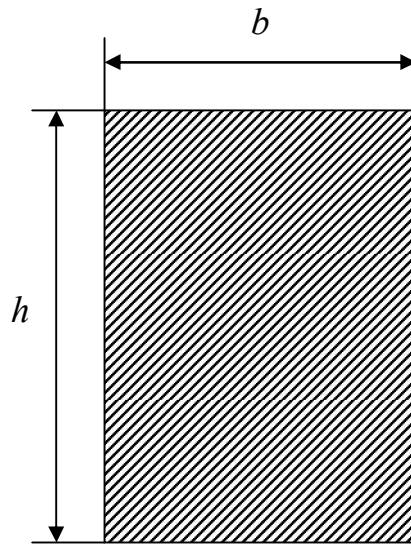


Рис. 3.4 Схема відношення розмірів стояка корпусу плуга

швидкостей руху агрегату при оранці 5-12 км/год.

2. Вибираємо робочі передачі трактора Т-150 швидкість руху на яких знаходиться в рекомендованих межах. Наш трактор працюватиме на 8-й та 9-й передачах.

3. Визначаємо робочу швидкість за формулою:

$$v_p = v_T \cdot \left(1 - \frac{\delta}{100}\right), \quad (3.29)$$

де v_T – теоретична швидкість руху, км/год;

δ – буксування, %.

$$v_p^{8-ma} = 10,6 \cdot \left(1 - \frac{3}{100}\right) = 10,3 \text{ км / год}$$

$$v_p^{9-ma} = 11,4 \cdot \left(1 - \frac{3}{100}\right) = 11 \text{ км / год}$$

4. Визначаємо максимальну ширину захвату агрегату:

$$B_{\max} = \frac{P_{\text{зак}}}{K_{0v}'' \cdot a + g_{nl} \cdot \lambda_{\delta} \cdot f_{mp}}, \quad (3.30)$$

де K_{0v}'' – питомий опір начіпного плуга, кН/м^2 ;

a – глибина оранки, м;

g_{nl} – питома сила ваги плуга, кН/м , для сучасних плугів приймаємо

$$g_{nl} = 4,5 - 5,0 \text{ кН/м};$$

λ_{δ} – коефіцієнт який враховує довантаження трактора силами тяжіння і опору плуга, його значення приймають 0,5-1,0;

f_{mp} – коефіцієнт опору кочення трактора, його значення приймаємо 0,1.

$$K_{0v}'' = 0,8K_{0v}, \quad (3.31)$$

де K_{0v} – питомий опір плуга з урахуванням швидкості руху агрегату, кН/м^2 .

$$K_{0v} = K_0 [1 + 0,006(v_p^2 + v_0^2)], \text{ кН/м}^2$$

де K_0 – питомий опір плуга при швидкості руху v_0 . Дорівнює 5 кН/год ;

v_p – робоча швидкість руху агрегату, км/год .

$$K_{0M}^{8-ma} = 35 [1 + 0,006(10,3^2 + 5^2)] = 52 \text{ кН / м}^2,$$

$$K_{0M}^{9-ma} = 35 [1 + 0,006(11^2 + 5^2)] = 55,2 \text{ кН / м}^2,$$

$$K_{0v}''^{8-ma} = 0,8 \cdot 52 = 41,6 \text{ кН / м}^2,$$

$$K_{0v}''^{9-ma} = 0,8 \cdot 55,2 = 44,2 \text{ кН / м}^2.$$

Тоді

$$B_{\max}^{8-ma} = \frac{29,1}{41,6 \cdot 0,35 + 5 \cdot 1 \cdot 0,1} = 2,6 \text{ м},$$

$$B_{\max}^{9-ma} = \frac{25,6}{44,2 \cdot 0,35 + 5 \cdot 1 \cdot 0,1} = 1,8 \text{ м}$$

5. Визначаємо кількість корпусів плуга за формулою:

$$n_k = \frac{B_{\max}}{b}, \quad (3.32)$$

де b – ширина захвату корпусу, м

$$n_k^{8-ма} = \frac{2,6}{0,42} = 6,2$$

Приймаємо 6 корпусів.

$$n_k^{9-ма} = \frac{1,8}{0,42} = 4,3$$

Приймаємо 4 корпуси.

6. Визначаємо опір одного агрегату:

$$R_a = K_{0v}'' \cdot a \cdot b + G_{nl} \cdot \lambda_{\phi} \cdot f_{mp}, \quad (3.33)$$

де G_{nl} – сила тяжіння плуга, кН;

b – ширина захвату агрегату, м.

$$R_a^{8-ма} = 52 \cdot 0,35 \cdot 1,68 + 10 \cdot 1 \cdot 0,1 = 20,9 \text{ кН},$$

$$R_a^{9-ма} = 55,2 \cdot 0,35 \cdot 1,68 + 10 \cdot 1 \cdot 0,1 = 22,2 \text{ кН}$$

7. Визначаємо коефіцієнт використання зусилля на гаку трактора:

$$\eta = \frac{R_a}{P_{\text{зак}}}, \quad (3.34)$$

$$\eta^{8-ма} = \frac{20,9}{29,1} = 0,72,$$

$$\eta^{9-ма} = \frac{22,2}{25,6} = 0,87.$$

Отже наш агрегат працюватиме на 9-й передачі з робочою швидкістю 11 км/год з чотирьохкорпусним плугом. Коефіцієнт використання зусилля на гаку трактора при цьому становитиме 0,81.

РОЗДІЛ 4 ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ПРИ РОЗРОБЦІ КОНСТРУКЦІЇ ПЛУГА

4.1. Аналіз систем автоматизованого проектування

4.1.1. Параметрична креслярсько-конструкторська система КОМПАС-5 для Windows

Створення САД/САМ-системи КОМПАС-5 АО “АСКОН” було обумовлено якісними змінами в сфері високих технологій, появою високопродуктивних персональних комп’ютерів, випуском операційних систем Windows NT і Windows 95 та масовим переходом підприємств на методи автоматизованого проектування.

КОМПАС-5 – це система нового покоління, що призначена для виконання проектно-конструкторських робіт в різноманітних галузях. Вона є легкою в освоєнні та зручною в роботі, й при цьому її вартість, є прийнятною для комплексного оснащення вітчизняних підприємств, у тому числі середніх і малих. Система розроблялася для персональних комп’ютерів із процесором 486 і вище, оснащених операційною системою MS Windows.

При створенні КОМПАС-5 в повній мірі було використано багатий досвід в області конструкторської графіки, інструментальних засобів розробки додатків, прикладних проблемно-орієнтованих САПР, а також враховано новітні тенденції розвитку цього сектора програмного забезпечення (користувацький інтерфейс, взаємодію різних додатків Windows, прийоми роботи тощо). При створенні якісно нової версії розробниками враховувались побажання численних користувачів попередніх версій Компасу, спрямовані на підвищення зручності роботи з системою та розширення її можливостей.

КОМПАС-5 призначений для розв’язання масових задач “легкого” класу, таких як двовимірне проектування та конструювання, швидке підготування та випуск найрізноманітнішої креслярсько-конструкторської документації, створення технічних текстово-графічних документів.

КОМПАС-5 базується на високоефективній конструкторській графіці з доскональними технологіями проектування та інструментальними засобами, які

відповідають самим сучасним вимогам. Він однаково придатний для машинобудування, приладобудування, будівництва та архітектури. В системі реалізовані новітні технології моделювання, конструювання та випуску креслярсько-конструкторської документації, що дозволяють різко скоротити терміни розробки нової продукції, підвищити її якість та конкурентоздатність .

КОМПАС-5 створювався як повноцінний Windows-додаток, тому в ньому присутні всі ознаки, знайомі завдяки іншим програмам.

Система дозволяє одночасно завантажувати для роботи декілька документів і відчиняти кожний із них у декількох вікнах. Кількість одночасно відкритих документів обмежується тільки ресурсами комп'ютера. Доступ до команд системи здійснюється як через традиційні випадаючі меню, так і через кнопкові інструментальні панелі. Склад цих панелей користувач може змінювати за власним бажанням безпосередньо під час сеансу роботи. В системі передбачена спеціальна панель швидкого керування, на якій можна розташувати кнопки команд, які часто викликаються. Користувач має змогу створювати власні кнопкові панелі та підключення зовнішньої бібліотечної функції (тобто функції зовнішнього додатку до КОМПАС-5) у вигляді командної кнопки.

КОМПАС-5 оснащений розвиненою структурованою системою Допомоги, що дозволяє одержати детальну підказку в будь-якому режимі роботи й за будь-якою дією. Крім того, використовується технологія ярличків-підказок, коли при зупинці курсора над якоюсь кнопкою чи керуючим елементом з'являється коротка інформація про цей елемент. Ці засоби дозволяють прискорити освоєння пакету новачками й полегшити роботу з ним досвідченим користувачам.

Для КОМПАС-5 є характерними деякі особливості інтерфейсу.

1. По-перше, це широкий вибір інструментів панорамування зображення документу, в тому числі додаткові збільшувальні вікна.

2. По-друге, користувач має можливість переходити до попередніх масштабів відображення, а потім швидко повертатися до поточного масштабу (тобто використовувати історію відображення документу в різних масштабах).

3. По-третє, важливою особливістю є відображення спеціального рядка параметрів, який з'являється на екрані після звертання до команд побудови чи редагування та дозволяє гнучко управляти будь-якими параметрами об'єкту (наприклад, довжиною й кутом нахилу відрізка, радіусом дуги, порядком сплайну тощо).

При розробці КОМПАС-5 були враховані вимоги, які користувачі висувають до професійного програмного забезпечення САПР у плані надійності та цілісності результатів роботи. В системі реалізовано декілька різноманітних режимів резервного копіювання завантажених для роботи документів - автоматичне зберігання через заданий інтервал часу, зберігання вихідної копії, а також попередньої та "дзеркальної" копій документа (наприклад, на сервері). Передбачено керування правами доступу до відкритих документів і службових файлів (таким як бібліотеки стилів або атрибутів), що дозволяє уникнути колізій при одночасній роботі декількох користувачів у локальній мережі. Система також надає можливість включити вмонтовану систему контролю за відкритими файлами, яка протягом сеансу роботи буде повідомляти про будь-які їхні зміни, наприклад, виконані користувачем віддаленого комп'ютера.

Для ефективного використання КОМПАС-5 рекомендується наступне апаратне забезпечення:

- комп'ютер із процесором не нижче DX4-100 і 16 Мб оперативної пам'яті;
- графічний адаптер SVGA не менше чим із 1 Мб відеопам'яті;
- біля 40 Мб на жорсткому диску для встановлення;
- операційні системи Windows 95 або Windows NT 4.0;
- привід CD-ROM для встановлення дистрибутиву системи.

Для високопродуктивної роботи рекомендується наступна конфігурація: Pentium 100 і вище, 32 Mb RAM, монітор 17" і більше, Windows 95/98 або Windows NT 4.0

4.1.2. Система твердотільного параметричного моделювання середнього класу Solid Edge

Solid Edge - система твердотільного параметричного моделювання середнього класу, створена компанією Unigraphics Solutions Inc. Система була розроблена з метою швидшої та дешевшої розробки виробів з одночасним підвищенням якості, об'єктивної оцінки часу виходу виробу на ринок і витрати на його розробку. Solid Edge надає більш широкі можливості в порівнянні з традиційними системами CAD подібного класу. Володіючи "інтелектуальністю", Solid Edge пропонує засоби для автоматичного розпізнання та втілення задуму конструктора, які випереджають його кроки в процесі побудови моделі. Ці "інтелектуальні" засоби конструювання дозволяють кардинально скоротити число кроків і операцій, а в кінцевому рахунку і час розробки виробу в цілому .

Solid Edge надає користувачу високоефективні можливості для тривимірного моделювання та конструювання складальних вузлів. Крім того, Solid Edge може працювати на персональних комп'ютерах середнього класу, що дозволяє заощаджувати кошти на устаткуванні. Нарешті, оскільки Solid Edge простий в освоєнні і використанні і, крім того, має вмонтовані засоби для навчання, користувач може одержати значну економію за рахунок самонавчання. Створений спеціально для Windows, Solid Edge може бути швидше інтегрований в існуюче середовище автоматизованої розробки виробів машинобудування, що виключає зайві витрати, що неминучі за підтримкою і супроводом різноманітних апаратних платформ і операційних систем, на яких працюють офісні та конструкторські додатки. Solid Edge надає новітні засоби для здійснення зв'язку технічних і ділових додатків, що дозволяє уникнути проблем і додаткових витрат при спільному використанні різноманітних програмних систем. Система надає можливість уникнути перекодування даних із різноманітних систем CAD, що гарантує достовірність і цілісність

інформації, більш того перекодування ніколи не покращує геометричну модель, не говорячи вже про те, що для цього потрібно спеціальне програмне забезпечення.

Автоматичний вибір елементів здійснюється в засобі QuickPick, який використовується в Solid Edge. Це істотно спрощує процес вибору геометричних елементів, необхідних для операцій побудови моделі. Ребра, поверхні, інші елементи геометричної моделі автоматично підсвічуються, коли користувач переміщує курсор миші по екрані. Навіть якщо користувач працює в тривимірному просторі, він одержує прямий доступ до всіх елементів моделі, і йому не доводиться гаяти час на виконання операцій прив'язки й команд підтвердження / відмови, які обов'язкові для традиційних систем САД .

Засіб "Інтелектуальний" ескіз дозволяє в процесі створення профілю при переміщенні курсору миші автоматично підсвічувати ключові геометричні точки (кінець чи середина відрізка, точка торкання чи сполучення). IntelliSketch також визначає й графічно позначає зв'язки між елементами, такі, як умови горизонтальності, вертикальності.

Точна геометрія "від руки". Наданий Solid Edge новітній засіб FreeSketch (точна геометрія "від руки") дозволяє перетворити ескіз, зроблений від руки шляхом вільного переміщення курсору миші, у точні геометричні елементи. Наприклад, якщо користувач робить мишею кругові рухи, FreeSketch автоматично розпізнає "переміщення по дузі" і створює точну геометричну дугу. Щоб допомогти конструктору запам'ятати багатокроковий процес побудови моделі, Solid Edge використовує піктографічний зворотній зв'язок, що структурно відбиває виконану послідовність операцій. Завдяки засобові SmartStep будується послідовність піктограм, кожна з яких відбиває конкретний крок у процесі створення моделі. Обравши потрібну піктограму, користувач миттєво одержує доступ до відповідного кроку й може легко внести необхідні зміни.

Орієнтація Solid Edge на середовище Windows дозволяє мінімізувати кількість операцій, необхідних для введення даних. Це не тільки прискорює,

але і спрощує моделювання. Якщо ж врахувати, що система призначена спеціально для користувачів, зайнятих у сфері машинобудування, то, на думку аналітиків, робота з системою стає більш природньою і відповідає звичному ходу думок конструктора-проектувальника

Solid Edge реалізує новий стандарт ефективності конструювання виробів машинобудування за допомогою найбільше потужних і в той же час простих у використанні засобів параметричного твердотілого моделювання. Розроблений із використанням передової технології тривимірного моделювання, Solid Edge забезпечує дійсний прорив в області інтерактивного конструювання виробів машинобудування й дозволяє значно скоротити час розробки виробу, одночасно поліпшуючи його споживчі якості. Solid Edge простий в освоєнні і використанні, завдяки чому більше часу приділяється конструюванню і менше - керуванню системою. Solid Edge розроблений спеціально для Microsoft Windows і пропонує ефективне об'єктно-орієнтоване параметричне моделювання в середовищі Windows, усуває надмірність команд і громіздкість процедури створення моделі, характерні для багатьох існуючих CAD- систем.

На відміну від універсальних систем геометричного моделювання Solid Edge розроблений спеціально для конструювання виробів машинобудування й дозволяє створювати моделі деталей на основі технології використання "природних" підкоманд типу додавання або видалення матеріалу в послідовності, властивій складу мислення конструкторів і інженерів. Робоче середовище Solid Edge забезпечує користувачу прямий доступ до широкого набору команд базових операцій, включаючи вибірку кишень, видавлювання, створення отворів, ребер жорсткості, тонкостінних тіл, закруглень або фасок, додавання ухилу. Для виконання більшості команд потрібно вибрати робочу площину, накреслити в ній за допомогою спеціальних високоефективних засобів профіль, що визначає результат операції, а потім зазначити напрямок і межі для видалення або додавання матеріалу.

Solid Edge, крім файлів формату Parasolid, може відчиняти і файли Unigraphics. Тобто, можна говорити про технологічний ланцюжок, де в якості системи верхнього рівня використовується Unigraphics, а середнього - Solid Edge. Можливості моделювання Solid Edge реалізовані на основі технології твердотільного моделювання Parasolid, що використовується усе зростаючим числом програмних систем для конструювання, інженерного аналізу, підготовки виробництва. Parasolid забезпечує швидкість і надійність виконання операцій, дозволяє підвищити продуктивність при створенні тривимірних моделей, а також пропонує єдиний механізм обміну геометричними даними для всіх додатків, створених на його основі.

Модуль Solid Edge Draft (Креслення). Solid Edge надає повний набір засобів для виготовлення креслень прямо на основі моделі деталі чи складального вузла (рис.4.7). Використовуючи ці засоби, користувач може створювати креслення, асоціативно пов'язані з тривимірною моделлю. Всі зміни, внесені в геометричну модель у процесі роботи над проектом автоматично відбиваються в кресленні. І навпаки, користувач може змінити форму тривимірної геометричної моделі, керуючи розмірами на її плоскому кресленні. Такий динамічний двосторонній зв'язок модель-креслення дозволяє скоротити час, який при використанні традиційних систем витрачається на внесення поправок у креслення у випадку змін у проекті. Тобто, користувач може бути упевнений, що креслення завжди відбивають поточний стан геометричної моделі деталі чи складального вузла.

Засоби Solid Edge для автоматизації оформлення креслення вирішують усі специфічні задачі, характерні для цього процесу, включаючи композицію та створення видів, нанесення розмірів, розміщення анотацій, а також відстежування актуальності версії проекту. Solid Edge пропонує автоматизовану стандартну процедуру, що спрощує процес оформлення креслярського листа.

Solid Edge включає засоби автоматизованого нанесення розмірів і пояснень, які дозволяють швидко додати елементи, необхідні для оформлення креслення. Користувач може імпортувати розміри прямо з моделі, а потім

задати додаткові розміри у відповідності зі стандартом, прийнятим на підприємстві.

Solid Edge дозволяє швидко й легко задавати розміри з указівкою допусків, позначення шорсткості й чистоти обробки поверхні. Для створення текстових анотацій користувач може використовувати вмонтований редактор або любий текстовий процесор, а потім розмістити набраний і відформатований текст на кресленні, використовуючи можливості Windows.

Solid Edge надзвичайно спрощує процес створення креслення складального вузла завдяки засобам для побудови виносних елементів і складних перерізів. Користувач може також автоматично створити специфікацію і розмістити покажчики компонент складального вузла.

Solid Edge дозволяє скоротити час, який іде на відстежування версії креслень моделі, що часто змінюється. Встановивши динамічний зв'язок між моделлю і кресленням, користувач завжди упевнений у тому, що зміни, внесені їм у геометричну модель, автоматично відіб'ються й у кресленні

Обираючи необхідний креслярський стандарт, Solid Edge автоматично розміщає розміри, анотації й інші креслярські позначення відповідно до цього стандарту. Solid Edge надає можливість використання основних міжнародних стандартів, включаючи ЄСКД.

Модуль Solid Edge Assembly (Складальне креслення). Система Solid Edge ідеально підходить для моделювання складальних вузлів, пропонуючи ефективні засоби для рішення цих задач. враховувати взаємозв'язки між деталями, відслідковувати структуру Ці спеціалізовані засоби дозволяють складального креслення й організувати взаємодію розроблювачів складального вузла.

Solid Edge пропонує робоче середовище, спеціально орієнтоване на конструювання складань, і надає розроблені засоби, що дозволяють створювати складальний вузол із використанням моделей деталей, створених в інших CAD-системах (наприклад, Unigraphics, AutoCAD, Компас). У процесі

конструювання складального вузла користувач може легко розміщати й орієнтувати компоненти, визначати взаємозв'язки між окремими деталями. Засоби для аналізу взаємного розташування деталей, надані системою, дозволяють швидко виявляти проблеми стикування деталей.

У Solid Edge Assembly крім класичного методу створення складань “нагору”, передбачений метод “зверху вниз”, що дозволяє проектувати складальні вузли і створювати нові деталі безпосередньо в середовищі складального креслення, використовуючи частини вже створених деталей і вузлів

Solid Edge пропонує ефективні засоби для керування даними, за допомогою яких забезпечується узгоджена колективна робота над проектом складального вузла. Файли деталей і складань крім даних про геометричне уявлення містять також і спеціальний блок інформації (стислий опис, стан проекту, номер версії тощо), утримання якого можна налаштовувати відповідно до вимог підприємства. Користувач може здійснювати пошук потрібної геометричної моделі, задаючи критерій пошуку, чи використовувати іншу інформацію для керування й координації роботи колективу над проектом. Для підвищення ефективності робіт Solid Edge надає засіб для автоматичної пересилки файлів моделі по електронній пошті між членами робочої групи.

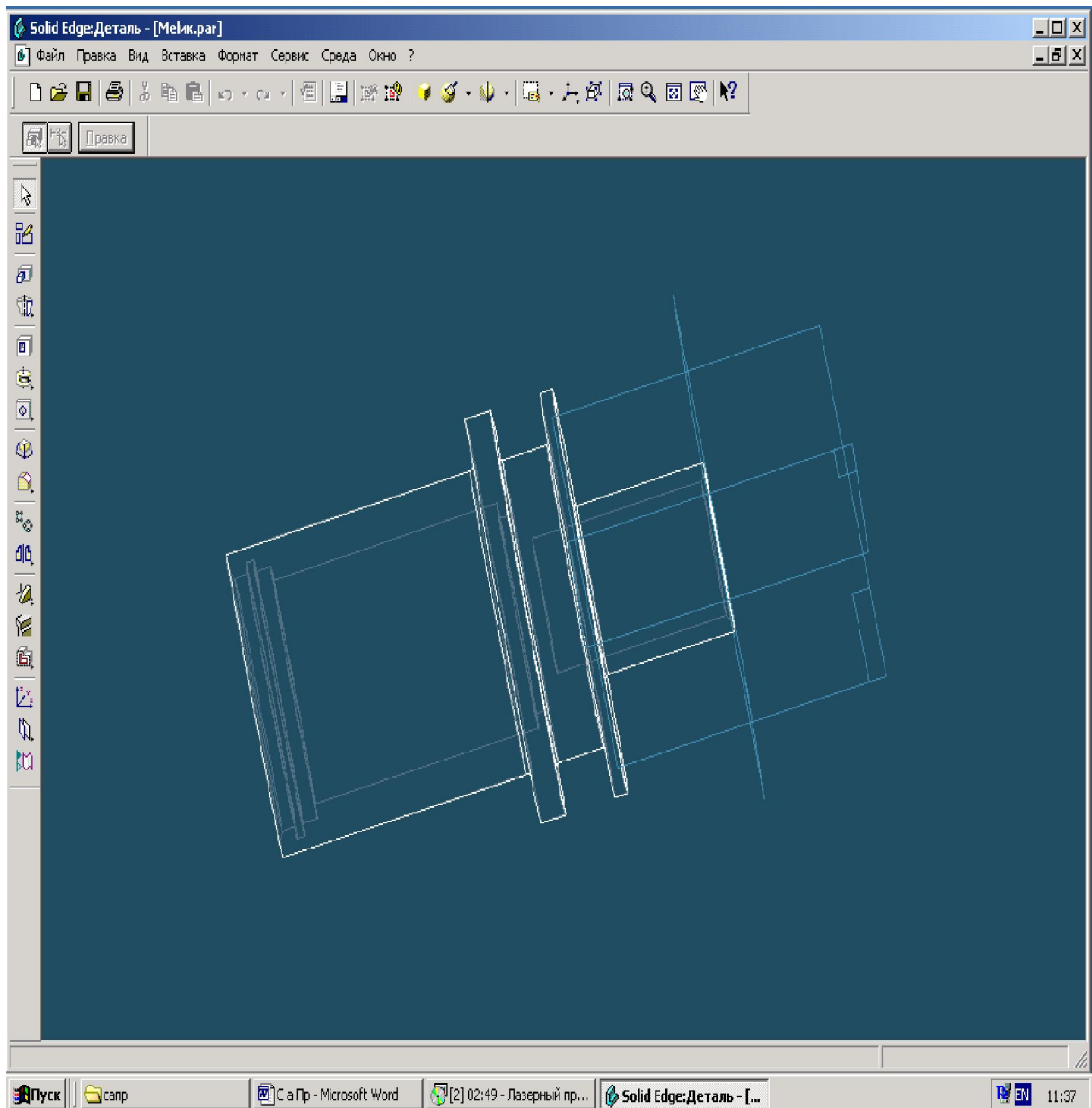
4.2. Застосування САПР «Solid Edge» при розробці конструкції плуга

Побудову корпусу починаємо з вибору базової площини та операції створення виступу методом проектування профіля. Методом витягування будуємо профіль 1. По аналогії будуємо та витягуємо профіль 2.

За допомогою операції виріз створюємо виріз 1 на певну довжину. Аналогічним методом створюємо виріз 2, виріз 3, виріз 4 і виріз 5.

За допомогою операції створення фасок на вибраних ребрах деталі створюємо фаску 1, фаску 2, фаску 3, фаску 4 та фаску 5.

За допомогою операції створення отвору в деталі створюємо отвір в корпусі діаметром 5 мм.



За допомогою операції створення виступу методом проектування профіля та вибравши базову площину створюємо виступ 1. Починаючи побудову з виступу 1 створюємо виступ 2 по методу аналогії. Створення виступу 3, виступу 4 та виступу 5 відбувається послідовно. За допомогою операції виріз створюємо вирізи 1, 2, 3, 4, 5, 6. За допомогою операції створення фасок на вибраних ребрах деталі створюємо фаски 1 і 2.

Опрацювавши програму Sjlid Edge і порівнявши її з іншими програмами для твердотілого проектування, я прийшов до висновків, що цей програмний продукт створений спеціально для вирішення конструкторських задач є найбільш ефективним для проектування складних вузлів, деталей та агрегатів.

РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1. Загальні вимоги безпеки до тракторів і сільськогосподарських машин

Державними стандартами ГОСТ 12.2.019-86 і санітарними правилами №4282-87 регламентовані вимоги до конструкції тракторів, самохідних та інших сільськогосподарських машин (обладнання машин приладами безпеки, сигналізації, спеціальними пристроями), гідроприводів і пневмоприводів, робочого місця оператора, органів керування та інших елементів конструкції, від яких залежать умови праці та безпека оператора.

Трактори і самохідні сільськогосподарські машини повинні бути зручними і безпечними при технічному обслуговуванні. Усі машини повинні мати безпечний доступ на робоче місце.

Машини, що застосовують у гірських умовах, обладнують захисними кабінами (захисними корпусами), креномірами-сигналізаторами.

Усі параметри мікроклімату повинні відповідати санітарним нормам.

Стандартами нормуються зусилля, що прикладаються до органів керування машинами. Наприклад, при дії ногами вони коливаються в діапазоні 60-200 Н, при дії руками – 30-200 Н.

Усі сільськогосподарські машини не повинні забруднювати навколишнього середовища (повітря, ґрунт, водойми) шкідливими викидами, бути джерелом пожеж і вибухів, а матеріали, які застосовують при експлуатації і технічному обслуговуванні, мають бути безпечними і не шкідливими для людей.

Спеціальними правилами безпеки передбачені вимоги до сидінь, електрообладнання, начіпних і причіпних пристроїв, робочих органів тощо.

До роботи допускаються лише технічно справні машини і знаряддя, що повністю відповідають вимогам безпеки. Нові, відремонтовані, а також машини, що тривалий час не працювали, допускаються до роботи лише після їх обкатки і ретельної перевірки роботи всіх органів.

5.2. Оцінка безпеки сільськогосподарської техніки

Для оцінки безпеки сільськогосподарської техніки застосовують різні способи і засоби. Найбільш поширеними є безпосередній огляд, випробування і вимірювання параметрів. В окремих випадках, при експлуатації складного обладнання для оцінки рівня безпеки (небезпеки) складних сільськогосподарських машин, виробничих процесів, виробництв чи технологій з метою запобігання травмонебезпечних, аварійних та катастрофічних ситуацій застосовують складний але ефективний метод – аналітичний. Усі наведені методи є складовими універсального методу – методу експертної оцінки безпеки робочих місць, окремих машин, технологічних операцій (процесів) тощо.

5.3. Безпека при комплектуванні та використанні машинно-тракторних агрегатів

Комплектує машинно-тракторний агрегат тракторист-машиніст, при потребі, за допомогою допоміжних робітників під обов'язковим контролем бригадира, механіка або агронома. Довільна заміна машин у складеному агрегаті без дозволу цих осіб не допускається. За технічний стан, комплектування і безпечне використання машин, що знаходяться у приватній власності, несе повну відповідальність власник. До експлуатації допускаються абсолютно справні, відрегульовані і перевірені машини, що пройшли відповідну обкатку, у тому числі і нові машини.

Причіпні і начіпні машини заздалегідь перевіряють і агрегують лише з тими тракторами, що зазначені у заводській інструкції машини.

До роботи на агрегатах допускаються фізично здорові, навчені за спеціальною програмою (наявність посвідчення про кваліфікацію) і проінструктовані (за ГОСТ 12.0.004-90) механізатори. Залежно від виду роботи механізатори повинні бути забезпечені відповідними засобами захисту і спецодягом.

Перед виконанням польових робіт поле спочатку обов'язково оглядає агроном (власник). Після цього (при потребі) його підготовлюють: видаляють

велике каміння, засипають рови, яри, ями та інші перешкоди, а ті, що неможливо усунути, позначають віхами, табличками з попереджувальними написами. Після цього поле засмічують відповідно до операційної карти. Якщо працюватиме група агрегатів, то обов'язково вибирають, обладнують і позначають місце відпочинку.

На місце роботи агрегатів не допускають сторонніх осіб, які не мають відношення до технологічного процесу.

Механізовані процеси роботи і рух агрегатів мають відповідати розробленим і затвердженим агрономом або керівником господарства технологіям та маршрутам руху агрегатів.

На ділянках полів і доріг, над якими проходять повітряні лінії електропередач, робота і проїзд машини дозволяються у тому випадку, якщо відстань від найвищої точки машини або вантажу на транспортних засобах до нижнього проводу лінії електропередач не менша за такі величини як наведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1

Показники небезпечних зон

Напруга лінії електропередач, кВ	До 1	1-20	35-110	154	220	330-500
Відстань по горизонталі, м	1,5	2	4	5	6	9
Відстань по вертикалі, м	1	2	3	5	4	5-6

Особливу увагу необхідно приділяти агрегатам, що працюють на схилах. До керування такими агрегатами допускають механізаторів не нижче II класу, зі стажем роботи за спеціальністю не менше трьох років, що пройшли спеціальне навчання та інструктаж з безпеки праці.

В умовах гористої місцевості (на схилах), як правило, застосовують спеціальні машинно-тракторні агрегати і окремі машини (круто схильної модифікації). До роботи на схилах крутістю не більше як 8-9° допускаються трактори і комбайни загального призначення.

Працювати на схилах колісним тракторам на вузькій колії заборонено.

При агрегуванні плугів із тракторами загального призначення застосовують автоматичні зчіпні пристрої. Під час автоматичного зачеплення машини на трактор не допускається перебування працюючих у небезпечній зоні, щоб запобігти виникненню небезпечних ситуацій в процесі агрегування. Значна кількість автоматичних причіпних і начіпних пристроїв, розроблених різними авторами і організаціями, промисловість серійно не випускає, тому, крім автоматичного начіпного пристрою АС-1, вони у господарствах не застосовуються. Більшість з них мають суттєві конструктивні недоліки: низька міцність, ненадійність, незручність у користуванні.

Одним з недоліків сільськогосподарських машин є те, що їх робочі органи не обладнані пристроями для самоочищення. Це призводить до травмування механізаторів (допоміжних працівників), які намагаються очищати робочі органи на ходу машини або при працюючому двигуні (що заборонено). Відповідно до існуючих правил таку роботу необхідно виконувати спеціальними пристроями (чистиками) при зупиненому агрегаті, а деяких машин – і при зупиненому двигуні.

Виконувати роботи під плугом, піднятим за допомогою гідromеханізмів (гідросистем), забороняється. Тому роботу можна виконувати при заглушеному двигуні і надійно зафіксованому у піднятому положенні плуга спеціальними підставками або пристроями.

5.4. Аналіз виробничих небезпек при використанні навісного плуга

Результати аналізу виробничих небезпек, що виникають при експлуатації навісного ярусного плуга приведені в таблиці 5.1 та на листі 8 графічної частини дипломного проекту.

РОЗДІЛ 6. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ПЛУГА

6.1. Розрахунок оптової ціни плуга

Визначаємо галузеву собівартість плуга за формулою :

$$C_o = G(\lambda \cdot H \cdot K_m + M) + d_y; \quad (6.1)$$

де: G - чиста маса плуга, $G=2500$ кг;

λ - коефіцієнт конструктивної складності нової машини у порівнянні з базовою, $\lambda = 1$;

H - витрати на виробництво без вартості матеріалів, супроводжуваних напівфабрикатів, виробів, що приходяться на 1 кг чистої маси, $H=0,2$;

K_m – коефіцієнт зміни в залежності від об'єму виробництва, $K_m = 0,6$ при річному випуску машин 3 тис. шт.

d_y - вартість супроводжуваних вузлів і деталей в оптових цінах з домінуванням затрат на транспортно - заготівельні витрати, $d_y=732,7$ грн;

M – вартість 1 кг чистої маси матеріалів, які входять в машину, $M=2,12$ грн.

$$C_o = 2500(1 \cdot 0,2 \cdot 0,6 + 2,12) + 732,7 = 6328 \text{ грн.}$$

Визначаємо нижній рівень (ліміт) оптової ціни по формулі :

$$Ц_m = C_o + П_n. \quad (6.2)$$

В свою чергу: $П_n = P_c \cdot C_o / 100$;

де P_c – диференційований галузевий норматив рентабельності по відношенню до собівартості, $P_c = 9,5\%$;

$$П_n = 9,5 \cdot 6328 / 100 = 601 \text{ грн.}$$

Тоді :

$$Ц_m = 6328 + 601 = 6929 \text{ грн.}$$

Визначаємо верхній ліміт оптової ціни машини:

$$C_n = K_{об} + 4 (C_{б} \cdot \delta - C_n) W_{рн} \cdot T_n / [1 + (A + B_2 \cdot R) \cdot T_n] \cdot 1,1 ; \quad (6.3)$$

де $K_{об}$ - капітальні витрати сільського господарства на придбання базових машин, виконуючих ті ж роботи і в тому ж обсязі, що і нові.

$$K_{об} = (1,1 C_{б} \cdot d_3 + 1,1 C_{мфб} \cdot T_{мб} / T_{тр.б}) \delta - 1,1 C_{тр.н} \cdot T_{м.н} / T_m ; \quad (6.4)$$

де: $C_{б}$ - оптова ціна базової машини; $C_{б} = 7250$ грн;

$C_{тр.б}$, $C_{тр.н}$ - оптова ціна тракторів, агрегатованих відповідно з базовою і новою машиною:

$$C_{тр.б} = C_{тр.н} = 75000 \text{ грн.}$$

T_m , $T_{тр}$ - річне завантаження відповідних машин.

$$T_{м.б} = T_{м.н} = 98 \text{ год.}$$

$$T_{тр.б} = T_{тр.н} = 1350 \text{ год.};$$

де d_3 - коефіцієнт замінності і на зміну річного виробітку нової машини у порівнянні з базовою,

$$d_3 = W_{рн} / W_{рб}; \quad (6.5)$$

де: $W_{р.н}$ і $W_{р.б}$ - середньорічний виробіток нового і старого агрегатів:

$$W_{р.н} = 320 \text{ га}; \quad W_{р.б} = 250 \text{ га}; \quad d_3 = 1,28;$$

B_2 - коефіцієнт співвідношення річного завантаження нової машини до нормативної, при якому встановлений розмір відрахувань на ремонт, $B_2 = 1$;

$C_{б}$ - прямі витрати експлуатації базової моделі; $C_{б} = 5,76$ грн;

C_n - теж саме для проектованої машини але без витрат на амортизацію і поточний ремонт, $C_n = 1,37$ грн;

δ - коефіцієнт гарантованого зниження витрат у споживача, $\delta = 0,73$.

Тоді:

$$K_{об} = (1,1 \times 7250 \times 1,28 + 1,1 \times 7500 \times 98 / 1350) \cdot 0,73 - 1,1 \times 7500 \times 98 / 1350 = 609 \text{ грн.}$$

Отже, верхній ліміт оптової ціни складає:

$$C_n = 6096 + (5,76 \times 2,19 - 1,37) \cdot 320 \times 4 / [1 + (0,142 + 1 \times 0,07) \cdot 4] \cdot 1,1 = 9897 \text{ грн.}$$

Знаходимо оптову ціну машини:

$$C_o = C_o + P_n + P_d \quad (6.6)$$

де P_d – додатковий прибуток в грн;

$$P_d = \chi_c \cdot P_n$$

де χ_c – коефіцієнт стимулювання за ефективність нової машини :

$$\chi_c = C_n - C_n / C_n = 9897 - 6929 / 6929 = 0,4$$

Тоді:

$$P_d = 601 \cdot 0,4 = 240 \text{ грн.}$$

Оптова ціна машини буде становити :

$$C_o = 6328 + 601 + 240 = 7169 \text{ грн.}$$

6.2. Розрахунок економічних показників оранки удосконаленням та базовим агрегатами

Визначаємо затрати праці на 1 годину оранки по формулі :

$$Z_{za} = P / W_{zm}; \quad (6.7)$$

де P – кількість обслуговуючого персоналу ;

W_{zm} – продуктивність агрегату на 1 годину змінного часу, га/год.

Для базового агрегату :

$$Z_{za} = 1/3,2 = 0,312 \text{ люд.год /га.}$$

Для удосконаленого агрегату:

$$Z_{za} = 1/3,8 = 0,263 \text{ люд.год. /га.}$$

Таблиця 6.1.

Вихідні дані для розрахунку технологічних показників

Найменування показників	Базовий агрегат		Удосконалений агрегат	
	Тр-р Т-150	Плуг ПНЯ4-40	Тр-р Т-150	Удосконалений плуг

Кількість машин в агрегаті	1	1	1	1
Вартість машини, грн.	75000	6930	75000	7169
Торгова націнка , 12.8%	9600	887	9600	917
Відсоток відрахувань на реновацію, %	11,1	14,2	11,1	14,2
Сезонне нормативне річне завантаження, год.	1350	110	1350	110
Продуктивність агрегату, га	3,2	-	-	3,8
Зарплата тракториста (по 5 розряду), грн..				
Витрата палива , кг./га.	8,45	-	7,34	-
Вартість палива , грн./кг.	0,55	-	0,55	-

Затрати праці на усунення технічних відмов і технічне обслуговування :
 $Z_{mo} = 0,005$ люд.год./га.

Загальні затрати праці на експлуатацію агрегату становлять:

$$Z_n = Z_{za} + Z_{mo}, \quad (6.8)$$

- для базового агрегату : $Z_n = 0,317$ люд.год./га;

- для удосконаленого агрегату : $Z_n = 0,268$ люд.год./га.

Загальні річні затрати праці Z_{np} на експлуатацію машин:

$$Z_{np} = Z_n \cdot B_z; \quad (6.9)$$

де B_z – загальний річний виробіток нової машини, га/рік;

$$B_z = W_{екс.н} T_z \quad (6.10)$$

$W_{екс.н}$ – продуктивність удосконаленої машини за час експлуатації, га/год;

T_z – загальне річне завантаження, год/рік.

$$B_z = 3,8 \times 9,8 = 372,4 \text{ га/рік.}$$

для базового агрегату :

$$Z_{np.б} = 0,314 \times 0,372 = 118 \text{ люд.год./га;}$$

- для удосконаленого агрегату :

$$Z_{np.y} = 0,268 \times 372,4 = 99,8 \text{ люд.год./га.}$$

Прямі експлуатаційні витрати визначаємо по формулі :

$$Ц = З + А + R_k + P_m + Г + П, \text{ (грн/га)} ; \quad (6.11)$$

де: $З$ – заробітна плата обслуговуючого персоналу;

A - затрати на реновацію ;

R_k – затрати на капітальний ремонт і ТО ;

$Г$ - витрати на ПММ;

$П$ - інші прямі витрати.

Заробітна плата обслуговуючого персоналу :

$$З = I / W_{zm} \times \sum \eta_j \cdot z_j, \quad (6.12)$$

де z_j – тарифні ставки оплати праці обслуговуючого персоналу:

- для базового агрегату:

$$z_{\delta} = 1 / 3,2 \times 3 \times 3,46 / 7 \times 1,2 = 0,53 \text{ грн/га.}$$

- для удосконаленого агрегату :

$$z_{\gamma} = 1 / 38 \times 3 \times 3,46 / 7 \times 1,2 = 0,45 \text{ грн./га}$$

Затрати на реновацію машин :

$$A = \sum B_j \cdot Q_j / W_{екб} \cdot T_{zj}, \text{ (грн/га)}; \quad (6.13)$$

де B_j – балансова вартість машин , які входять до агрегату;

Q_j - коефіцієнт відрахувань на реновацію;

T_z – річне зональне завантаження машин;

$W_{екб}$. – продуктивність машини за годину експлуатаційного часу, га/год.,

– для базового агрегату :

$$A_{\delta} = 7500 \times 0,111 / 3,2 \times 1350 + 6930 \times 0,142 / 3,2 \times 110 = 4,7 \text{ грн/га;}$$

– для удосконаленого агрегату :

$$A_y = 75000 \cdot 0,111 / 3,8 \cdot 1350 + 7169 \cdot 0,142 / 3,8 \cdot 110 = 4,05 \text{ грн./га.};$$

Затрати на поточний ремонт :

$$R = B \cdot \eta_n / W_{\text{ек.}} \cdot T_n ; \quad (6.14)$$

де η_n – коефіцієнт відрахувань на поточний ремонт , $\eta_n = 0,47$.

- для базового агрегату :

$$R_{\text{б}} = 75000 \cdot 0,47 / 3,2 \cdot 1350 = 8,15 \text{ грн/га.};$$

- для удосконаленого агрегату :

$$R_y = 75000 \cdot 0,47 / 3,8 \cdot 1350 = 6,8 \text{ грн/га.}$$

Витрати на ПММ:

$$G = g_n \cdot C_n ; \quad (6.15)$$

де: g_n - витрата палива, кг/га ;

C_n – комплексна ціна палива, грн/кг.

Для базового агрегату :

$$G_{\text{б}} = 8,45 \cdot 0,55 = 4,65 \text{ грн/га.}$$

Для удосконаленого агрегату :

$$G_y = 7,34 \cdot 0,55 = 4,04 \text{ грн/га.}$$

Таким чином, прямі експлуатаційні витрати становлять :

- для базового агрегату:

$$C_{\text{б}} = 0,53 + 4,7 + 8,15 + 4,65 = 18,03 \text{ грн/га.};$$

- для удосконаленого агрегату:

$$C_y = 0,45 + 4,05 + 6,8 + 4,04 = 15,34 \text{ грн/ га.}$$

Прямі експлуатаційні витрати на річний об'єм праці визначають по формулі :

$$C_n = C \cdot B_3. \quad (6.16)$$

- для базової машини :

$$C_{n.б.} = 18,03 \cdot 372,4 = 6714 \text{ грн/рік};$$

для удосконаленої машини :

$$C_{n.у.} = 15,34 \cdot 372,4 = 5712 \text{ грн/рік}.$$

Питомі капітальні вкладення в грн на машини визначаємо так :

$$K_{num} = \Sigma \cdot B_i / T_{zi} \cdot W_{ек}. \quad (6.17)$$

Для базового агрегату :

$$K_{num.б.} = 75000 / 1350 \times 3,2 + 6930 / 110 \times 3,2 = 37 \text{ грн/га.};$$

- для удосконаленого агрегату :

$$- K_{num.у.} = 75000 / 1350 \times 3,8 + 7169 / 110 \times 3,8 = 31,8 \text{ грн/га}.$$

Капіталовкладення у гривнях на річний об'єм робіт:

$$K_n = K_{num} \cdot B_3; \quad (6.18)$$

- для базового агрегату:

$$K_{nб.} = 37 \times 372,4 = 13779 \text{ грн/рік}.$$

- для удосконаленого агрегату:

$$K_{ny} = 31,7 \times 372,4 = 11805 \text{ грн/рік}.$$

Приведені витрати знаходимо за формулою :

$$P_n = E \cdot K_{num} + C; \quad (6.19)$$

де E - нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень, $E = 0,15$.

Для базового агрегату:

$$P_{n.б.} = 0,15 \times 37 + 18,03 = 23,58 \text{ грн/га.};$$

- для удосконаленого агрегату:

$$P_{ny} = 0,15 \times 31,7 + 15,34 = 20 \text{ грн/га.}$$

Приведені затрати в гривнях на річний об'єм робіт:

$$Pr = P_n \cdot B_z . \quad (6.20)$$

Для базового агрегату:

$$Pr_{\delta} = 23,58 \times 372,4 = 8781 \text{ грн/рік;}$$

- для удосконаленого агрегату:

$$Pr_y = 20 \times 372,4 = 7448 \text{ грн/рік.}$$

6.3. Розрахунок показників економічної ефективності удосконаленого агрегату

Визначаємо річну економію затрат праці:

$$E_n = Z_{np.\delta} - Z_{np.y} = 118 - 99,8 = 18,2 \text{ люд.год/рік.} \quad (6.21)$$

Економія капіталовкладень:

$$E_k = (K_{num.\delta} - K_{num.y}) B_z = (37 - 31,7) 372,4 = 1974 \text{ грн/рік.} \quad (6.22)$$

Річна економія прямих експлуатаційних затрат:

$$E_{k.n} = (C_{\delta} - C_n) \cdot B_z = (18,03 - 15,34) \cdot 372,4 = 1002 \text{ грн/рік.} \quad (6.23)$$

Річний економічний ефект від експлуатації удосконаленого агрегата:

$$E_m = (P_{n.\delta} - P_{n.y}) \cdot B_z = (23,58 - 20) \cdot 372,4 = 1333 \text{ грн.} \quad (6.24)$$

Ступінь зниження затрат праці:

$$C_n = (Z_{np.\delta} - Z_{np.y} / Z_{np.\delta}) \cdot 100\% = (118 - 99,8 / 118) 100\% = 15,4\%. \quad (6.25)$$

Ступінь зниження приведених затрат:

$$C_n = 100\% (C_{n.\delta} - C_{n.y} / C_{n.\delta}) \cdot = (23,58 - 20 / 23,58) \cdot 100\% = 15,2\%. \quad (6.26)$$

Ступінь зниження прямих експлуатаційних затрат:

$$C_{np} = (\Pi_{\delta} - \Pi_{y} / \Pi_{\delta}) \cdot 100\% = (18,03 - 15,34 / 18,03) \cdot 100\% = 14,9\%. \quad (6.27)$$

Визначимо строк окупності вдосконаленого плуга :

$$\Delta K = K_{\delta} - K_{y} / E_{\kappa};$$

$$\Delta K = (B_{\delta} + K_{n,\delta}) - (B_{y} + K_{n,y}) / E_{\kappa n}, \quad (6.28)$$

де: B_{δ} і B_{y} – балансова вартість відповідно базового і удосконаленого плуга;

$K_{n,\delta}$ і $K_{n,y}$ – капіталовкладення на річний об'єм робіт відповідно базового і удосконаленого плуга;

$E_{\kappa n}$ - річна економія прямих експлуатаційних затрат.

$B_{\delta} = 6930$ грн; $B_{y} = 7169$ грн; $K_{n,\delta} = 13779$ грн/рік; $K_{n,y} = 11805$ грн/рік ;

$$\Delta K = (6930 + 13779) - (7169 + 11805) / 1002 = 1,7 \text{ року.}$$

Показники економічної ефективності базового і удосконаленого плуга зводимо в таблицю 6.2.

Таблиця 6.2

Економічна ефективність удосконаленого і базового плуга

Показники	Варіанти	
	базовий	удоск.
Річне завантаження, га	320	320
Капітальні вкладення, грн.		
- основні	13779	11805
-питомі, грн/га.	37	31,4
Затрати на 1 га:		
- експлуатаційні, грн/га.	18,03	15,34
- приведені, грн/га.	23,58	20
Зниження експлуатаційних витрат, грн.		1002
Річний економічний ефект, грн..		1333
Строк окупності, років		1,7

ВИСНОВКИ

1. Проведено аналіз механізованого обробітку ґрунту в зоні Лісостепу України з застосуванням сучасних технологій і комплексів машин, який показав доцільність удосконалення начіпного плуга.

2. Вибрано та обґрунтовано основні параметри двох'ярусного начіпного плуга. Проведено розрахунок на міцність стояка корпусу нижнього ярусу плуга.

3. Обґрунтовані загальні вимоги безпеки до тракторів і сільськогосподарських машин. Описані заходи безпеки при комплектуванні та використанні машинно-тракторних агрегатів.

4. Річний економічний ефект від застосування удосконаленого плуга становить 13561,69 грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Войтюк Д.Г., Гаврилюк Г.Р. Сільськогосподарські машини. – К.: Урожай, 1994. – 448с.
2. Диденко Н.К. Експлуатація машинно-тракторного парку. К.: Высшая школа, 1983. – 447 с.
3. Листопад Г.Е. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. – М.: Агропромиздат, 1986. – 687 с.
4. Босой Е.С. Теория, конструкция и расчет сельскохозяйственных машин. – М.: Машиностроение, 1978. – 566 с.
5. Кленин Н.И., Сапун В.А. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. – М.: Колос, 1980. – 672 с.
6. Ільченко В.Ю. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві. – К.: Урожай, 1993. – 287 с.
7. Пряник Г.М., Лахман С.Д. Охорона праці. К.: Урожай, 1994. 271 с.
8. Хаскин А.М. Черчение. К.: Высшая школа, 1985. 447 с.
9. Сайко В.Ф. Довідник по визначенню якості польових робіт. К.: Урожай, 1987. 120 с.
10. Дацишин О.В. Дипломне та курсове проектування. – К.: Урожай, 1996. 192 с.

ДОДАТОК