

В.М. Сало, С.М. Лещенко, П.Г. Лузан,  
Ю.В. Мачок, Д.В. Богатирьов

# **Машина для обробітку ґрунту та внесення добрив**

## **Навчальний посібник**

*з курсів: «Механізація, електрифікація та автоматизація  
сільськогосподарського виробництва»  
та «Сільськогосподарські машини»  
для студентів спеціальностей «Агрономія»,  
«Агроінженерія»,  
«Галузеве машинобудування»*

Рекомендовано Вченою радою  
Центральноукраїнського  
національного технічного  
університету, протокол № 2  
від 31 жовтня 2016 р.

УДК 631.3(075)  
ББК 40.711  
М 38

Рекомендовано Вченою радою  
Центральноукраїнського національного технічного  
університету як навчальний посібник для  
студентів вищих навчальних закладів  
спеціальностей «Агрономія», «Агроінженерія»,  
«Галузеве машинобудування»  
(Протокол № 2 від 31 жовтня 2016 року)

**Рецензенти:** **В.І. Пастухов**, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри «Сільськогосподарські машини» Харківського національного технічного університету ім. Петра Василенка;  
**В.Ф. Дідух**, доктор технічних наук, професор кафедри інженерного та комп'ютерного забезпечення АПК Луцького національного технічного університету;  
**І.М. Семеняка**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, директор Кіровоградської державної сільськогосподарської дослідної станції НААН України.

**Автори:** **В.М. Сало**, докт. техн. наук, професор; **С.М. Лещенко**, канд. техн. наук, доцент; **П.Г. Лузан**, канд. техн. наук, доцент; **Ю.В. Мачок**, канд. техн. наук, доцент, **Д.В. Богатирьов**, канд. техн. наук, доцент

За редакцією **В.М. Сала, В.В. Амосова**

**Машини для обробітку ґрунту та внесення добрив. Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей.** / Сало В.М., Лещенко С.М., Лузан П.Г., Мачок Ю.В., Богатирьов Д.В. – Х.: Мачулін, 2016. – 244 с.: іл.

У навчальному посібнику наведена інформація про технічне забезпечення сучасних технологічних процесів обробітку ґрунту та внесення добрив. Розглянуті особливості конструкції та основні регулювання сільськогосподарських машин закордонного, вітчизняного виробництва та розроблених і впроваджених у виробництво авторами посібника. Для отримання практичних навичок при використанні сільськогосподарських машин до складу посібника входять матеріали для виконання практичних робіт та тестові завдання самоконтролю знань.

Посібник орієнтовано для використання при підготовці фахівців зі спеціальностей: «Агрономія», «Агроінженерія», «Галузеве машинобудування» при вивченні дисциплін «Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва», «Сільськогосподарські машини» та ін., виконанні курсових, дипломних проектів і робіт на здобуття освітньо-кваліфікаційних рівнів «бакалавр», «магістр».

Для студентів, аспірантів і викладачів вищих навчальних закладів, агрономічних та інженерно-технічних працівників сільського господарства.

ISBN 978-617-7364-68-8

УДК 631.3(075)  
ББК 40.711

© В.М. Сало, С.М. Лещенко,  
П.Г. Лузан, Ю.В. Мачок,  
Д.В. Богатирьов, 2016

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП.....</b>	<b>6</b>
<b>РОЗДІЛ І. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО МЕХАНІЗАЦІЮ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА .....</b>	<b>8</b>
1.1. Виробничі процеси в сільському господарстві та їх технічне забезпечення .....	8
1.2. Ґрунт як об'єкт механічного обробітку.....	12
1.3. Технологічні процеси в галузі рослинництва.....	15
<b>РОЗДІЛ ІІ. ПОДРІБНЮВАЧІ РОСЛИННИХ РЕШТОК.....</b>	<b>22</b>
2.1. Призначення та конструктивні особливості.....	22
<b>РОЗДІЛ ІІІ. МАШИНИ ДЛЯ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ .....</b>	<b>31</b>
3.1. Лушчильники, їх будова, технологічний процес роботи та основні регулювання.....	31
3.2. Технологічна схема роботи плугів.....	35
3.3. Корпуси плугів.....	37
3.3.1. Робочі частини корпусу плуга.....	41
3.4. Передплужник, кутознім, ножі.....	43
3.5. Класифікація тракторних плугів та їх будова.....	46
3.6. Основні регулювання плугів.....	56
3.7. Тяговий опір плугів.....	60
3.8. Технічне забезпечення безвідвальних способів основного обробітку ґрунту.....	61
3.9. Ґрунтообробні знаряддя з дисковими робочими органами.....	77
3.10. Технологічні процеси та технічне забезпечення суцільного обробітку ґрунту перед сівбою.....	80
3.11. Комбіновані ґрунтообробні агрегати для поверхневого передпосівного обробітку ґрунту.....	88
3.12. Борони.....	91
3.13. Технологічна схема роботи і типи котків.....	100

3.14. Машини для обробітку ґрунту з ротаційними робочими органами.....	105
3.15. Продуктивність та якість роботи машин для обробітку ґрунту.....	109
<b>РОЗДІЛ IV. МАШИНИ ДЛЯ ВНЕСЕННЯ ДОБРИВ.....</b>	<b>114</b>
4.1. Загальна характеристика добрив.....	114
4.2. Фізико-механічні властивості добрив.....	115
4.3. Способи внесення добрив. Класифікація машин. Агротехнічні вимоги.....	116
4.4. Типи робочих органів машин для внесення мінеральних добрив.....	117
4.5. Машини для внесення твердих мінеральних добрив.....	122
4.6. Машини для внесення твердих органічних добрив.....	132
4.7. Машини для внесення рідких добрив.....	145
4.8. Комбіновані машини для внесення добрив.....	147
4.9. Способи контролю норм внесення добрив.....	153
<b>ЗАГАЛЬНИЙ ВИГЛЯД МАШИН ВПРОВАДЖЕНИХ У ВИРОБНИЦТВО НА «П.П САВИЦЬКИЙ М.І.»</b>	
<b>КОНСТРУКЦІЯ ЯКИХ РОЗРОБЛЕНА ЧИ</b>	
<b>УДОСКОНАЛЕНА АВТОРАМИ ДАНОГО</b>	
<b>ПОСІБНИКА.....</b>	<b>155</b>
<b>РОЗДІЛ V. ПРАКТИЧНІ РОБОТИ.....</b>	<b>161</b>
Загальна інформація.....	161
Практична робота 1. З'єднання начіпних плугів з засобами агрегаткування та їх основні регулювання по забезпеченню якісної оранки.....	164
Практична робота 2. Будова, процес роботи та основні регулювання оборотних плугів.....	169
Практична робота 3. Будова, процес роботи та основні регулювання комбінованого чизеля.....	177
Практична робота 4. Будова та основні регулювання комбінованих універсальних культиваторів.....	184



Практична робота 5. Будова та основні регулювання парових культиваторів для суцільного обробітку ґрунту.....	192
Практична робота 6. Будова та принцип роботи ґрунтообробних агрегатів з активними робочими органами (на прикладі комбінованого агрегата АКР-3,6).....	201
Практична робота 7. Будова та принцип роботи машини для внесення мінеральних добрив з розкидачами дискового відцентрового типу (на прикладі МВУ-8Б).....	206
<b>РОЗДІЛ VI. ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ ПЕРЕВІРКИ ЗНАНЬ.....</b>	<b>219</b>
Відповіді на контрольні тестові запитання.....	236
<b>ЛІТЕРАТУРА.....</b>	<b>237</b>

*До 50-річчя  
факультету сільськогосподарського  
машинобудування Центральноукраїнського  
національного технічного університету*

## **ВСТУП**

Галузі сільськогосподарського виробництва є основою формування і основним джерелом валютних надходжень до державного бюджету України.

Загальна ефективність сільськогосподарського виробництва значною мірою залежить від рівня механізації виробничих процесів. Матеріально-технічною базою комплексної механізації є система машин. Саме вона за останні 20 років пережила рекордну кількість удосконалень і революційних змін. З'явилися нові технології виробництва, способи підготовки поверхні поля до обробітку ґрунту, самого обробітку ґрунту, сівби, садіння сільськогосподарських культур, догляду за посівами і, особливо, збирання врожаю. Всі ці зміни спонукали до удосконалення існуючих та розробки принципово нових машин які б відповідали вимогам надійності, енергозаспокоєння, екологічної та виробничої безпеки, високої продуктивності та якості виконання технологічних процесів. В технічному плані машини стають більш досконалішими, а отже конструктивно складнішими, обладнуються електронними та комп'ютерними системами контролю та управління. Для ефективного керування такими машинами потрібні висококваліфіковані механізатори та інженерно-технічні працівники. Нажаль, як показує досвід і статистика, саме ця складова є найбільш слабкою ланкою в системі ефективного використання сучасної техніки. На низькому рівні в країні налагоджена система початкової підготовки механізаторів, підвищення їх кваліфікації, отримання знань та навичок з будови та основних регулювань сучасної техніки, що негативно впливає на ефективність її використання.

Не менш складні часи переживає і вища школа, яка покликана забезпечувати агропромисловий комплекс висококваліфікованими інженерними кадрами. У ВНЗ відбувається перехід на сучасні технології організації навчального процесу, все більш широко використовується мультимедійна та комп'ютерна техніка, яка відкрила нові

можливості для викладачів і сприяє кращому сприйняттю матеріалу студентами, але все це не входить в протиріччя з необхідністю мати в розпорядженні майбутніх працівників села систематизованої інформації про технічне забезпечення сучасних технологій виробництва.

Авторами даного навчального посібника зроблена спроба подати на розгляд студентів, агрономічних, інженерних та технічних працівників сільського господарства інформацію про особливості будови та основні регулювання різних типів машин, які можуть забезпечувати відповідні технологічні процеси в рослинництві.

Для зручності використання посібника студентами агрономічних та агроінженерних спеціальностей, при вивченні дисциплін «Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва», «Сільськогосподарські машини» та ін., в ньому представлений матеріал для виконання практичних робіт та тестовий матеріал для самоконтролю знань.

## ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО МЕХАНІЗАЦІЮ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

### 1.1. Виробничі процеси в сільському господарстві та їх технічне забезпечення

Механізація сільськогосподарського виробництва передбачає впровадження в різні галузі господарства (рослинництво, тваринництво та ін.) нових машин, механізмів, окремих робочих органів з метою заміни ручної фізично важкої праці, підвищення її продуктивності, а також забезпечення можливостей впровадження нових інтенсивних технологій.

Сільськогосподарське виробництво пов'язане з виконанням цілого ряду процесів. Основними серед яких є технологічні, транспортні та допоміжні.

*Технологічні процеси* направлені на зміну властивостей чи стану оброблюваного матеріалу. Для землеробства та рослинництва – це обробіток ґрунту, сівба, внесення добрив, догляд за рослинами, збирання врожаю та ін.

*Транспортні процеси* тісно пов'язані з технологічними – це підвезення добрив, насіння, технічних засобів, робочої сили та готової продукції.

Технологічні та транспортні процеси в свою чергу пов'язані з *допоміжними*: підготовка машин, складання агрегатів, технічне обслуговування машин.

Таким чином, комплекс процесів виробництва окремого виду сільськогосподарської продукції є поєднання технологічних, транспортних та допоміжних процесів.

Об'єктивні закони розвитку людства підкреслюють неминучість всебічної механізації процесів виробництва і заміни ручної праці роботою машин.

Першим етапом впровадження всебічної механізації є комплексна механізація, при якій комплекс основних виробничих процесів по вирощуванню даної культури, включаючи допоміжні і транспортні, з початку і до кінця виконується машинами та механізмами.

При всебічній механізації комплексна механізація буде охоплювати виробництво всіх культур, всі галузі сільськогосподарського виробництва.

Матеріально-технічною базою комплексної механізації є система машин.

*Система машин* – сукупність взаємопов'язаних по технологічному процесу і продуктивності різних машин і транспортних засобів, що забезпечують комплексну механізацію всіх виробничих процесів одного закінченого технологічного циклу виробництва.

Система машин залежить від комплексу виробничих процесів, а також зони, в якій здійснюється виробництво.

В зв'язку з цим розрізняють наступні системи машин.

1. *Галузеві системи машин* – для окремих галузей сільськогосподарського виробництва (рослинництво, тваринництво, овочівництво та ін.).

2. *Система машин для вирощування та збирання окремих сільськогосподарських культур.*

3. *Зональні системи машин* – для комплексної механізації виробничих процесів даної сільськогосподарської зони.

4. *Система машин для окремих сільськогосподарських підприємств, які мають особливості, характерні для різних зон.*

Обґрунтування системи машин проводиться з урахуванням задач забезпечення високої якості виконання технологічних процесів, максимального підвищення продуктивності праці та зниження експлуатаційних затрат.

### **Основні напрямки удосконалення систем машин**

1. *Комбінування машин* в один агрегат з метою одночасного виконання декількох операцій (приклад – культиватор-рослинопідживлювач, ґрунтообробно-посівні агрегати, агрегати для оранки з одночасним боронуванням та інше).

2. *Універсалізація машин* з метою скорочення кількості типів машин в системі, пристосування одних і тих же машин для роботи в різних умовах на різних культурах і процесах. Наслідок – розширення сфери застосування, зниження металоемності, вартості застосування машин. (Приклад – самохідні збирально-транспортні шасі, на які можуть навішуватись жатки, приставки для збирання кукурудзи, соняшнику та інше).

3. *Збільшення потужності машин і силових установок з метою підвищення продуктивності праці.*

4. *Обладнання машин сучасними системами контролю якості технологічних процесів, чи їх наявності, а також автоматизованими регулювальними контурами, що працюють на базі мікропроцесорних пристроїв, здатних підтримувати технологічні процеси в межах заданих границь і забезпечувати високу якість здійснюваного процесу та зменшити кількість працівників, зайнятих на обслуговуванні агрегату.*

5. *Перегляд окремих частин систем машин відповідно удосконаленню технологічних процесів (застосування гербіцидів, згодом біопрепаратів та ін.).*

6. *Якісне удосконалення окремих типів машин і систем в цілому.* Виконується з метою підвищення довговічності, надійності, експлуатаційної технологічності, підвищення економічності, уніфікації вузлів та агрегатів, зниження маси і матеріаломісткості.

7. *Розробка та впровадження у виробництво малогабаритної техніки, необхідної для обробки малих посівних площ, а також машин, що якомога менше ущільнюють ґрунт.*

### **Енергетичні засоби сільського господарства**

В сільському господарстві джерелом механічної енергії для приводу робочих машин є машини-двигуни.

Енергетичні засоби сільськогосподарського виробництва розділяють на рухомі, обмежено-рухомі і стаціонарні.

До *рухомих* засобів енергетики відносять трактори, самохідні шасі, самохідні моторизовані машини, автомобілі, а також живу тягову силу (коні, воли).

До *обмежено-рухомих* засобів енергетики відносяться канатні та електрокабельні машини. Вони використовують електроенергію, яка підводиться до них по гнучких кабелях. Як правило, такі машини мають досить обмежені можливості в переміщенні і використовуються на токах, в теплицях чи на спеціально обладнаних ділянках ґрунту. До таких машин також відносяться дощувальні та поливні агрегати, так як величина переміщення обмежена довжиною і розміщенням водних джерел, з яких забирають воду.

♦ *Стационарні засоби енергетики* – це електричні чи теплові установки і двигуни, вітрові і гідравлічні двигуни.

Стационарні засоби енергетики встановлюють на одному певному місці для приводу різних стационарних машин і агрегатів (зерноочисні машини, агрегати для приготування трав'яного борошна та ін.). Таким чином, в стационарних виробничих процесах привод робочих машин відбувається від стационарних енергетичних засобів і, головним чином, від електродвигунів.

### **Сільськогосподарські агрегати та їх класифікація**

*Сільськогосподарський агрегат* – це сукупність енергетичної частини, передаточного механізму і робочої машини.

Агрегати можуть бути як рухомими (мобільними) так і стационарними. Якщо агрегат складається з одного типу машини, призначеної для виконання одного процесу, то його називають *простим*. Якщо ж агрегат здатний виконувати одночасно декілька операцій і обладнаний різними типами робочих органів, то він називається *комбінованим*.

Крім цього агрегати класифікуються за:

- видом виконуваного технологічного процесу – ґрунтообробні, посівні, збиральні...;
- призначенням – універсальні, спеціальні;
- способом агрегування – навісні, напівнавісні, напівпричіпні і причіпні (аналогічну класифікацію мають і самі робочі машини).

*Навісним* вважається агрегат, маса робочої машини якого в транспортному положенні приходить на ходову систему засобу агрегування.

*Напівнавісним* – агрегат, у якого більша частина маси робочої машини в транспортному положенні приходить на ходову систему засобу агрегування, а решта маси – на власну ходову систему.

У *напівпричіпних* більша частина маси робочої машини в транспортному положенні приходить на власну ходову систему. У *причіпних* агрегатів вся маса робочої машини і в транспортному, і в робочому положенні приходить на власну ходову систему.

## 1.2. Ґрунт як об'єкт механічного обробітку

*Ґрунтом* називають поверхневий ущільнений шар земної кори. Основною властивістю ґрунту є родючість, під якою розуміють його здатність задовольняти протягом всього вегетаційного періоду потребу культурних рослин в поживних речовинах та воді при відповідному повітряному і тепловому режимах. Тобто ґрунт повинен бути розпушеним, здатним поглинати вологу і утримувати її, насиченим достатньою кількістю поживних речовин, повітрям и теплом.

За давно поширеною теорією ґрунт складається з трьох частин: твердої, рідкої і газоподібної з відповідним запасом теплової, хімічної енергії і енергії живих організмів, що його населяють. Нещодавно ряд учених ґрунтознавців розпочали виділяти четверту складову – живі організми різного рівня розвитку, які приймають участь у ґрунтових біохімічних процесах (мікроорганізми, черви, дрібні гризуни).

*Тверда* частина складається з мінеральної і органічної складової, а також мікрофлори і мікрофауни.

*Рідка* частина в основному складається із водного розчину мінеральних і органічних солей і кислот.

*Газоподібна* частина складається із повітря, в яке входять різні гази і пари води.

Характеризується ґрунт фізико-механічними і технологічними властивостями, які в значній мірі впливають на способи його обробітку і вибір відповідних знарядь.

Технологічні властивості ґрунту залежать від співвідношення його складових частин. Залежно від розміру мінеральних часток розрізняють колоїдні фракції (діаметр часток менше 0,001 мм), фізичну глину (0,001...0,01 мм) і фізичний пісок (0,01...3,0 мм). За вмістом фізичної глини розрізняють глинисті, суглинкові, супіщані і піщані ґрунти.

*Глинисті* ґрунти відносяться до важких. Обробляти їх важко, вони погано кришаться, при підвищеній вологості налипають на робочі органи машин, а в сухому стані відколюються крупними глибами.

*Піщані* ґрунти відносяться до легких. Добре кришаться при обробітку, добре поглинають вологу, але погано її утримують.



*Суглинкові та супіщані* ґрунти займають проміжне положення між глинистими і піщаними ґрунтами. Вміст мулистих частин в цих ґрунтах змінюється в межах від 10 до 40%. Вони добре прогріваються, поглинають і зберігають вологу, в них добре розкладаються рослинні рештки. Вони задовільно піддаються механічному обробітку, тому вони вважаються бажаними для ведення сільського господарства і особливо галузі рослинництва.

Розрізняють також структурні і безструктурні ґрунти.

*Структурні* ґрунти можуть розпадатись на окремі різні за величиною та формою агрегати, грудочки, зерна і залягати розпушеним шаром. Найбільш цінні по структурі ґрунти складаються із окремих грудочок з діаметром 0,25...10 мм, що важко розмиваються. Дану фракцію також називають агротехнічно-цінними агрегатами ґрунту.

*Безструктурні* ґрунти представляють собою або щільну масу із дрібних пиловидних часток діаметром менше 0,25 мм, або ж складаються із щільних крупних глибистих грудок діаметром від 1 до 10 см і більше.

*Ґрунтова волога.* Склад вологи в ґрунті протягом року змінюється від повного насичення до мінімуму. В цьому випадку ґрунт переходить від однієї консистенції до іншої. Стан ґрунту в період переходу від напівтвердої до твердої консистенції називають фізичною стиглістю.

В цей час ґрунт добре кришиться, не налипає на робочі органи. Максимальний вміст абсолютної вологи в ґрунті, при якій можливий його обробіток, не повинен перевищувати 34..37%.

*Твердість ґрунту* – здатність чинити опір проникненню в нього твердого тіла. Твердість ґрунту залежить від вологості, щільності, складу і є побічним показником питомого опору ґрунту.

*Питомий опір ґрунту.* Визначається як відношення сили тягового опору плуга до площі поперечного перетину шару, що піднімається. Цю характеристику враховують при складанні комбінованих агрегатів і визначенні ширини захвату машини. Питомий опір ґрунтів коливається в широких межах і залежить від їх типу, будови і стану.

Питомий опір легких ґрунтів  
середніх

до 3 Н/см<sup>2</sup>,  
до 3...5 Н/см<sup>2</sup>,

середньоважких	5...7 Н/см <sup>2</sup> ,
важких	7...12 Н/см <sup>2</sup> ,
дуже важких	12 і більше Н/см <sup>2</sup> .

*Липкість ґрунту* – здатність його часток склеюватись і прилипати до робочих органів. Вимірюють відношенням сили, яку необхідно прикласти, щоб відірвати сталю пластину, яка прилипла до ґрунту, до площі налипання.

У безструктурного ґрунту липкість починає проявлятися при 40...50%, а у структурного – при 60...70% від повної польової вологості.

*Опір ґрунту зсуву* характеризує сили зчеплення і внутрішнього тертя часток ґрунту. Зчеплення розпилених ґрунтів менше, ніж структурних, але вони піддаються водній і вітровій ерозії.

*Тертя ковзання ґрунту* об поверхню робочого органа називається зовнішнім тертям. Його визначають силою  $F$  опору ґрунту переміщенню його по робочій поверхні. Ця сила пропорційна силі  $N$  нормального тиску ґрунту на робочий орган.

$$F = f \cdot N.$$

Коефіцієнт тертя  $f$  піщаних сипучих ґрунтів по сталі змінюється в межах від 0,25 до 0,35, піщаних зв'язних – від 0,50 до 0,70, середньо-глинистих – від 0,35 до 0,50, важких суглинкових і глинистих – від 0,60 до 0,90.

Тертя при обробітку ґрунту представляє собою шкідливе явище. Сили тертя на поверхні робочих органів складають 30...40% від всього опору знаряддя.

Відомі наступні способи боротьби з силами тертя:

- застосування вібрації;
- активні робочі органи;
- граничний шар із води та повітря по поверхні контакту ґрунту і робочого органу;
- полірування робочих органів;
- покриття робочих органів різними матеріалами;
- зміна геометричних форм робочих органів;
- заміна ковзання ґрунту перекошуванням по роликах.

### 1.3. Технологічні процеси в галузі рослинництва

Галузь рослинництва нараховує більше тисячі технологічних процесів, які необхідно виконати для того, щоб отримати урожай у понад 100 видів вирощуваних сільськогосподарських культур.

Всі технологічні процеси по характеру та умовах виконання можна розділити на наступні основні групи:

- 1) обробіток ґрунту, до якого входять лущіння стерні, оранка, боронування, культивація, прикочування та інші;
- 2) сівба, садіння, внесення добрив;
- 3) догляд за сільськогосподарськими культурами, який включає механічні, хімічні та теплові способи боротьби з бур'янами, шкідниками та хворобами;
- 4) процеси збирання врожаю сільськогосподарських культур;
- 5) первинний обробіток врожаю (очищення, сортування, підсушування та ряд інших процесів);
- 6) меліорація (зрошування, культуртехнічні роботи).

За способом виконання розрізняють рухомі та стаціонарні процеси. *Рухомі* процеси характеризуються тим, що при їх виконанні оброблюваний матеріал залишається нерухомим, а робочі машини в процесі обробітку переміщуються відносно нього. В *стаціонарних* процесах, навпаки, оброблюваний матеріал підводиться до нерухомо закріплених машин.

Всі технологічні процеси залежно від затрачуваної енергії і рівня розвитку технічних засобів підрозділяють на такі групи: немеханізовані, механізовані, електрифіковані і автоматизовані.

Прийнято розглядати технологічні процеси в галузі рослинництва в послідовності їх виконання. Залежно від прийнятих технологій виробництво продукції рослинництва розпочинається з виконання технологічних процесів, які забезпечують збереження залишкової вологи в ґрунті і готують поверхню поля до стану придатного до виконання наступних технологічних операцій, якими можуть бути обробіток ґрунту чи сівба.

При застосуванні традиційних технологій виробництва все розпочинається із лущення стерні (поверхні поля), яка залишається після збирання врожаю попередника.

*Лущення* – це мілкий поверхневий обробіток ґрунту, який виконується з метою провокування насіння бур'янів до проростання, знищення уже пророслих бур'янів, зменшення випаровування вологи та деякого зниження затрат енергії при наступному і глибокому обробітку ґрунту. Основні агротехнічні вимоги зводяться до наступного:

- глибина лущення залежно від виду ґрунтів та кліматичних умов і ступеню засміченості полів задається в межах від 4 до 14 см;
- допустиме відхилення від заданої глибини не повинно перевищувати 15%;
- лущильники повинні забезпечувати рівномірне розпушення і хороше закриття пожнивних решток ґрунтом;
- необхідно забезпечувати повне підрізання та знищення бур'янів;
- не допускаються огріхи, для чого планується перекриття при суміжних проходах 10–15 см;
- якість поверхневої обробки залежить від швидкості робочого агрегату, тому передбачається суворе дотримання швидкостей, зазначених в технічних характеристиках робочих машин.

При застосуванні сучасних технологій виробництва, коли на поверхні поля після попередника залишається значна кількість рослинних решток (особливо після збирання соняшнику, кукурудзи, зернових способом очісування та ін.) виникає необхідність їх подрібнення.

*Подрібнення рослинних решток* – це перебивання стебел, листової та кореневої системи рослин попередників, які залишаються на поверхні поля і роблять неможливим виконання наступних технологічних процесів, здебільшого обробітку ґрунту. Це новий для виробників технологічний процес, який в певній мірі, до останнього часу, асоціювався з лущенням чи дискуванням полів. Подрібнення рослинних решток може здійснюватися з частковим перемішуванням їх з ґрунтом і без перемішування. В останньому випадку може називатися *мульчуванням*. Оскільки дані процеси зовсім недавно розпочали застосовуватися в Україні, то повноцінних агротехнічних вимог до їх роботи ще не розроблено. Має місце рекомендація

Національного наукового центру «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» щодо розмірів подрібнених рослинних решток. З урахуванням необхідності проведення подальшого основного обробітку ґрунту рекомендується подрібнювати рослинні рештки до розмірів менших за 20 см. Відсоток даної фракції повинен становити не менше 80%.

*Основний обробіток ґрунту* – це обробіток, який виконується з метою створення сприятливих умов для накопичення вологи та поживних речовин необхідних для забезпечення протікання повного циклу вегетації культурних рослин. Досить часто помилково під основним обробітком розуміють тільки оранку. До того ж він не визначається чітко заданою глибиною обробітку і може виконуватися різними ґрунтообробними знаряддями.

Даний обробіток може бути відвальним і безвідвальним (інші назви – полицевий і безполицевий, з обертанням скиби ґрунту і без обертання). Основний обробіток з обертанням скиби ґрунту завжди асоціюється з оранкою.

*Оранка* виконується з метою створення сприятливих умов для накопичення вологи і поживних речовин в ґрунті, необхідних для нормального розвитку кореневої системи рослин. Досягається це розпушуванням ґрунту, переміщенням більш родючих шарів в зону розвитку кореневої системи рослин, загортанням рослинних решток та бур'янів в нижні шари.

Оранка є найбільш енергоємною технологічною операцією, на неї витрачається приблизно 30–35% всіх затрат енергії в рослинництві.

*Основні агротехнічні вимоги до оранки:*

- глибина оранки залежно від конкретних випадків може задаватись в межах від 18 до 35 см, відхилення від заданого значення не повинне перевищувати  $\pm 5\%$ ;
- поживні рештки, бур'яни, органічні та мінеральні добрива повинні загортатися повністю;
- поверхня зораного поля повинна бути рівною і відповідати вимогам щодо грудкуватості, глибистості та гребенистості;
- не допускаються огріхи;

- агрегатний склад ґрунту після обробітку повинен на 80% складатися з грудок, розміри яких не перевищують 50 мм;
- передбачається дотримання встановлених технічними даними машин, швидкостей, при яких повинна виконуватись оранка.

Іншим видом основного обробітку є *безвідвальний обробіток*, в результаті виконання якого ґрунт розпушується на задану глибину без обертання. При цьому тільки якась частина рослинних решток (30...70%) перемішується з ґрунтом, а решта залишаються на поверхні. В розвинених країнах такий спосіб обробітку суттєво переважає над полицевим і може становити навіть 100%, як в США. В Україні його поширення стримується на рівні 40% різними причинами – високою ціною на хімічні засоби боротьби з бур'янами, а особливо консервативністю поглядів керівного складу агропідприємств, які отримували освіту ще за радянських часів і в більшості своїй з недовірою сприймають все нове, чи просто не бажають змін. Іншою причиною стриманого застосування даного способу обробітку може бути ще й не зовсім вдалий перший досвід. Перше застосування безвідвального обробітку було вимушено здійснено ще в середині минулого століття в степах Казахстану, після того як родючий шар ґрунту після відвальної оранки був рознесений буревіями аж до західної Європи. Це була екологічна катастрофа. Тоді керівництвом Радянського Союзу було прийнято рішення використовувати в таких зонах безвідвальні способи обробітку, здатні запобігти таким явищам. Для цього використовувалися культиватори-плоскорізи, робочі органи яких мали досить велику ширину захвату (інколи до 2,5 м) і працювали на глибину до 30 см. Задача полягала в тому, щоб при розпушуванні ґрунту на його поверхні залишалося близько 100% рослинних решток і особливо стерні, яка зв'язувала поверхневий шар ґрунту і запобігала його видуванню. В той час і в тих умовах дані заходи спрацювали досить ефективно і знайшлися ініціатори (Мальцев, Моргун) перенесення даних технологій на інші території, включаючи Україну. Але здійснено це було без урахування ґрунтових, кліматичних, господарських, ландшафтних та інших умов. В результаті цього дані способи обробітку не прижилися і продовжували застосовуватися здебільшого в районах, підлеглих

вітровій ерозії. І на даний час продовжується боротьба між прихильниками та противниками даного способу обробітку.

До негативних характеристик безвідвальних способів обробітку відносять значну глибистість обробленого шару ґрунту та неефективну боротьбу з бур'янами. До позитивних – майже вдвічі менша енергоємність процесу і відповідно пропорційно вища продуктивність праці.

Проте, експериментальні дослідження показали, що різниці в ступені кришення при застосуванні того і іншого способу обробітку практично немає, а при певних ґрунтових умовах і навпаки. Що стосується успішної боротьби з бур'янами при застосуванні полицевого способу обробітку, то слід зауважити, що насіння бур'янів може знаходитися в ґрунті, зберігаючи схожість, від трьох до вісімдесяти років. Отже, закриваючи в ґрунт корпусами відвальних плугів цьогорічне насіння, ми одночасно підіймаємо на поверхню, в зону проростання, насіння закрите в ґрунт минулого року. Виникає запитання «Чи є тут перевага?»

Другим негативним явищем при відвальних способах обробітку є знищення живих організмів, які працюють і забезпечують протікання процесів гумусоутворення на малих діапазонах глибин залягання, відведених їм природою для існування. Обертаючи скибу ґрунту, ми знищуємо мільйонні популяції найпростіших мікроорганізмів, виносячи їх під згубний вплив вітру і сонячного проміння, тепла та ін., а інших засипаємо ґрунтом, позбавляючи необхідних їм умов для виживання. Наслідком цих явищ є те, що вміст гумусу в українських чорноземах за останні 60 років знизився з 12...14 до 2...4,5%, а відповідно, ґрунти переходять в безструктурний стан, наступає їх деградація, втрачається природна родючість. Не менш переконливим фактором є ще і те, що полицеві способи обробітку є найбільш енергоємними порівняно з іншими.

Агротехнічні вимоги до безвідвальних способів обробітку практично подібні з відвальними, за винятком вимог до закриття в ґрунт рослинних решток.

*Передпосівний обробіток ґрунту передбачає виконання наступних технологічних процесів: боронування, культивація, дискування, прикочування. Набір технологічних процесів та їх послідовність залежить від природно-кліматичних умов, стану*

поля, виду сільськогосподарської культури, для якої воно підготовлюється, та інших факторів.

В цілому, необхідність передпосівного обробітку ґрунту обґрунтовується його захистом від випаровування вологи, знищенням бур'янів, розпушуванням та вирівнюванням поверхні з метою створення необхідних умов для проростання насіння.

Всі процеси передпосівного обробітку ґрунту повинні виконуватись згідно агротехнічних вимог:

- висота гребенів після обробітку ґрунту не повинна перевищувати 4 см, що пов'язано зі збереженням вологи;
- ґрунт повинен подрібнюватись на грудки розміром не більше 3 см;
- не допускається переміщення нижніх вологих шарів ґрунту на поверхню;
- бур'яни повинні бути повністю підрізані;
- не допускається наявність огріхів;
- середнє значення глибини обробітку (при боронуванні 4–5 см, культивуванні 6–14 см) не повинно відхилятися від заданого значення більш як на 10%;
- всі процеси повинні виконуватись на швидкостях, передбачених технічними даними робочих машин.

*Обробіток ґрунту по догляду за рослинами* виконується з метою забезпечення сприятливих умов для розвитку рослин в період їх вегетації.

Розрізняють *досходовий обробіток посівів* (виконується з метою руйнування твердої кірки на поверхні ґрунту, а також розпушування його між рядками та знищення бур'янів) і *післясходовий обробіток посівів*.

Всі технологічні процеси по догляду за рослинами також розділяють на *механічні* (руйнування кірки на поверхні ґрунту, розпушування ґрунту, знищення бур'янів, проріджування рослин в рядках, підгортання, підживлення рослин, зрошування) та *хімічні* (обпилювання та обприскування рослин різними отрутохімікатами для боротьби з шкідниками, хворобами та бур'янами).

Більшість технологічних процесів по догляду за рослинами виконується із застосуванням культиваторів-рослинопідживлювачів.



Якість виконання технологічних процесів визначається згідно агротехнічних вимог:

- всі технологічні операції повинні виконуватись в стислі агротехнічно-обґрунтовані строки;
- повинна строго дотримуватись задана глибина обробітку, і її середнє значення не повинне відхилятися від заданого на 5%;
- в оброблюваній зоні повинні бути повністю зрізані всі бур'яни;
- повинна забезпечуватись 10–15-сантиметрова захисна зона;
- рівномірність розподілу добрив в рядках не повинна відхилятися від заданого значення більш як на 10%.

## ПОДРІБНЮВАЧІ РОСЛИННИХ РЕШТОК

### 2.1. Призначення та конструктивні особливості

Подрібнювачі рослинних решток на поверхні поля після збирання врожаю є машинами, використання яких широко запроваджується в цивілізованих країнах, як невід’ємна операція в загальній ґрунтозахисній, енергозберігаючій технології виробництва продукції рослинництва. В Україні аналогічною до подрібнення є операція дискування, в більшості, важкими дисковими боронами, забороненими до використання в США, Канаді взагалі, як знаряддя, що знищують структуру ґрунтів. Корисливе ж ставлення до ґрунтів людьми, які їх експлуатують і не дбають про їх майбутнє, гальмує запровадження сучасних технологій в галузі рослинництва. Тому подрібнювачі рослинних решток залишаються для нашого сільськогосподарського виробника незрозумілими і рідкісними представниками даного сімейства машин на українських полях. А користь від даних машин беззаперечна, саме за їх допомогою можна підготувати стан поля для подальшого обробітку за будь якою технологією без шкідливого для ґрунтів переущільнення, а головне – перерозпушування і руйнування структури, відновлення якої потребує багатьох десятиліть.

Подрібнення та рівномірний розподіл рослинних решток є першорядним завданням в системі забезпечення раціональних способів обробітку ґрунту.

Подрібнювачі рослинних решток мають широку класифікацію.

Провідні машинобудівні фірми світу виготовляють подрібнювачі рослинних решток широкими типорозмірними рядами для тракторів потужністю від 15 до 190 кВт.

У цих технічних засобах застосовуються два типи подрібнювальних робочих органів – з *горизонтальною віссю обертання ротора*, на якому встановлюються ножі, та з *вертикальною віссю обертання молотків* (ножів).

За характером функціонування робочих органів подрібнювачі поділяються на дві групи: *подрібнювачі з*

*активними робочими органами з приводом та активними робочими органами без приводу.*

В свою чергу, до подрібнювачів з активними робочими органами без приводу відносяться: борони дискові (з гладкими та вирізними дисками), лушпильники (дискові, лемішні) та котки, а з активними з приводом: косарки-подрібнювачі (з жорсткими та шарнірними молотками) та комбіновані агрегати (з вертикальними, горизонтальними та похилими осями обертання).

Типовим представником першої групи таких машин може бути мульчувач EURO TRIPLEX 800 (рис. 1), який ідеально підходить для роботи на великих площах для подрібнювання рослинних решток кукурудзи, соняшнику, ріпаку та інших рослин після збирання врожаю або високої трави й чагарників на занедбаних і необроблюваних землях.

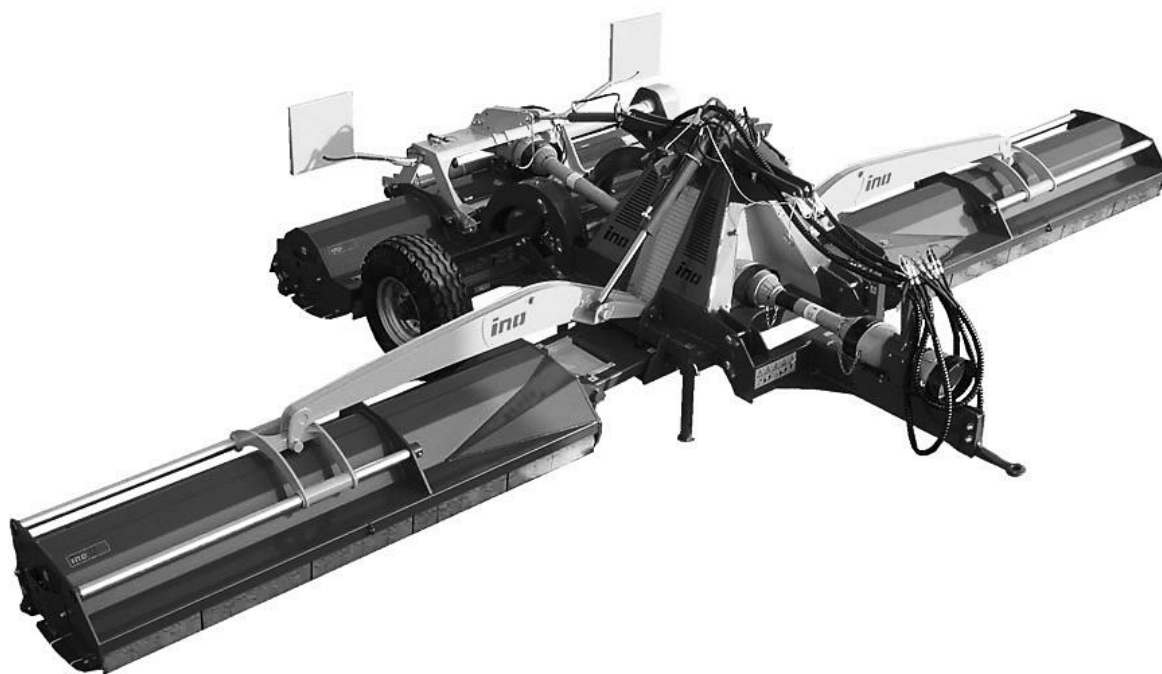


Рис. 1. Загальний вигляд мульчувача EURO TRIPLEX 800

Робочі органи (рис. 2) подрібнювача встановлені на роторі (рис. 3) у вигляді подвійної спіралі, що знижує навантаження на двигун трактора до 24% або підвищує його продуктивність на 32% у порівнянні з лінійним розташуванням ножів.

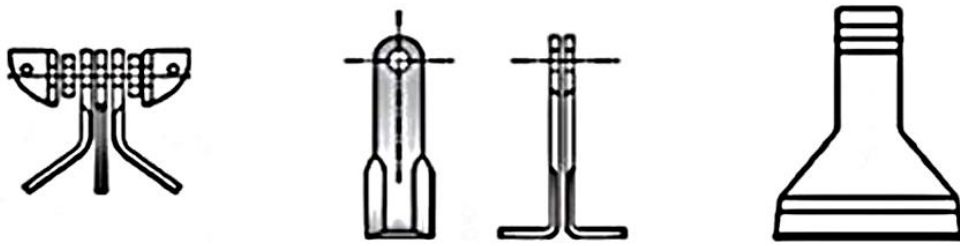


Рис. 2. Типи ножів, які використовуються на подрібнювачах з горизонтальною віссю обертання ротора

Тип ножів обирається залежно від виду рослинних решток, які потрібно подрібнювати.

Подрібнювач має жорстку конструкцію, простий в експлуатації й технічному обслуговуванні. У той же час, конструкція з шарнірним закріпленням бокових секцій роторів дозволяє працювати на площах з рельєфом  $\pm 15^\circ$  угору й униз від поверхні землі по ходу руху трактора. Робоча ширина 790 см, і робоча швидкість до 8 км/год. Привод робочих органів

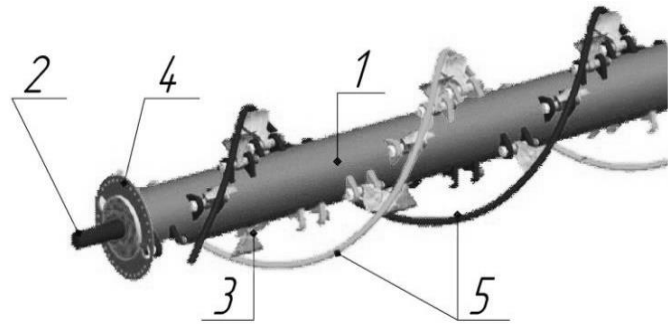


Рис. 3. Ротор подрібнювача рослинних решток з горизонтальною віссю обертання та подвійною спіраллю встановлення ножів:

- 1 – трубчастий вал; 2 – цапфа;
- 3 – ножі; 4 – диск для балансування;
- 5 – умовне позначення спірального розташування ножів

здійснюється від ВВП трактора через карданну передачу 1 (рис. 4) до конічного редуктора 2. Далі через проміжний вал 3 і клинопасову передачу 4 обертальний момент передається на цапфу трубчастого вала 5 робочих органів. Завдяки своїм технічним характеристикам подрібнювач підходить для інтенсивної роботи на великих площах. Агрегатується машина з тракторами потужністю – 220...280 к.с. При частоті обертання ВВП 1000 об/хв. Забезпечується частота обертання ротора 2250 об/хв. На роторах машини встановлюється 96 молотків, або 288 Y-подібних ножів. Другим представником даної групи машин є подрібнювач рослинних решток вітчизняного виробництва ПРН-4,5 (рис. 5), який є аналогом машин фірми «Schulte».

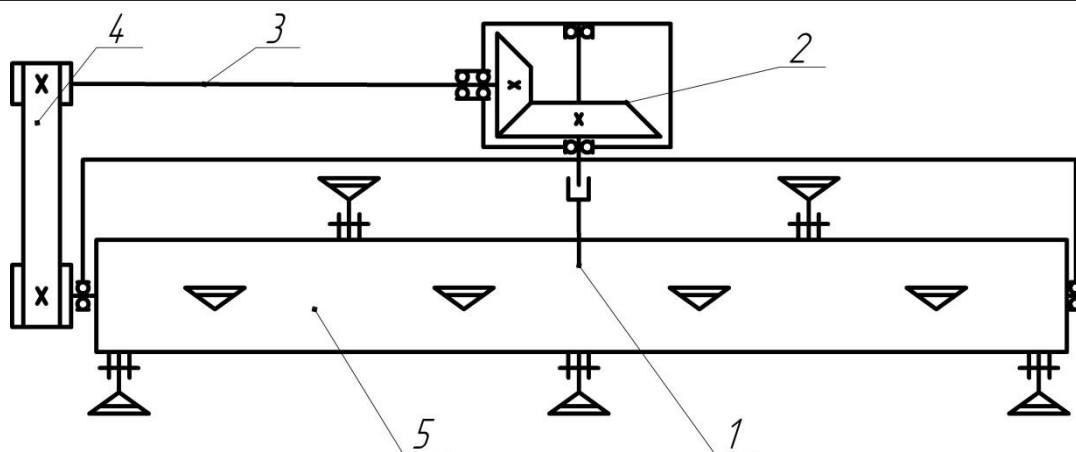


Рис. 4. Кінематична схема приводу робочих органів з горизонтальною віссю обертання подрібнювачів рослинних решток

Робочі органи таких машин мають вертикальні вісі обертання. Машина призначена для подрібнювання рослинних решток, які залишилися на полі після збирання врожаю та рівномірного розподілу їх по поверхні поля. Агрегатується з тракторами тягового класу 2,0...3,0.



Рис. 5. Загальний вигляд подрібнювача рослинних решток ПРН-4,5 з вертикальною віссю обертання робочих органів

В більшості випадків конструктивно машина складається з трьох секцій – центральної і двох бічних. Можуть вироблятися в причіпному і начіпному (рис. 6) варіантах.

При начіпному варіанті до рами 1 центральної секції прикріплюється навісний пристрій 2. Привод робочих органів здійснюється від вала відбору потужності трактора через

карданну передачу 3 до проміжного вала 4 та конічного редуктора центральної секції. На конічні редуктори бічних секцій

передається через клинопові передачі 5 чи карданні передачі, як показано на рис.5. До вихідних валів редукторів жорстко закріплені ротори 7, з якими шарнірно з'єднані ножі 8. Для виконання

технологічного процесу необхідно, щоб лінійна швидкість на кінцях ножів становила понад 60 м/с. Діаметр ножів з роторами у різних машин може становити до 3 м, а робоча ширина захвату машин – до 9 м. Висота подрібнення

рослинних решток в розглянутих типах машин регулюється опорними колесами. Ножі не повинні контактувати з ґрунтом з двох причин: по-перше –

це недопустимо з точки зору руйнування структури ґрунту, а по-друге – при контактів ножів з ґрунтом виникають надмірні динамічні навантаження на механізми приводу, що суттєво

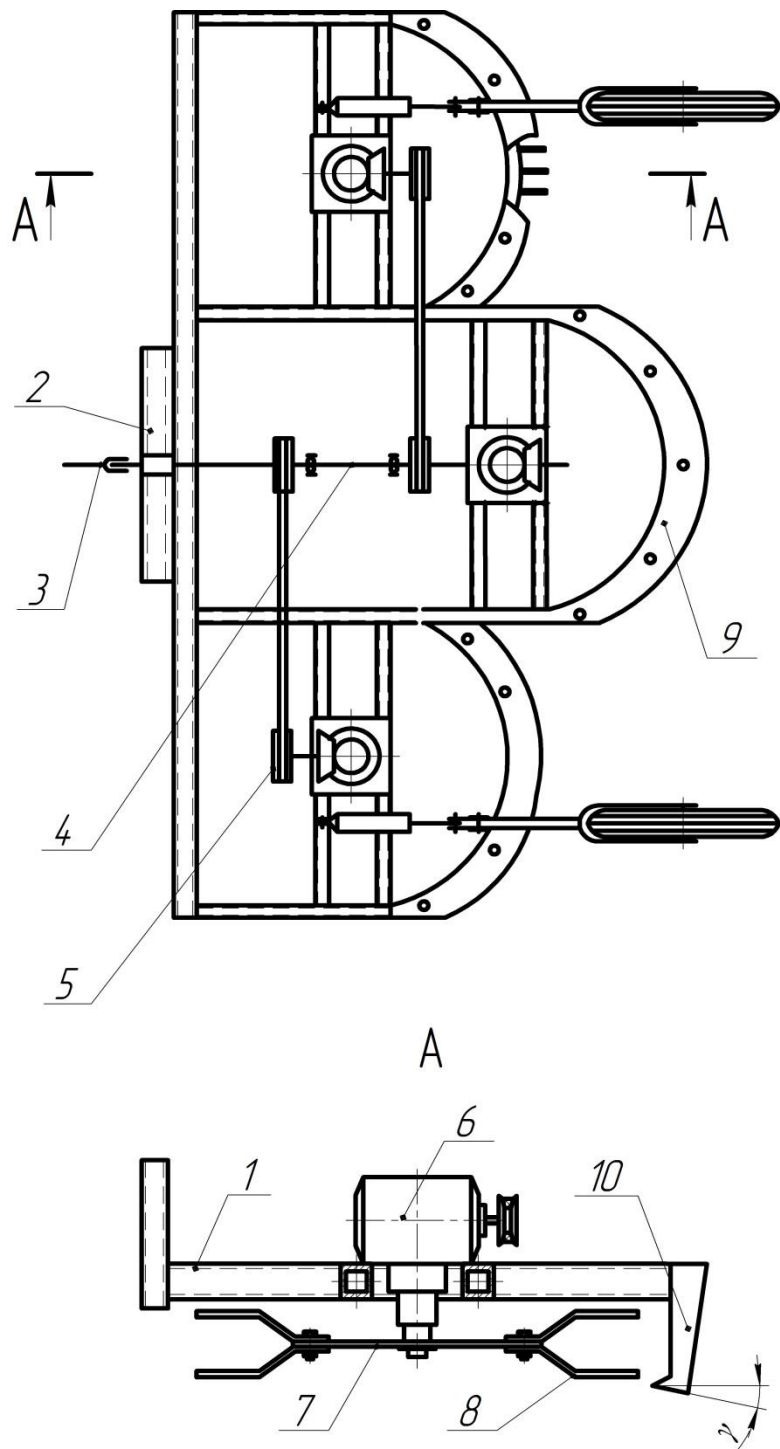


Рис. 6. Кінематична схема подрібнювача рослинних решток з вертикальною віссю обертання робочих органів

знижує надійність та скорочує ресурс машини в цілому. Щоб знизити вплив таких негативних явищ в конструкціях механізмів приводу передбачаються обгінні запобіжні муфти.

Основним технологічним недоліком при роботі машин з активним приводом є те, що вони погано подрібнюють рослинні рештки, які лежать на поверхні поля і, особливо, в міжряддях просапних попередників (соняшнику, кукурудзи та ін.). Щоб забезпечити мінімально можливу висоту обертання ножів над поверхнею ґрунту і високий рівень її копіювання пропонується обмежувати простір камери подрібнювання не якірними ланцюгами, а встановлювати позаду ножів гребінки 9 з зубами 10 (рис.6). Завдяки тому, що нижні кінці зубів мають від'ємний кут  $\gamma$  контакту з ґрунтом, вони не заглиблюються в нього, а ковзають по поверхні, підіймають рослинні рештки і подають в зону дії ножів. Одночасно з цим виконують функції протирізальних пластин, що сприяє кращому подрібненню стебел. Іншим недоліком таких машин є висока енергоємність процесу, періодичні динамічні навантаження, а отже і відповідні потреби потужності на привод робочих органів. В результаті цього непоодинокими є випадки швидкого виходу з ладу роздавальних механізмів самих тракторів.

Певною мірою, позбавлені вказаних недоліків машини для подрібнення рослинних решток з активними робочими органами без приводу. Перші зразки таких машин DAL-BO Maxicut 600 і інші були розроблені в Аргентині. Згодом подібні машини почали розроблятися і в Україні.

На підставі аналізу існуючих конструкцій котків-подрібнювачів та дослідних зразків окремих їх секцій і результатів випробування науковцями кафедри сільськогосподарського машинобудування КНТУ розроблена удосконалена конструкція машини (рис. 1 стор. 155). аналогічного призначення, яка досить позитивно зарекомендувала себе у виробничих умовах аграрних підприємств Кіровоградської області.

В цьому випадку машина має жорстку центральну раму поєднану в одне ціле з причіпним пристроєм 1 (рис. 7, 8). До рами шарнірно, з метою копіювання поверхні поля в поперечному напрямку, приєднані два бічних роторних барабани з ножами. У вертикальне положення дані барабани переводяться

гідроциліндрами 6. Задній барабан 3 з'єднаний з рамою жорстко. При поворотах в кінці гонів чи транспортуванні по полях на невеликі відстані коток переводиться в транспортне положення завдяки гідравлічному механізму 5 з двома опорними колесами.

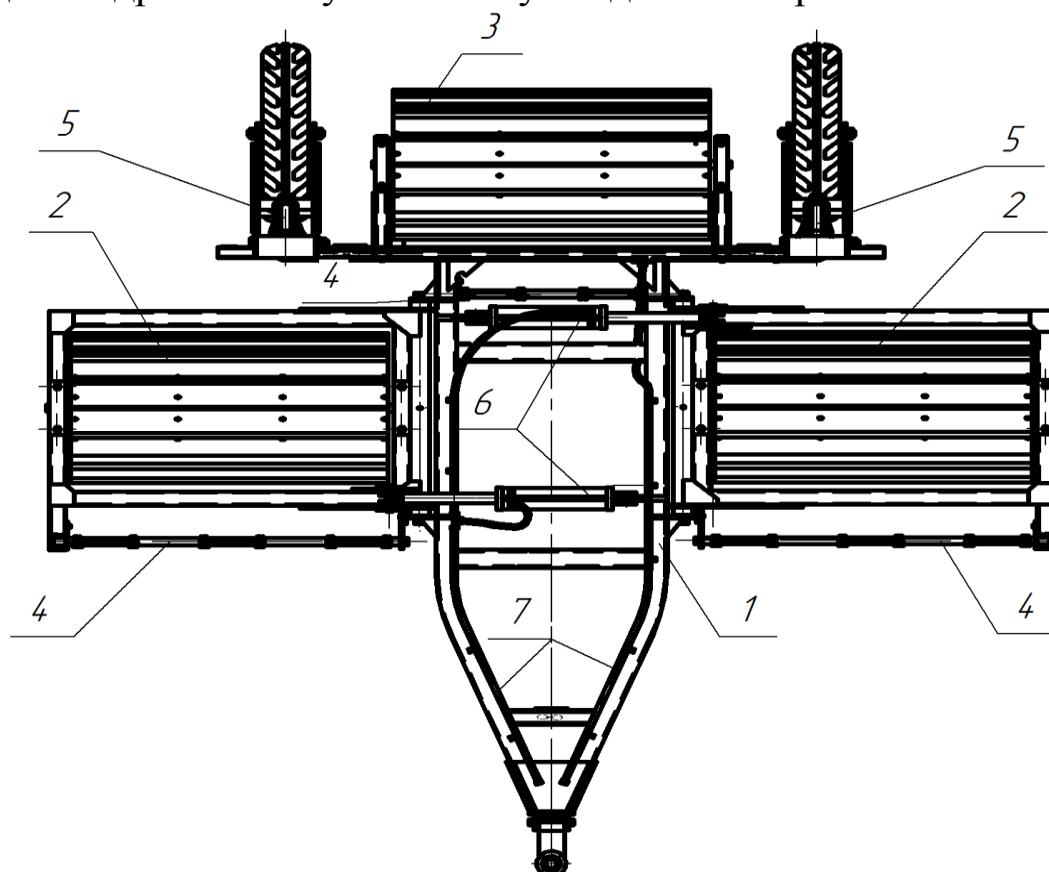


Рис. 7. Коток-подрібнювач рослинних решток КП-4,5 (Вигляд зверху)

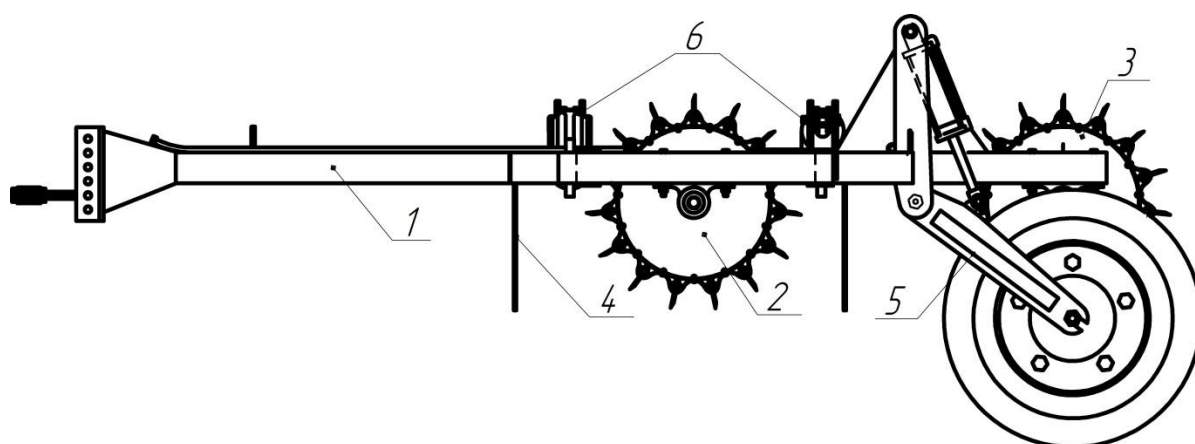


Рис. 8. Схема котка-подрібнювача рослинних решток КП-4,5 (Вигляд збоку):

- 1 – причіпний пристрій; 2 – передні роторні барабани; 3 – задній роторний барабан; 4 – граблі напрямники рослинних решток;  
5 – механізми переведення котка в транспортне положення;  
6 – гідравлічні циліндри переведення бічних котків в транспортне положення; 7 – гідравлічна система



Штоки гідроциліндрів через перемичку на вилках підкочують колеса під основну раму і піднімають всю конструкцію. Повернення в робоче положення машини відбувається під дією власної ваги. Величина перекриття ширини захвату передніх барабанів заднім становить 50 мм. Ширина захвату одного барабана – 1500 мм, діаметр барабана по краю лез – 1100 мм. Ширина ножової полоси 150 мм. Ножі змінні і закріплюються до упорів на циліндричній поверхні барабана болтовими з'єднаннями. Відстань між ножами по діаметру барабана, а отже і задана довжина подрібнених рослинних решток становить 170 мм. З метою покращення рівномірності подрібнення рослинних решток конструкція котка обладнана граблинами-напрямниками 4 (рис. 9), які складаються з вала 1 та пружинних пальців 2. Передбачене регулювання положення пальців у вертикальній площині дозволяє змінювати активність їх впливу на рослинні рештки і орієнтувати їх перпендикулярно до дії ножів. Таким чином і забезпечується краща рівномірність подрібнення.

Перебивання рослинних решток відбувається за принципом підпорного різання. Функцію опори в даному випадку виконує ґрунт. Очевидно, що для виконання даного процесу необхідна значна маса машини. Конструктивна маса

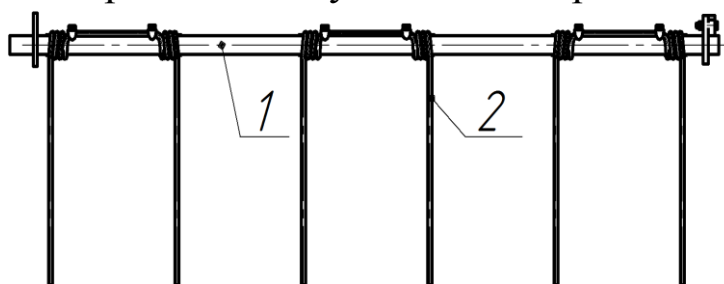


Рис. 9. Граблини-напрямники котка-подрібнювача КП-4,5

котка становить 3,1 т, але для якісного подрібнення стебел кукурудзи і такої маси не завжди достатньо. Тому передбачена можливість заповнювати порожнину циліндрів ножових барабанів водою і доводити їх експлуатаційну масу до 5 т.

Кількість ножів на одному барабані – 15. Тиск, з яким він діє на рослинні рештки, становить понад 1,2 т. Коток здатний працювати на швидкостях до 25 км/год і забезпечувати експлуатаційну продуктивність до 10 га/год.

Подрібнювачі рослинних решток представлених груп мають ряд позитивних і негативних властивостей. Машини з приводом робочих органів забезпечують подрібнення рослинних решток

без контакту з ґрунтом і не руйнують його структуру, але вони мають досить складну конструкцію та потребують значних затрат енергії на привод робочих органів і не подрібнюють рослинні рештки, які лежать на поверхні поля.

Котки-подрібнювачі мають досить просту конструкцію, але є занадто металомісткими, без чого вони не можуть виконувати технологічний процес. При цьому вони мають негативний вплив – руйнування структури поверхневих шарів ґрунту, але інтенсивність їх порівняно з процесами дискування, які використовуються до даного часу і будуть використовуватися до насичення виробництва спеціальними подрібнювачами, значно менша. Отже, цілком імовірним є ефективне використання котків-подрібнювачів, як мінімум, при подрібненні рослинних решток після збирання соняшнику. Враховуючи те, що під вирощування даної культури в Україні відводяться досить великі площі, то розробка конструкцій вітчизняних котків-подрібнювачів є цілком актуальною.

## МАШИНИ ДЛЯ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

### 3.1. Лушильники, їх будова, технологічний процес роботи та основні регулювання

*Лущення* – обробіток ґрунту на невелику глибину, який передуює оранці. Проводиться з метою розпушування ґрунту, збереження вологи, загортання в ґрунт пожнивних решток, шкідників та збудників хвороб культурних рослин, насіння бур'янів та провокування його до проростання.

Лущення ґрунту проводиться дисковими та лемішними лушильниками.

Дисковими лушильниками лущать стерню зернових культур на ділянках забруднених переважно кореневищними та іншими багаторічними бур'янами.

Ущільнений ґрунт після кукурудзи та соняшнику та ділянки, забруднені коренепаростковими бур'янами, обробляють лемішними лушильниками.

Лущення стерні дисковими лушильниками проводяться на глибину 4–10 см, лемішними – на 6–12 см. Поля лущать в напрямку, поперечному напрямку руху збиральних агрегатів.

Робочими органами дискових лушильників є сферичні диски, які бувають трьох типів: Тип В – з квадратним отвором в центрі; Тип С – з декількома отворами під заклепки; Тип Д – з плоским днищем та отворами в центрі.

Для дискових лушильників головним чином використовуються диски типу В. Варіантами цього типу можуть бути звичайний диск (рис. 10, а) та вирізний диск (рис. 10, б).

Для звичайних дисків стандарт передбачає наступні параметри:

$$D=510 \text{ мм}; R=600 \text{ мм}; b=4,0 \text{ мм}; \omega = \varphi + i = 42 \pm 2^\circ,$$

де  $\varphi$  – пів кута при вершині сектора,  $i$  – кут загострення леза.

Для вирізного диска:  $D=660 \text{ мм}; R=660 \text{ мм}; b=6,0 \text{ мм}; \omega = 45 \pm 2^\circ; B=100 \text{ мм}; C=84 \text{ мм}.$

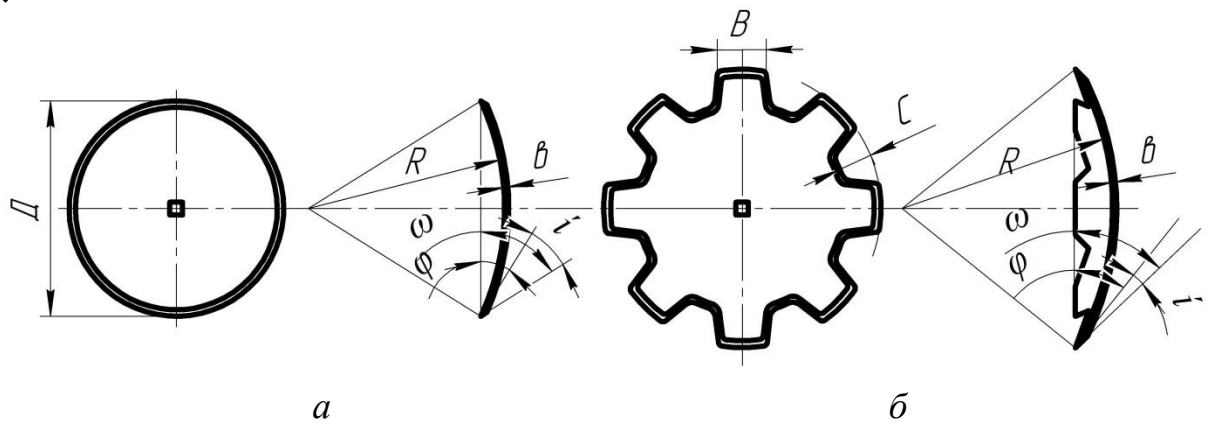


Рис. 10. Робочі органи дискових лушчильників:

*a* – звичайний диск; *б* – вирізний диск

Стандарт передбачає також цілий ряд інших значень названих параметрів, так  $D$  може бути 250, 400, 450, 510, 560, 610, 660, 710, 760, 800 мм.

В робочому положенні диски перекочуються відносно напрямку руху під певним кутом атаки –  $\alpha$  (рис. 11,а).

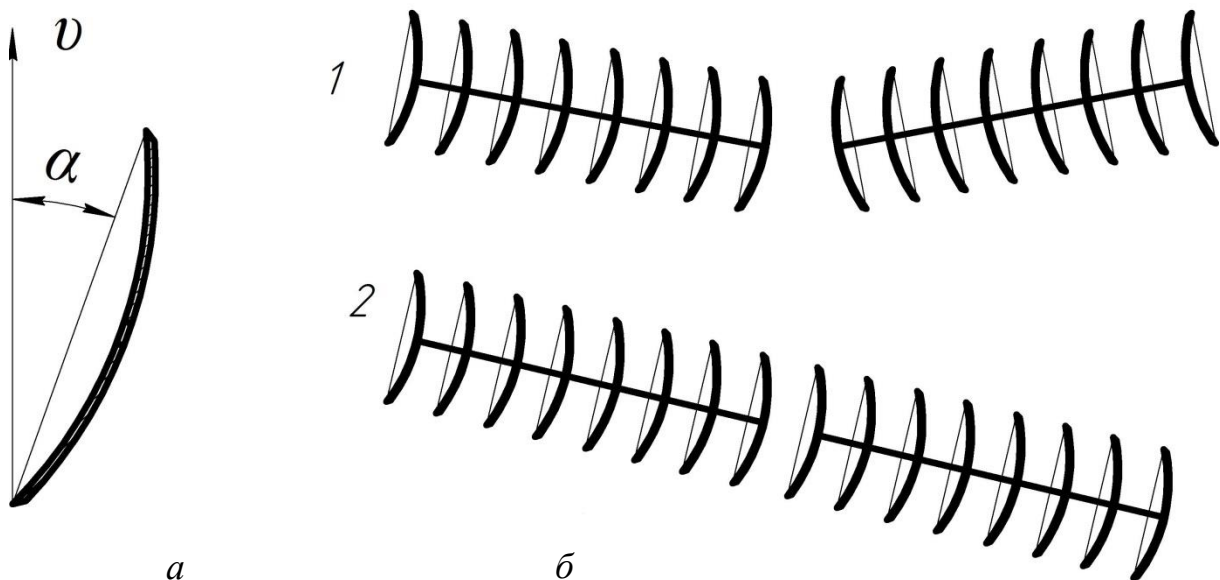


Рис. 11. Кут установки дисків відносно напрямку руху *a* та схеми з'єднання батарей дисків у лушчильники *б*

Кут установки дисків відносно напрямку руху у лушчильників може досягати значення  $15\text{--}35^\circ$ . Диски збираються в батареї на загальних горизонтальних осях. Кількість дисків в батареї 6–9. З'єднання батарей дисків в лушчильники проводиться за різними, але однослідними схемами (рис. 11,б).

За способом агрегування випускаються лушчильники навісні, з шириною захвату 5 м і постійним кутом атаки рівним

35°, напівнавісні та причіпні з перемінним кутом установки дисків від 15 до 35°.

Найбільш широке застосування в господарствах знаходять лушильники типу ЛДГ-5, ЛДГ-10 (рис. 12), ЛДГ-15, ЛДГ-20, які відрізняються один від одного шириною захвату і використовуються в агрегатах з тракторами різного класу тяги.

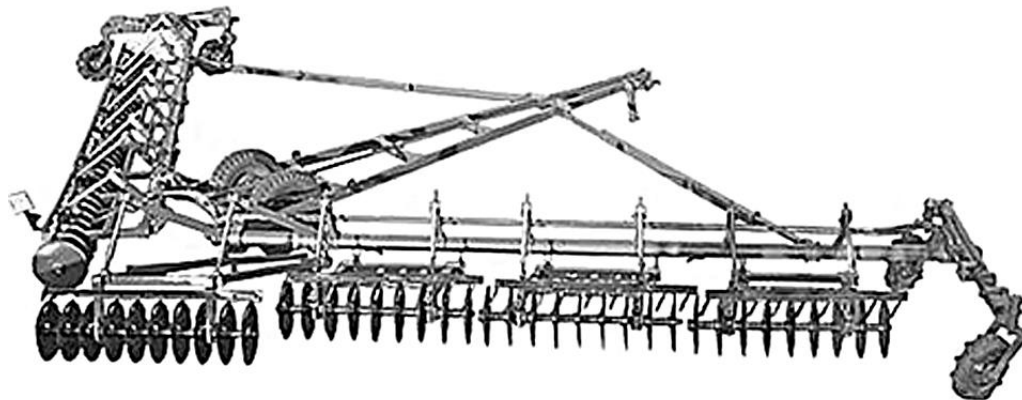


Рис. 12 Загальний вигляд причіпного лушильника ЛДГ-10

Розглянемо будову даних ґрунтообробних знарядь на прикладі причіпного дискового лушильника ЛДГ-5 (рис. 13). Призначається він для лушення ґрунту і стерні після збирання зернових культур, для догляду за парами і подрібнення гребней після оранки.

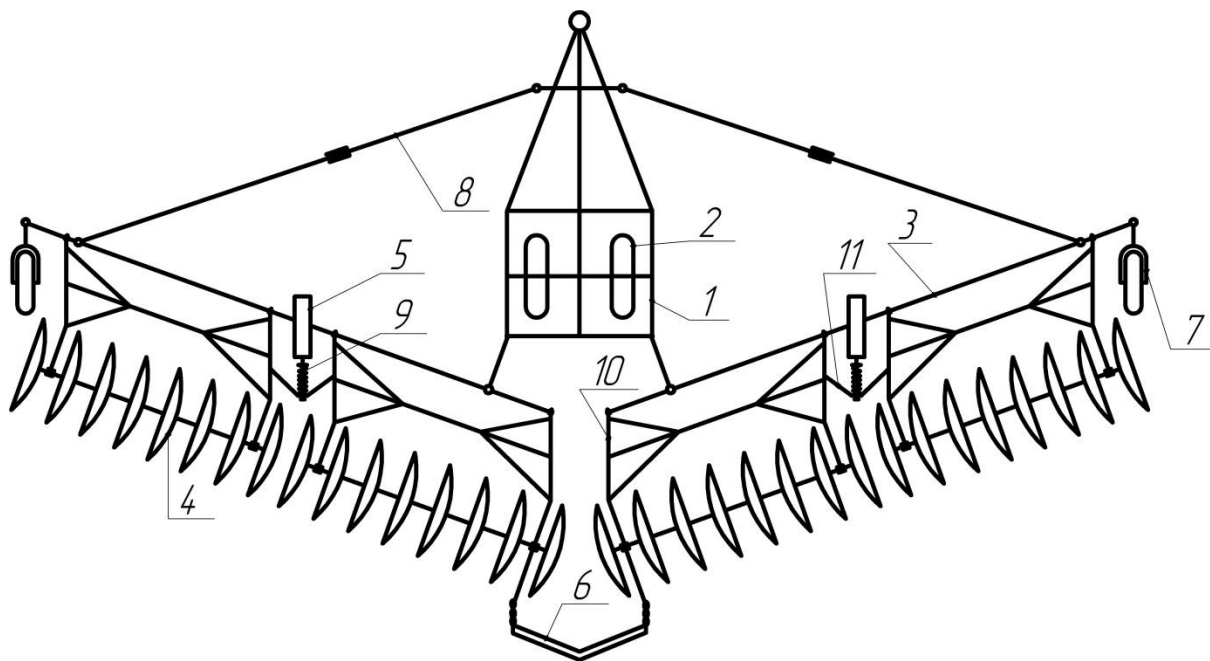


Рис. 13. Схематичне зображення причіпного дискового лушильника ЛДГ-5

Лушительник складається з рами 1, яка опирається на колеса 2, брусів 3 з чотирма дисковими батареями 4, гідравлічного механізму підймання батарей з гідроциліндром 5 та зарівнювача 6.

Бруси 3 шарнірно приєднуються до рами 1 і опираються на бокові колеса 7, а також зв'язані з рамою розсувними телескопічними тягами 8. Змінюючи довжину цих тяг, можна змінювати кут атаки дисків, зі збільшенням якого диски більше заглиблюються. Глибина обробітку ґрунту може змінюватись також за рахунок стиснення пружин на повідках 9 та перестановкою по вертикалі передніх кінців рамок 10, якими батареї приєднуються до брусів 3 (рис. 14).

При зміні кута атаки змінюється зазор між дисками середніх секцій. Для його збереження бруси 3 зсувають чи розсувають. Змінюють також кут між брусами та півосями коліс 7. Хоча останнім часом встановлюються флюгерні колеса, які самі встановлюються відносно напрямку руху і не потребують додаткових регулювань.

Зарівнювач 6 заробляє роз'ємну борозну після проходу лушительника. Гідравлічний механізм підймання секції лушительника (рис. 14) призначається для переводу його з транспортного положення в робоче і навпаки. Складається з важільної вилки 11, приєднаної до рамок двох сусідніх батарей, та гідроциліндра 5, шток якого з'єднаний з вилкою, натискною штангою та пружною 9.

При подачі мастила від гідромотора трактора до нижньої

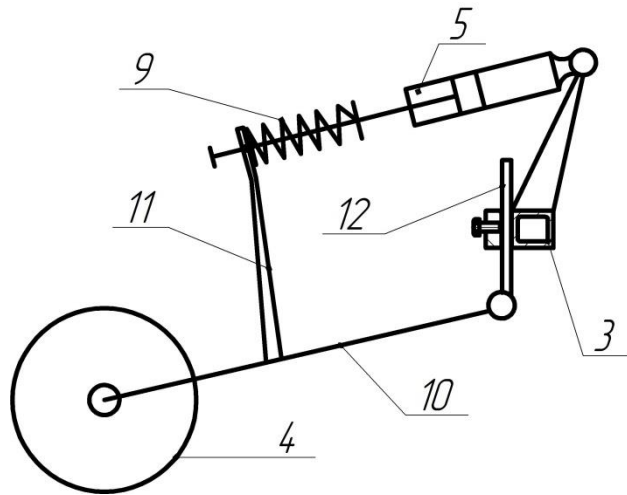


Рис. 14. Схема роботи гідравлічного механізму підймання секції лушительника

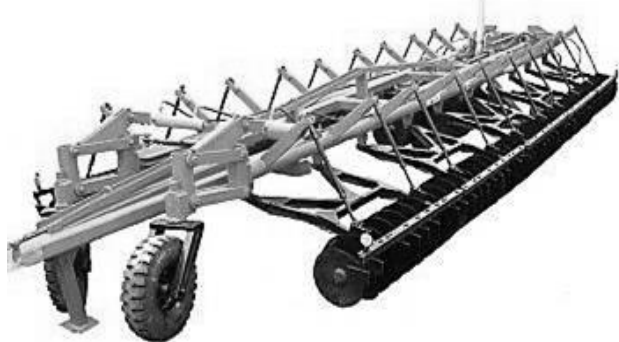


Рис. 15. Лушительник ЛД-14 в транспортному положенні



порожнини циліндра шток втягується і через штангу та вилку підіймає секції батарей. При опусканні батарей шток гідроциліндра висувається і через пружину та вилку примусово заглиблює в ґрунт диски. При транспортуванні луцильників бруси з секціями дискових батарей підводяться до центральної рами і закріплюються в положенні паралельному напрямку агрегування (рис. 15).

### 3.2. Технологічна схема роботи плугів

Для традиційної полицевої технології основного обробітку ґрунту в більшості випадків застосовуються лемішні плуги, головним робочим органом яких є корпус. Призначення корпусів полягає в відрізання скиби ґрунту від необробленого поля, від дна борозни та обертання. Всі ці процеси можна уявити як дію трьох клинів з кутами  $\alpha$  – кришення,  $\gamma$  – зміщення і  $\beta$  – нахилу.

Клин з кутом  $\alpha$  підрізає скибу ґрунту в горизонтальній площині, яка підіймається на робочу поверхню клина, згинається і розламується (рис. 16, а).

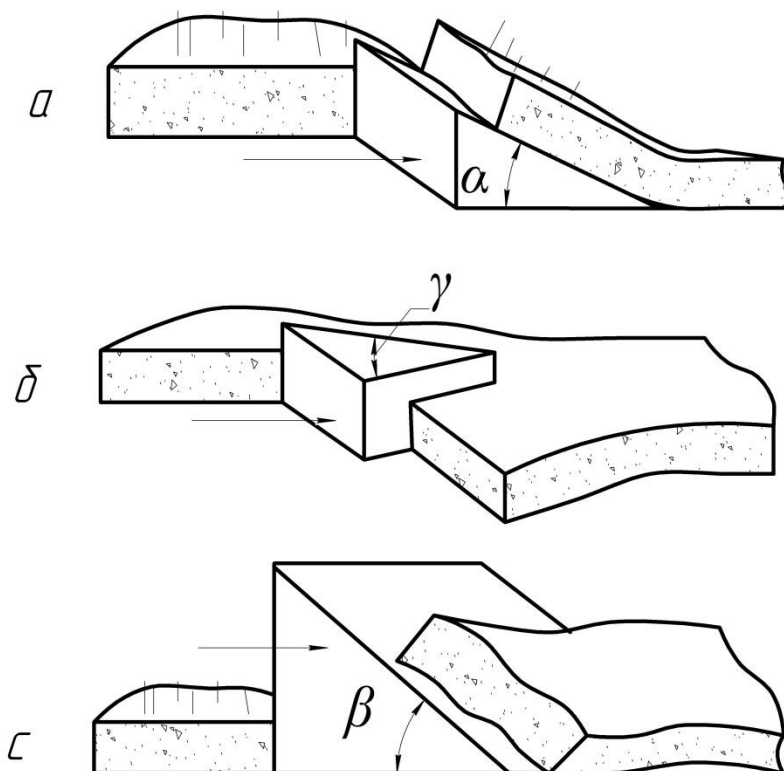


Рис. 16. Дія клинів на ґрунт

Ребро клина з кутом  $\gamma$  відрізає шар ґрунту в вертикальній площині і зсуває його в сторону (рис. 16, б)

Робоча поверхня клина з кутом  $\beta$  нахиляє шар ґрунту в напрямку перпендикулярному напрямку руху, що сприяє його обертанню (рис. 16, с).

Тому робоча поверхня корпусу плуга розглядається як тригранний клин, який представляє собою тетраєдр МВАО з трьома взаємно перпендикулярними площинами МАО, МВО, ВОА (рис. 17).

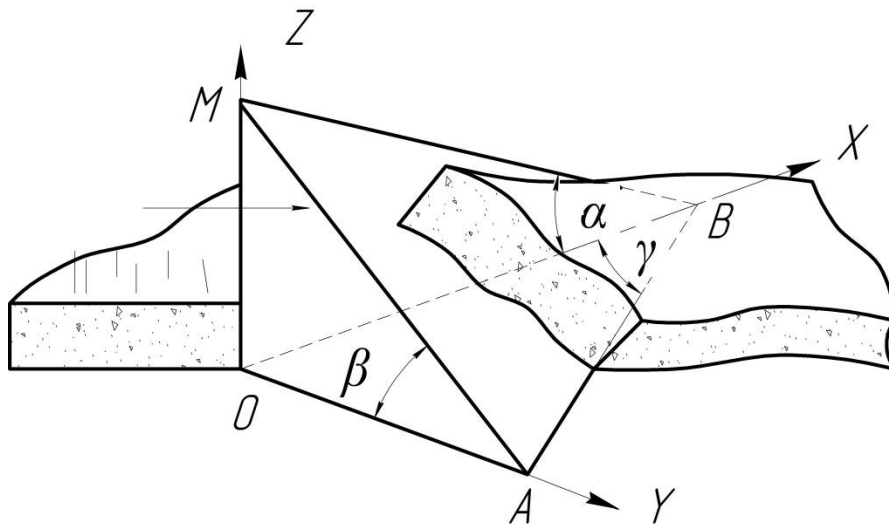


Рис. 17. Схема дії на ґрунт тригранного клина

При переміщенні тригранного клина в напрямку осі X ребро АВ відрізає скибу ґрунту від дна борозни, ребро ВМ – від стінки борозни, а грань АВМ відводить шар ґрунту вбік, кришить його та обертає. В дійсності, робоча поверхня корпусів складається з двох елементів – лемеша та полиці, а технологічний процес оранки представляє собою послідовне підрізання, кришення, обертання та відкидання вбік скиби ґрунту прямокутного поперечного перетину (рис.18).

Для забезпечення якісної роботи плугів обґрунтоване відношення ширини скиби ґрунту  $b$ , що обробляється, до її висоти  $a$ . Відношення  $b/a = K$ .  $K=1,27$ . Кут нахилу такої скиби чи шару ґрунту до горизонту в кінцевому положенні дорівнює  $52^\circ$ . При відповідних значеннях цих параметрів ґрунт не буде обсіпатись на дно борозни, що даватиме можливість якісно заробляти стерню та інші рослинні рештки, а також різні види добрив.



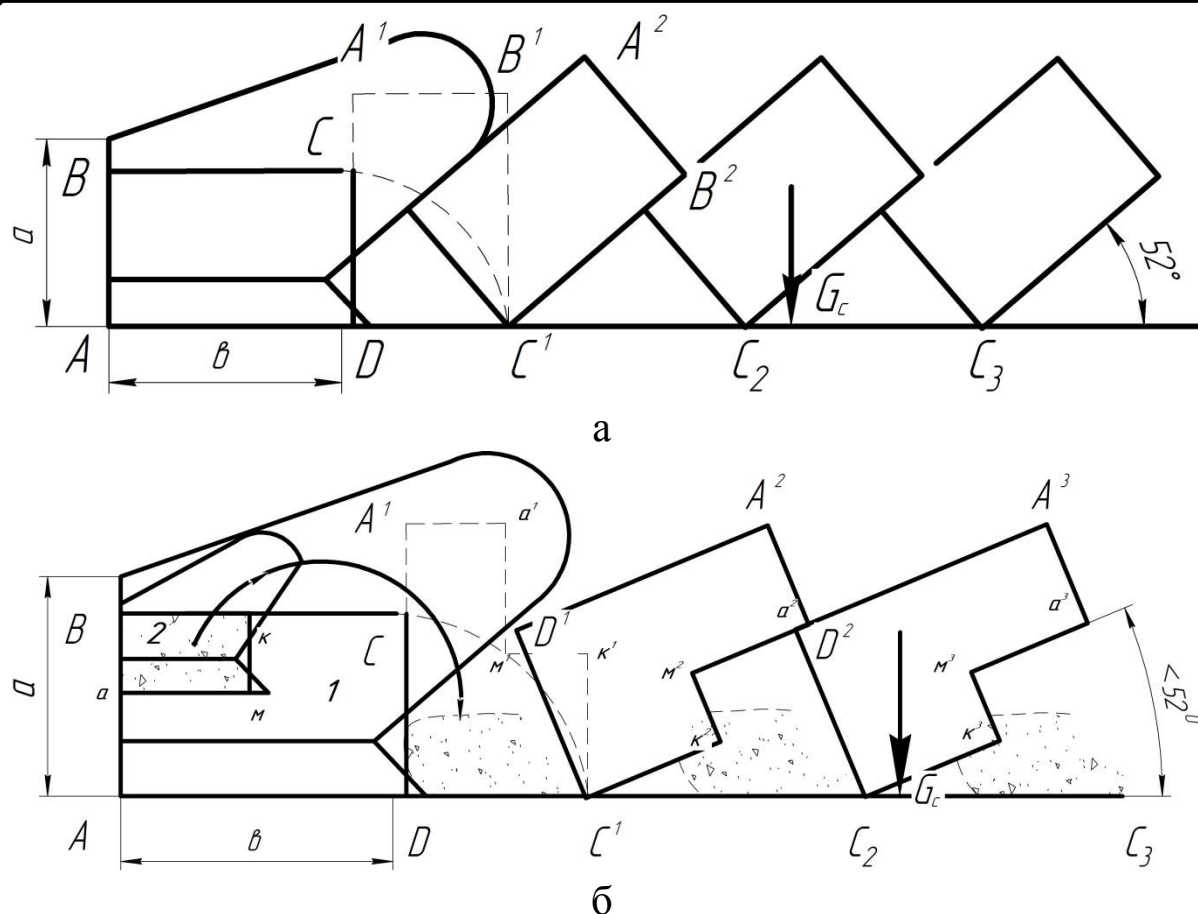


Рис. 18. Технологічний процес обертання скиби ґрунту корпусом плуга:

а – без передплужника; б – з передплужником

Основними робочими органами плугів є корпуси, передплужники, та ножі.

### 3.3. Корпуси плугів

За конструктивними особливостями розрізняють корпуси відвальні, безвідвальні, вирізні, з ґрунтопоглиблювачами, з висувним долотом, дискові, комбіновані та обладнані пластинчастою полицею (рис. 19).

*Полицеві (відвальні) корпуси* (рис.19, а, б) використовують для оранки з обертанням та розпушуванням шару ґрунту. Такі корпуси складаються зі стояка 3, на якій закріплюються леміш 1, полиця 2, польова дошка 5. На полицях деяких корпусів закріплюють перо 4 необхідне для повного обертання шару ґрунту, змінні гряди полиці 3, висувне долото 12 та кутознім 23.

*Безвідвальний корпус* (рис.19, в) призначається для розпушування ґрунтів в вітроерозійних та засушливих районах. Складається зі стояка, лемеша, розширювача та щитка. Шар

грунту кришиться в результаті підрізання його лемешем, деформації розширювачем та удару об дно борозни.

*Вирізний корпус* (рис.19, *г*) служить для відвальної оранки підзолистих ґрунтів з невеликим родючим горизонтом з одночасним поглибленням його на 4...5 см. Корпус має два лемеші, полицю та стояк. Нижня частина підрізаного шару ґрунту проходить між лемешами без обертання, а верхня частина надходить на полицю, обертається і падає на нижній розпушений шар.

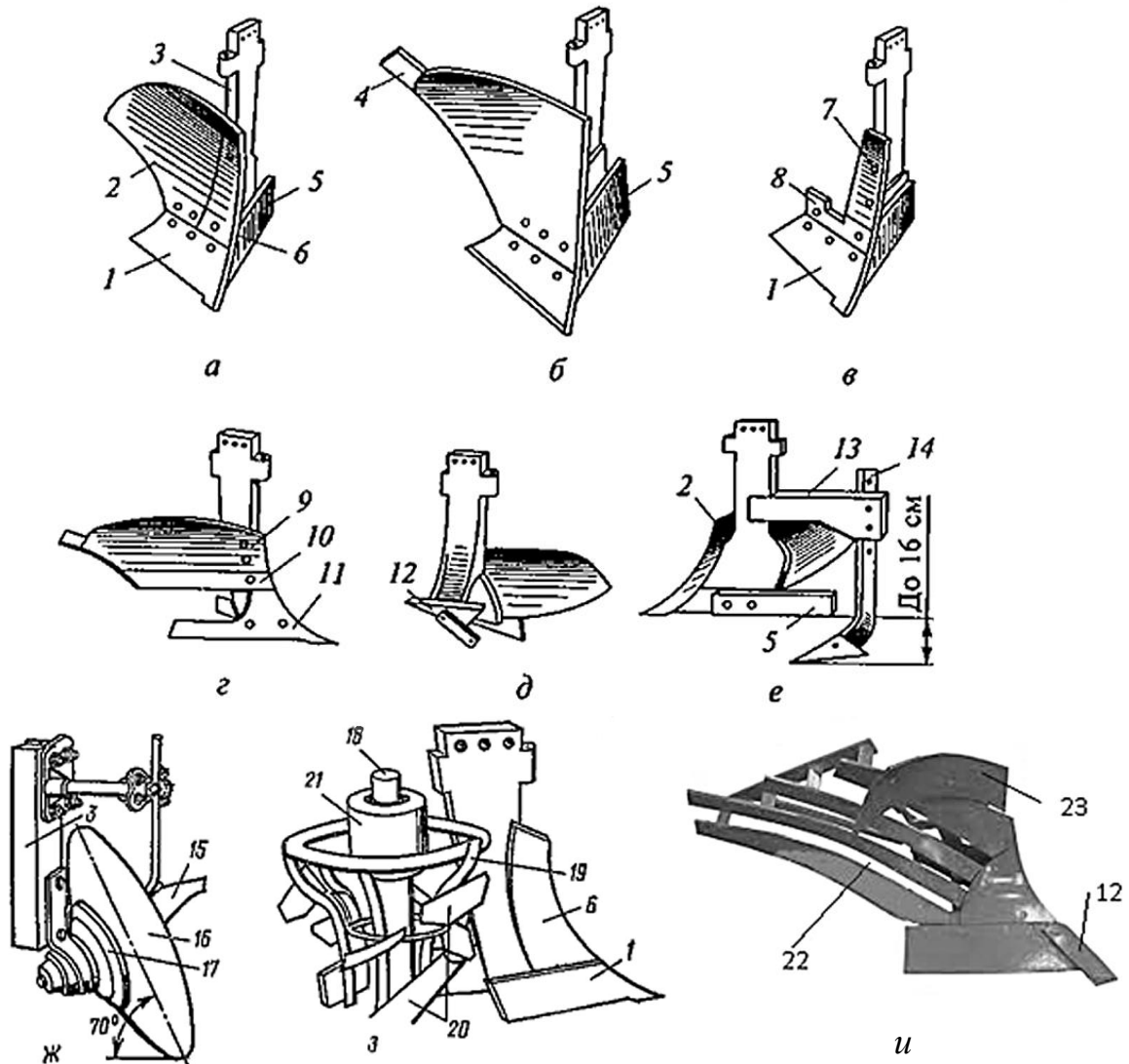


Рис. 19. Корпуси плугів:

*а* – відвальний; *б* – відвальний з пером; *в* – безвідвальний; *г* – вирізний;  
*д* – з висувним долотом; *е* – з ґрунтопоглиблювачем; *ж* – дисковий;  
*з* – комбінований; *и* – з пластинчастою полицею;

1, 10, 11 – лемеші; 2, 9, 22 – полиці; 3 – стояк; 4 – перо полиці; 5 – польова дошка; 6 – груди полиці; 7 – щиток; 8 – розширювач; 12 – долото;  
 13 – кронштейн; 14 – ґрунтопоглиблювач; 15 – чистик; 16 – диск;  
 17 – маточина; 18 – вал; 19 – ротор; 20 – ножі; 21 – корпус ротора;  
 23 – кутознім

*Корпус з висувним долотом* (рис.19, д) призначається для оранки твердих ґрунтів, а також тих, в яких зустрічається каміння та інші включення. Долото кріпиться до стояка і своїм переднім кінцем виступає за межі лемеша на 2...3 см.

Воно забезпечує добре заглиблення корпуса та запобігає його пошкодженню при зустрічі з камінням. По мірі зношування долота його висовують, для чого на ньому передбачені отвори.

*Корпус з ґрунтопоглиблювачем* (рис.19, е) використовують для відвальної оранки підзолистих, каштанових та малопотужних чорноземів з одночасним поглибленням оброблюваного шару ґрунту на 6–15 см. Стрілчаста лапа установлюється за корпусом нижче лемеша, розпушує дно відкритої корпусом борозни. При цьому не відбувається перемішування шарів ґрунту, що обертаються, і тих, що розпушуються. Стояк лап має ряд отворів, за допомогою яких змінюється глибина розпушування ґрунту. Ширина захвату лапи може бути 20 і 30 см для роботи з корпусами шириною захвату 30 і 35 см відповідно. При використанні ґрунтопоглиблювачів на плугах спеціального призначення вони забезпечуються пружинними запобіжниками.

*Дисковий корпус* (рис.19, ж) використовують для оранки важких твердих ґрунтів, з включеннями коріння дерев, а також для вологих ґрунтів при вирощуванні рису. Корпус складається зі сферичного диска, який прикріплений до фланця маточини і вільно обертається на підшипниках. Стояк кріпиться до рами плуга так, що площина обертання різальної кромки диска нахилена до дна борозни під кутом  $70^{\circ}$ , а відносно напрямку руху на кут атаки  $40\text{--}45^{\circ}$ . Дисковий корпус працює на глибину 25–35 см, не ущільнює дно борозни. Оброблений ґрунт має крупно-грудкувату будову, що сприяє хорошій аерації та швидкому просиханню нижніх шарів. Ширина захвату дискового корпусу діаметром 710 мм складає 30 см.

*Комбіновані корпуси* (рис.19, з) призначаються для оранки важких ґрунтів з одночасним інтенсивним їх розпушуванням. Корпус складається з укороченої полиці, лемеша та ротора, який кришить, обертає та укладає підрізаний шар ґрунту в борозну. Частота обертання ротора до 507 об/хв. Поле, оброблене комбінованим корпусом, має рівну добре розпушену поверхню і не потребує допоміжного обробітку.

Корпуси з пластинчастими полицями (рис.19, и) забезпечують кращі умови кришення і характеризуються зниженням тягового опору на 10...15% за рахунок зменшення площі контакту з ґрунтом, а відповідно і тертя.

Корпуси плугів характеризуються наступними параметрами: шириною захвату, глибиною оранки, кутами установки лемеша до дна та стінки борозни, а також формою робочої поверхні.

Плуги загального призначення обладнуються корпусами шириною захвату 25; 30; 35 і 40 см, спеціальні – 45; 50; 60; 70 і 100 см.

По формі робочої поверхні відвальні корпуси підрозділяють на циліндричні, культурні, напівгвинтові та гвинтові (рис. 20).

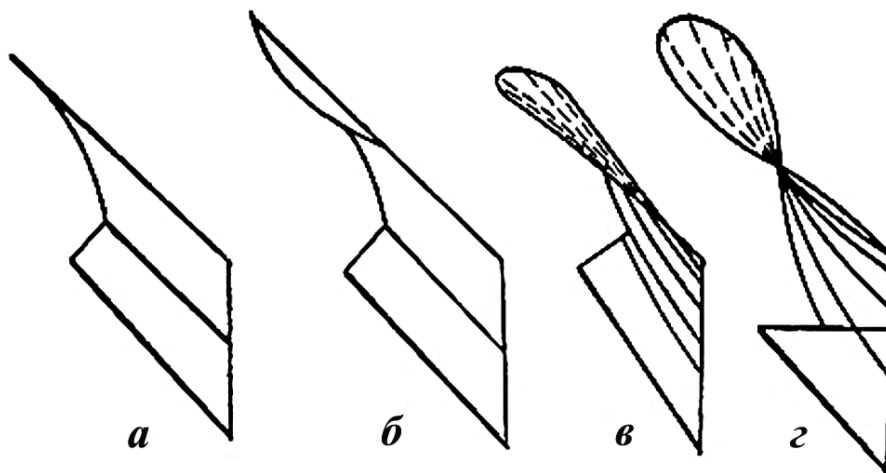


Рис. 20. Типи робочих поверхонь корпусів:

а – циліндрична; б – культурна; в – напівгвинтова; г – гвинтова

Плуги з циліндричною полицею відразу круто піднімають і відкидають скибу в бік борозни. При цьому ґрунт добре кришиться, але недостатньо перевертається. Плуги з такою формою полиці застосовують на окультурених, незадернілих і легких ґрунтах.

Для оранки легких (староорних) давно оброблюваних ґрунтів використовуються корпуси з культурним типом робочої поверхні. Культурна робоча поверхня за формою наближається до циліндричної і відрізняється від неї тим, що задня її частина є більш загнutoю вперед. Вона забезпечує достатнє перевертання і кришіння, яке буває навіть краще, ніж при оранці плугом з напівгвинтовою полицею. На задернілих ґрунтах вона працює гірше, ніж гвинтова і напівгвинтова. Культурні корпуси випускаються для роботи на швидкостях до 7 км/год, 7...9 км/год

і 9...12 км/год. Швидкісні корпуси відрізняються від звичайних більш пологою постановкою робочої поверхні до стінки борозни, меншою довжиною полиці та зміненою формою борозного обрізу.

У напівгвинтової поверхні передня частина циліндрична, а задня наближається до гвинтової. Напівгвинтові корпуси добре обертають шар ґрунту, але гірше кришать його. Використовують на чагарниково-болотних плугах та плугах загального призначення для оранки сильно задернілих та цілинних ґрунтів.

Корпуси з гвинтовою робочою поверхнею добре перевертають скибу, але недостатньо її кришать. Ці корпуси призначені для обробки зв'язних сильно задернілих ґрунтів (оранки багатолітніх трав, корінного поліпшення кормових угідь і первинної оранки цілинних земель). Забезпечують найкращі умови для розкладу поживних решток та дернини. Перед кожним гвинтовим корпусом установлюють дисковий ніж.

### 3.3.1. Робочі частини корпусу плуга

*Леміш 1* (рис. 21) призначається для підрізання шару ґрунту та спрямування його на полицю. Леміш сприймає найбільший тиск з боку шару ґрунту і тому швидко зношується. В результаті того, що леміш швидко затупляється, порушується якість виконання технологічного процесу, зростає тяговий опір плуга. Такі лемеші необхідно реставрувати, для цього в їх конструкції закладений запас металу 1 на тильній стороні, який називається “магазином” (рис. 22). Поновлення леміша виконується відтягуванням в нагрітому стані за допомогою молотка. Після цього леміш заточують до товщини леза 0,5...1 мм. Запасу магазину вистачає на 3...4 відтягування.

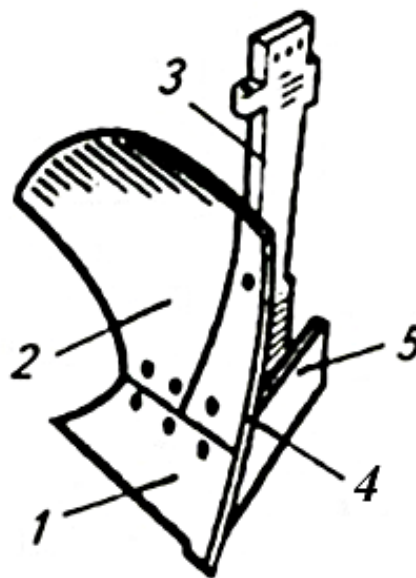


Рис. 21 Будова корпусу плуга

За формою лемеші бувають: трапецієподібні, долотоподібні, вирізні та трикутні.

Трапецієподібні лемеші (рис. 22, *а*) утворюють рівне дно борозни, їх установлюють на передплужниках та деяких корпусах. У лемешів розрізняють магазин 1, лезо 2, крило 3, носок 5. На їх поверхні є ряд отворів 4 для з'єднання зі стояками. Долотоподібні лемеші мають подовжений носок (долото) (рис. 22, *б*), відігнутий вниз на 10 мм від лінії леза. Такі лемеші добре заглиблюються в ґрунт, особливо на важких ґрунтах і добре забезпечують необхідну стійкість ходу корпусів по глибині.

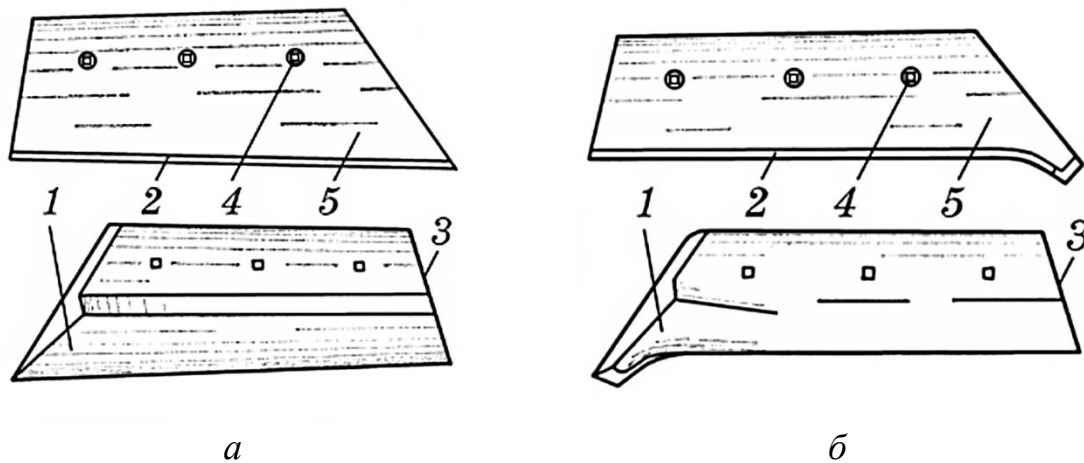


Рис. 22. Лемеші:

*а* – трапецієподібний; *б* – долотоподібний

Вирізні лемеші установлюють на вирізних корпусах (рис. 19, *г*).

Трикутні лемеші установлюють на деяких спеціальних плугах, картоплекопачах, канавокопачах, де необхідний великий тиск з боку леза на шар ґрунту, що відрізається.

Для оранки кам'янистих ґрунтів, обробітку розкорчованих ділянок та при оранці на велику глибину використовують посилені лемеші зі щогою, привареною знизу, а також лемеші з висувними долотами.

При оранці ґрунтів в яких немає каміння використовуються корпуси з лемешами, які здатні до самозаточування. Вони виготовляються з двошарової сталі чи наплавляються зносостійкими сплавом з тильної сторони леза.

В цьому випадку верхній шар металу менш зносостійкий і швидше стирається, а нижній – повільніше, в результаті цього зберігається постійна товщина леза.

Полиця 2, 4 (рис. 21, 23) відрізає шар ґрунту від стінки борозни, деформує його, зсуває в бік та повертає і вкладає його

верхньою частиною на дно попередньої борозни. Полиця зазнає з боку шару ґрунту великий згинаючий момент, а також удар з боку каміння, коріння, здерев'янілих решток, що знаходяться в ґрунті.

Для надання полиці достатньої твердості її виготовляють дво- чи тришаровою.

Поверхневий шар більш твердий і забезпечує зносостійкість, а більш м'який внутрішній забезпечує стійкість відносно згинаючого моменту та ударів ґрунту.

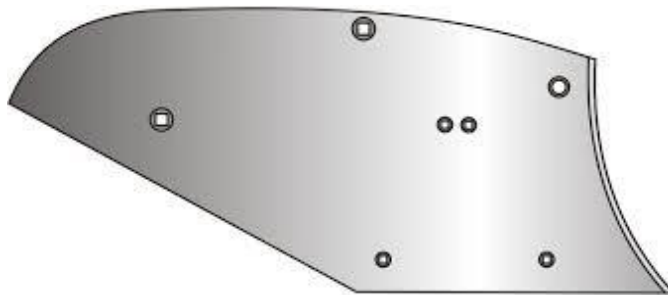


Рис. 23. Полиця корпусу плуга

Найбільшого зношування зазнає передня частина полиці, тому корпуси, які працюють в дуже складних умовах, обладнуються полицями, що складаються з двох частин 2, 4 (рис. 21). Поверхня полиці повинна бути гладенькою, без нерівностей, вм'ятин та задирів. Це зменшує тяговий опір плугів і запобігає налипанню ґрунту. Леміш та полицю кріплять до стояків чи башмаків (якщо це окремі елементи конструкції) потайними болтами. В місцях з'єднання частин полиці і полиці з лемешем допускається зазор не більший 1 мм.

Польова дошка 5 (рис. 21) забезпечує стійкий хід корпусу, захищає стояк від стирання та згинаючого моменту, який виникає під дією бокового тиску шару ґрунту. Польовою дошкою корпус впирається в стінку борозни, тому вона також швидко зношується, і конструкцією передбачається можливість її обертання. Установлюється вона відносно стінки борозни під кутом 2...3°. На задніх корпусах установлюють більші польові дошки чи обладнують їх змінними п'ятками. На корпусах, що працюють в важких умовах (плантажних, чагарниково-болотних), установлюють широкі польові дошки або поширювачі.

### 3.4. Передплужник, кутознім, ножі

Передплужник (рис. 24) підрізає верхній задернілий шар ґрунту з боку польового обрізу корпусу товщиною 8...12 см та шириною рівною 2/3 ширини захвату основного корпусу і скидає його на дно борозни. При цьому, розпушена основним корпусом

скиба ґрунту в кінцевому положенні буде нахилена до горизонту під кутом меншим за  $52^\circ$ , що зменшує ймовірність її осипання назад в борозну (рис. 18, б). Складається із лемеша 1, полиці 2 та стояка 3. Кріпиться до рами плуга за допомогою хомута 4 та тримача. Основною конструктивною відмінністю передплужника порівняно з корпусом плуга є відсутність польової дошки. Передплужник переміщують в тримачеві в вертикальному напрямку, а тримач переміщують по брусу рами вперед чи назад, установлюючи його на відстані 25...30 см від корпусу (рис. 25). Відстань  $L$  вибирають залежно від ширини захвату корпусу і умов оранки. При  $b=35$  см;  $L=30...35$  см; при  $b=30$  см;  $L=25...30$  см.

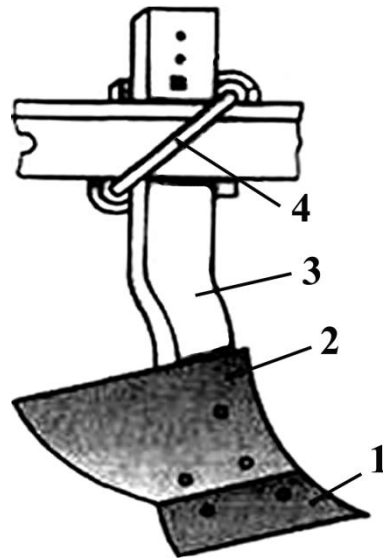


Рис. 24. Передплужник

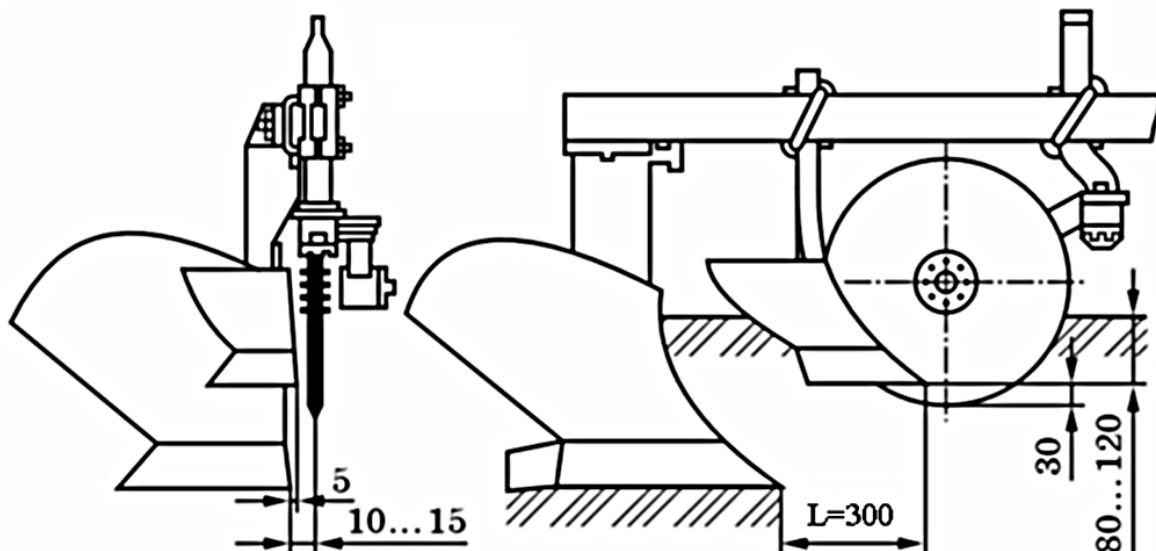


Рис. 25. Взаємне розташування робочих органів на рамі плуга

При оранці задернілого ґрунту передплужник закріплюють далі від корпусу. Надмірне заглиблення передплужника збільшує тяговий опір плуга і погіршує закриття в борозні рослинних решток.

*Кутознім* 23 (рис. 19) установлюють на корпусах, які працюють на ґрунтах забруднених камінням. Виконує функції передплужника, але здійснює тільки кут скиби ґрунту під час руху



його по полиці. Нижній край кутозніму щільно прилягає до поверхні полиці.

*Ножі плугів* розрізають ґрунт у вертикальній площині по лінії відділення оброблюваного ґрунту від масиву. Сприяють кращому обертанню шару ґрунту, загортанню рослинних решток, забезпечують стійкість ходу плугів та рівномірність глибини оранки. Ножі бувають дискові *а* (рис. 26), череслові *б* і плоскі з опорною лижею *в*.

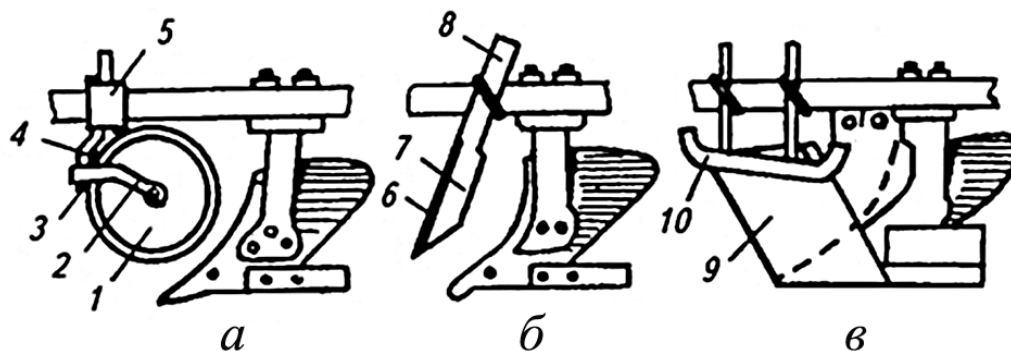


Рис. 26. Типи ножів

*Дисковий ніж* 1 – це диск, який вільно обертається на осі, закріпленій в провухинах вилки 2. Різальна кромка має двобічну заточку. Вилка вільно надівається на нижній кінець колінчастого стояка 4 і має можливість повертатись в горизонтальній площині в межах, які задаються конструкцією корончатої шайби 3. Під час роботи ніж самовстановлюється в площині, яка співпадає з напрямком руху агрегату. Кріпиться до рами за допомогою хомута та накладки 5. Може переміщуватись вгору, а також вперед і назад відносно рами, а також змінювати, положення площини обертання диска відносно польового обрізу корпусу плуга (рис. 25).

Дискові ножі застосовують на плугах загального призначення для оранки ґрунтів в яких немає решток коріння дерев та каміння. Для отримання рівної стінки і чистого дна борозни дисковий ніж здебільшого встановлюють перед останнім корпусом. Центр диска розташовують над носком передплужника чи спереду нього на відстані до 130 мм (рис. 25), а нижню кромку маточини – вище поверхні поля на 1...2 см. Площину обертання диска зміщують в бік поля від польового обрізу корпусу на 1...3 см. При оранці задернілих ґрунтів дискові ножі встановлюють перед кожним корпусом.

*Чересловий ніж* має прямий стояк, який переходить в ніж 7 із лезом 6. Він також кріпиться до рами плуга. Такі ножі бувають з прямолінійним та криволінійним лезом 6. Стояк 8 ножа з криволінійним лезом закріплюють вертикально. До нижнього кінця леза цих ножів приварене долото з отвором, яким його насаджують на носок лемеша. Спираючись на носок лемеша, ніж менше згинається при роботі на важких ґрунтах.

Стояк ножа з прямим лезом установлюють з нахилом до дна борозни під кутом  $70-75^\circ$ . Такі ножі розрізають дрібні корінці, а більші вивертають на поверхню. Ліву грань ножа установлюють на відстані 5...10 мм від польового обрізу корпусу плуга. Використовують на задернілих ґрунтах, засмічених корінням і камінням, і установлюють на чагарниково-болотних, лісових та інших спеціальних плугах.

*Плоский ніж з опорною лижею* 9 установлюється на чагарниково-болотних плугах для оранки – окультурювання ґрунтів, які заросли кущами висотою до двох метрів. З обох боків ножа розташовані лижі 10, які придавлюють гілки кущів до землі, а ніж перерізає їх. При затупленні леза ніж можна повернути на  $180^\circ$ .

### **3.5. Класифікація тракторних плугів та їх будова**

Плуги класифікують за призначенням, кількістю корпусів, типом корпусів, способом з'єднання з трактором, розташуванням корпусів відносно рами та особливостями виконання технологічного процесу.

За призначенням плуги підрозділяються: загального призначення та спеціальні (садові, виноградникові, чагарниково-болотні, плантажні, лісні та інші).

За кількістю корпусів – 1, 2, 3, 4, 5, ..., 12 - корпусні.

За типом корпусів – полицеві, безполицеві, вирізні, з висувним долотом, з ґрунтопоглиблювачем, дискові, комбіновані, з пластинчастою полицею.

За способом з'єднання з трактором – причіпні, начіпні і напівначіпні.

За розташуванням корпусів відносно рами та особливостями виконання технологічного процесу – звичайні, ярусні, оборотні, зі змінною шириною захвату та інші.

Більшість плугів мають подібну схему компонування робочих органів. Вони складаються із жорсткої рами утвореної

балкою жорсткості з поздовжніми гряділями. До кожного гряділя закріплюються по одному робочому корпусу та передплужнику. Перед останньою парою встановлюють ніж.

Рама плуга з'єднується з тягами навісного механізму трактора за допомогою нижнього та верхнього з'єднуючих шарнірів. Глибина оранки встановлюється за допомогою механізму регулювання опорного колеса.

Останнім часом найбільш широко застосовуються навісні та напівнавісні плуги. У сільському господарстві України нині широко застосовують три-, чотири-, п'яти-, семи-, восьми- і дев'ятикорпусні начіпні плуги загального призначення. В нових плугах, як і в класичних базових моделях, залишається незмінною значна частина технологічних параметрів та конструктивних елементів.

Найбільш прийнятним і поширеним в фермерських господарствах з незначною площею орних земель є плуг трикорпусний начіпний ПЛН-3-35 (П – плуг; Л – лемішний; Н – начіпний; 3 – кількість корпусів; 35 – ширина захвату одного корпусу, см)

Даний плуг призначений для оранки ґрунту з питомим опором до  $0,9 \text{ кг/см}^2$  на глибину до 25 см, агрегатують з тракторами тягового класу до 2.

Начіпний плуг ПЛН-3-35 загального призначення (рис. 27) складається з рами 1, корпусів 8, передплужників 7, дискового ножа 3, опорного колеса з регульовальним гвинтом 6, причепа 2 для борін.

Рама плуга є основою, до якої прикріплені всі робочі органи, опорне колесо та пристрої – начіпний і для причіплювання борін. Плуг ПЛН-3-35 має трикутну раму 1, зварену з труб прямокутного перерізу. До переднього бруса рами приєднана трикутна рамка 5 автонавіски. В окремих модифікаціях трикорпусних та чотири- і п'ятикорпусних плугів до переднього бруса приєднуються кронштейни 2 начіпного пристрою з пальцями 3, до яких приєднуються шарніри нижніх тяг навісного пристрою трактора. (рис. 29). Робочими органами плуга є корпуси 8, передплужники 7 і дискові ножі 3 (рис. 27).

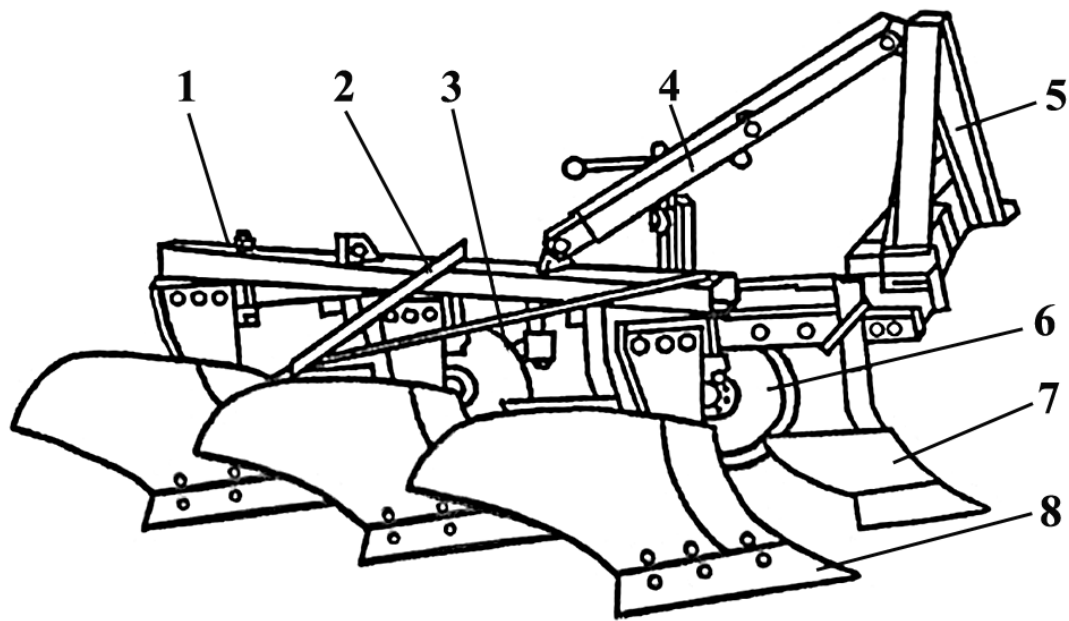


Рис. 27. Плуг трикорпусний начіпний ПЛН-3-35:

1 – рама; 2 – причіп для борін; 3 – ніж дисковий; 4 – розкіс; 5 – рамка навіски; 6 – опорне колесо; 7 – передплужник; 8 – корпус

Плуг комплектують полицевими корпусами культурного чи напівгвинтового типу. Дисковий ніж обертається на шарикопідшипниках, а опорне колесо – на конічних роликотпідшипниках. Опорне колесо (рис. 28) підтримує плуг у робочому положенні, забезпечуючи стійкість його ходу. Зміною положення колеса по висоті гвинтовим механізмом регулюють глибину оранки. На передньому брусі рами чотири- та п'ятикорпусних плугів є дванадцять отворів – по шість для кріплення кожного кронштейна. Це необхідно для перестановки кронштейнів з пальцями відносно переднього бруса рами і забезпечення необхідної ширини захвату переднього корпуса плуга відносно польового обрізу борозни.

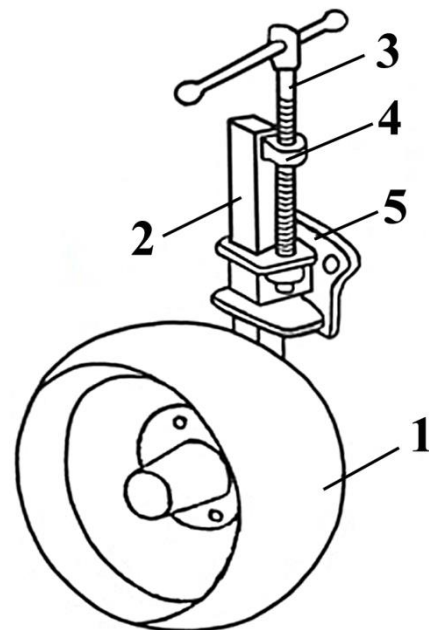


Рис. 28. Опорне колесо з гвинтовим механізмом плуга ПЛН-3-35:

1 – обід з маточиною;  
2 – стояк; 3 – гвинт;  
4 – гайка; 5 – тримач

В транспортне положення начіпний плуг переводять гідравлічною системою трактора, а в робоче він опускається під дією своєї ваги. Подібну конструкцію мають плуги ПЛН-4-35, ПЛН-5-35 (рис. 29) та ПНЛ-8-40.

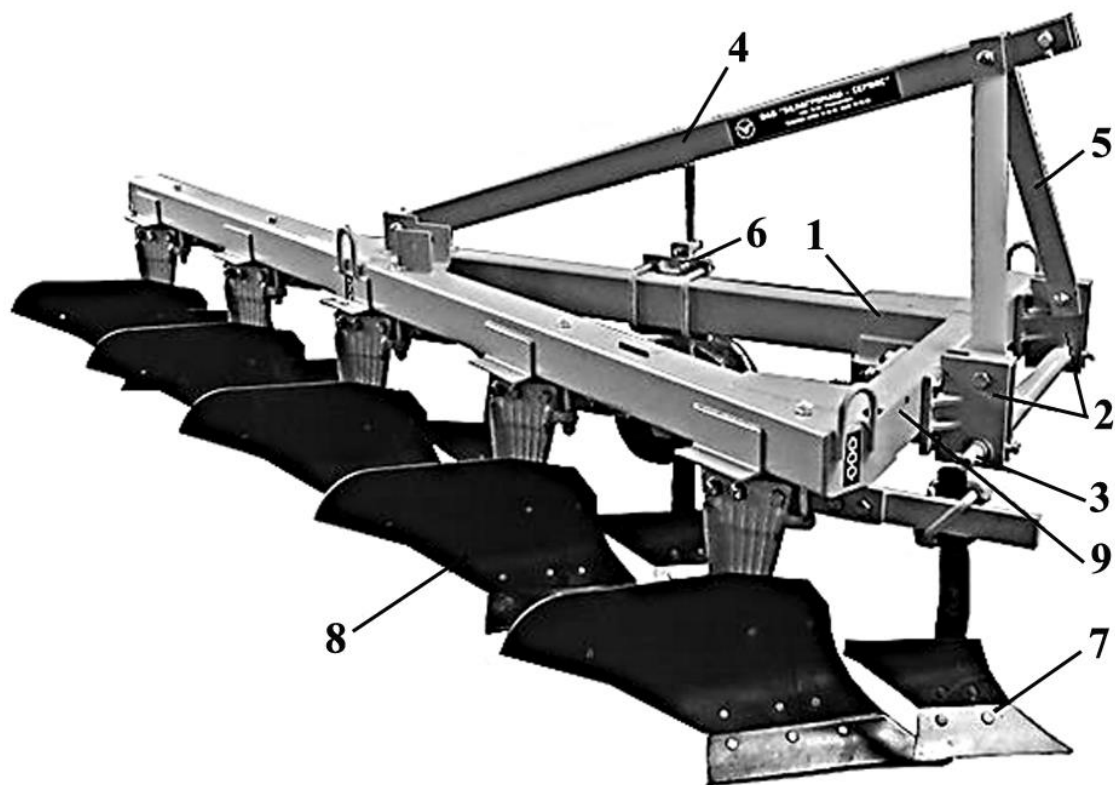


Рис. 29. Плуг ПЛН-5-35:

- 1 – рама; 2 – кронштейни; 3 – палець начіпного пристрою;  
4 – поздовжній розкіс навіски; 5 – стояк навіски; 6 – гвинтовий механізм  
регулювання глибини обробітку; 7 – передплужник;  
8 – корпус; 9 – передній брус рами з отворами

Особливість будови і роботи ярусних плугів полягає в тому, що корпуси розташовані в два яруси в вертикальній площині, причому нижні корпуси зміщені відносно верхніх практично на половину їх ширини захвату. Завдяки цьому, при виконанні технологічного процесу відбувається взаємна зміна положення нижніх шарів ґрунту з верхніми (рис. 30)

Ярусні плуги призначаються для виконання полицевого ярусного основного обробітку ґрунту на глибину до 35 см під культури, які потребують глибокого розпушування ґрунту (як приклад – буряки та ін.). До даної групи машин відноситься плуг ПНЯ-4-40 (рис. 31). Він складається з рами 1, встановлених на ній корпусів верхнього 2 та нижнього 3 ярусів, механізму опорного колеса 5 та начіпного пристрою приєднання до

трактора 6. Під час роботи на полях з великою (понад 3 т/га) кількістю рослинних решток перед останнім корпусом верхнього ярусу встановлюють дисковий ніж 4.

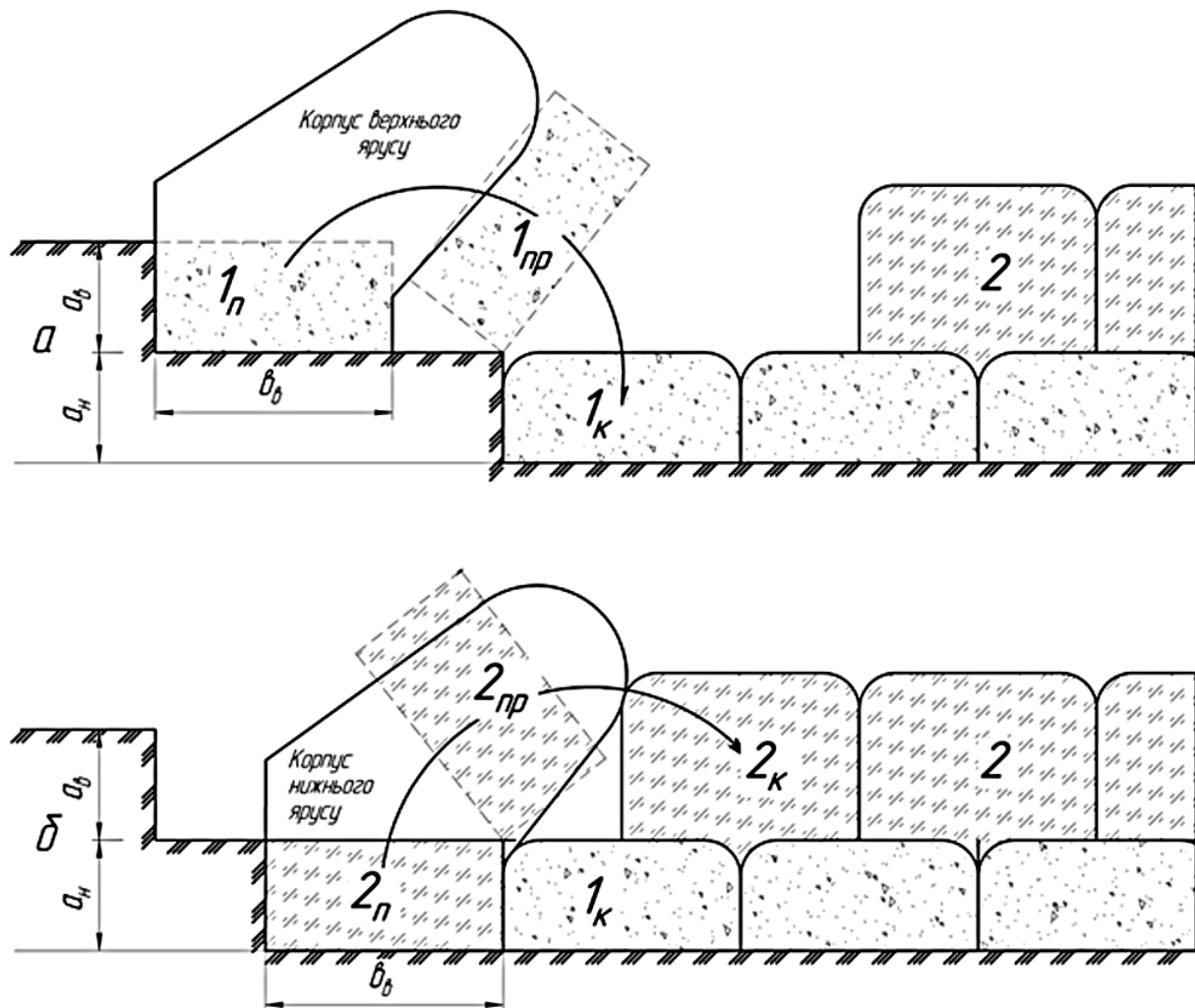


Рис. 30. Технологічна схема роботи ярусних плугів:

- а – робота корпусів верхнього ярусу; б – робота корпусів нижнього ярусу;  
 1 – скиба ґрунту, що обробляється корпусом верхнього ярусу;  
 2 – скиба ґрунту, що обробляється корпусом нижнього ярусу;  
 n – початкове положення скиби; пр – проміжне положення скиби;  
 к – кінцеве положення скиби ґрунту

При ярусній оранці корпуси верхнього ярусу виконують функції подібні до передплужників, але працюють на більшу ширину захвату. Верхня скиба після сходу з крила полиці й до укладання в борозну рухається в умовах вільного падіння. Цим технологічний процес ярусної оранки істотно відрізняється від оранки загального призначення, якій притаманне обертання скиби при постійному контакті однієї з граней з дном борозни, тобто обмеження руху.

Режим роботи такого орного агрегату залежить не тільки від параметрів лемішно-полицевої поверхні (що характерно для плугів загального призначення), а й від конструктивно-технологічних параметрів взаємного розміщення корпусів верхнього і нижнього ярусів.

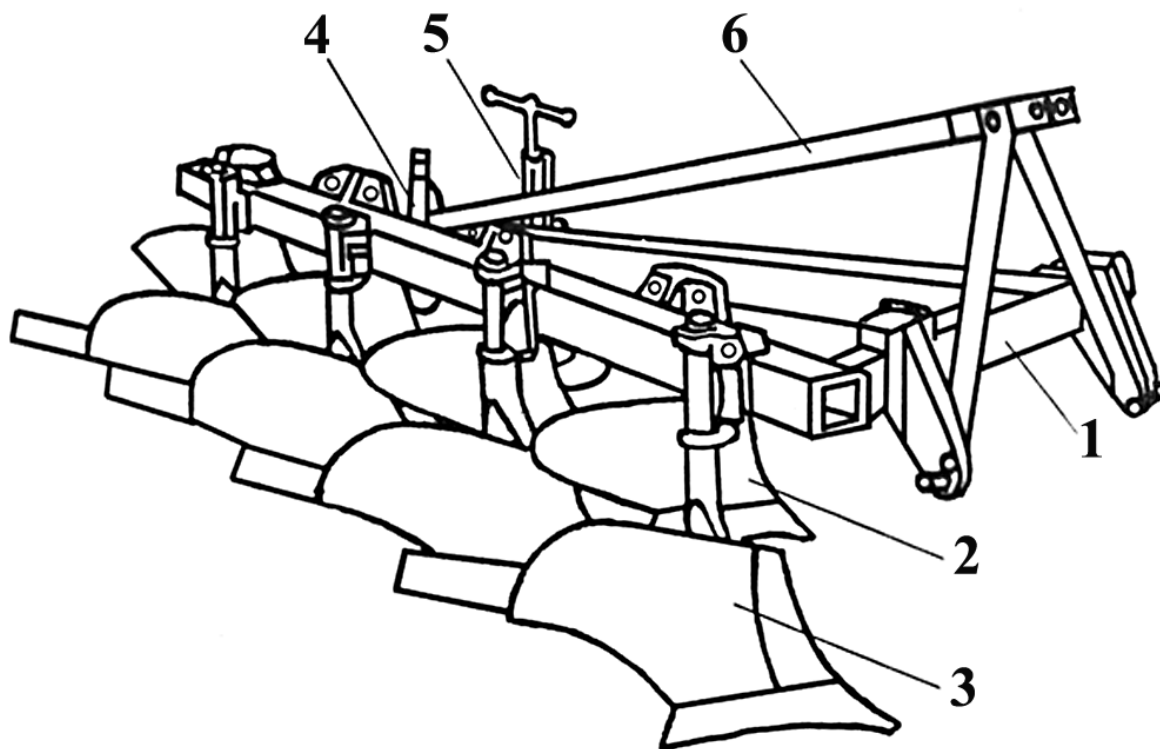


Рис. 31. Плуг начіпний ярусний ПНЯ-4-40:

- 1 – рама; 2 – корпус верхнього ярусу; 3 – корпус нижнього ярусу;  
 4 – дисковий ніж; 5 – опорне колесо з гвинтовим механізмом;  
 6 – начіпний пристрій

Корпус нижнього ярусу, що працює позаду корпусу верхнього ярусу, може вступати в роботу лише після повного укладання верхньої скиби в борозну, адже інакше порушиться послідовне виконання елементів технологічного процесу ярусної оранки. Рух, спричинений корпусом нижнього ярусу, також відрізняється від руху скиби за звичайної одноярусної оранки. За допомогою вигрібної форми контуру лемішно-полицевої поверхні нижня скиба спочатку піднімається із дна борозни, а потім обертається до укладання на вихідну скибу, укладену на дно борозни корпусом верхнього ярусу, зі зміщенням вертикальних стиків. Після сходу з поверхні полиці корпусу нижнього ярусу скиба рухається не до укладання в повну борозну, а лише до укладання на поверхню обробленої перед цим скиби.

Глибина ходу корпусів верхнього ярусу має бути 12...14 см. Цього досягають перестановкою стояка по отворах у кронштейні його приєднання до рами плуга. Глибина оранки, як і у звичайних плугів, регулюється за допомогою гвинтового механізму опорного колеса. Пальці начіпного механізму плуга встановлюють у нижнє положення при оранці на глибину 25...28 см та у верхнє – при оранці на глибину 28...35 см. Плуг з'єднується з трактором за схемою, яка передбачає рух правих коліс (гусениць) по неповній відкритій борозні, утвореній проходженням останнього корпусу верхнього ярусу при попередньому проходженні агрегату. При цьому двоточкова система навішування трактора має бути зміщена вправо на 6...12 см відносно його поздовжньої осі. Агрегатуються такі плуги з тракторами тягового класу 3.

За кордоном, а останнім часом і в Україні, все частіше для відвальної оранки використовують оборотні плуги з різною кількістю пар корпусів та можливістю роботи в агрегаті із іншими знаряддями. Характерною відмінністю оборотних плугів є одночасна наявність право- та лівосторонніх корпусів аналогічної конструкції, які працюють по чергово залежно від напрямку руху агрегату, що дозволяє рухаючись човниковим способом скидати вирізану лемішно-полицевою поверхнею скибу постійно в сторону обробленого поля.

При роботі оборотного плуга не потрібно проводити розбивку поля на загінки. Проте основним недоліком таких плугів є підвищена матеріалоємність (в 1,3–1,6 рази), ускладненість конструкції, наявність додаткових механізмів для повороту рами.

Для оборотних плугів із кількістю корпусів більше п'яти раму виконують або роз'ємною із шарнірним з'єднанням передньої і задньої частини між собою для більш плавного копіювання рельєфу поля (див. практич. роботу №2), або вона складається із двох частин – основної і оборотної (рис. 32).

До основної рами 1 прикріплюється навісний пристрій 2, заднє опорно-регулювальне колесо 3, кронштейни кріплення оборотної рами 4 і передні опорні колеса 5. Оборотна рама (брус) 6 з закріпленими до неї робочими органами 7 та 8 обертається відносно основної опорної рами 1 гідравлічним механізмом 9.



Заднє опорне колесо 5 в таких плугах має механічне або гідравлічне регулювання і закріплюється до рами шарнірно. В транспортному положенні поворотна рама плуга з корпусами фіксується в горизонтальному положенні. Механізми обертання плуга приводяться в дію двома гідроциліндрами і забезпечують роботу з постійним зусиллям та без ривків в ході циклу переведення плуга із одного робочого положення в інше. Оборотні плуги можуть бути обладнані різними типами плужних корпусів і передплужників, адаптованих до конкретних типів ґрунтів і рослинного покриву поля.

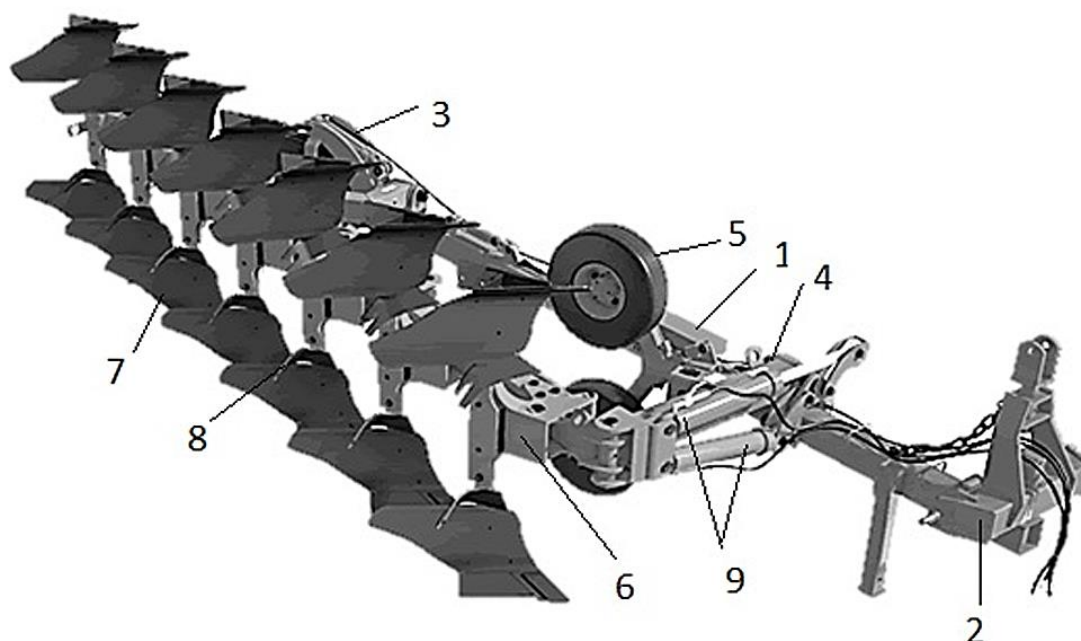


Рис. 32. Загальний вигляд оборотного плуга фірми Lemken (Німеччина):

1 – основна рама; 2 – навісний пристрій; 3 – опорне колесо з механізмом регулювання глибини обробітку; 4, – кронштейни кріплення оборотної рами; 5 – передні опорні колеса; 6 – оборотна рама (оборотний брус рами); 7 – корпуси; 8 – кутозніми; 9 – оборотний гідравлічний механізм

В конструкції таких оборотних плугів вперше ширину захвату плуга почали встановлювати безступінчасто. Діапазон установки складає 25–55 см на кожен корпус, а зміна ширини захвату відбувається гідравлічним циліндром.

У навісних оборотних плугів з кількістю корпусів до п'яти, рама 1 до якої кріпляться робочі органи 5 і 6 з кутознімами 7 (рис. 33) представляє собою брус – пустотілу трубу прямокутного поперечного перетину з кронштейном у передній частині для з'єднання з навісним пристроєм 2 через оборотний гідравлічний механізм 3.

Для регулювання глибини оранки в конструкціях оборотних плугів передбачені передній опорний (рис. 34) та опорно-транспортний механізми (рис. 35), або один із них.

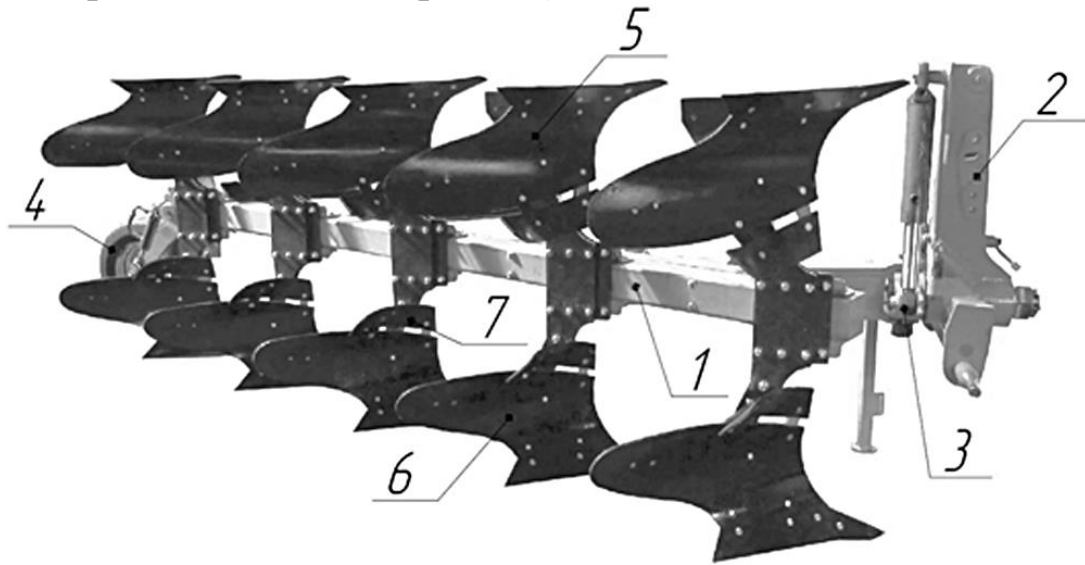


Рис. 33. Навісний оборотний плуг ПОН 5 виробництва «Уманьферммаш» (Україна):

1 – рама; 2 – навісний пристрій; 3 – оборотний гідравлічний механізм;  
4 – опорне колесо; 5 – корпус лівий; 6 – корпус правий; 7 – кутознім

В першому випадку глибина оранки регулюється упором 3. На стоякові 2 встановлюються два пневматичних колеса 4 в зборі, які стопоряться упорними болтами 6. Сам стояк закріплюється в тримачеві 1 пальцем 5.

Опорно-транспортний механізм (рис. 35) призначено як для переведення плуга із робочого положення в транспортне, так і установки глибини оранки. Переведення плуга в транспортне положення здійснюється за допомогою гідроциліндра, який встановлено між тримачем 1 і стояком 3 польового колеса 4. При висуванні штока циліндра відбувається піднімання плуга, а при «плаваючому» положенні плуг під власною вагою опускається в робоче положення. Глибина оранки плуга регулюється гвинтом 8, установленим між пальцями 6 і 7. При зміні ширини захвату плуга колесо самостійно орієнтується паралельно напрямку руху.

Обертання рами чи брусів з корпусами на кут  $180^\circ$  забезпечується гідравлічними механізмами. В більшості випадків механізм обертання 9 (рис. 32) складається із двох гідроциліндрів, двох важелів 2 і 3 (рис. 36), а також балок 4 і 5, які шарнірно з'єднують основну і поздовжню балки (рами) плуга. Гідроциліндри з'єднані з гідросистемою трактора.

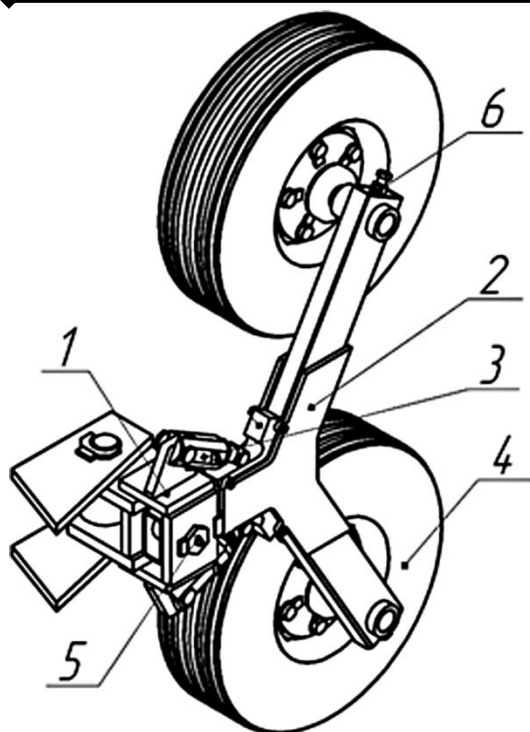


Рис. 34. Механізм передній упорний:

1 – тримач; 2 – стояк;  
3 – упор; 4 – колесо в зборі;  
5 – палець; 6 – болт упорний;

Механізм працює наступним чином: спочатку починає працювати один із гідроциліндрів (той, що знаходиться у втягнутому положенні) на виштовхування, при цьому відбувається повертання рами на кут  $95^\circ$ . Далі поворот відбувається за рахунок сил інерції та ваги плуга. Другий гідроциліндр, який працює на втягування, служить для опускання плуга до упора. Положення рами регулюються за допомогою упорних болтів 9. В конструкції оборотного механізму ряду навісних плугів може встановлюватися один

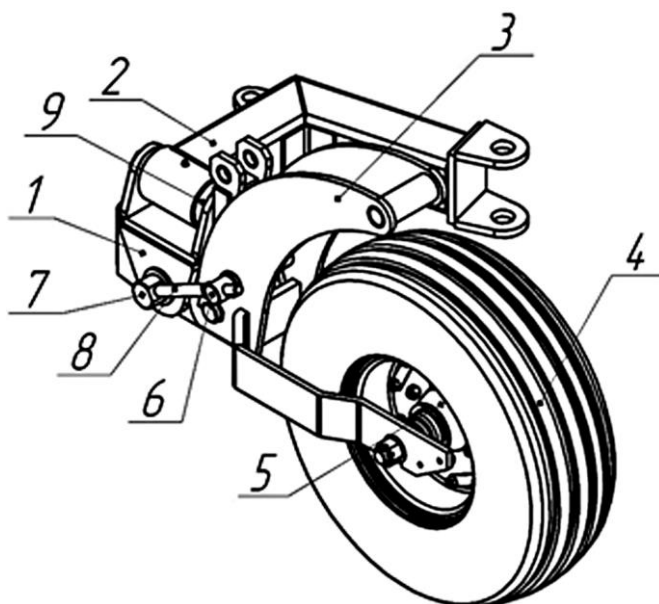


Рис. 35. Опорно-транспортний механізм:

1 – тримач; 2 – консоль; 3 – стояк польового колеса; 4 – колесо пневматичне; 5 – маточина з віссю;  
6, 7 – палець; 8 – гвинт;  
9 – вісь

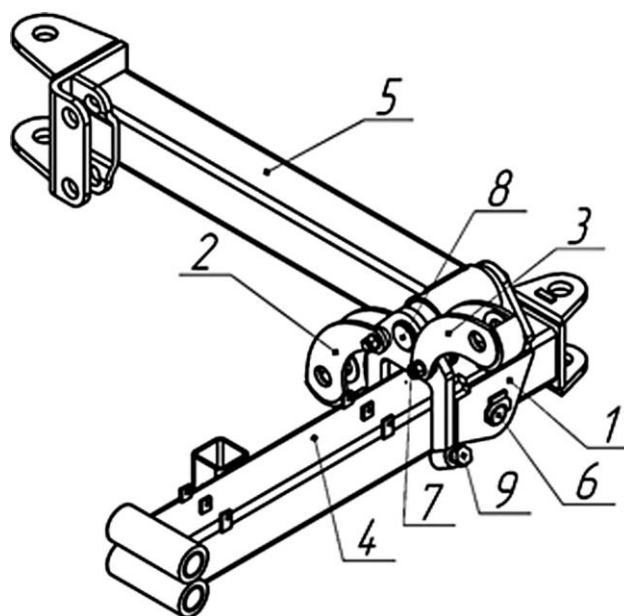


Рис. 36. Механізм обертання плуга:

1 – тримач; 2, 3 – важіль;  
4 – балка; 5 – балка поперечна;  
6, 7 – палець; 8 – вісь; 9 – болт упорний

гідроциліндр (рис. 33). Для забезпечення необхідних режимів роботи, які гарантують якісні показники оранки залежно від конкретних ґрунтово-кліматичних умов і глибини оранки, в конструкції ряду плугів передбачена можливість оперативної зміни ширини захвату. Регулювання ширини захвату плуга проводиться за допомогою стяжки і здійснюється в результаті зміни перекриття між корпусами з одночасною зміною кута між тяговим і несучим брусом рами.

### 3.6. Основні регулювання плугів

Підготовка плугів для роботи здійснюється спочатку на рівному майданчику, а потім в полі. Залежно від задач оранки, типу та агрофону поля закріплюють на рамі необхідні робочі органи.

При агрегуванні тракторів класу 3 з начіпними та напівначіпними плугами начіпний пристрій трактора необхідно збирати по двоточковій схемі. Для цього передні кінці нижніх тяг закріплюють на шарнірі, установленому на нижній осі навіски трактора.

Глибина оранки попередньо регулюється на рівному майданчику. Плуг з'єднують з трактором, всіма колесами чи гусеницями наїжджають на підкладки встановлені на майданчику і переводять в робоче положення. Підкладки мають висоту рівну глибині оранки мінус величина деформації ґрунту колесами (1...2 см). Задні колеса напівначіпних плугів повинні спиратись на поверхню майданчика.

За допомогою гвинтів механізмів опорних коліс та механізмів навіски трактора плуг розташовують так, щоб носки долотовидних лемешів всіх корпусів торкалися опорного майданчика, а п'ятки лемешів були припіднятими на висоту 10 мм. У напівначіпних і оборотних плугів обертанням відповідного гвинта механізму заднього колеса добиваються, щоб між опорною площиною і кінцем польової дошки заднього корпуса утворився зазор 1,5...2 см. Кінцева глибина оранки установлюється в полі.

При агрегуванні трикорпусних навісних плугів з тракторами тягового класу 1,4...2 (МТЗ, ЮМЗ) і т.п. глибину оранки можна змінювати переміщенням рукоятки силового регулятора трактора. Опорне колесо плуга при роботі з силовим

регулятором підіймають в крайнє верхнє положення або знімають зовсім.

За допомогою навіски трактора добиваються паралельного положення рами плуга відносно опорної площини. В поздовжньому напрямку перекося рами ліквідується укороченням чи збільшенням довжини верхньої тяги причіпного пристрою трактора. В поперечному напрямку – зміною довжини правого розкоса, а інколи і обох розкосів одночасно.

Налагодження оборотних плугів.

Навісна система тракторів при агрегуванні з оборотними плугами повинна бути зафіксована по триточковій системі тяг. Рекомендована відстань між задніми колесами трактора повинна складати 1,3–1,5 м. Після з'єднання трактора з плугом необхідно зафіксувати нижні поздовжні тяги з допомогою фіксаторів. Обмежувальні ланцюги навісної системи трактора повинні бути натягнутими для блокування нижніх тяг від горизонтальних переміщень. Верхню центральну тягу установлюють у верхній центральний отвір причіпного пристрою плуга таким чином, щоб по напрямку до плуга вона була злегка піднятою. Далі з'єднують гідросистему плуга і трактора за допомогою швидкоз'єднувальних розривних муфт. При роботі гідравлічна система трактора повинна бути перемкнута на регулювання тягового зусилля або ж на змішане регулювання.

Довжину верхньої центральної тяги регулюють її обертанням настільки, щоб передня частина плуга, який стоїть на рівній поверхні, була трохи вище задньої (від 1 до 3 см). Опорне колесо повинно встановлюватись так, як цього вимагає запланована робоча глибина.

Установка лінії тяги трактор – плуг здійснюється за допомогою внутрішньої стяжної муфти 3 (рис. 37). За допомогою цього регулювання усувається бокове зміщення агрегату і встановлюється оптимальне положення точки прикладання тягового зусилля, що сприяє зниженню буксування і зменшенню витрат пального.

Ширина передньої борозни регулюється положенням стяжної муфти 1 на рамі плуга. Замість стяжної муфти може використовуватись гідравлічний циліндр подвійної дії, за допомогою якого ширина передньої борозни може змінюватись з кабіни трактора.

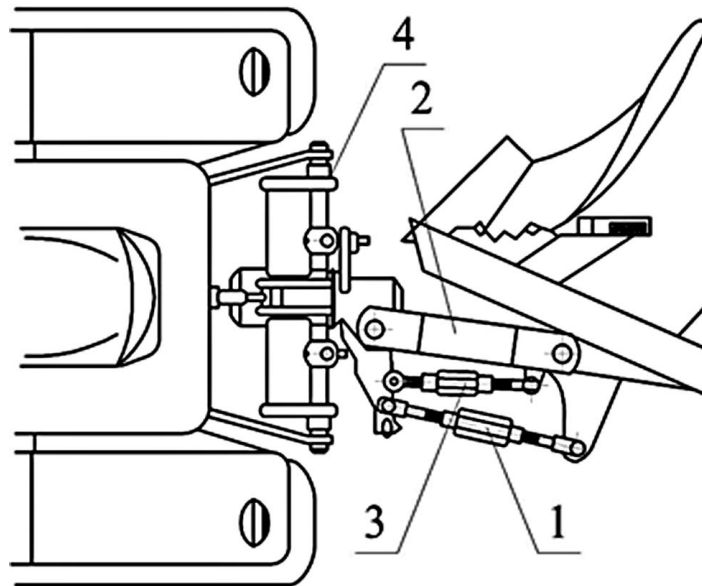


Рис. 37. Схема механізмів регулювання лінії тяги та ширини захвату корпусів оборотних плугів:

- 1 – стяжна муфта регулювання ширини захвату корпусів;
- 2 – головна тяга рами плуга; 3 – внутрішня стяжна муфта;
- 4 – палець навіски

Глибина ходу корпусів регулюється за допомогою гвинтового механізму опорного колеса. Плуг з'єднується з трактором за схемою, яка передбачає рух правих коліс по відкритій борозні, утвореній проходженням останнього корпусу при попередньому русі агрегату. При цьому триточкова навісна система трактора має бути симетрично встановлена відносно його поздовжньої осі. Якщо поворотне опорне колесо оборотного плуга встановлене в задній частині рами, то для забезпечення потрібного копіювання плугом поверхні поля в напрямку руху агрегату передню частину рами плуга утримують від надмірного заглиблення (вимілення) за допомогою встановленої на тракторі системи позиційного (силового або комбінованого) регулювання положення начіпного механізму трактора. Якщо такої системи на тракторі немає, то передню частину рами плуга утримують у робочому положенні за допомогою пристрою, який встановлюють на начіпній системі трактора.

#### Стійкість ходу плугів

При агрегуванні причіпних і начіпних плугів ширина захвату першого корпусу залежить від взаємного розміщення трактора і плуга в горизонтальній площині. Для правильного приєднання плуга необхідно враховувати ширину захвату плуга

відстань між краями гусениць, трактора і відстань між кромкою гусениці та стінкою борозни. При роботі з швидкісними тракторами ця відстань повинна бути 240...300 мм.

При агрегуванні три-, дво- і однокорпусних плугів з колісними тракторами нормальну ширину захвату переднього корпуса можна отримати розстановкою коліс трактора зміщенням рами плуга по осі його підвіски. При роботі з двокорпусним плугом колеса трактора розставляють на колію 1350 мм, а при роботі з трьохкорпусним – на 1500 мм. Щоб маса трактора розподілялась рівномірно на всі колеса, їх слід розставляти не симетрично. При роботі з трикорпусним плугом праві колеса зміщують від осі на 800 мм, а ліві на 700 мм.

На легких ґрунтах з метою запобігання буксування на дискові лівого колеса закріплюють баластні грузи.

Стійкість ходу плуга в борозні забезпечується в тому випадку, коли він з'єднується з трактором так, що лінія  $O_1O_2$  дії сили тяги проходить через слід центра ваги плуга  $O_2$  та шарнір III закріплення нижніх поздовжніх тяг до трактора (рис. 38).

Слідом центра ваги (СЦВ) називають точку перетину з горизонтальною площиною перпендикуляра, опущеного з центра ваги плуга. СЦВ знаходиться по середині лінії, яка з'єднує носки першого та останнього корпусів.

Для правильного агрегування

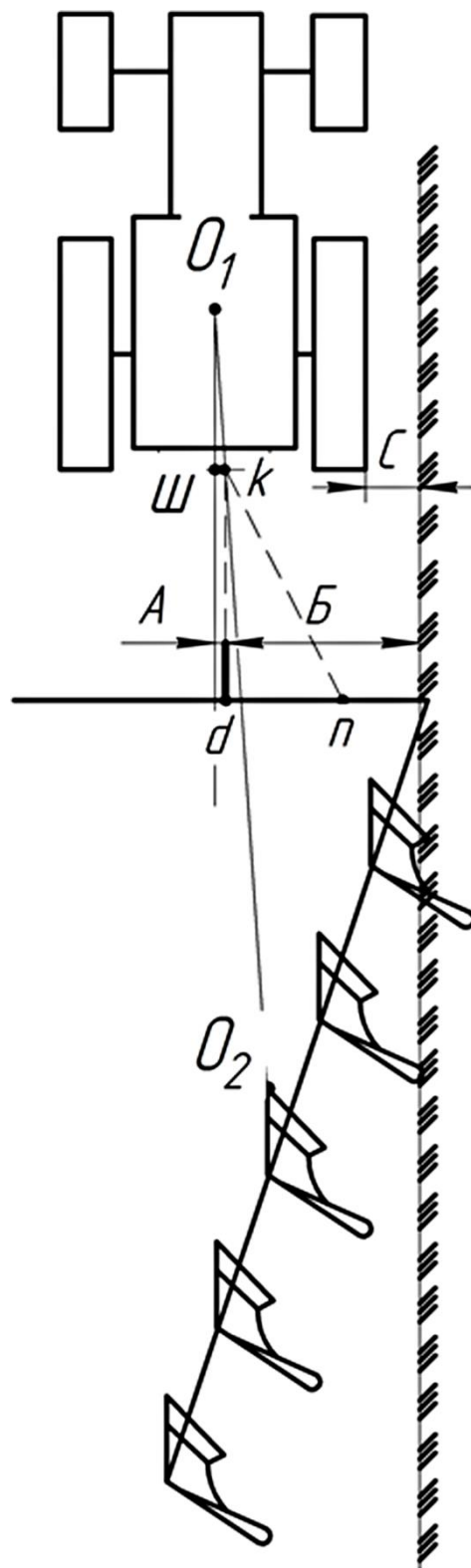


Рис. 38. Схема до визначення стійкості ходу плугів по ширині захвату

навісних та напівнавісних плугів з тракторами проводять пряму лінію від точки  $O_1$ , (СЦВ трактора) до точки  $O_2$  і знаходять необхідне зміщення  $A$  навіски на тракторі і величину  $B$  – відстань від осі навіски плуга до борозного обрізу лемеша переднього корпусу. Зі зміною кількості корпусів установочні розміри  $A$  і  $B$  змінюються. Тому при агрегуванні деяких плугів ПЛН-5-35, ПЛП-6-35 в чотирьох-, п'яти- та шестикорпусних варіантах передбачена можливість зміни положення навіски плуга  $d$   $k$   $n$  відносно борозного обрізу першого корпусу. Без зміщення навіски її вісь знаходиться напроти носка третього корпусу. Зміщення навіски можливе в лівий бік на чотири положення (60, 120 і 220 мм). Для цього необхідно на навісних плугах змістити кронштейни з пальцями чи понижувачі для закріплення причепа у причіпних плугів відносно поперечної балки рами в якій передбачені відповідні отвори.

### 3.7. Тяговий опір плугів

Зусилля, необхідне для переміщення плуга при оранці, визначається тяговим опором. Він залежить від форми, розмірів, технічного стану робочих органів, ширини захвату, глибини оранки, стану та типу ґрунтів, швидкості руху агрегату, а також маси плуга та конструкції опорних коліс.

Зусилля, яке затрачається на виконання технологічних операцій оранки (кришення, обертання та відвалювання шару ґрунту) називається корисним опором, а зусилля необхідне для перекочування плуга, подолання опору сил тертя корпусів, ножів, передплужників об стінку і дно борозни, сил тертя в підшипниках коліс, називають шкідливим опором  $P_I$ .

Шкідливий опір  $P_I$  приймається постійним і пропорційним масі плуга  $M$ .

$$P_I = 9,8 f \cdot M,$$

де  $f$  – коефіцієнт пропорційності, залежить від типу ґрунтів та агрофону (для стерні  $f=0,5$ ).

Корисний опір складається з двох складових частин – опору  $P_2$ , який виникає при деформації шару ґрунту, і опору  $P_3$ , який виникає при відкиданні його та наданні йому кінетичної енергії.

Опір  $P_2$  пропорційний площі поперечного перерізу шару ґрунту



$$P_2 = K \cdot a \cdot v \cdot n,$$

де  $K$  – коефіцієнт, який характеризує опір різних ґрунтів деформації (питомий опір ґрунту,  $K=20000\dots120000 \text{ Н/м}^2$ );

$a$  – глибина оранки;

$v$  – ширина захвату корпусу;

$n$  – кількість корпусів.

Опір  $P_3$  пропорційний площі поперечного перетину шарів ґрунту, що відкидаються та квадрату швидкості руху агрегату.

$$P_3 = \varepsilon \cdot a \cdot v \cdot n \cdot \vartheta^2,$$

де  $\varepsilon$  – швидкісний коефіцієнт, який характеризує форму робочої поверхні корпусу плуга та властивості ґрунтів  $\text{Н}\cdot\text{см}^2/\text{м}^4$ ;

$\vartheta$  – швидкість руху агрегату, м/с.

Загальний тяговий опір плуга буде дорівнювати

$$P = P_1 + P_2 + P_3 = 9,8f \cdot M + K \cdot a \cdot v \cdot n + \varepsilon \cdot a \cdot v \cdot n \cdot \vartheta^2.$$

Ця формула була вперше виведена засновником землеробської механіки, академіком В.П. Горячкиним і отримала назву – раціональна формула сили тяги плугів.

### **3.8. Технічне забезпечення безвідвальних способів основного обробітку ґрунту**

До безвідвальних способів обробітку ґрунту відносяться – плоскорізний, чизельний, щілювання, дискування та комбінації окремих із них.

Безполицевий обробіток ґрунту плоскорізними знаряддями в системі ґрунтозахисного землеробства ефективний за посушливих умов на ґрунтах легкого і середнього механічного складу і на полях, які зазнають переважно вітрової ерозії. Виконують його широкозахватними культиваторами-плоскорізами (рис. 39) при обробітку на глибину 12–18 см і плоскорізами-глибокорозпушувачами та іншими на глибину 20–30 см.

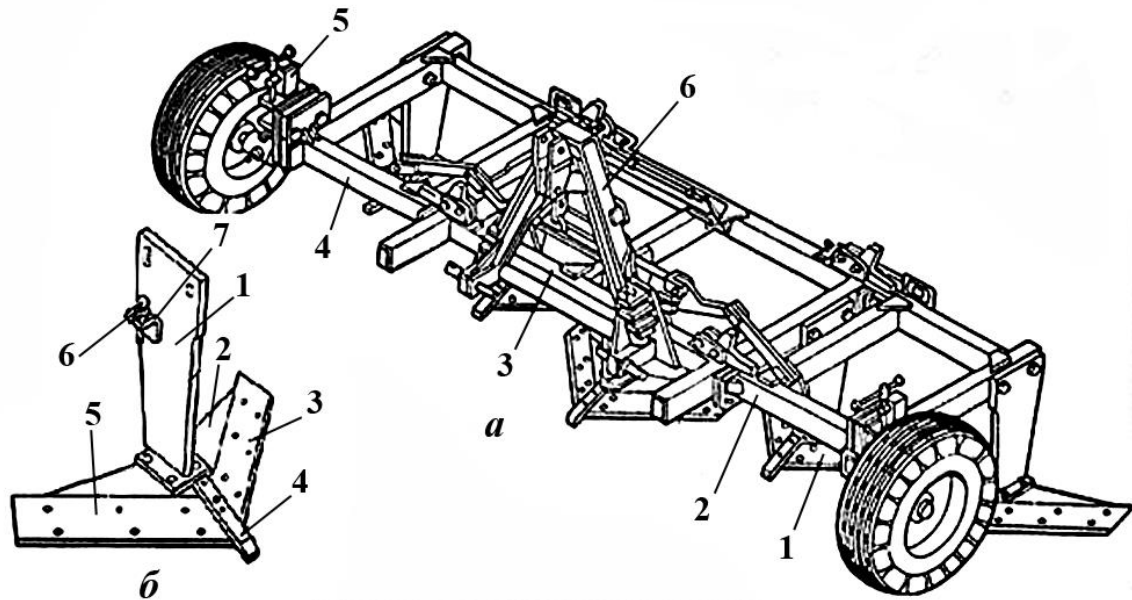


Рис. 39. Плоскоріз-глибокорозпушувач ПГ-3-5:

*a* – загальний вигляд: 1 – робочий орган; 2, 4 – бокові рами; 3 – центральна рама; 5 – механізм опорного колеса; 6 – механізм навішування; *б* – робочий орган: 1 – стояк; 2 – башмак; 3, 5 – лівий та правий лемеші; 4 – долото; 6 – болт; 7 – кутик

Розквіт ефективності використання плоскорізних ґрунторозпушувачів припадає на середину минулого століття, коли відбувалося масове освоєння «безмежних» степів Казахстану. Бездумний обробіток великих площ класичними полицевими плугами призвів до небачених до цього часу пилових бур, в результаті яких верхні родючі шари ґрунтів були віднесені буревіями на тисячі кілометрів. Щоб запобігти проявам вітрових ерозій у майбутньому, було прийнято рішення про використання безвідвальних плоскорізних способів обробітку ґрунту, в результаті роботи яких на поверхні поля залишалося понад 90% стерні і кореневої системи культурних рослин та бур'янів. Рослинні рештки зв'язували поверхневі шари ґрунту і запобігали його видуванню. Виходячи з цієї задачі, ширина плоскорізних робочих органів (рис. 39, б) в окремих випадках перевищувала понад 2 м. Такі знаряддя добре зарекомендували себе в розглянутих умовах. До того ж, порівняно з полицевим способом вони мали майже у двічі меншу енергоємність процесу і це не могло не зацікавити працівників села в інших регіонах. Так плоскорізні машини потрапили до України в сільськогосподарські підприємства Полтавської області, ґрунтово-кліматичні умови якої суттєво відрізнялися від

цілих земель Казахстану. Тривалі спроби використати ці знаряддя без належного адаптування конструкції на новому місці з перемінним успіхом в кінцевому результаті практично були припинені. Але вони підтвердили можливу високу ефективність використання на території України безвідвальних способів основного обробки ґрунту, і на даний час в окремих районах і при відповідних умовах можуть застосовуватися у рослинництві. Щоправда, ширина захвату окремих робочих органів не перевищує 60 см.

Конструктивно дані машини складаються з цільної жорсткої чи секційної рами, до якої також жорстко з незначним зміщенням один відносно одного в шаховому порядку закріплюються робочі органи. Особливість конструкції плоскорізних робочих органів полягає в тому, що їх лемеші взаємно розміщені під великим кутом розхилу –  $75...120^\circ$ . Можливість роботи при такому куті розхилу лемешів пояснюється досить значною глибиною обробки – 18...30 см, яка є більшою за глибину залягання основної маси кореневої системи рослин. В результаті цього рослинні рештки не нависають на лемешах і дозволяють надійно виконувати технологічний процес. Глибина обробки ґрунту регулюється гвинтовими механізмами опорних коліс. Кут входження робочих органів в ґрунт регулюється болтами 6 (рис. 39, б). При викручуванні болта він впирається в нижню площину рами і при послаблених болтах кріплення стояків повертає їх у вертикальній площині змінюючи положення площини розташування лемешів відносно поверхні поля (рис. 40).

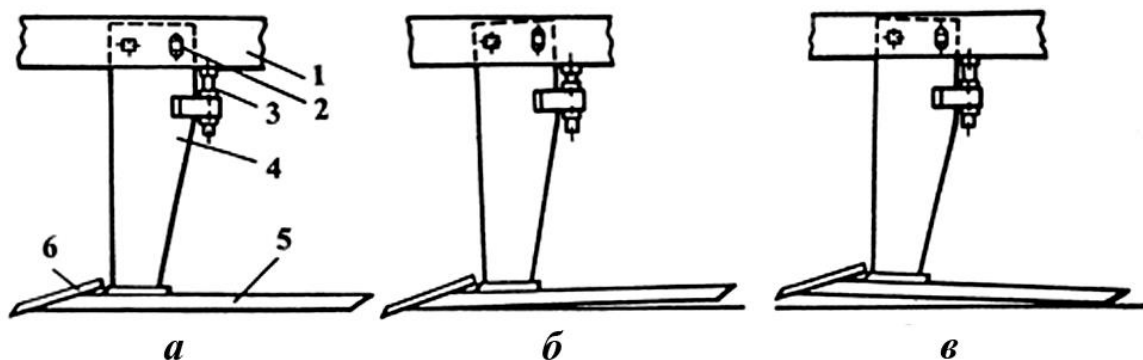


Рис. 40. Схема встановлення плоскорізних робочих органів:

- а – для роботи на легких ґрунтах; б – на важких ґрунтах; в – непрацездатне положення: 1 – рама машини; 2 – болт кріплення; 3 – болт упорний; 4 – стояк; 5 – леміш; 6 – долото

Значення залишених на поверхні ґрунту післяжнивних решток при такому обробітку полягає не тільки в зменшенні видування агротехнічно-цінних агрегатів ґрунту, а й у збільшенні нагромадження снігу, воно позитивно проявляється в захисті поверхні від руйнівної дії дощу, злив і весняного сніготанення.

Якісний обробіток культиваторами-плоскорізами на ґрунтах з питомим опором понад  $9 \text{ Н/см}^2$  можливий, якщо на їхню раму кладуть додатково вантаж з розрахунку (80–100 кг) на кожний робочий орган, а лемеші ставлять з нахилом уперед на 15–20 мм (рис. 40). Товщина їх леза повинна бути не більшою ніж 1 мм, а долота щільно прилягати до лемешів і перекривати їхні торці.

Результати багатьох дослідів, у яких вивчали вплив різних способів обробітку на продуктивність вирощуваних культур, показують, що їх врожайність по плоскорізному обробітку така сама або дещо нижча, ніж при звичайному.

Позитивний вплив плоскорізного обробітку помітно збільшувався лише в екстремально посушливі роки, і коли вносили оптимальні норми мінеральних добрив. При підвищеній вологості та без добрив обробіток плоскорізом порівняно з оранкою знижує урожай.

Більш ефективними з точки зору рівномірності розпушування ґрунту по глибині залягання є важкі культиватори. Основною відмінністю їх від плоскорізів є робочі органи – важкі культиваторні лапи шириною захвату зазвичай 330 та 420 мм.

Менша ніж на плоскорізах ширина захвату робочих органів також забезпечує більш інтенсивне перемішування та закриття в ґрунт рослинних решток, чим сприяє покращенню умов протікання гумусовідновлюючих процесів та збереженню природної родючості ґрунтів.

Залежно від ширини захвату мають одно- чи трисекційну раму, що продиктовано необхідністю копіювання поверхні поля та транспортування по дорогах загального призначення. Останнім часом виробляються комбіновані машини, так як крім основних робочих органів – важких культиваторних лап до їх рами закріплюються робочі органи для додаткового кришення поверхневих шарів ґрунту – борони, котки та ін., що знижує ймовірність випаровування вологи.

Представником даної групи машин є зразок експериментального комбінованого причіпного універсального культиватора (рис. 41, рис. 2 стор. 156).

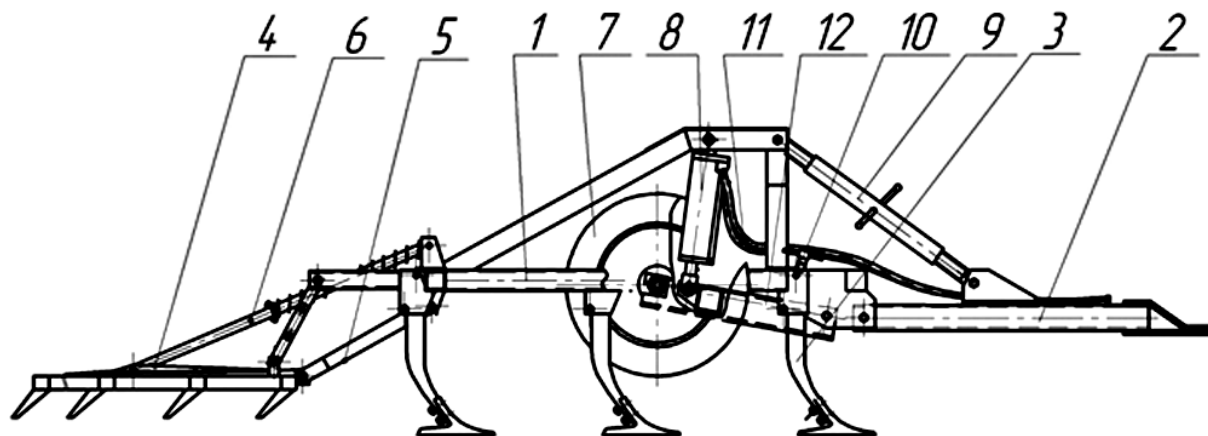


Рис. 41. Схема комбінованого причіпного універсального культиватора

Даний культиватор призначається для основного безвідвального та поверхневого обробітку ґрунтів в осінній та весняний період, в усіх ґрунтово-кліматичних зонах України, крім ґрунтових масивів з кам'янистими включеннями.

Робоча ширина захвату культиватора 4 м, агрегується з тракторами тягового класу 2 або 3, спосіб агрегування – причіпний, може експлуатуватися на схилах до  $8^\circ$ , на ґрунтах при абсолютній вологості до 27% та твердості до 3,5 МПа.

Культиватор (рис. 41) складається з таких основних частин: рами 1, причіпного пристрою (сниці) 2, важких культиваторних лап на жорстких стояках 3, борін з плоскими зубами та тупим кутом входження в ґрунт 4, які з'єднуються з рамою через тяги 5 і притискаються до ґрунту штангами 6, опорних транспортних коліс 7, гідроциліндра 8, телескопічної гвинтової тяги регулювання положення причепа відносно горизонтальної площини 9, гвинтового механізму регулювання глибини обробітку 10, гідравлічної системи 11 та траверси 12.

Рама культиватора – зварна конструкція з трубного прокату. З'єднання культиватора з трактором виконується за допомогою причепа. Центральна сниця причепа з'єднана з верхнім кронштейном рами телескопічною гвинтовою тягою 9 для встановлення переднього шарніра причепа на задану висоту, залежно від висоти розташування серги навісного пристрою трактора.

Транспортні габарити культиватора з заявленою шириною захвату 4 м становлять 4,05 м, що забезпечує його безпечне транспортування по шляхах загального користування.

Переведення культиватора в транспортний стан і навпаки здійснюється з місця тракториста гідросистемою трактора. В механізмі переведення використаний гідравлічний циліндр з величиною ходу штока 400 мм, що забезпечує дорожній просвіт при транспортуванні понад 300 мм. Механізмом регулювання глибини ходу є гвинтові пари (рис. 42), установлені над кронштейнами коліс. При закручуванні або викручуванні гвинта змінюється величина максимальної висоти підймання коліс відносно площини розташування робочих органів і рами. Один повний оберт гвинта відповідає зміні глибини обробітку ґрунту на 15 мм.

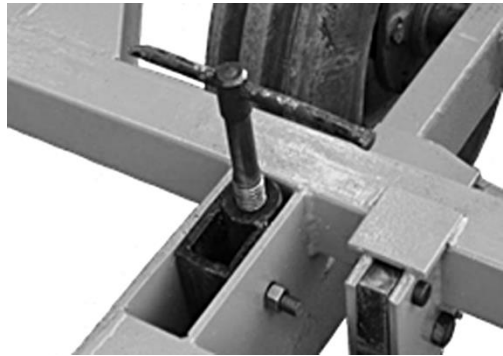


Рис. 42. Механізм регулювання глибини обробітку

Основні робочі органи культиватора – стрілочасті лапи з шириною захвату 420 мм мають індивідуальне кріплення на жорстких стояках і можуть розпушувати ґрунт на глибину до 20 см. На замовлення споживачів культиватор може комплектуватися лапами з кутами кришення  $25\div 28^\circ$  (рис. 43, а), які використовуються для інтенсивного розпушування ґрунту при глибині обробітку понад 10 см, та з кутами кришення до  $15^\circ$  (рис. 43, б) для роботи на малих глибинах – при ранньовесняному, передпосівному обробітку чи догляду за парами.



Рис. 43. Важкі культиваторні лапи:

а – з кутом кришення  $28^\circ$ ; б – з кутом кришення  $15^\circ$

До заднього бруса рами, з метою інтенсивного розпушування поверхневих шарів ґрунту та вирівнювання поверхні поля, можуть приєднуватися за допомогою кронштейнів додаткові робочі органи. Такими робочими органами можуть бути звичайні зубові борони, борони з плоскими зубами і тупим кутом входження в ґрунт, рубчасті, голчасті, дискові та інші котки.

Перед початком роботи культиватор з'єднується з засобом агрегаткування і виставляється на рівному майданчику. Гвинти регулювання глибини обробітку викручуються в верхнє положення. Під колеса культиватора та трактора підкладаються бруси висотою на 2...3 см меншою за задану глибину обробітку. При цьому важкі культиваторні лапи повинні всією площиною спиратися на поверхню майданчика. При роботі на важких ґрунтах, після регулювання носки лап мають бути нахиленими вперед до  $3^\circ$ . Для даного регулювання відпускається гвинт кріплення стояків робочих органів в кронштейнах, виконується необхідне регулювання, і стояк знову затискається в щоках. В окремих випадках, при необхідності суттєвого зниження кута атаки робочого органу (при частковій деформації стояка в результаті експлуатації) між стояком і болтом вставляється пластинчаста скоба.

Одночасно з налагодженням робочих органів за допомогою гвинтової тяги 9 регулюється положення причепа культиватора таким чином, щоб лінія тяги проходила через носок лап середнього ряду, точку з'єднання причепа з сергою навіски та центр шарніру кріплення нижніх тяг навісного пристрою трактора.

В такому випадку буде забезпечений стійкий хід культиватора по глибині, не будуть підриватися передні чи виглиблюватися задні робочі органи, а рама культиватора повинна займати горизонтальне положення. Після виконання вказаних регулювань закручуються гвинти механізмів регулювання глибини ходу робочих органів до упору в кронштейн кріплення колеса, яке в даний момент знаходиться на брусіві. Вплив стану ґрунту на реальну глибину обробітку додатково враховують безпосередньо в полі, виконуючи часткове підрегулювання.

При використанні в складі культиваторів додаткових робочих органів в вигляді борін з плоскими зубами та тупим кутом входження в ґрунт інтенсивність їх роботи регулюється ступенем стиснення пружин на натискних штангах.

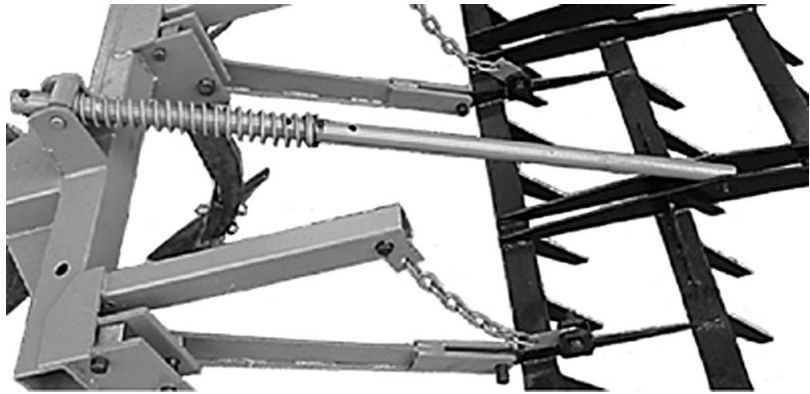


Рис. 44. Натискні штанги додаткових робочих органів

Положення пружини фіксується шайбою та шплінтом у відповідному отворі штанги (рис. 44).

Переведення культиватора в транспортне положення чи при поворотах в кінці заїнок забезпечується центральним гідроциліндром. Повернення культиватора в робоче положення відбувається за рахунок його власної маси.

При переміщенні культиватора по полю лапи розпушують ґрунт на задану глибину, при поверхневому обробітку одночасно підрізаючи бур'яни, а розташовані позаду робочі органи додатково розпушують поверхневі шари ґрунту, зарівнюють борозни, утворені основними робочими органами.

Сучасні технології вирощування сільськогосподарських культур свідчать про те, що в більшості випадків основною перешкодою отримання високих врожаїв залишається недостача вологи в ґрунтах. За твердженням багатьох науковців одним із шляхів, принаймні часткового, вирішення даної проблеми може бути повернення до застосування чизельного основного обробітку ґрунту, здатного більш інтенсивно, і на досить велику глибину, розпушувати ґрунт, мульчувати верхні шари подрібненими рослинними рештками і забезпечувати оптимальні умови для запобігання вітровим і водним ерозіям, а головне, накопичувати достатню кількість вологи в зимовий період і утримувати її протягом усього періоду вегетації культурних рослин. Так, при роботі на глибину більше 30 см чизельні робочі органи також розрихлюють ущільнену підшву, що утворюється при оранці лемішними плугами. Завдяки цьому не тільки поглиблюється зораний шар, але й забезпечується хороша аерація



і інфільтрація – проникнення дощових та талих вод через розпушену підшову в нижні шари, що також запобігає змиву розпушеного ґрунту дощами на схилах.

Робочими органами чизельних ґрунторозпушувачів є прямі або криволінійні стояки зі змінними долотами (наральниками) (рис. 45, а, б), а іноді і з стрілкою лапою (рис. 45, в). Якість і енергоємність розпушування ґрунту чизельним робочим органом залежать в основному від параметрів наральника та стояка.

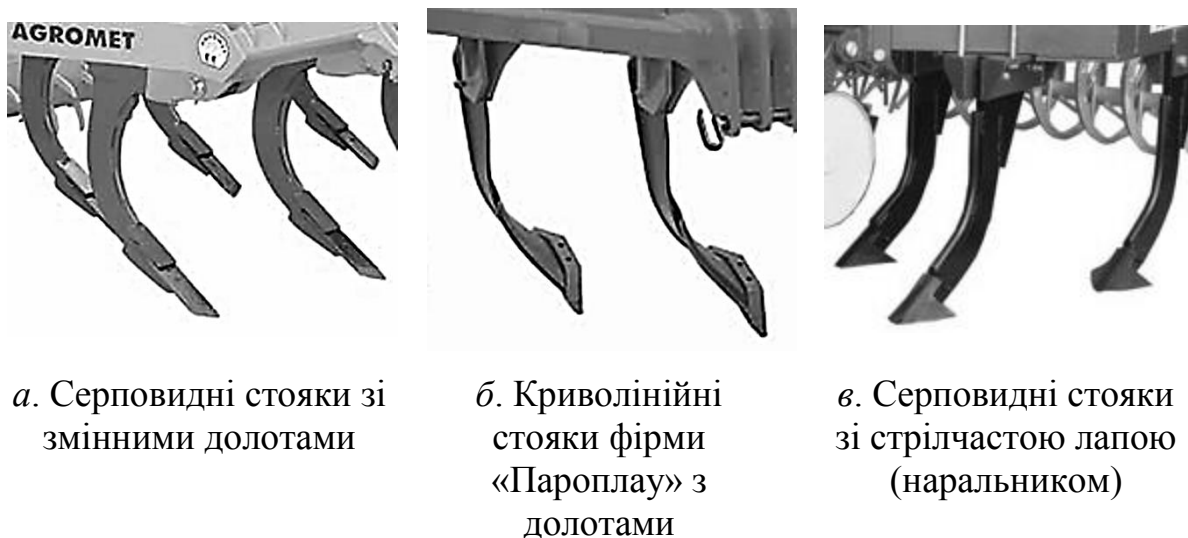


Рис. 45. Основні типи робочих органів чизельних ґрунторозпушувачів

Особливістю чизельного обробітку ґрунту є те, що оброблюваний шар ґрунту при цьому не обертається і не змінює своє положення в вертикальній площині, а конструктивна ширина захвату робочих органів значно менша технологічної (рис. 46).

Можна припустити, що долото діє на скибу ґрунту аналогічно двогранному клину.

Якісного розпушування ґрунту з мінімальними витратами енергії можна досягнути при умові, що задана глибина обробітку не перевищуватиме значення критичної глибини різання  $H_2$ . Якщо ця умова не виконується, то зона кришення ґрунту зменшується, а зона пластичних деформацій, а отже і енергоємність процесу зростає. Крім того, ґрунт у зоні руху долота сильно переущільнюється. Критична глибина кришення ґрунту залежить від кута сколювання  $\psi_{ск}$ .

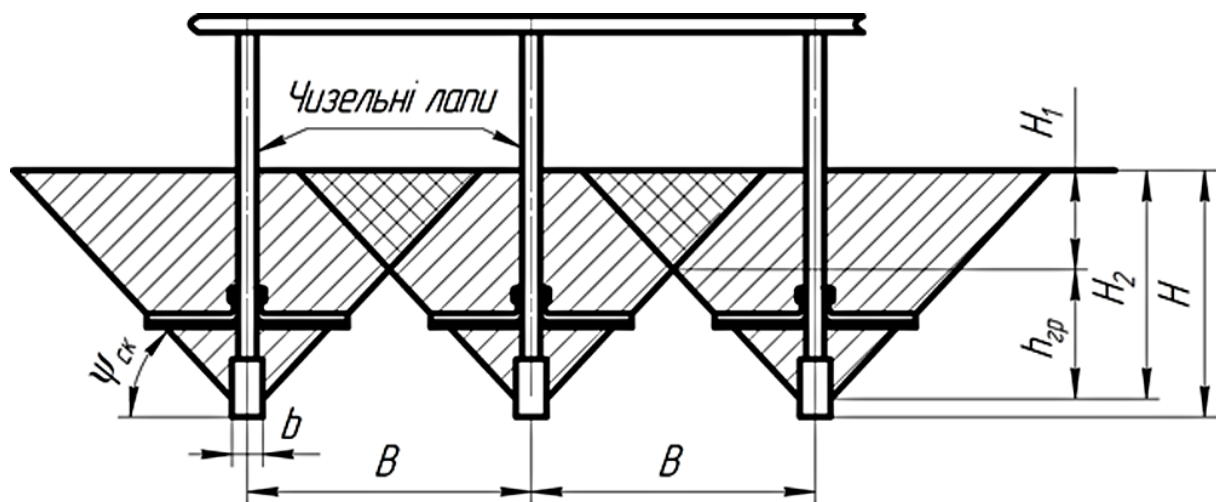


Рис. 46. Профіль зони деформації ґрунту робочими органами чизеля

Одним з показників, який характеризує якість обробітку ґрунту, є коефіцієнт повноти розпушування, що дорівнює відношенню площі поперечного перетину розпушеної зони до загальної площі.

Аналізуючи зони розпушування ґрунту, встановлюють залежність геометричних розмірів робочих органів від їх взаємного розміщення. З урахуванням кута сколювання ґрунту (у середньому  $\psi_{ск} = 45^\circ$ ) при  $B < 2H$  коли  $H < H_2$ , висота незруйнованих підґрунтових гребнів  $h_{zp} = H_2 - H_1 = 0,5 \cdot B$ , а товщина суцільного розпушування верхнього шару  $H_1 = H_2 - 0,5B$ .

Отже, регулюванням відстані між робочими органами по ходу машини можна домогтися значного поліпшення якісних показників процесу розпушування. Все це дає змогу виконувати різноманітні види обробітку ґрунту: при  $B > 2H$  виконуються роботи по щільюванню поля та утворенню кротодренажних мереж, при  $B < 2H$  – для основного безполицевого обробітку із заданою товщиною суцільного розпушування верхнього шару, а у поєднанні з попереднім поверхневим обробітком – для розпушування підорного шару.

Відомо, що для створення сприятливих умов для накопичення вологи ґрунт в процесі обробітку повинен бути рівномірно розпушеним по всій глибині, а відсоток окремих грудок розміром до 50 мм повинен бути не меншим за 75...80%. Основним недоліком простих чизельних глибокорозпушувачів, обладнаних тільки вертикальним рушієм, є формування в верхніх шарах обробленого ґрунту глибистої крупно-грудкуватої

структури (рис. 47, а), яка сприяє інтенсивному випаровуванню залишків вологи. Конструктивне вирішення даної проблеми полягає у введенні до конструкції простих чизелів додаткових робочих органів і переведення їх в ранг комбінованих. Дані робочі органи можуть бути представлені рубчастими, зубчастими, голчастими, планчастими, кільчасто-шпоровими котками, зубовими боронами, дисковими батареями та іншими.

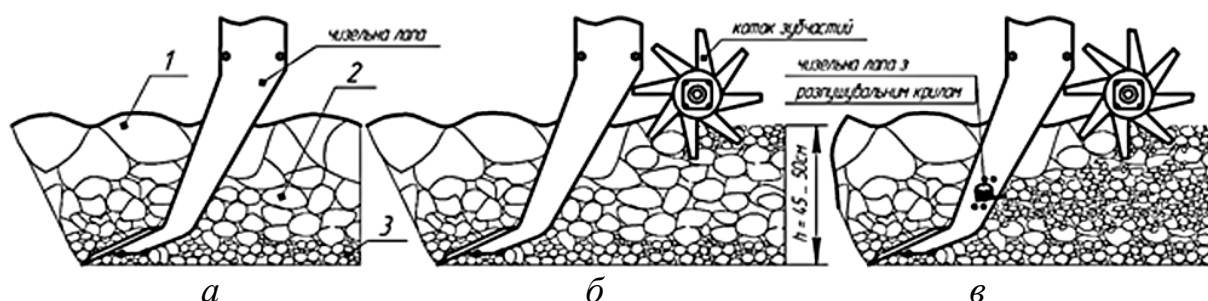


Рис. 47. Схематичне зображення характеру кришення ґрунту при поєднанні різних типів робочих органів:

1 – верхній глибистий шар зрушеного ґрунту; 2 – середній шар зрушеного ґрунту; 3 – нижній дрібно-грудкуватий інтенсивно розпушений шар ґрунту

Застосування додаткових робочих органів суттєво знижує глибистість поверхневих шарів обробленого ґрунту (рис. 47, б). При обробці ґрунтів комбінованими знаряддями на глибину 30...35 см практично вирішується питання забезпечення рівномірності розпушування по глибині, а от зі збільшенням загальної глибини обробітку до 45...60 см середні шари обробленого ґрунту залишаються крупно-грудкуватими. Дати однозначну відповідь на запитання «Добре це чи ні?» без глибокого дослідження накопичення вологи за таких умов є ризикованим. Цілком можливо, що порожнечі між грудками, розміщеними в середніх шарах ґрунту, будуть сприяти швидкому проникненню вологи в нижні горизонти, де вона буде більш захищена від випаровування і раціонально використана кореневою системою культурних рослин. Це підтверджується досвідом ряду аграрних підприємств Кіровоградської області, в яких з переходом на глибоке чизелювання врожайність ряду сільськогосподарських культур підвищилася до 10%.

Якщо ж ставити задачу забезпечення максимальної рівномірності розпушування при обробітку ґрунту на велику глибину, то цілком логічним є поєднання в конструкції чизельних робочих органів вертикальних і горизонтальних рушіїв (рис. 47, в).

Останні конструктивно представляються крилами серповидної форми в поперечному до напрямку руху перетині (італійська фірма Gaspardo) (рис. 48), плоскими зі взаємним кутом розхилу лез відносно напрямку руху близьким до  $60^\circ$ , які використовують у власних конструкціях автори, чи крилами сформованими криволінійною робочою поверхнею, запропонованою В.І. Корабельським.

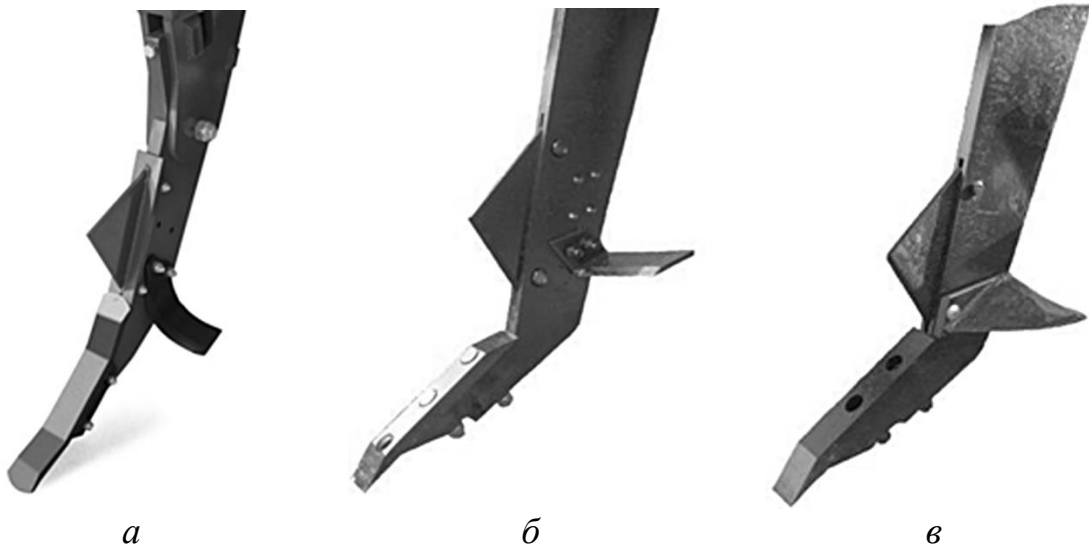


Рис. 48. Загальний вигляд горизонтальних рушіїв на стояках чизельних лап:

а – крила на чизельних лапах фірми Gaspardo; б – плоскі крила;  
в – крила з криволінійною робочою поверхнею

Об'єктивна оцінка ефективності їх роботи може бути надана тільки за результатами порівняльних випробувань, але вже в даний час, спираючись на результати попередніх експериментальних досліджень можна однозначно стверджувати, що введення даних елементів в конструкцію комбінованої чизельної лапи сприяє підвищенню загальної рівномірності розпушування ґрунту при його обробітку на велику глибину. Так, навіть при надмірно високій твердості ґрунту ( $T = 8 \dots 10$  МПа) під час проведення досліджень комбінований чизельний глибокорозпушувач обладнаний чизельними лапами з плоскими розпушувальними крилами та зубовими котками забезпечив середній якісний показник кришення ґрунту понад 75%.

Більшість чизельних ґрунторозпушувачів мають подібну будову і складаються з жорсткої масивної рами, до якої закріплюються робочі органи, навісного чи причіпного пристрою і, при необхідності, опорних коліс з механізмами регулювання

глибини обробітку. Вони можуть бути простими – при обладнанні одним типом чизельних робочих органів чи комбінованими, коли до їх складу входять додаткові робочі органи – котки, борони та ін. Чизельні ґрунторозпушувачі, які розраховані на глибину обробітку до 25...30 см, мають більшу ширину захвату і можуть мати секційну будову рами. Чизельний обробіток потребує значно менших затрат енергії на виконання технологічного процесу, тому при агрегуванні їх з тракторами певного тягового класу мають більшу ширину захвату порівняно з полицевими плугами.

З урахуванням сучасних, напрацьованих виробниками конструктивних рішень авторами розроблена та впроваджена в виробництво власна конструкція навісних чизелів шириною захвату 1,5; 1,75; 2,5; 3,5; та 4,5 м (рис. 49; рис. 3 стор. 157).

Основними складовими частинами глибокорозпушувача є: рама, робочі органи, механізм регулювання глибини обробітку ґрунту і начіпний пристрій.

Рама 1 служить для монтажу всіх складальних одиниць і деталей глибокорозпушувача і представляє собою зварну конструкцію. Вона має просторову форму, що забезпечує її високу жорсткість і запобігає забиванню рослинними рештками. На поздовжніх гряділях рами кріпляться робочі органи – чизельні лапи 3.

Основний робочий орган – чизельна лапа складається зі стояка, долота, крил та ножа. Стояк виконаний криволінійним з ряду прямолінійних ділянок. На ньому встановлено ніж, який знижує тяговий опір та розбиває крупні глиби ґрунту, що підіймаються долотом, а також крила для додаткового розпушування шарів ґрунту прилеглих до середини глибини обробітку. Крила до стояка можуть закріплюватися на різній висоті в трьох положеннях.

Механізм регулювання призначений для установки та регулювання глибини обробітку та представляє собою дві гвинтові пари встановлені по краях рами в направляючих щоках. Принцип дії даного механізму полягає в тому, що кронштейн кріплення котків 7 при їх заглибленні в ґрунт підіймається до упору в гвинт. При цьому, котки 4 і 5 спираються на поверхню зрушеного ґрунту і запобігають подальшому заглибленню чизельних лап 3. Глибина обробітку залежить від положення

гвинта 6 відносно упорної гайки. При закручуванні гвинта глибина зменшується і навпаки.

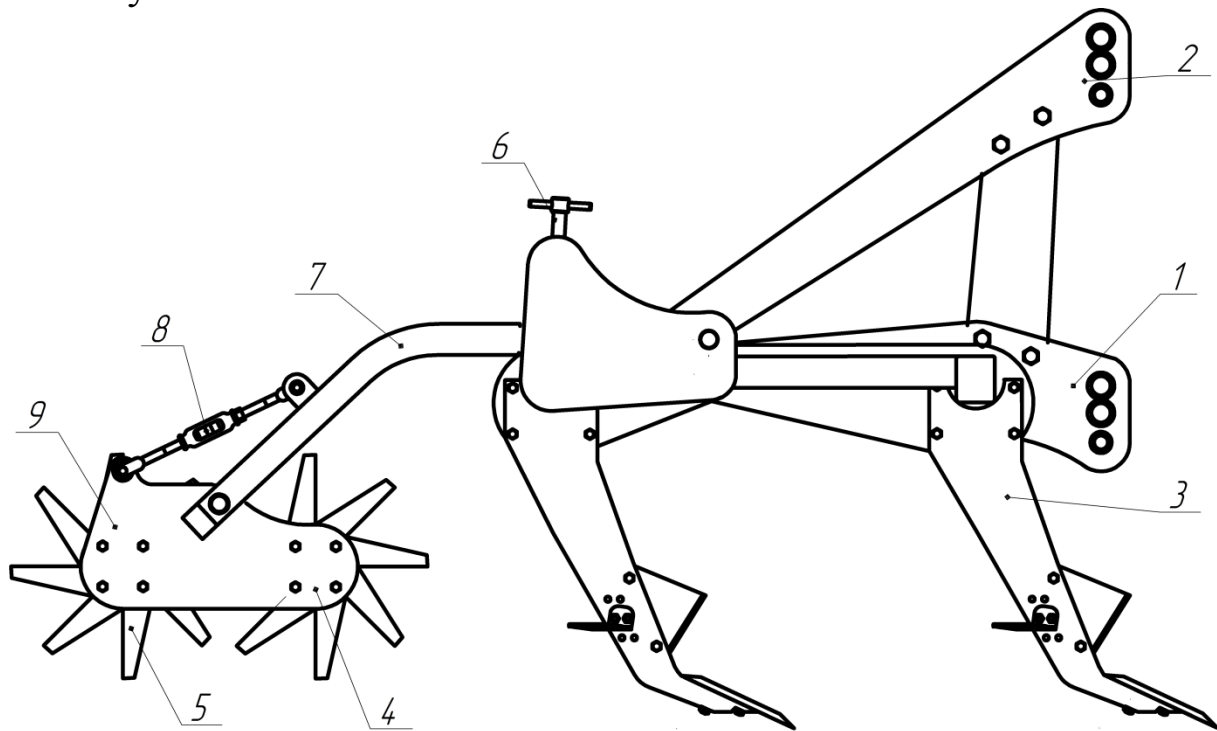


Рис. 49. Схема чизельного ґрунторозпушувача:

- 1 – рама; 2 – верхня ланка націпного пристрою; 3 – чизельний робочий орган; 4 – коток передній; 5 – коток задній; 6 – гвинтовий механізм регулювання глибини обробітку; 7 – кронштейн кріплення котків; 8 – стяжна ланка регулювання положення котків; 9 – бокова пластина кріплення котків

Зубові котки призначені для додаткового розпушування поверхневих шарів ґрунту та регулювання глибини обробітку. Вони складаються із пустотілих трубчастих циліндрів, до поверхні яких приварені плоскі зуби трапецієвидної форми.

Конструкція чизеля дозволяє змінювати взаємне положення котків у вертикальній площині. Для цього використовуються стяжні ланки 8, які з'єднують бокові пластини 9 з кронштейнами кріплення котків 7. Зміною довжини ланок можна забезпечувати роботу обох котків на однакову чи різну глибину. Також можна залишити в роботі тільки один з котків, як приклад, при обробітку легких ґрунтів.

За способом агрегатування чизель є навісною машиною. З'єднання з навісною системою трактора здійснюється через дві нижні ланки, які входять до складу рами 1 та верхню ланку 2 закріплену до рами болтовими з'єднаннями. На передніх кінцях ланок передбачено ряд отворів на різній висоті та різного

діаметру, що дозволяє агрегатувати чизель з тракторами різних марок. Для роботи з чизелем шириною захвату 2,5 м необхідний трактор тягового класу 3. Максимальна глибина обробітку ґрунту становить 50 см.

Глибкорозпушувач виконує такий технологічний процес. При поступальному русі його робочі органи заглиблюються в ґрунт на встановлену опорними котками глибину. Долото розпушувача сколює та піднімає шар ґрунту. При сколюванні, тріщини проходять по всій глибині обробітку та утворюють рівномірно розпушену дрібногрудкувату структуру ґрунту. Стояк розсуває ґрунт в обидва боки та кришить його. Крила додатково розпушують ґрунт на рівні близькому до середини глибини обробітку. Додаткове розпушування верхніх шарів зрушеного чизельними лапами ґрунту забезпечується зубами котків.

Відомі варіанти комбінованого використання в одному знарядді плоскорізних чи важких культиваторних лап з чизельними робочими органами, які виконують функції щілинорізів. Досить ефективним є таке поєднання робочих органів при безвідвальному обробітку полів на схилах, підлеглих водним ерозіям. Сформована підорна підошва при появі надмірної вологи в верхніх шарах не дозволяє їй проникати в нижні горизонти, вода накопичується на поверхні підорної підошви і верхні родючі перенасичені вологою шари ґрунту зсуваються по схилу донизу. В кращому випадку знижується потужність родючого горизонту, а в гіршому – поля стають непридатними для використання в галузі рослинництва. Щоб запобігти такому явищу в конструкції різних типів ґрунтообробних машин поряд з базовими робочими органами встановлюють робочі органи чизельного типу, або щілинорізи, які розташовуються на певній відстані один від одного по ширині захвату машини (рис. 50).

Через утворені заглиблення чи щілини частина вологи проникає вглиб (рис. 51). В зоні дії чизельного робочого органу по всій глибині обробітку формується однорідний розпушений шар ґрунту, окремі агрегати якого мають краще зчеплення між собою ніж при контактіві з переущільненою підошвою, що запобігає зсуву ґрунтових мас по схилу. Операція нарізання щілин може виконуватися окремо від основного обробітку. Для цього використовуються щілинорізи. Вони мають будову схожу з

чизельними лапами глибокорозпушувачів, але їх робочі органи, як зазначалося вище, розміщуються на рамі зі значно більшою відстанню між собою по ширині захвату.

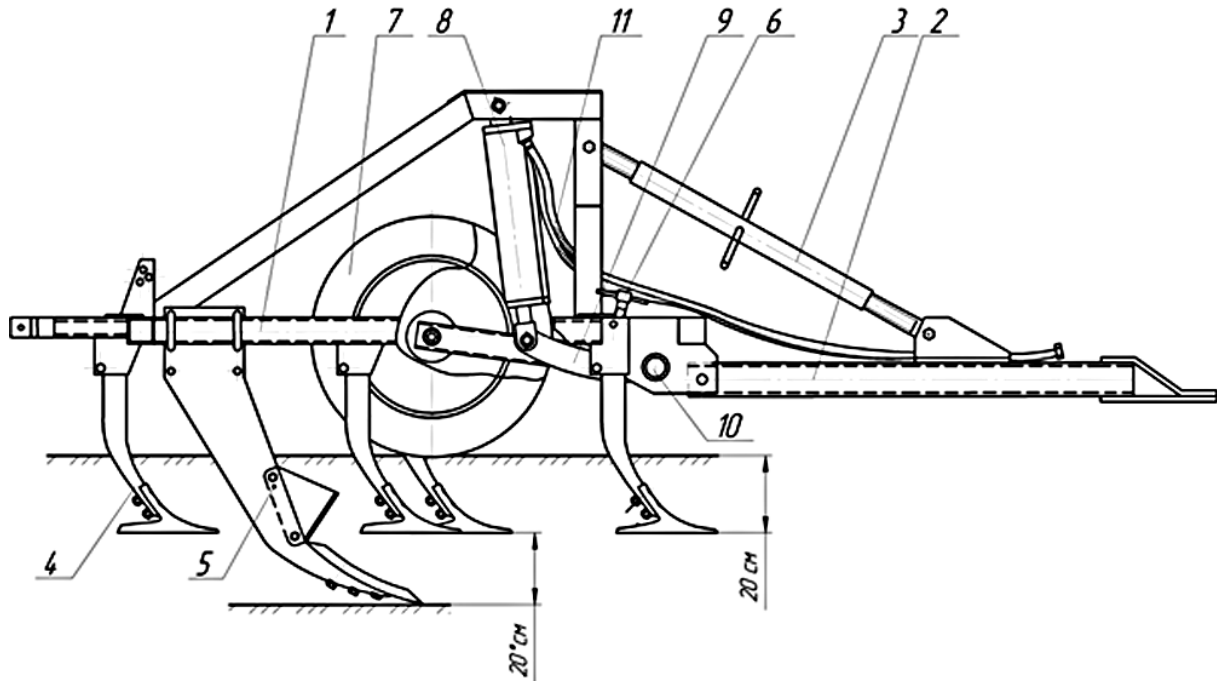


Рис. 50. Схема культиватора-щілиноріза:

1 – рама; 2 – причіп; 3 – стяжна гвинтова пара; 4 – важкі культиваторні лапи; 5 – чизельний робочий орган (щілиноріз); 6 – механізм регулювання глибини обробітку базовими робочими органами; 7 – опорні колеса; 8 – гідроциліндр транспортного положення; 9 – кулак траверси опорних коліс; 10 – балка траверси опорних коліс; 11 – шланги гідросистеми

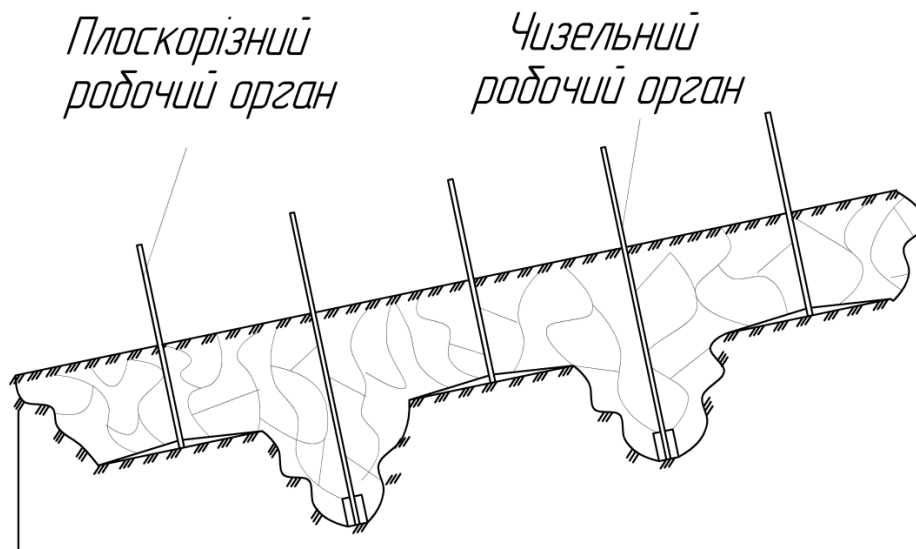


Рис. 51. Схема обробітку ґрунту на схилах комбінованим знаряддям з плоскорізними та чизельними (щілинорізами) робочими органами



### 3.9. Ґрунтообробні знаряддя з дисковими робочими органами

За особливостями виконання технологічного процесу дискові знаряддя є проміжними між лемішно-полицевими плугами та розпушувачами. Їх застосовують для виконання основного (на глибину 16...24 см) обробітку ґрунту під зернові та зернобобові культури, а також при луценні полів з великою кількістю рослинних решток, зокрема після збирання крупностеблових культур, а також мілкого луцення з метою механічної боротьби з бур'янами, шкідниками та хворобами культурних рослин.

На сучасних комбінованих ґрунтообробних машинах застосовують робочі органи дискового типу зі сферичною або плоскою формою диска, з вирізним (рис. 52, а) чи суцільним (рис. 52, б) лезом. Діаметр дисків в більшості випадків знаходиться в межах від 510 до 810 мм. Їх застосування зумовлене високою технологічною надійністю роботи та відповідним позитивним агротехнічним результатом – мульчуванням верхнього шару ґрунту рослинними рештками, підрізанням, загортанням та подрібненням бур'янів тощо.

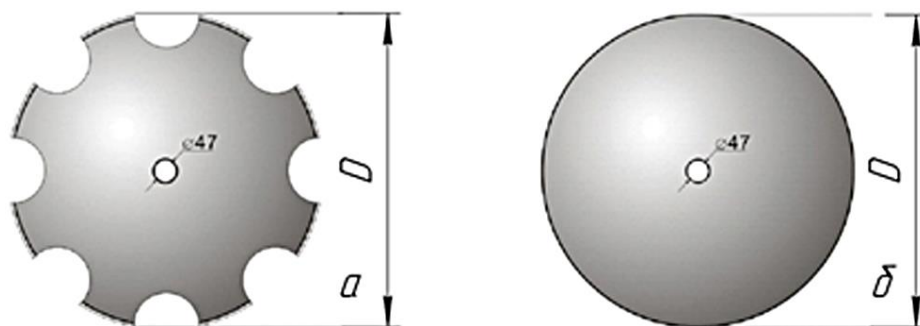


Рис. 52. Робочі органи дискових ґрунтообробних машин

Проте, з екологічної точки зору, їх використання є небажаним, так як вони переуцільнюють нижні шари ґрунту, сприяють переведенню його в пиловидний безструктурний стан, особливо при обробітку пересушених ґрунтів, що досить часто спостерігається в центральних регіонах України під час тривалих засух останніми роками. В США дискові знаряддя офіційно не рекомендовані до використання.

Диски можуть збиратися в батареї на одній осі по 6...8 штук і в робочому положенні займати вертикальне положення під певним кутом до напрямку руху (кутом атаки). В більшості

випадків така орієнтація дисків в просторі характерна для дискових борін. На окремих знаряддях диски мають індивідуальне кріплення до рами і крім кута атаки до напрямку руху установлюються під певним кутом до горизонту. В такому випадку вони працюють як дискові корпуси відвальних плугів, мають більшу ширину захвату і забезпечують більш повноцінне обертання скиби ґрунту.

Ґрунтообробний агрегат АГ-2,4-20 (рис. 53) вітчизняного виробництва, призначений для обробки ґрунтів всіх типів на глибину 4–18 см за вологості до 20 % і твердості ґрунту до 3,5 МПа човниковим способом, створює оптимальну природну структуру ґрунту для росту рослин і мульчує верхній шар ґрунту для збереження вологи. Даний навісний ґрунтообробний агрегат об'єднав в собі функції плуга, лушпильника, культиватора і дискової борони. Він забезпечує рівномірний розподіл по всій глибині оброблюваного шару ґрунту органічних добрив та післяжнивних решток рослин, що підвищує стійкість ґрунту до ерозійних процесів, і збільшує її здатність до вбирання вологи.

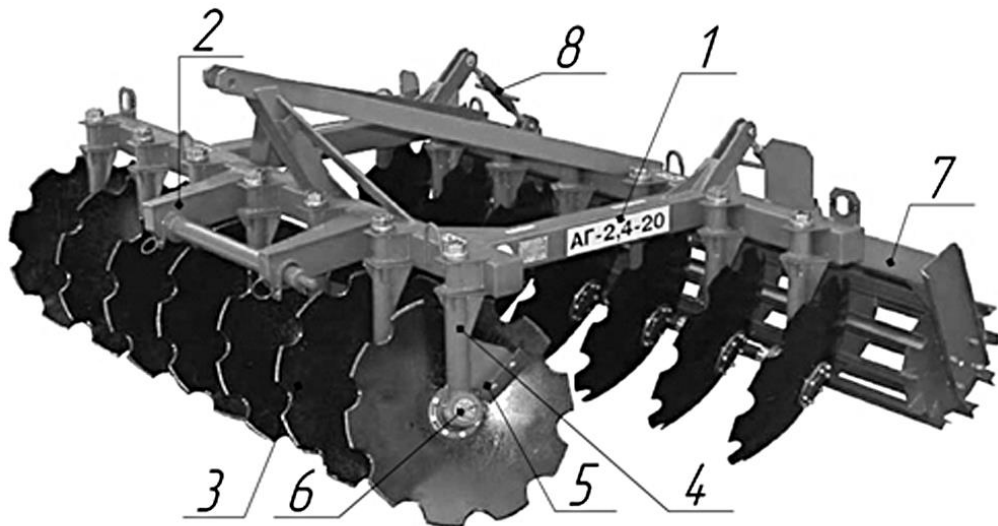


Рис. 53. Агрегат ґрунтообробний дисковий АГ-2,4-20:

- 1 – рама; 2 – триточковий навісний пристрій; 3 – робочі органи – вирізні сферичні диски; 4 – стояк; 5 – чистик; 6 – маточина з підшипниками; 7 – коток; 8 – стяжна ланка

Агрегат складається з рами 1, двох рядів стояків 4 з дисками 3, опорного котка 7 з гвинтовими пристроями регулювання його положення та навіски 2. Рама 1 – зварна, просторова конструкція, виготовлена з поздовжніх та поперечних балок квадратного перетину. В поперечних балках в два ряди передбачені отвори

для кріплення стояків 4 з диском 3. До передньої поперечної балки приварені кронштейни для кріплення тягової осі, до задньої – кронштейни для встановлення гвинтів та котка 7. Робочі органи – сферичні диски 3 з вирізною кромкою типу «Ромашка» діаметром 655 мм і відстанню між ними в ряду 350 мм. Диски встановлені під кутами, які лежать в двох площинах: у фронтальній та вертикальній, кожен диск встановлений на осі з надресованими підшипниками, закріпленими в маточині 6. Для герметизації підшипників встановлено по дві манжети. Додатково для запобігання попаданню абразивних частинок в зону манжет введені кришка і диск. Опорний коток 7 – ребристий, зібраний з дисків та приварених до них кутиків. Вал котка встановлений на підшипниках. Навісний пристрій складається з тягової осі, яка встановлюється в нижні тяги навіски трактора, кронштейнів на рамі із спеціальними гніздами для фіксації тягової осі, а також кронштейна для закріплення центрального гвинта навіски трактора. Глибина обробітку регулюється стяжними ланками, які шарнірно з'єднують раму з котком, шляхом зміни їх довжини і зміни, за рахунок цього, положення опорного котка відносно рами. Кут атаки робочих дисків регулюється за допомогою фланця з отворами та стопорної гайки. Рівномірне заглиблення першого та другого ряду дисків регулюється центральною тягою навісного пристрою трактора. З'єднується агрегат з трактором через триточкову навіску. Переведення агрегату з робочого положення в транспортне і навпаки здійснюється за допомогою силового гідроциліндра трактора. Особливість виконання технологічного процесу полягає в тому, що вирізні диски працюють як дискові корпуси плугів. Скиба ґрунту відрізається від суцільного масиву в горизонтальній і вертикальній площині, піднімається внутрішньою робочою поверхнею диска, обертається і відкидається вбік. В результаті виконання цих операцій ґрунт добре кришиться і закриває рослинні рештки та добрива. Розташування дисків в два ряди сприяє інтенсивному перемішуванню ґрунтово-рослинної маси. Індивідуальне кріплення дисків на стояках з інтервалом в 350 мм запобігають їх забиванню, а нахил дисків у вертикальній площині зменшує висоту гребенів на дні борозни між проходами дисків.

### **3.10. Технологічні процеси та технічне забезпечення суцільного обробітку ґрунту перед сівбою**

Для суцільного передпосівного обробітку ґрунту використовуються культиватори, комбіновані ґрунтообробні знаряддя, борони та котки. Багато з цих машин також використовують для виконання робіт по догляду за посівами сільськогосподарських культур.

До основних операцій, які виконуються при підготовці ґрунту до сівби та садіння с.-г. культур відносяться: розпушування ґрунту на глибину сівби насіння, глибоке розпушування на глибину оранки, ущільнення ґрунту, розбивання крупних грудок, вирівнювання поверхні поля, нарізання гребенів, утворення гряд в районах з надлишком вологи.

Серед комплексу машин, за допомогою яких виконуються ці операції, основне місце займають культиватори для суцільного обробітку (парові культиватори).

Всі типи культиваторів підрозділяють на культиватори для суцільного обробітку ґрунту, просапні та універсальні. По виду тяги вони бувають тракторні (причіпні та навісні), на самохідних шасі і кінні.

По конструкції робочих органів та характеру їх впливу на ґрунт розрізняють культиватори з пасивними робочими органами (закріпленими на жорстких чи пружинних стояках) і активними (штанговими, ротаційними, вібраційними та іншими) робочими органами.

Група культиваторів для суцільного обробітку ґрунту призначається для виконання робіт по догляду за парами та передпосівного обробітку, а також для розпушування ґрунту на глибину оранки.

До недавнього часу в Україні вони були представлені паровими культиваторами вітчизняного виробництва марки КПС-4 та КПСП-4, які відрізнялися способом агрегування – навісні і причіпні.

Робочими органами таких культиваторів є стрілчасті, долотоподібні, оборотні та списоподібні лапи (рис. 54). Стрілчасті лапи бувають полольними, розпушувальними і

універсальними, а решта лап відноситься до розряду розпушувальних.

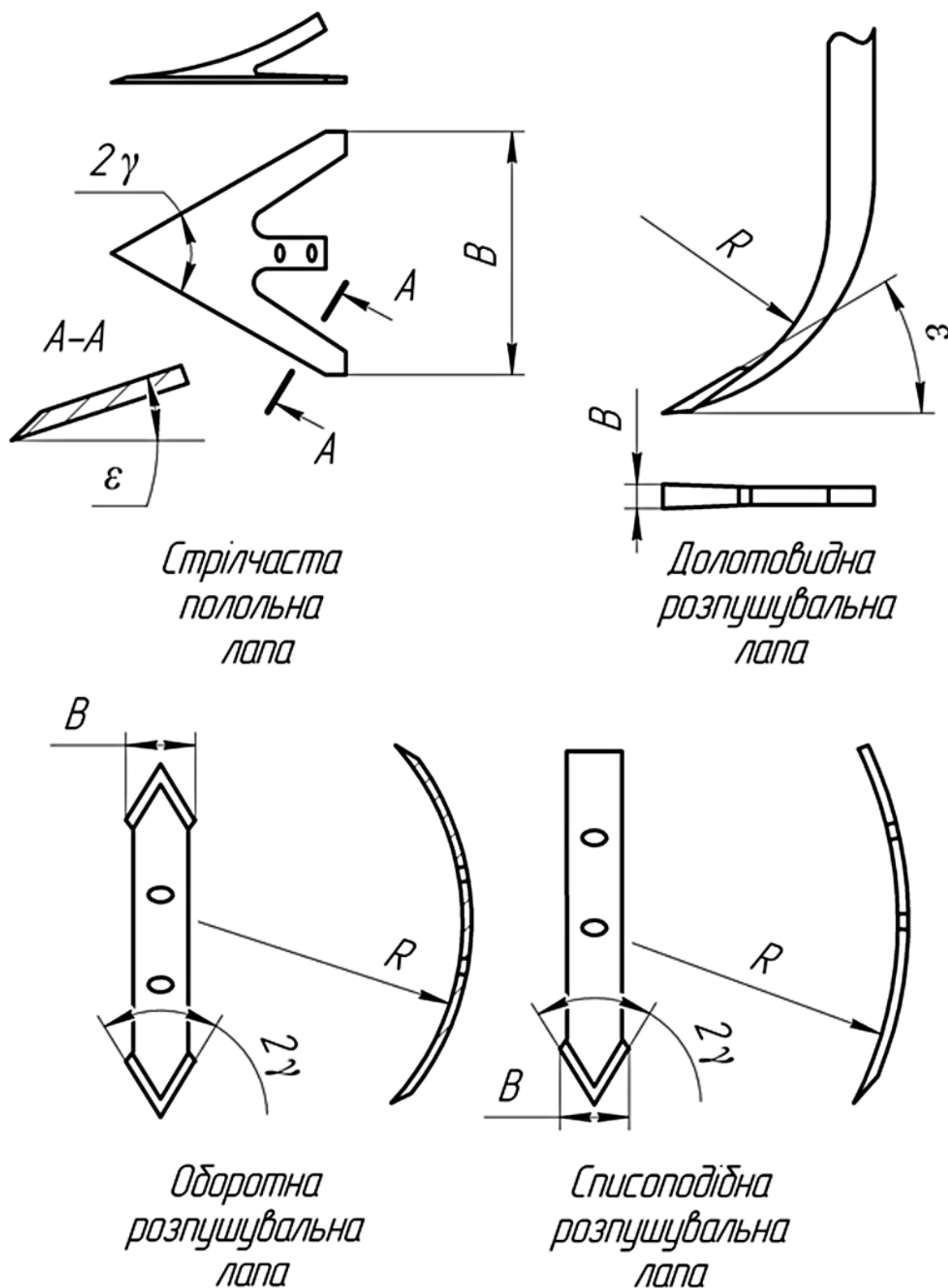


Рис. 54. Робочі органи парових культиваторів:

$2\gamma$  – кут розхилу крил лапи;  $\varepsilon$  – кут кришення ґрунту;

$B$  – конструктивна ширина захвату робочого органу;

$R$  – радіус кривизни робочої поверхні

Основними параметрами лап, які впливають на характер взаємодії їх з ґрунтом є кути розхилу  $2\gamma$ , кришення  $\varepsilon$  і ширина захвату лапи  $B$ . У розпушувальних лап до основних параметрів відносять і радіус кривизни  $R$  їх поверхні. Кут кришення визначає розпушувальні можливості лап. У полольних лап, призначених в основному для підрізання бур'янів на невеликій глибині (4–6 см) кут  $\varepsilon = 12 \dots 15^\circ$ , а у розпушувальних  $\varepsilon = 25 \dots 45^\circ$ . Універсальні стрілочасті лапи, які застосовуються для одночасного розпушування ґрунту та знищення бур'янів, мають кут  $\varepsilon = 25 \dots 30^\circ$ . Лапи культиваторів, переміщуючись в ґрунті, ріжуть коріння рослин ковзним різанням, що обумовлено кутом розхилу лап  $2\gamma$ .

Кут розхилу лап повинен бути вибраний таким, щоб забезпечити самостійне звільнення від рослинних решток (коріння, стебел та ін.). Оптимальний кут розхилу лапи повинен бути

$$2\gamma_{opt} = 90 - \varphi,$$

де  $\varphi$  – середня величина між кутами тертя леза об ґрунт та коріння рослин.

Для універсальних стрілочастих лап кут  $2\gamma = 60 \dots 65^\circ$  і ширина захвату 270 і 330 мм. Їх використовують для обробітку ґрунту на глибину до 12 см.

Лапи на культиваторах розміщують в два ряди з деяким перекриттям  $\Delta b = (4 - 8)$  см зони обробітку передніх лап задніми (рис. 55). Це необхідно для повного підрізання бур'янів. Тому відстань між осями лап в рядку рівняється  $A = 2(B - \Delta b)$

де  $B$  – ширина захвату лапи.

Всі названі лапи можуть закріплюватись на жорстких та пружинних стояках. Оборотної лапи на жорстких стояках застосовують для обробітку садів на глибину до 25 см, з пружинними стояками – для вичісування коренепаросткових

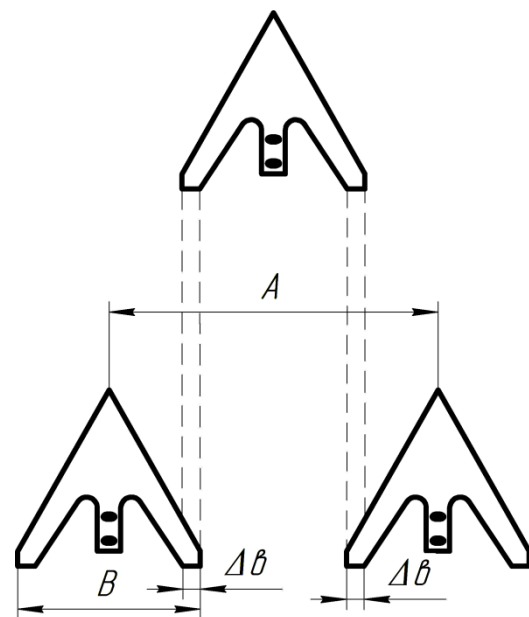


Рис. 55. Взаємне розташування культиваторних лап

бур'янів, культивуації ґрунтів підвищеної вологості на глибину до 16 см.

Розпушувальні лапи розміщуються на культиваторі з урахуванням можливої зони деформації ґрунту лапою. Ширина цієї зони дещо більша ширини лапи.

Лапи культиватора для суцільного обробітку ґрунту закріплюються на рамі жорстко або індивідуально повідковим одношарнірним способом.

Будова більшості культиваторів схожа на будову культиватора КПСП-4, який складається з рами 1 (рис. 56) прямокутної форми, бокових та центрального бруса сніці 2, опорних коліс 3 з механізмами регулювання 4, повідків (гряділів) коротких 5 та довгих 6, до яких жорстко закріплюються лапи 7, а також навіски для борін 8.

Модифікований культиватор КПС-4 є навісною машиною і обладнаний замком автозчепки для швидкого агрегатування з трактором. Для роботи на ґрунтах з кам'янистими включеннями навісний агрегат обладнується підсиленими лапами і стояками з пружинними розпушувальними лапами шириною захвату 50 мм

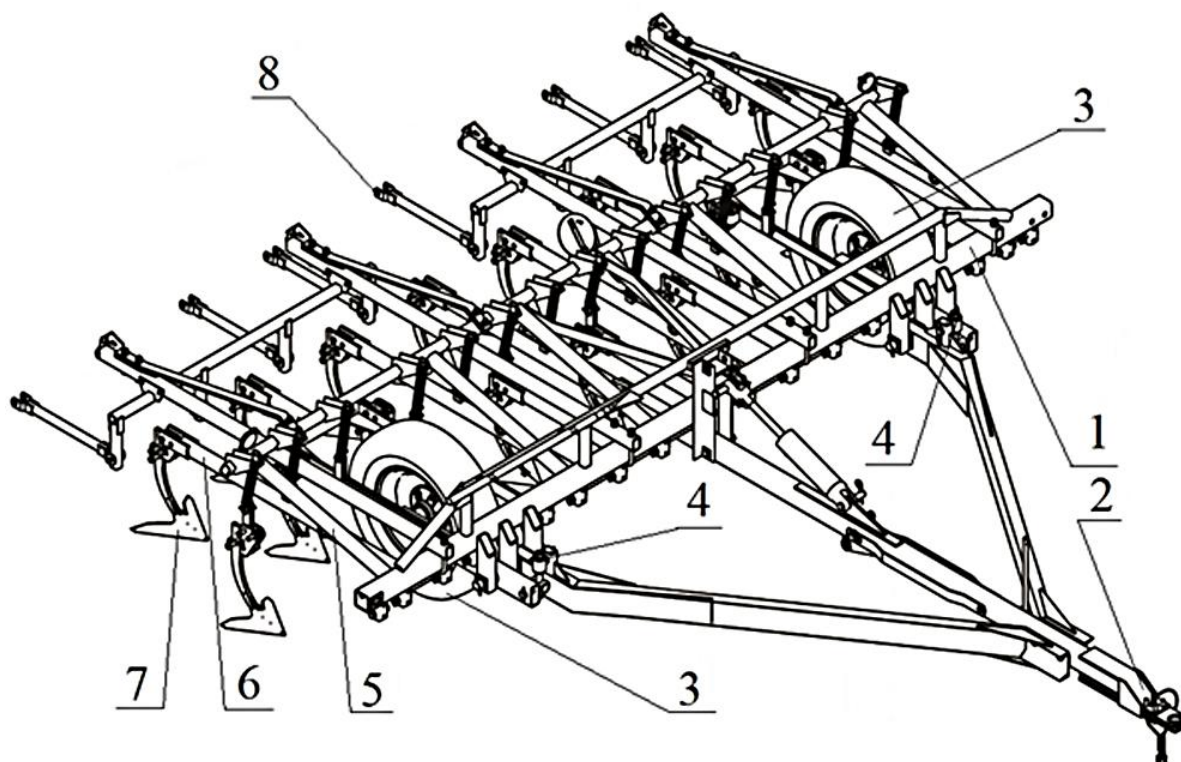


Рис. 56. Будова культиватора КПСП-4

Стояки лап кріпляться до гряділів шарнірно приєднаних до бруса рами. Стрілчасті лапи розташовують в двох рядах. При



обробітку слабо забруднених бур'янами полів в передньому ряду на коротких гряділях закріплюють лапи з шириною захвату 270 мм, а в задньому ряду на довгих гряділях – лапи з шириною захвату 330 мм. Кінці різальних кромок задніх лап повинні перекривати кромки передніх лап на 4...5 см, що необхідно для повного підрізання коріння бур'янів.

При обробітку дуже засмічених бур'янами полів на коротких та довгих гряділях установлюють лапи з шириною захвату 330 мм. В зоні розташування опорних коліс короткі і довгий гряділь об'єднані в один обвідний гряділь (рис. 57).

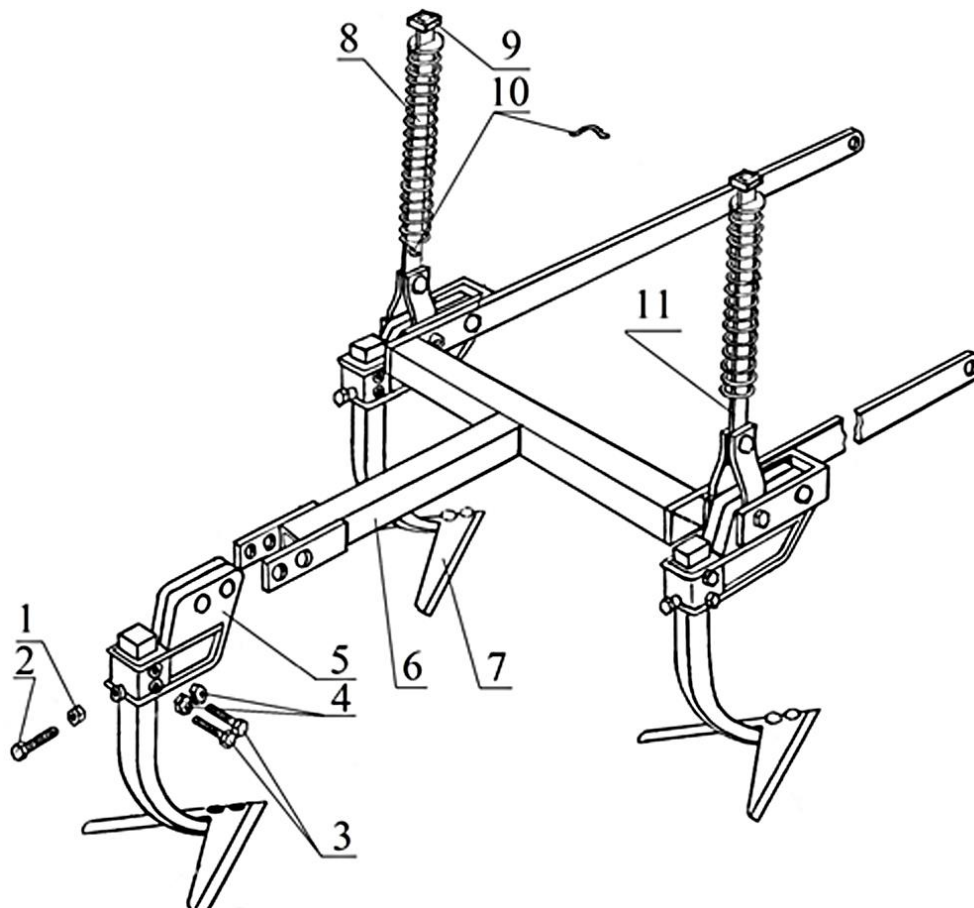


Рис. 57. Обвідний гряділь з робочими органами:

- 1, 4 – контргайки; 2, 3 – гвинти; 5 – кронштейн; 6 – гряділь;  
7 – стрілочаста лапа; 8 – пружина; 9 – головка штанги; 10 – скоба;  
11 – натискна штанга

Глибину обробітку змінюють гвинтами регулятора, змінюючи положення опорних коліс відносно рами у вертикальній площині. Передбачене також регулювання положення стояків стрілочастих лап в кронштейнах 5 гвинтами 2, за допомогою яких змінюється кут між площиною в якій



знаходяться леза лап та поверхнею ґрунту. При обробітку легких ґрунтів і на невелику глибину стояки установлюють так, щоб леза лап прилягали до поверхні рівного горизонтального майданчика, а при обробітку важких ґрунтів носки лап повинні бути нахилені вперед на  $2...3^\circ$ .

Розпушувальні лапи розміщують в трьох поперечних рядах, на коротких гряділях закріплюють по одній лапі, а на довгих – за допомогою здвоєних тримачів по дві лапи. Відстань між сусідніми лапами 16,6 см.

Переведення культиватора з робочого в транспортне положення забезпечується гідроциліндром в результаті провертання рами культиватора з гряділями вгору відносно кронштейнів опорних коліс.

Одним із недоліків даної конструкції є те, що стійкість ходу лап по глибині забезпечується натискними штангами 11 з пружинами 8, які розташовані в один ряд над короткими і довгими гряділями. Отже зусилля через короткі гряділі передається безпосередньо над лапою, а через довгі гряділі – на значній відстані від закріпленої на ньому лапи. В результаті цього лапи переднього і заднього рядів притискаються до ґрунту з різним зусиллям, що не сприяє забезпеченню однакової глибини обробітку ґрунту. З метою усунення даного недоліку була проведена модернізація даного культиватора, внесені зміни в конструкцію рами, які дозволили розмістити всі натискні штанги з пружинами безпосередньо над робочими органами (рис. 58; рис. 4 стор. 158).

Удосконалення машини забезпечило не тільки необхідну глибину обробітку ґрунту лапами різних рядів, а й підвищило загальну надійність виконання як технологічного процесу так і конструкції в цілому.

Агрегатування культиватора з трактором здійснюється шляхом з'єднання саниці з причіпною скобою, встановленою на поперечці, закріпленій в шарнірах нижньої тяги заднього навісного пристрою трактора.

Після з'єднання культиватора з трактором необхідно з'єднати рукавами високого тиску гідроциліндр, встановлений між саницею і рамою культиватора, з бічними або задніми штуцерами гідросистеми трактора. Після з'єднання гідросистеми необхідно від'єднати від пальця, що кріпиться до рами

культиватора шток гідроциліндра, транспортні планки і опустити їх на сницю, з'єднавши між собою пальцем з пружинним шплінтом.

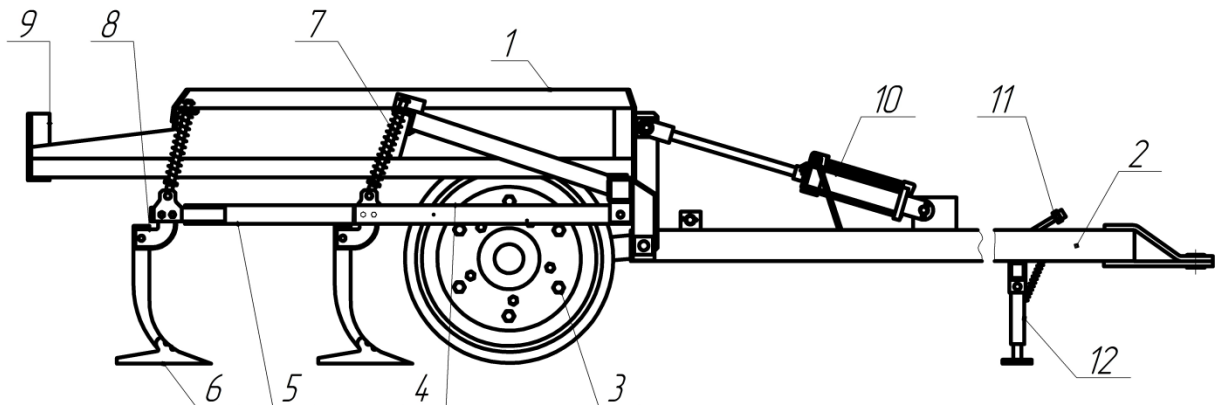


Рис. 58. Схема модернізованого парового культиватора КПСП-4:

- 1 – рама; 2 – причіпний пристрій; 3 – опорні колеса; 4 – короткий гряділь;  
 5 – довгий гряділь; 6 – стрілочасті лапи; 7 – натискні штанги;  
 8 – кронштейни кріплення стояків робочих органів; 9 – кронштейни кріплення борін; 10 – гідроциліндр; 11 – гідропроводи; 12 – підніжка

При складанні широкозахватних агрегатів з декількох культиваторів і зчіпки (рис. 59) на суміжні кінці рам культиваторів встановлюється шарнір, який забезпечує копіювання рельєфу поля і збереження стикового перекриття між робочими органами сусідніх культиваторів.

При під'єднанні до гідросистеми трактора, поршневі і штокові порожнини (відповідно) гідроциліндрів обох культиваторів мають бути запаралелені для забезпечення одночасного піднімання та опускання культиваторів.

Останнім часом перевага віддається окремим широкозахватним машинам для поверхневого обробітку ґрунту.

Представниками таких машин є культиватори КСП-7, (8, 9, 10) (рис. 60; рис. 5 стор. 159), конструкція яких розроблена авторами. Виробництво таких машин на замовлення споживачів налагоджене на приватному підприємстві в м. Кіровограді.

Культиватори секційні парові широкозахватні для поверхневого, на глибину до 10 см, осіннього та весняного передпосівного чи догляду за парами обробітку ґрунту. На замовлення обладнуються оригінальними культиваторними полольними лапами вітчизняного та закордонного виробництва шириною захвату 25; 27; 33; 42 см. Установлюються здебільшого на жорстких стояках, що сприяє дотриманню заданої глибини

обробітку та якісному підрізання бур'янів. В якості додаткових робочих органів використовуються пружинні борони, борони з плоскими зубами та тупим кутом входження в ґрунт, реберчасті котки. Виготовляються з робочою шириною захвату – 7; 8; 9; 10 м.

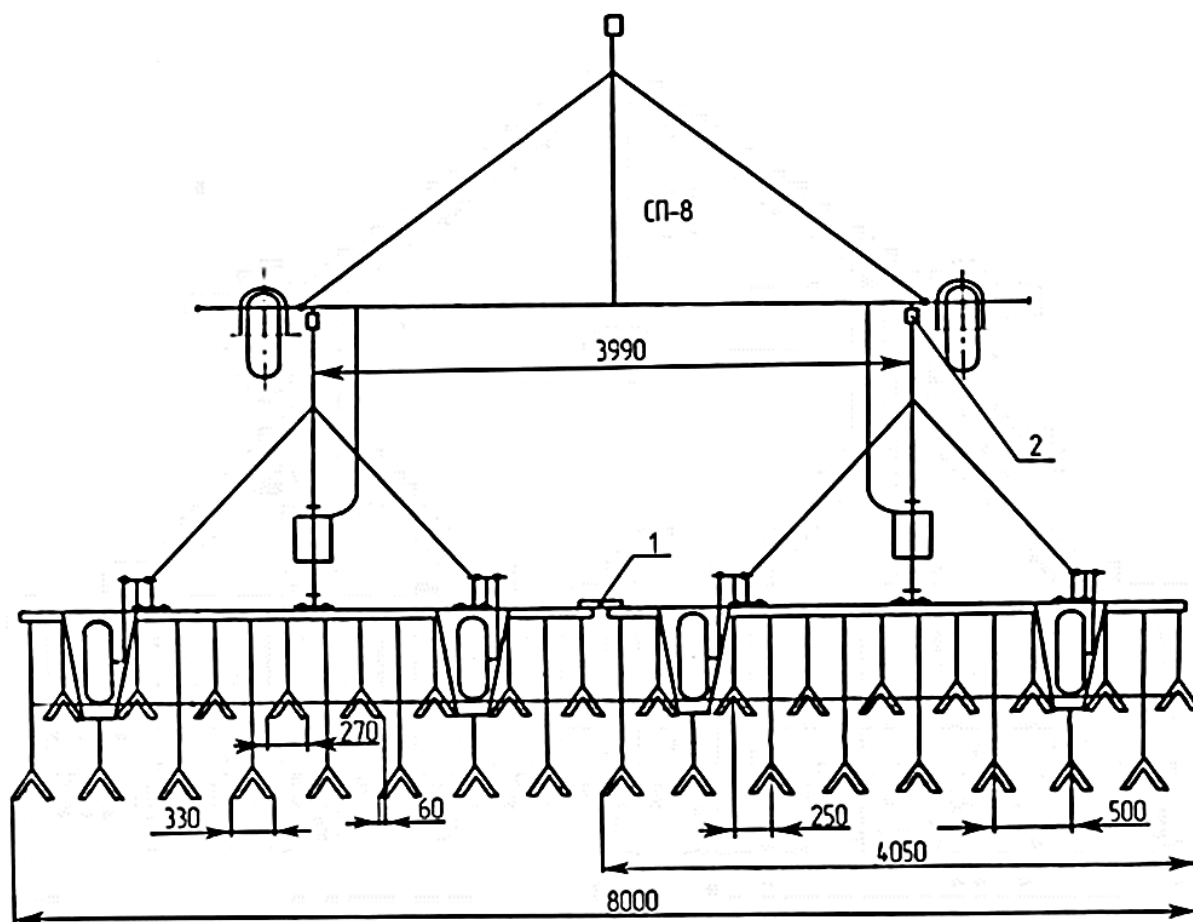


Рис. 59. Схема з'єднання двох культиваторів за допомогою зчіпки СП-8:

1 – шарнір; 2 – причіп культиватора

Ширина захвату центральної секції близька до 4-х метрів. Бокові секції залежно від загальної ширини захвату культиватора можуть мати ширину 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 м.

Поряд з культиваторами, у яких робочими органами є різні лапи, відомі також штангові культиватори, а також культиватори, до складу яких крім лапових робочих органів входять штанги. Робочим органом штангового культиватора є штанга (рис. 61), яка обертається в ґрунті на певній глибині в напрямку зворотному обертанню коліс і виконує на одному погонному метрі 0,91 обертів.

Штангові культиватори, як КШ-3,6, використовують для передпосівного обробітку полів під озимі та розпушування ґрунтів на глибину 5...10 см зі збереженням 80...90% стерні.

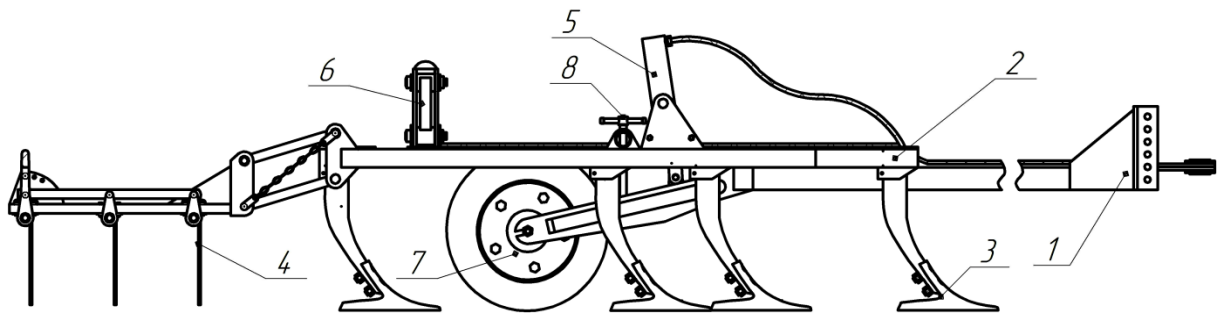


Рис. 60. Схема культиватора секційного парового широкозахватного:

1 – причіпний пристрій; 2 – рама; 3 – основні робочі органи – стрілочасті лапи; 4 – пружинні борони зі змінним кутом входження в ґрунт; 5 – гідроциліндри переведення культиватора з робочого в транспортне положення; 6 – гідроциліндри бокових секцій; 7 – опорні та транспортні колеса; 8 – механізми регулювання глибини обробітку

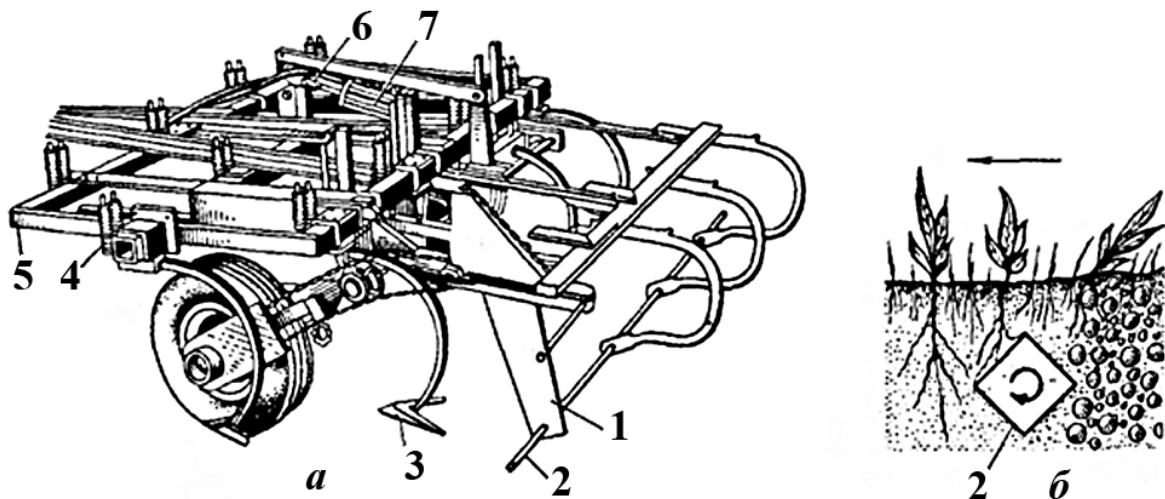


Рис. 61. Культиватор КПЭ-3,8А зі штанговим пристосуванням:

а – загальний вигляд; б – схема технологічного процесу штанги;  
1 – кронштейн; 2 – штанга; 3 – стрілочаста лапа; 4 – пружини;  
5 – рама; 6 – упор; 7 – гідроциліндр

Штанга приводиться в дію від коліс культиватора. Вона розриває коріння бур'янів і розпушує ґрунт без виносу нижніх шарів на поверхню. Такі культиватори гідрофіковані. Глибина обробітку регулюється за допомогою навіски трактора та переміщенням штоку гідроциліндра для зміни положення опорно-приводних коліс відносно рами.

### 3.11. Комбіновані ґрунтообробні агрегати для поверхневого передпосівного обробітку ґрунту

Відомі також комбіновані агрегати, в яких поєднуються різні робочі органи для передпосівного обробітку ґрунту з метою

формування необхідного його стану за один прохід агрегату. До даної групи машин відносяться «Європак», «Serac-6000», КН-7,2, РВК-3,6, ККП-6 «Кардинал», АГ-6, Kompaktomat K600 фірми Farnet, Serac-6000 фірми Vogel & Noot та багато інших. Ряд названих машин мають досить схожу будову і відрізняються лише окремими конструктивними елементами чи їх кількістю. Як приклад, культиватор комбінований Serac-6000 фірми Vogel & Noot та культиватор комбінований передпосівний ККП-6 «Кардинал» і ґрунторозпушувач АГ-6 вітчизняного виробництва.

Serac-6000 має ширину захвату 6 м, призначений для передпосівного обробітку ґрунту на глибину 2...12 см під основні сільськогосподарські культури, а також для догляду за чорними парами тощо. Агрегатується він з тракторами тягового класу 3 (рис. 62). Він складається з центральної 1 та двох бічних секцій з послідовно встановленими на них вирівнювальними зубчастими гребінками 3, передніми ротаційними котками 4, секціями S-подібних лап 5, вирівнювачами 6, задніми ротаційними котками 7, пружинними граблинами 8 та механізмом задніх транспортних коліс 9. В передній частині рами закріплено причіпний пристрій 2 для агрегування з трактором.

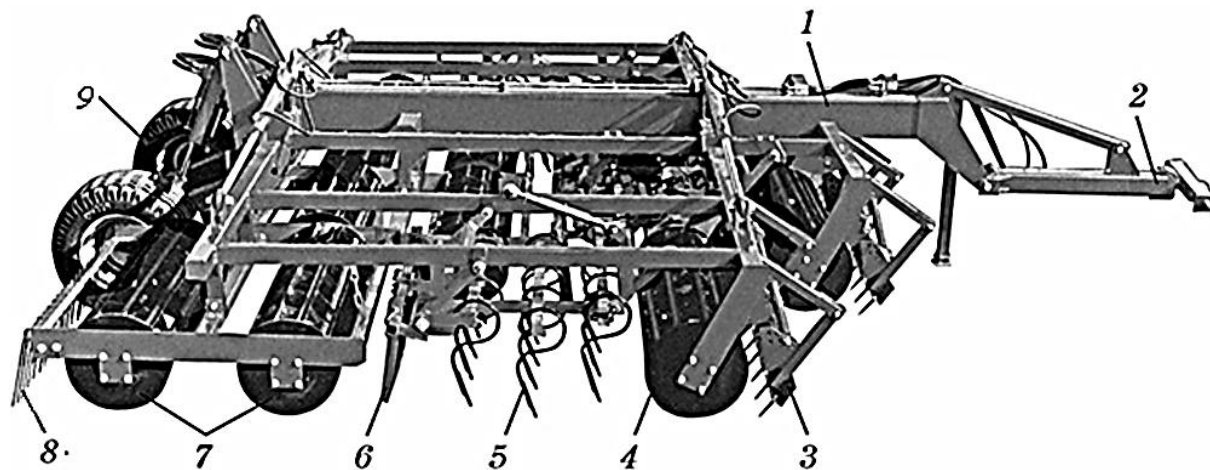


Рис. 62. Комбінований культиватор Serac-6000

Схожими за будовою є культиватор комбінований передпосівний ККП-6 «Кардинал» та ґрунтообробний агрегат вітчизняного виробництва АГ-6, які призначаються для передпосівного обробітку ґрунту на глибину 2...12 см під основні сільськогосподарські культури, а також для догляду за чорними парами. Агрегат ґрунтообробний АГ-6 – це напівначіпна машина, яка складається з основної рами 23, що має центральну, праву і

ліву бічні секції (рис. 63), двох опорних пневматичних коліс 9, переднього 19 і заднього 14 вирівнювальних брусів, передніх розпушувальних зубів 21, тандем-котків 11 і 12, трьох рядів розпушувальних лап 16, переднього пруткового котка 18, гідроциліндрів 3, 6 і 8, закріплених пальцями 2 і 5 до рам, маслопроводів 4 і причіпного пристрою 1. Передній вирівнювальний брус 19, коток 18 і розпушувальні зуби 16 кріпляться до рами за допомогою підвіски 17, а тандем-котки і пружинна борона 10 приєднані до задньої підпружиненої підвіски 13.

Машини працюють по попередньо обробленому фону. Під час руху агрегату розпушувальні зуби 21 подрібнюють крупні грудки, розпушують поверхневий шар ґрунту по ширині захвату та по сліду коліс (гусениць) трактора, передній вирівнювальний брус 19 частково вирівнює поверхню поля, котки пруткові 18 додатково подрібнюють грудки, частково ущільнюють ґрунт, лапи на пружинних стояках 16 розпушують ґрунт на глибину до 15 см, далі другий вирівнювальний брус 14 вирівнює поверхню поля, тандем-котки подрібнюють дрібні грудки, ущільнюють поверхневий шар, а борона пружинна 10 формує оптимальну верхню структуру ґрунту.

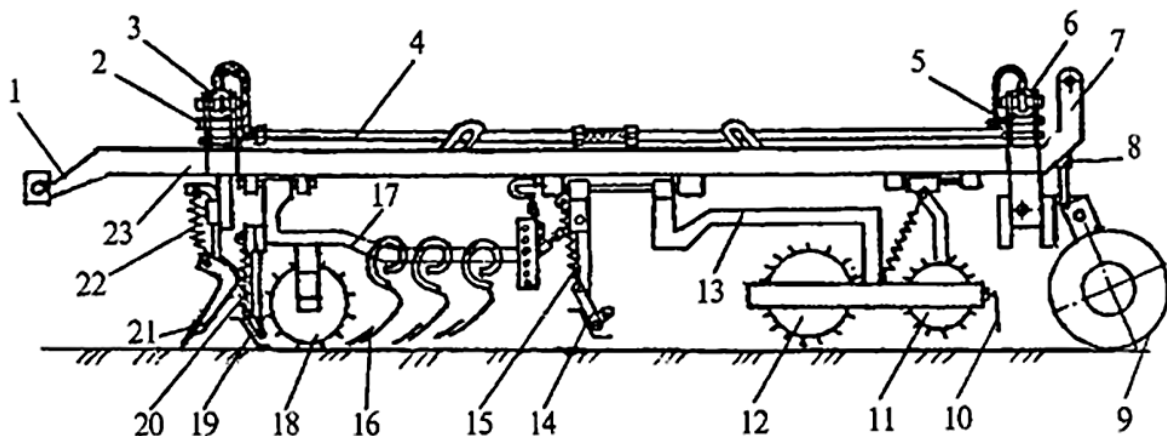


Рис. 63. Схема ґрунтообробного агрегату АГ-6

Глибину обробітку регулюють переміщенням передньої підвіски котка і розпушувальних лап. Ступінь подрібнення грудок регулюють зусиллям пружини задньої підвіски. Задня навіска 7 призначена для одночасного агрегування інших сільськогосподарських машин чи знарядь, як приклад, сівалки, що доцільно особливо при сівбі зернових колосових культур.

Ширина захвату агрегату – 6 м. Робоча швидкість – до 10 км/год. Продуктивність – до 6 га/год. Агрегують з тракторами тягового класу 3.

В більшості випадків за основними показниками якості та енергоємності роботи вітчизняні комбіновані агрегати краще, ніж зарубіжні, адаптовані до ґрунтово-кліматичних умов України.

### 3.12. Борони

Всі вони призначені для розпушування верхнього шару ґрунту, вирівнювання поверхні поля, руйнування поверхневої кірки, кришення грудок, знищення бур'янів, загортання в ґрунт насіння та добрив, проріджування сходів. Борони бувають зубові і дискові. Зубові борони обробляють ґрунт на глибину 3...10 см, дискові – на глибину до 20 см. Після обробітки зубовими боролами діаметр грудок не повинен перевищувати 5 см, а глибина борозен – 3...4 см. При обробітку посівів озимих в весняну пору не допускається пошкодження більше 3% рослин.

Найбільш широкого застосування набули важкі, середні та легкі зубові борони, сітчасті та шлейф борони.

Класична, базова зубова борона (рис. 64, а) складається з прямокутних (поперечних) та коритоподібних (поздовжніх) планок, на перехрещенні яких закріплюються зуби. Коритоподібний профіль поздовжніх планок забезпечує жорсткість її конструкції. Окремі виробники нехтують такою конструктивною вимогою і використовують в якості матеріалу для планок звичайні штаби та кутики, останні і забезпечують жорсткість конструкції в таких випадках (рис. 64, б).

Зуби борін розташовуються так, що кожен проводить свою борозну. Відстань між борознами залежить від типу борони і змінюється від 22 до 49 мм. Щоб борона не забивалась рослинними рештками та грудками, зуби розташовані в один ряд знаходяться на відстані не менше 15 см один від другого. Агрегують борони за допомогою спеціальних зчіпок (рис. 65) чи закріплюють до плугів, культиваторів, сівалок і інших сільськогосподарських машин. Залежно від тиску на зуб борони підрозділяють на важкі ( $P=20\ldots30$  Н), середні ( $P=10\ldots20$  Н) та легкі ( $P=5\ldots10$  Н).

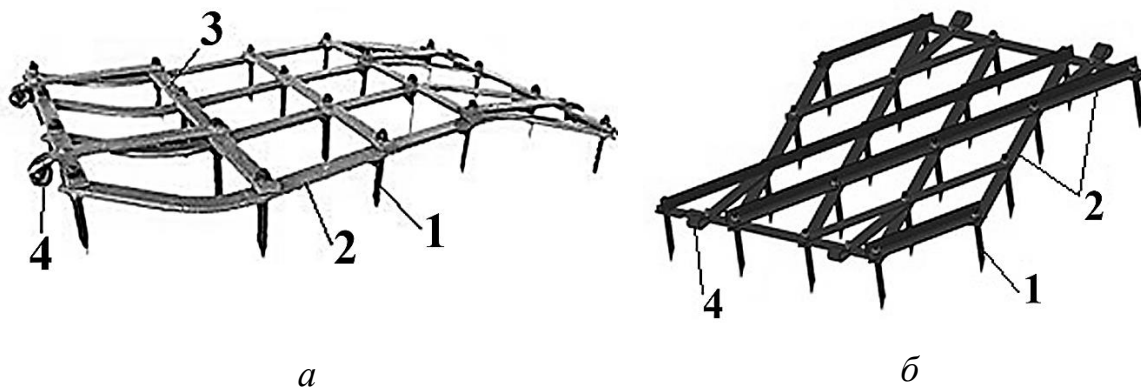


Рис. 64. Зубові борони:

- а* – класична з поздовжніми коритоподібними планками;  
*б* – з використанням в якості планок штаб та кутиків;  
 1 – зуб; 2 – планка поздовжня; 3 – планка поперечна;  
 4 – кронштейн кріплення поводків чи ланцюгів

Важкі зубові борони використовують для подрібнення глиб та розпушування ґрунту після оранки, вичісування бур'янів та обробітку луків та пасовищ.

Середні зубові борони призначені для розпушування та вирівнювання поверхні поля, знищення сходів бур'янів, розбивання грудок, загортання добрив, боронування сходів зернових та технічних культур.

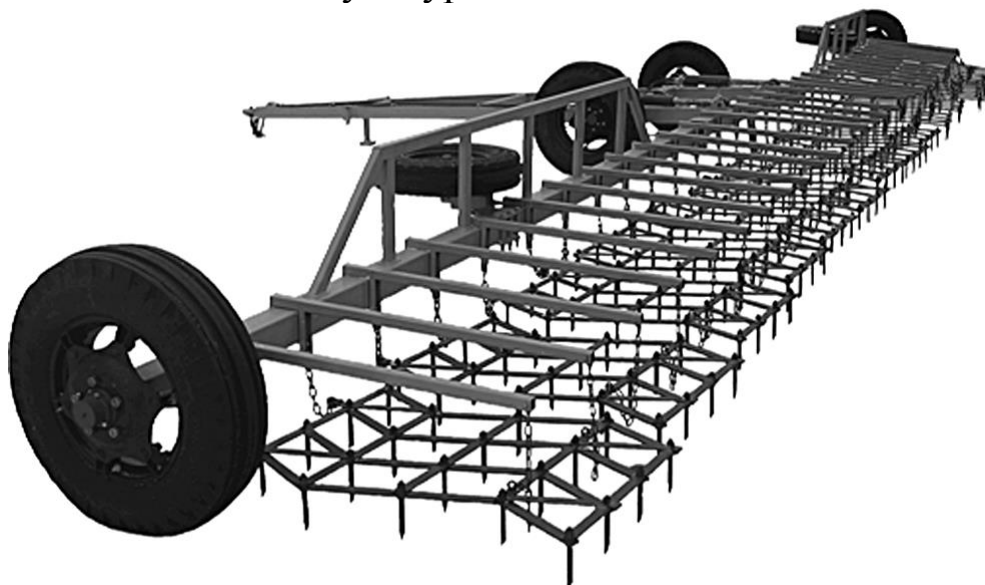


Рис. 65. Загальний вигляд однієї з можливих конструкцій зчіпок для борін

Легкі борони призначаються для боронування посівів, руйнування поверхневої кірки, загортання насіння та мінеральних добрив, вирівнювання поверхні поля перед посівом.



Сітчасті борони (рис. 66) призначаються для розпушування верхнього шару ґрунту та знищення бур'янів на посівах в період появи сходів та для боронування посадок картоплі на гребнях.

Секція борони складається з рамки 5, до якої ланцюжками прикріплене сітчасте полотно 6. Робочі органи таких борін добре пристосовуються до нерівностей поверхні ґрунту.

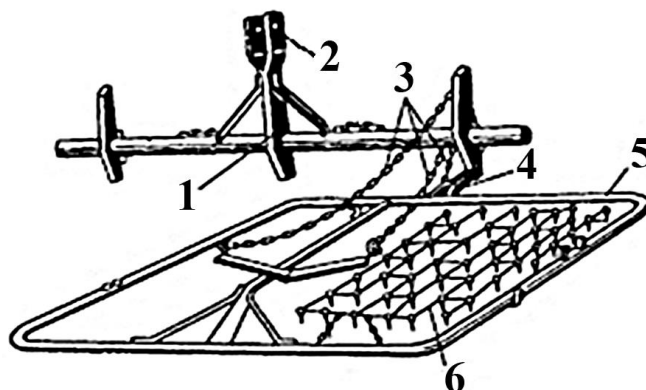


Рис. 66. Фрагмент сітчастої борони:

- 1 – брус з кронштейнами;
- 2 – навіска; 3 – ланцюги;
- 4 – поводок; 5 – рамка;
- 6 – сітчасте зубове полотно

Шлейф борона (рис. 67) використовується для весняного боронування з метою закриття вологи і розрівнювання гребенів на полях зораних під зяб. Робочими органами борони є ніж 5, гребінка 4 і шлейфи 3. Глибина обробітку встановлюється зміною кута нахилу ножа.

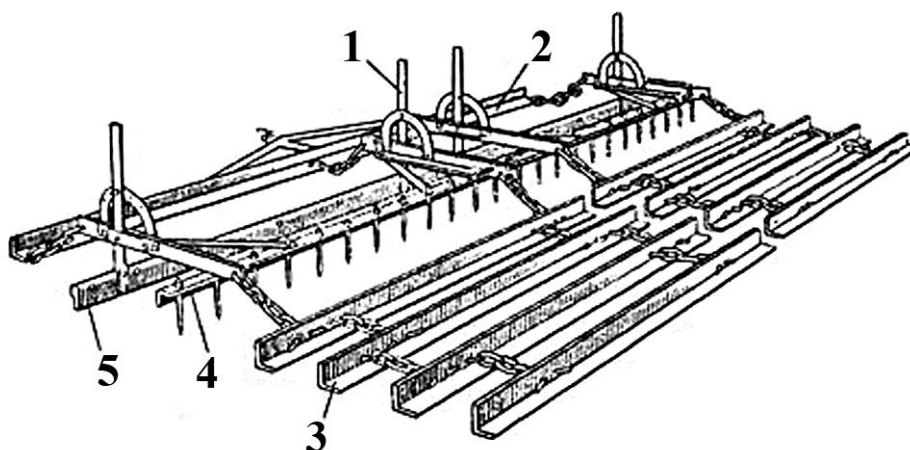


Рис. 67. Шлейф-борона:

- 1 – важіль для зміни кута нахилу ножа; 2 – передній брус з причіпним пристроєм; 3 – шлейфи; 4 – гребінка; 5 – ніж

До групи зубових також відносяться борони з плоскими зубами та тупим кутом входження в ґрунт (рис. 68).

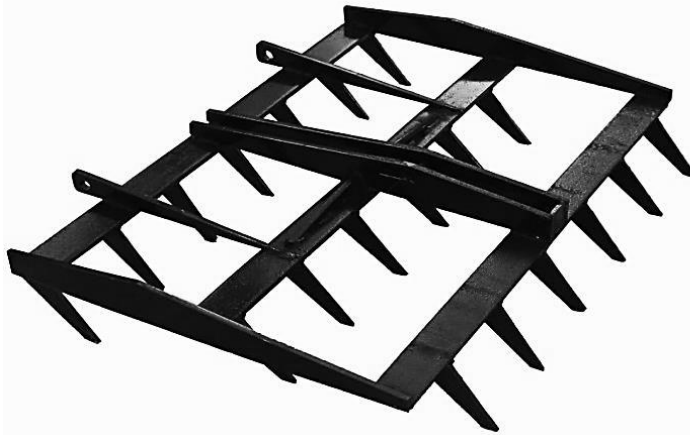


Рис. 68. Загальний вигляд борони з плоскими зубами та тупим кутом входження в ґрунт

Така конструкція борони дозволяє здійснювати розпушування поверхневих шарів ґрунту без накопичення на зубах рослинних решток культурних рослин та бур'янів. Інтенсивність розпушування ґрунту регулюється натискною штангою з пружиною. Зуби борони розташовуються в три чи чотири ряди, залежно від задач обробітку. Зазвичай використовується в складі комбінованих машин для поверхневого та основного обробітку (рис. 41).

Останнім часом досить широкого застосування набули борони з пружинними зубами, які також можуть агрегатуватися в складі комбінованих ґрунтообробних машин (рис. 60), чи з використанням спеціальних зчіпок (рис. 69)

Борони з пружинними зубами досить надійно виконують технологічний процес так як зуби вібрують при переміщенні в ґрунті і ефективно звільняються від рослинних решток, при цьому інтенсивно розпушують поверхневі шари. Конструкція таких борін передбачає можливість зміни кута входження зубів в ґрунт, чим і змінюється інтенсивність розпушування та вирівнювання поверхні поля.

При застосуванні безвідвальних способів обробітку ґрунту в осінній період виникають труднощі з проведенням ранньовесняного боронування для закриття вологи. В зв'язку з наявністю на поверхні поля і в верхніх шарах ґрунту значної кількості рослинних решток обробляти їх звичайними зубовими боронами практично неможливо. Отже на часі розробка конструкції борін, які б мали можливість самоочищення. Одним із варіантів вирішення такої задачі вважається використання

ланцюгових борін. Сама ідея вже має ряд технічних рішень, серед яких і наше (рис. 70), але попередні польові випробування свідчать про необхідність удосконалення робочої конструкції.

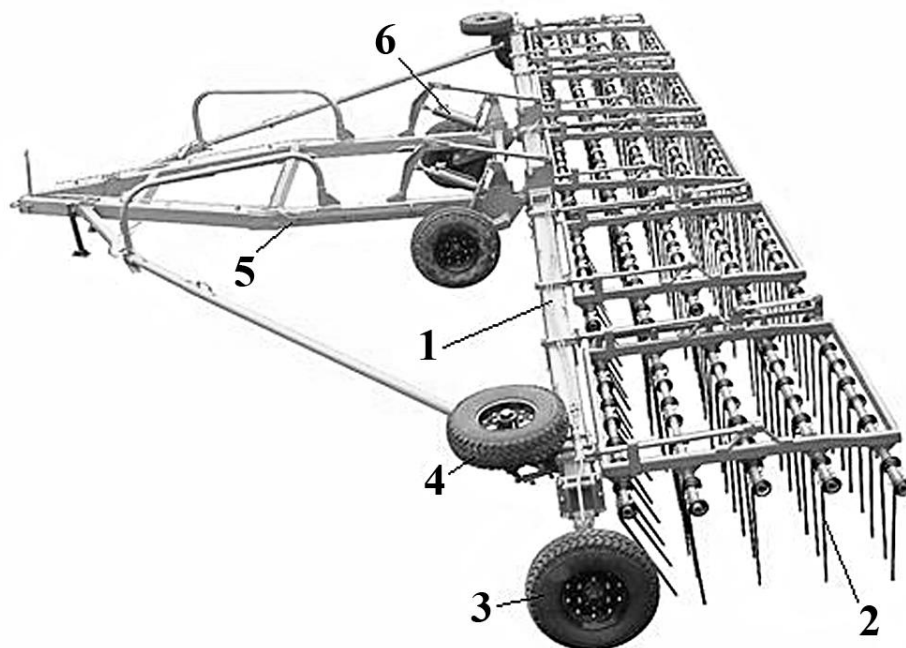


Рис. 69. Зчіпка з пружинними боронами:

- 1 – поперечний брус зчіпки; 2 – пружинні зуби борін; 3 – опорні колеса; 4 – транспортні колеса; 5 – причіпний пристрій; 6 – гідроциліндри переведення борін в транспортне положення

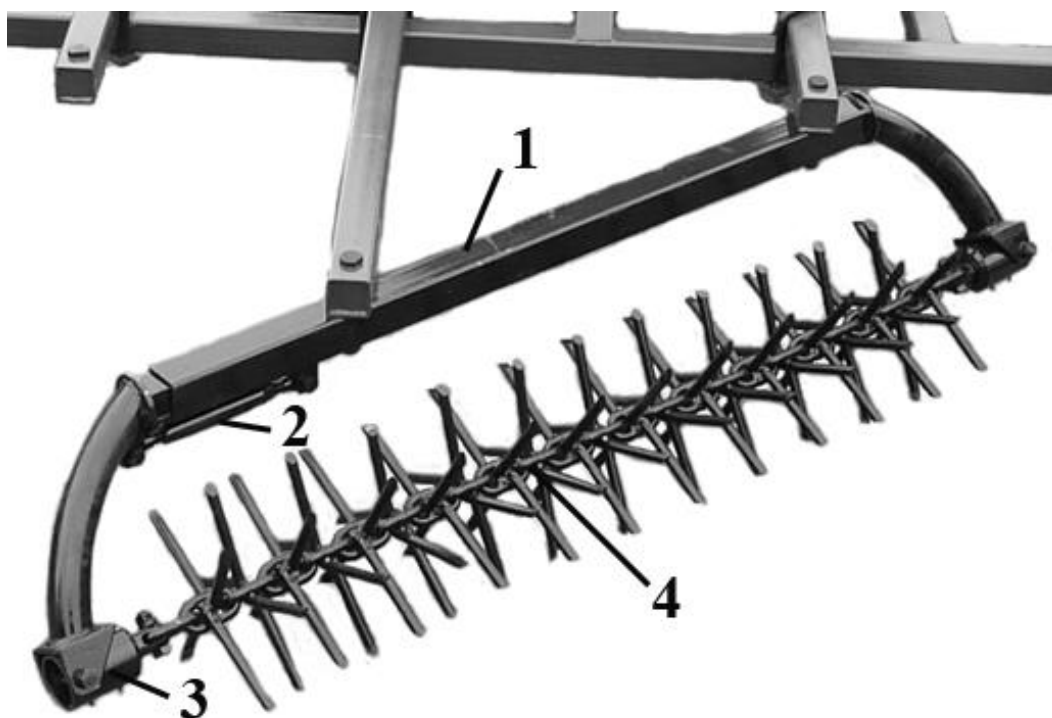


Рис. 70. Секція ланцюгової борони:

- 1 – рамка; 2 – натяжна муфта; 3 – підшипниковий вузол; 4 – ланцюг з зубами

Особливість роботи таких борін полягає в тому, що всі робочі елементи, які представляють собою своєрідні диски з зубами, не мають жорсткого з'єднання, постійно частково і періодично змінюють взаємне розташування, одночасно здійснюють обертальний і поступальний рух, що і сприяє їх самоочищенню від рослинних решток. Інтенсивність роботи регулюється зміною кута встановлення ланцюгових секцій до напрямку руху.

Дискові борони бувають важкі і легкі. Легкі борони застосовують для обробітку зябу, розпушування задернілих шарів зораного ґрунту, лушіння стерні, поновлення слабо задернілих шарів ґрунту після оранки цілинних та залежних земель, дискування, заболочених ґрунтів, обробітку луків і пасовищ, закриття добрив та пожнивних решток. Важкими боронами здійснюють основний обробіток, а також використовують для роботи в важких ґрунтових умовах. Глибина обробітку більшістю борін – до 20 см при робочих швидкостях до 12 км/год.

Для поліпшення якості подрібнення рослинних решток на знарядді встановлюють вирізні сферичні диски. Ступінь загортання рослинних решток при основному дисковому обробітку ґрунту має становити не менше ніж 65%, якість розпушення – вміст ґрунтових фракцій розміром до 50 мм – не менш ніж 75%. Гребенистість поверхні не повинна перевищувати 5 см, висота гребенів на дні борозни після одного проходження важкої дискової борони – 6 см, а після двох – 4 см. Ступінь підрізання бур'янів має бути 95...100%.

З метою провокування бур'янів до проростання з послідуочим їх знищенням, а також подрібнення і перемішування рослинних решток у верхньому шарі ґрунту здійснюють дискове луцення на глибину 8...14 см, яке проводять відразу після збирання врожаю культури-попередника, але не пізніше як за 15 днів до початку зяблевої оранки.

На обробленому полі не повинно бути огріхів та пропусків, а верхній шар повинен мати дрібногрудкувату структуру.

На відміну від луцильників обробіток ґрунту батареями дискових борін відбувається в два сліди, тому взаємне розміщення батарей дисків на рамах може бути таким (рис. 71).

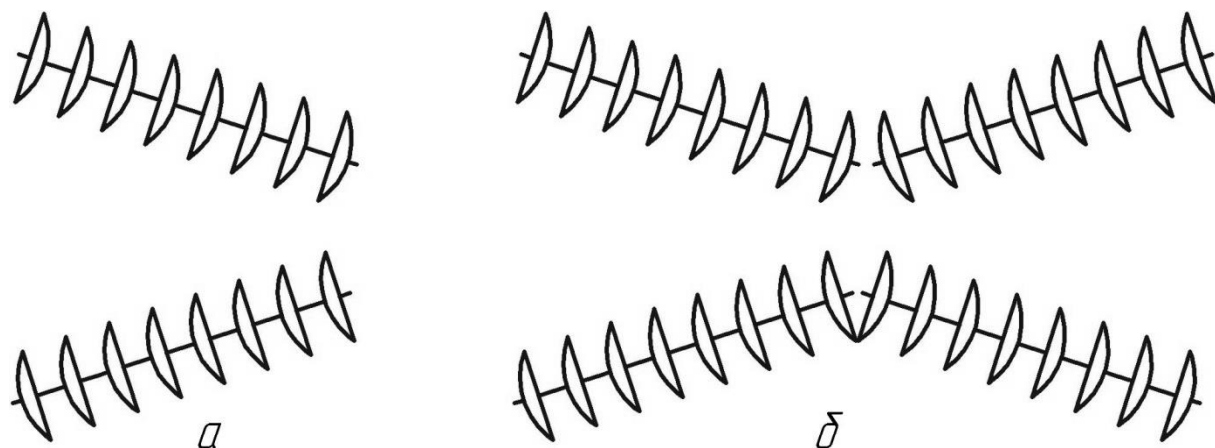


Рис. 71. Варіанти взаємного розташування дискових батарей борін

Більшість дискових борін досить схожі за будовою. При ширині захвату більшій за три метри мають секційну будову. Ширина захвату кратна кількості пар дискових батарей з відповідною кількістю дисків на них. Типовим представником даних машин є борона дискова важка БДВ-7 (рис. 72), яка призначена для розпушування скиб після оранки цілинних земель і обробітку важких ґрунтів, а також може використовуватися для догляду за луками і пасовищами. Борона агрегується з тракторами тягового класу 3 або 5. Робоча швидкість до 9 км/год. Глибина обробітку до 20 см.

Борона складається із середньої 1 і двох бічних секцій 2. Середня секція має чотири дискові батареї 4 з вирізними сферичними дисками, а бічні – по дві. Із робочого положення в транспортне борону переводять гідроциліндрами 6, 7 та 8 механізмів піднімання. Гідравлічна система борони під'єднана до гідророзподільника трактора. Сферичні диски (діаметром 660 мм) встановлені на квадратні виступи міждискових втулок, насаджених на стяжний круглий вал. Батареї з'єднані з рамою таким чином, що можуть повертатися в горизонтальній площині. Батареї дисків установлюють під кутом 70...80° до напрямку руху залежно від умов та потрібної глибини обробітку ґрунту. Кожен сферичний диск обладнаний очищувачем. Глибина обробітку ґрунту регулюється зміною кута встановлення батарей дисків до напрямку руху. При відстані між дисками 220 мм. робоча ширина захвату борони становить 7 м. Шарнірне приєднання причіпного пристрою знаряддя до трактора з гвинтовим механізмом регулювання лінії тяги у вертикальній площині дає змогу

витримувати горизонтальність рами у процесі роботи. Габаритна ширина борони в транспортному положенні до 4 м.

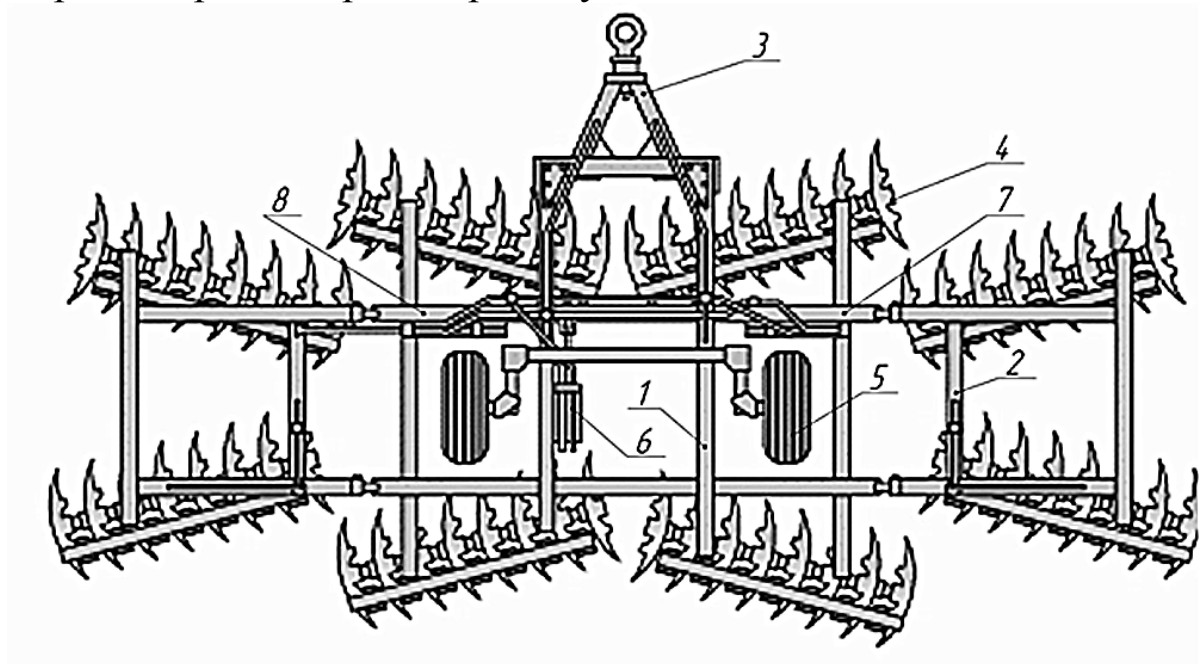


Рис. 72. Борона дискова важка БДВ-7:

1 – рама центральної секції; 2 – рама бокової секції; 3 – причіпний пристрій; 4 – батареї дисків; 5 – опорні колеса; 6 – гідроциліндр транспортного положення; 7 і 8 – гідроциліндри підймання бокових секцій

Під час роботи сферичний диск передньої батареї вирізає скибу ґрунту, розпушує і, частково обернувши, відкидає вбік. Аналогічно працюють також суміжні диски. При цьому дно борозни після проходження батареї дисків має хвилясту форму з необробленими гребенями до 6 см заввишки. Для якісного виконання технологічного процесу дискування за одне проходження батареї дисків розміщені в два ряди, причому задня зміщена у поперечному напрямку відносно передньої приблизно на половину відстані між суміжними дисками. Оскільки передня батарея дисків, виконуючи технологічний процес, зміщує оброблений шар ґрунту разом з рослинними рештками, то з одного краю від передньої батареї дисків утворюється відкрита борозна, яка потім закривається обробленим ґрунтом при проходженні задньої батареї, адже ця батарея переміщує ґрунт у зворотному напрямку. Таким чином, досягають однаковий за якістю по ширині захвату знаряддя обробіток ґрунту дисковими робочими органами.

Для розбивання глиб після основного обробітку, весняного і осіннього поверхневого розпушування полів, покритих стернею

та рослинними рештками на глибину 4–6 см з метою збереження вологи в ґрунті, загортання насіння бур'янів і падалиці культурних рослин, вирівнювання поверхні поля після попереднього обробітку, а також для боронування озимих культур та багаторічних трав використовується борона голчаста гідрофікована БГГ-3 (рис. 73).

Борона складається з рами 2, чотирьох батарей голчастих дисків 3, гідравлічного механізму підймання 4, опорних коліс з транспортним механізмом 5. З засобами агрегатування борона з'єднується за допомогою причепа 1. Батареї складаються з голчастих дисків діаметром 550 мм, які насаджені на квадратну вісь і щільно затиснуті гайками. Кожен диск має 12 голок з заокругленими в один бік кінцями. За допомогою кронштейнів батареї прикріплені до балок рами. Щоб батареї не забивалися ґрунтом, соломою чи рослинними рештками до задніх кронштейнів прикріплені чистики. При переміщенні борони по полю, голчасті диски перекочуються і заглиблюються в ґрунт під дією власної ваги. Голки розпушують верхній шар ґрунту розбивають глиби і одночасно загортають насіння бур'янів і

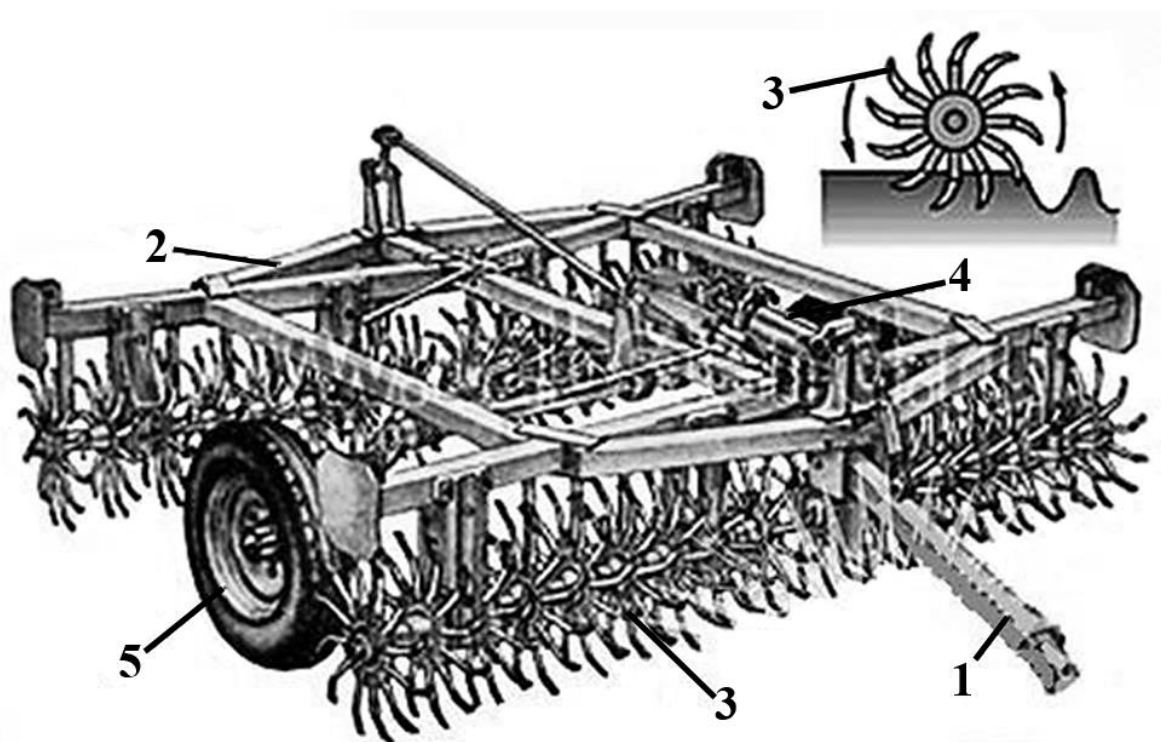


Рис. 73. Борона голчаста гідрофікована БГГ-3:

1 – причіп; 2 – рама; 3 – секція голчастих дисків;  
4 – гідроциліндр транспортного положення; 5 – транспортні колеса

падалиці. При цьому, до 75% рослинних решток залишається на поверхні поля, що досить важливо при роботі в зонах підлеглих вітровим та водним ерозіям. Кут атаки дискових батарей може змінюватися в межах  $0^\circ$ ,  $2^\circ$ ,  $8^\circ$ ,  $12^\circ$ , і  $16^\circ$ . При роботі борони на підвищених швидкостях (до 12 км/год.) кут атаки батарей зменшують. При зміні напрямку руху борони, перестановкою причепа до протилежного бруса рами її переналагоджують для роботи пасивною чи активною частиною зубів. Залежно від цього, борона забезпечує здебільшого інтенсивне розпушування ґрунту, чи розпушування верхніх шарів ґрунту з одночасним ущільненням нижніх.

### 3.13. Технологічна схема роботи і типи котків

Котки призначені для розбивання грудок після оранки, руйнування ґрунтової кірки, вирівнювання поверхні поля, ущільнення поверхневих шарів перед посівом чи після нього.

Згідно агротехнічним вимогам, котки повинні ущільнювати ґрунт на глибину 4...8 см, причому щільність цих шарів повинна збільшуватись приблизно на 30–40%.

Залежно від поставленої мети застосовують котки з різною формою робочої поверхні. Вони бувають гладкі, гладкі рубчасті, кільчасті, кільчасто-зубчасті, зубчасті, кільчато-шпорові і борончасті.

Водоналивний гладкий коток ЗКВГ-1,4 (рис. 74) призначений для ущільнення поверхневого шару ґрунту до чи після сівби та прикочування зелених добрив перед їх приорюванням. Коток трисекційний, кожна секція має гладкий пустотілий циліндр діаметром 700 мм, довжиною 1400 мм і місткістю 500 літрів.

Циліндр заповнюють водою. Зміною кількості води регулюють питомий тиск котка на ґрунт в межах від 23 до 60 Н/см. Для звільнення циліндрів від налиплого ґрунту передбачені чистики, які притискаються до циліндра пружиною. Ширина захвату котка 4 м. Агрегатують з тракторами тягового класу 1,4 або 2.

Борончасті котки КБН-3 призначаються для руйнування поверхневої кірки на посівах, а також для розбивання грудок, прикочування ґрунту перед сівбою з одночасним розпушуванням поверхневого шару. Коток складається з п'яти секцій (рис. 75), на кожній секції в підшипникових вузлах закріплені два котки.



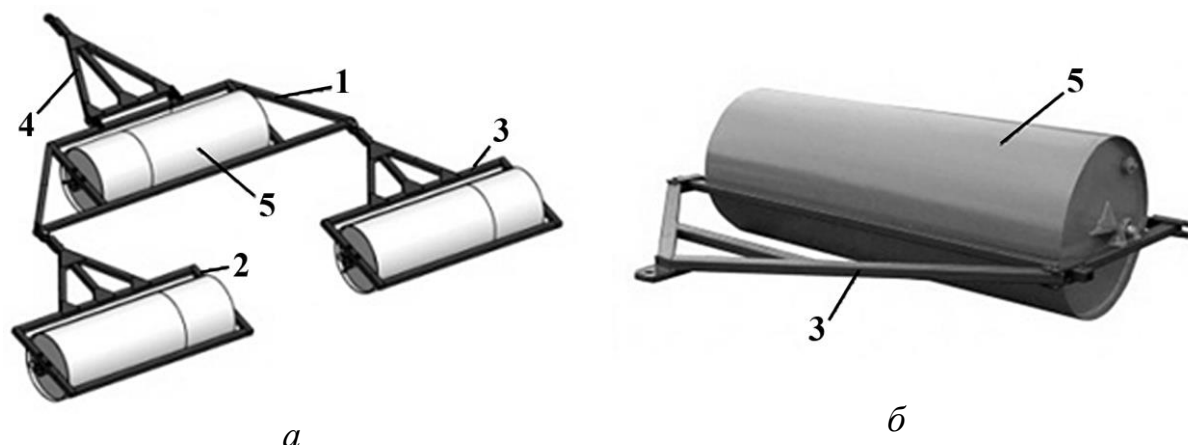


Рис. 74. Коток водоналивний гладкий ЗКВГ-1,4:

*а* – загальний вигляд; *б* – секція;

1 – передня секція; 2, 3 – задні секції; 4 – причіпний пристрій;  
5 – циліндричний барабан

На поверхні цих котків по гвинтовій лінії розміщені зуби діаметром 16 мм. Секції 2 підвішують до поперечного бруса 1 в шаховому порядку за допомогою ланцюгів 4. В першому ряду закріплюються три, а в другому дві секції. Агрегатують такі котки з тракторами класу 1,4 або 2.

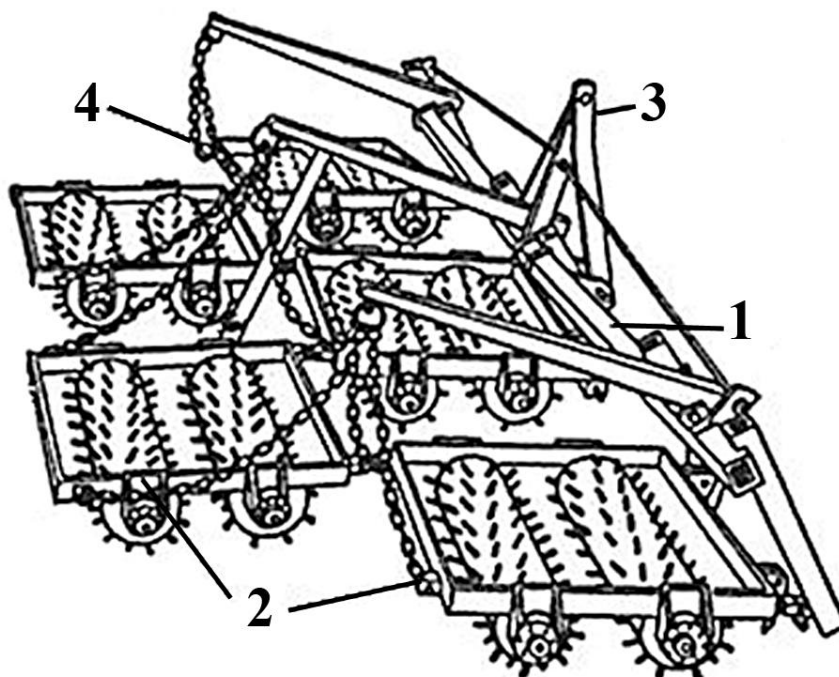


Рис. 75. Коток борончастий:

1 – поперечний брус навісної зчипки; 2 – секції котків; 3 – навісний пристрій; 4 – ланцюгові підвіски секцій

Широко застосовуються в сільському господарстві кільчасто-шпорові котки (рис. 76). Застосовуються для розпушування верхнього шару ґрунту і одночасного ущільнення підповерхневого шару, а також для руйнування кірки, розбивання грудок та вирівнювання зораного поля. Коток складається з трьох секцій. Кожна секція являє собою розміщені одна за одною дві дискові батареї. На вісь передньої батареї з певним проміжком, який забезпечується втулками, вільно надіті шість, а на задній батареї – сім сталевих литих дисків зі шпорами. Диски задньої батареї зміщені на півкроку відносно передніх, завдяки цьому полегшується самоочищення дисків від ґрунту, який може налипати при роботі на ділянках поля з підвищеною вологістю. Діаметр дисків на котках 520 мм. Величину питомого тиску від 27 до 47 Н/см<sup>2</sup> змінюють регулюванням маси баласту. Для розміщення баласту на кожній секції уставлені два ящики. Такі котки можуть використовуватись не цілком, а окремими секціями, які входять в комбіновані агрегати (наприклад, при оранці). Якісне виконання технологічних операцій кільчасто-шпоровими котками забезпечується при роботі на швидкостях до 13 км/год. Ширина захвату трьох секцій 6,1 м, однієї секції – 2,09 м.

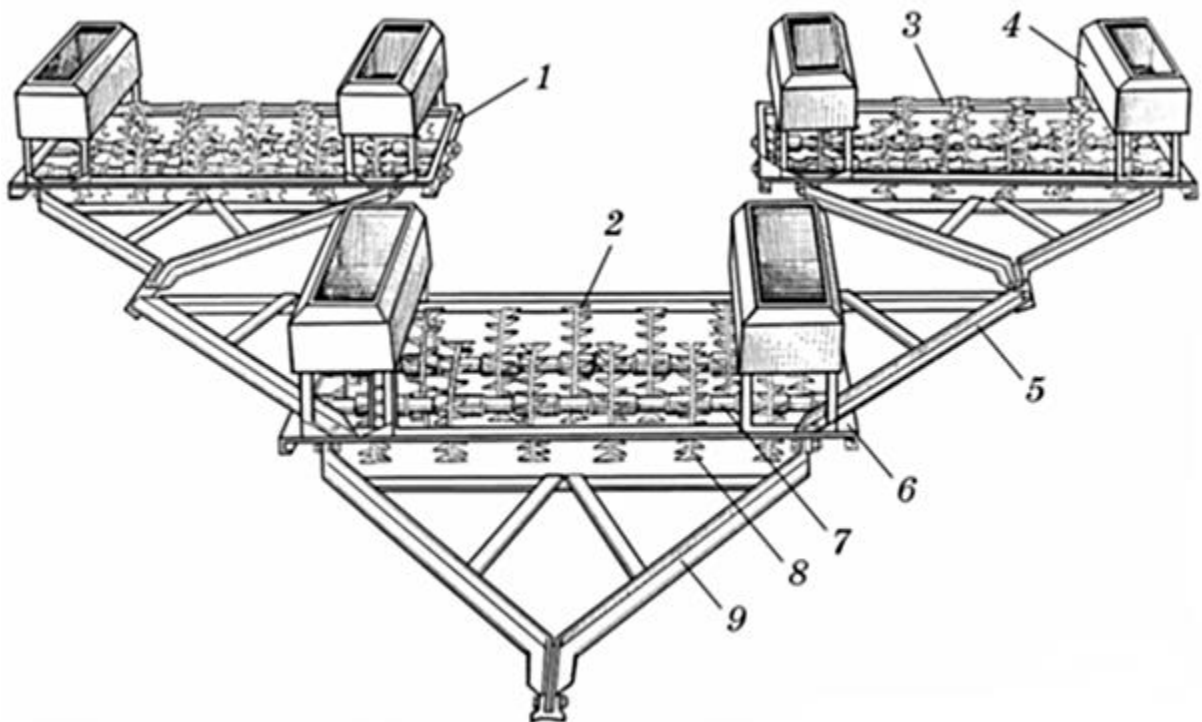


Рис. 76. Коток кільчасто-шпоровий ЗКШ-6:

1, 3 – задні секції; 2 – передня секція; 4 – ящик для баласту;  
5 – бічна планка; 6 – рамка; 7 – вісь; 8 – диск зі шпорами; 9 – причіп

Прикладом кільчасто-зубчастого котка є коток марки ККН-2,8 (рис. 77). На його вісь по чергово надіті десять клиновидних і дев'ять зубчастих коліс. Діаметр клиновидних коліс (дисків) 350 мм, а зубчастих 366 мм. Питомий тиск, який забезпечується цим котком досягає  $25 \text{ Н/см}^2$ , ширина захвату 2,7 м. Такі котки використовуються для ущільнення підповерхневого шару ґрунту на глибину до 7 см і розпушування поверхневого шару на 4 см. Може використовуватися в комбінованих агрегатах з сівалками та культиваторами.

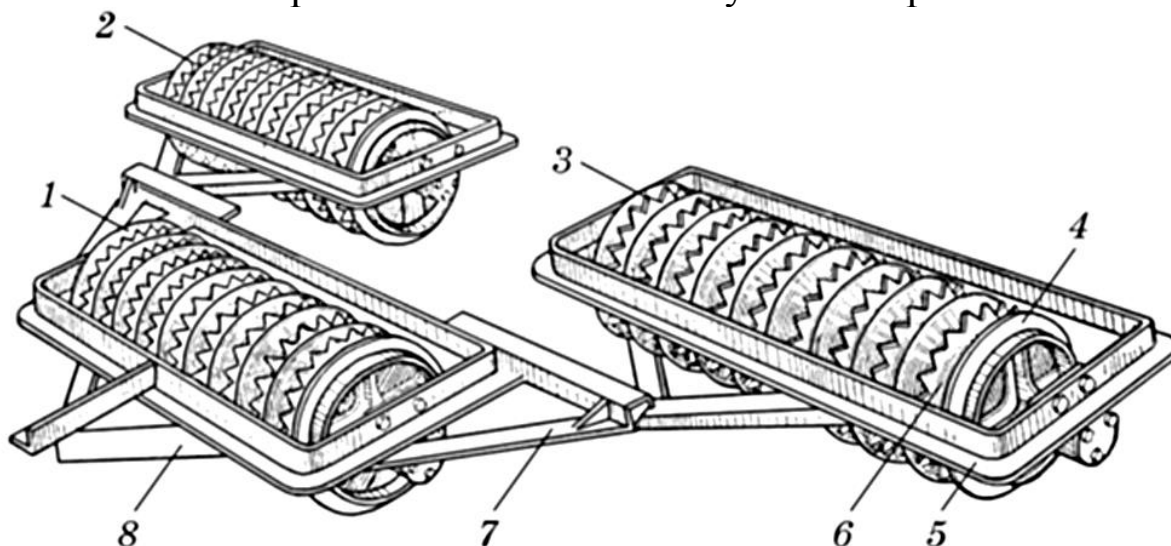


Рис. 77. Коток кільчасто-зубчастий ККН-2,8:

1 – передня та 2 і 3 – задні секції; 4 – клинове кільце; 5 – рама; 6 – зубчасте кільце; 7 – бічна планка; 8 – причіп

Подібно до кільчасто-зубчастого котка, кільчастий коток складається з декількох батарей зібраних з окремих металевих дисків (кілець) (рис. 78) діаметром 30–45 см з конусними поверхнями. Батарея дисків збирається на одній осі і утворює секцію котка з поздовжньою ребристою поверхнею.

Циліндрична поверхня реберчастих котків покрита трапецієподібними чи трикутними поперечними до напрямку руху ребрами. В окремих випадках гладкі водоналивні котки можуть покриватися реберчастими накладками (рис. 79), які представляють собою півкільця з навареними на них кутиками.



Рис. 78. Фрагмент кільчастого котка

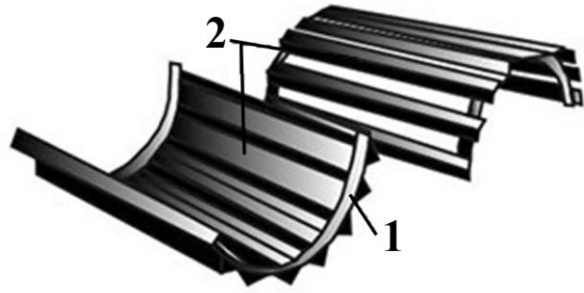


Рис. 79. Реберчасті накладки до гладкого котка: 1 – металеві півкільця; 2 – кутики

Зубчасті котки також виконують функції розпушування верхніх шарів ґрунту і ущільнення нижніх (рис. 80), але основним їх призначенням є розбивання крупних грудок після глибокого основного безвідвального обробітку. Використовуються в складі комбінованих глибокорозпушувачів. Робоча поверхня таких котків формується поверхнею труби та привареними до неї плоскими зубами. Зуби за формою близькі до нерівнобічної трапеції. Одне ребро є продовженням осі кола (при поперечному перетині труби), а інше має нахил. При такій формі зубів, залежно від напрямку руху котка він може розбивати грудки з одночасним інтенсивним розпушуванням чи ущільненням ґрунту.

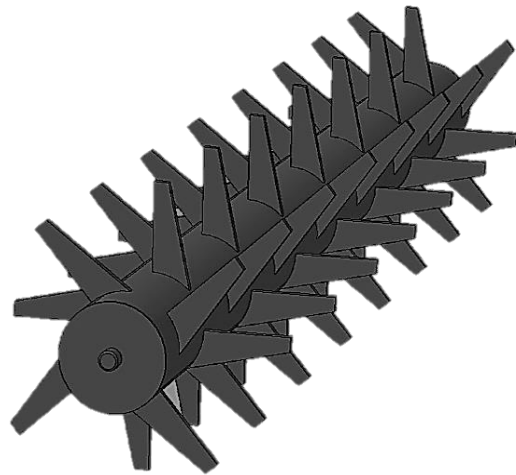


Рис. 80. Зубчастий коток

Так як основною задачею котків є ущільнення ґрунту з метою забезпечення сприятливих умов для проростання рослин, а також захист ґрунту від втрат вологи в результаті випаровування, інтенсивність якого більша при розпушеному ґрунті на велику глибину, то якість роботи котків визначається по їх ущільнюючій здатності. Ущільнююча здатність котків залежить від їх маси  $m$ , діаметра  $D$  та ширини захвату  $B$  і виражається питомим тиском  $\rho$  (Н/см), який приходить на один сантиметр ширини котка

$$\rho = 9,8m / B.$$

Відомо, що рівномірність ущільнення ґрунту по глибині збільшується зі збільшенням діаметра котків. Оптимальний діаметр котка, необхідний для руйнування грудок розміром  $a$  і ущільнення ґрунту, вибирається згідно з виразом

$$D \geq a \operatorname{ctg}^2 \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2},$$

де  $\varphi_1$  і  $\varphi_2$  – кути тертя грудок об коток і ґрунт відповідно.

### **3.14. Машини для обробітку ґрунту з ротаційними робочими органами**

Поряд з розглянутими машинами, в яких для обробітку ґрунту використовуються пасивні робочі органи, також застосовують машини з активними робочими органами (фрезами). Такі машини використовують для інтенсивного кришення ґрунту, загортання добрив, знищення бур'янів, подрібнення рослинних решток, перемішування шарів ґрунту, вирівнювання поверхні поля.

Використовують фрезерні машини також для передпосівного обробітку ґрунту, міжрядного обробітку просапних культур, садів і ягідників. Незамінними є фрезерні машини при вирощуванні овочів та інших с.-г. культур в теплицях. Крім цього вони широко використовуються в комбінованих агрегатах для передпосівного обробітку ґрунту і сівби.

Фрези бувають:

**Польові** – (КФГ-3,6, ФП-2), призначені для підготовки щільних, важких ґрунтів після непарових попередників (кукурудзи, соняшника та інших) під сівбу озимих, а також для обробітку ґрунтів підвищеної вологості під посіви рису, овочевих та ін. культур.

**Болотні** – (ФБ-2, ФБН-1,5) використовують при освоєнні осушених боліт та при догляді за луками і пасовищами.

**Садові** – (ФСН-0,9Г) використовують для розпушування ґрунту, знищення бур'янів в міжряддях молодих садів, ягідників та в лісосмугах.

**Просапні** (мають назву фрезерних культиваторів – ФПН-2,8, КФ-5,4 та інші), використовуються для обробітку міжрядь просапних культур.

*Комбіновані* (АКР-3,6 та інші). В цих машинах для обробітку ґрунту використовуються різні робочі органи, до складу яких входять і фрези. Так, в комбінованому ротаційному агрегаті АКР-3,6 це стрілчасті культиваторні лапи і фреза, а до складу інших агрегатів можуть входити диски для формування гряд, фреза для розпушування ґрунту, сівалка, і гладкий коток для ущільнення ґрунту після сівби чи інші робочі органи.

Відомі також комбіновані агрегати, в яких поєднуються різні робочі органи для обробітку ґрунту з метою формування необхідного його стану за один прохід.

Основним робочим органом фрезерних машин є барабан з горизонтальною віссю обертання та закріпленими на ньому зігнутими ножами з загостреними різальними кромками. Барабан складається з дисків. В одних випадках диски жорстко закріплюються до валу, а в інших обертання від ВВП передається до них за рахунок тертя через фрикційні диски жорстко закріплені на валу. Такий спосіб передачі обертального моменту використовується на машинах, що працюють на полях, які мають включення у вигляді каміння, крупних решток рослин та ін. При зустрічі з такими сторонніми предметами окремі диски пробуксовують і захищають ножі від поломок. На інших фрезах установлюються запобіжні муфти не на кожному диску, а на кінці вала, до якого кріпляться диски. В цих випадках при зустрічі зі сторонніми предметами пробуксовує весь барабан.

Представником групи фрез з передачею крутного моменту до дисків з ножами через фрикційні диски є ґрунтообробна фреза ФБН-2 (рис. 81).

Вона складається з рами з навісним пристроєм 1, на якій змонтований центральний конічний редуктор 2 і два циліндричних редуктори 3 з шестернями. Перший редуктор сприймає обертальний момент від ВВП через карданний вал і передає його до редукторів 3, через горизонтальний вал, а з них – до закріпленого в підшипниках фрезерного барабана з ножами 4. Зверху барабан закривається кожухом 5, до якого прикріплюється грабельна решітка 6. Кожух запобігає розкиданню подрібнених агрегатів під дією сил інерції, а грабельна решітка перепускає через себе дрібні грудочки, які осипаються поверх крупних і запобігають інтенсивному випаровуванню вологи. Глибина обробітку ґрунту регулюється зміною положення опорних коліс 7

в вертикальній площині за допомогою механізму 8. В робочому стані ножі фрези приймають участь в двох рухах одночасно (в обертальному і поступальному).

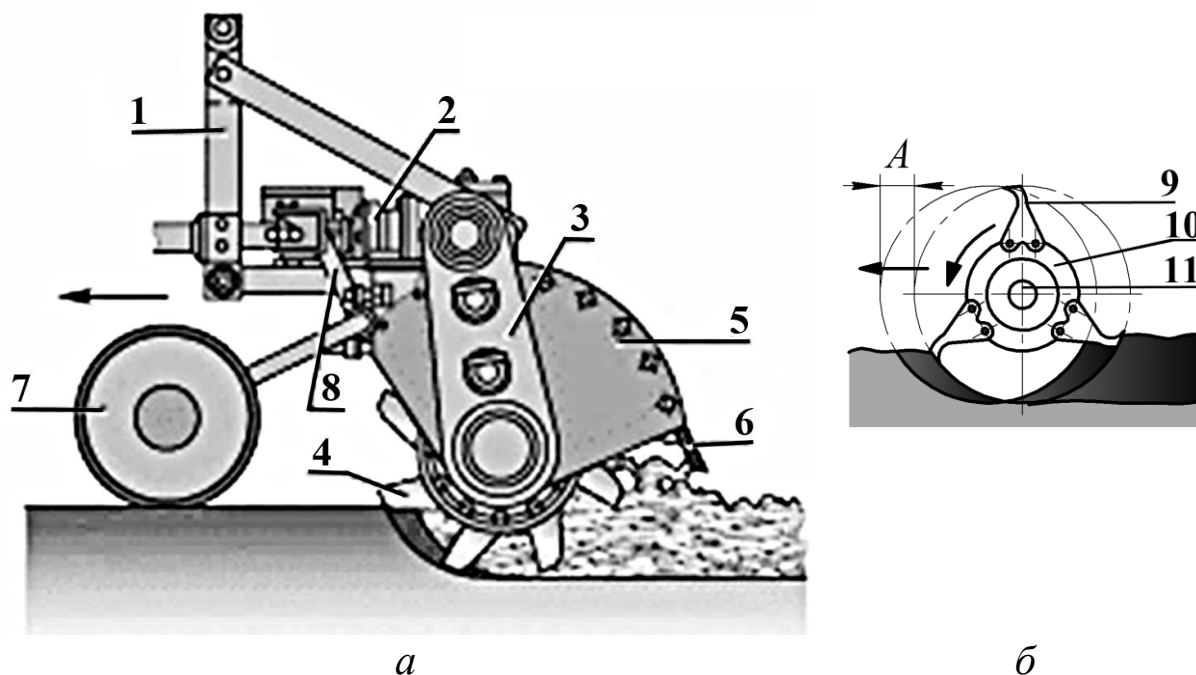


Рис. 81. Фреза болотна навісна ФБН-2:

*а* – загальний вигляд фрези в роботі; *б* – технологічний процес диска з ножами; 1 – рама з навісним пристроєм; 2 – центральний конічний редуктор; 3 – боковий циліндричний редуктор; 4 – фрезерний барабан; 5 – щиток; 6 – грабельна решітка; 7 – опорні колеса; 8 – механізм регулювання глибини; 9 – г-подібні ножі; 10 – диск; 11 – вал

Тому вони відрізають клиновидні стружки ґрунту. Розмір таких стружок залежить від співвідношення колової та поступальної швидкостей.

Обробіток ґрунту такими машинами має свої позитивні і негативні сторони. Підготовка ґрунту під сівбу чи при міжрядному обробітку забезпечує найкращі якісні показники в порівнянні з іншими машинами, але фрезерування – це дуже енергоємний процес, і затрати на його виконання перевищують затрати на обробіток ґрунту іншими машинами. Щоправда, в окремих випадках (наприклад, при вирощуванні картоплі) такі затрати повністю покриваються за рахунок підвищення врожаю майже вдвічі. Та в більшості випадків доцільним вважається використання фрез тільки на важких ґрунтах, де необхідне інтенсивне подрібнення ґрунтових монолітів.

До фрезерних машин з вертикальною віссю обертання робочих органів відноситься вертикально-фрезерний культиватор

моделі LASER (рис. 82). Призначається для суцільного обробітку на глибину до 26 см. Фрезерування може здійснюватися як по обробленому так і необробленому полю після проходу лушпильника.

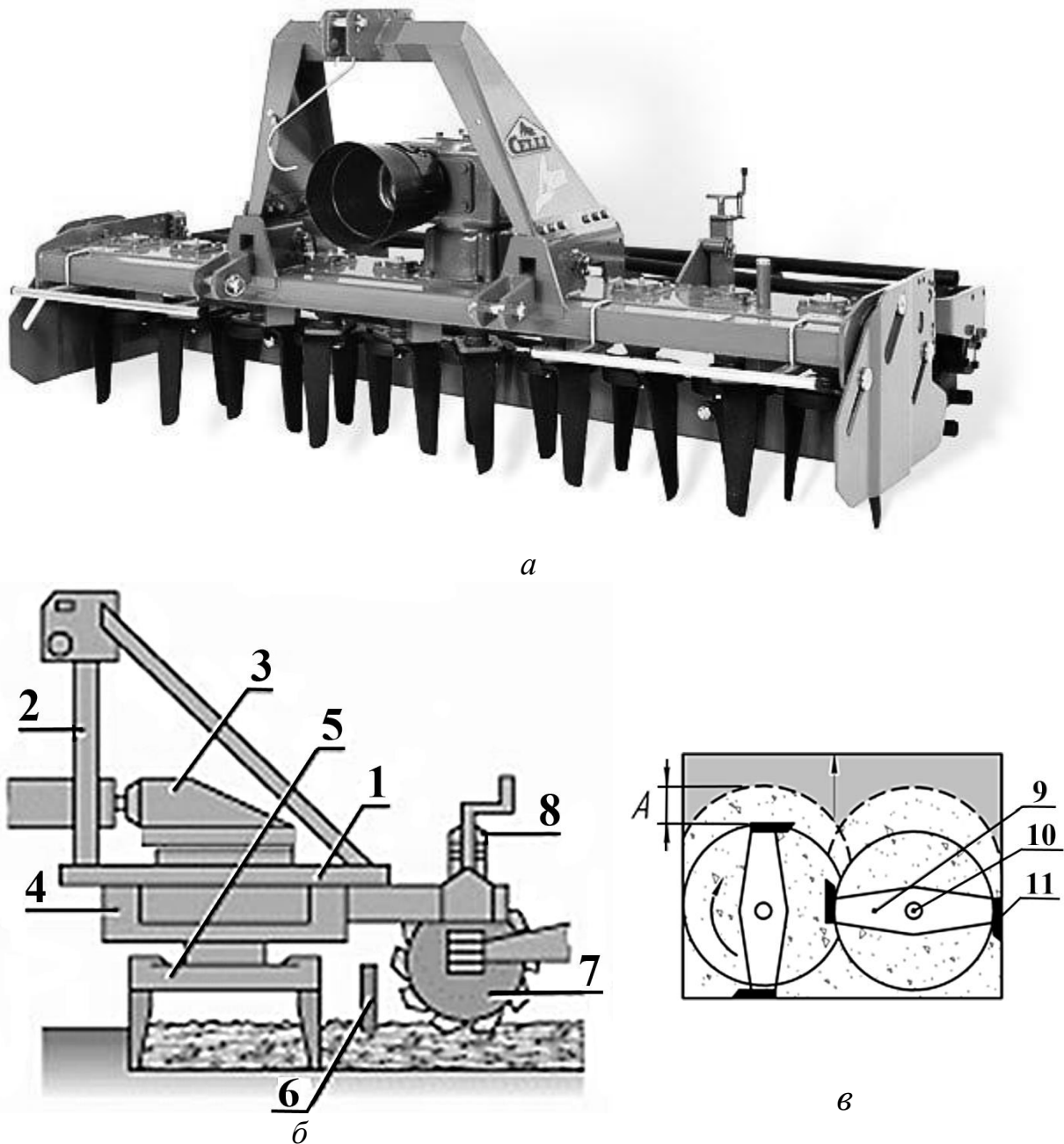


Рис. 82. Культиватор фрезерний КВФ-2,8:

- а* – загальний вигляд; *б* – технологічний процес роботи культиватора;  
*в* – процес роботи роторів з вертикальною віссю обертання;  
 1 – рама; 2 – навісний пристрій; 3 – редуктор; 4 – корпус головного приводу; 5 – розпушувальний барабан; 6 – вирівнювальний брус;  
 7 – зубчастий коток; 8 – механізм регулювання глибини обробітку;  
 9 – диск; 10 – вал; 11 – ніж



Головний привод складається з пустотілого корпусу, зубчастої передачі, змонтованої в корпусі, центрального і бокових шпинделів і кришки. Корпус головного приводу одночасно є несучою рамою на якій змонтовані всі складові культиватора. Шпиндель представляє собою вал, на верхньому кінці якого закріплена шестерня, а на нижньому – розпушувач. Верхній кінець вала центрального шпинделя з'єднаний з веденим валом кінцевого редуктора.

Розпушувач культиватора складається з диска 9 (рис. 82, в) і двох ножів 11, закріплених болтами до хвостовика. Хвостовик ножа має два отвори для кріплення нового ножа в верхньому положенні і зношеного по довжині на 30...40 мм в нижньому.

Суміжні диски ножів обертаються назустріч один одному у напрямку руху лез ножів. Частота обертання розпушувачів 324 об/хв. Під час роботи фрезерного культиватора розпушувальні ротори обертаються, ножами подрібнюють ґрунт і доводять її до дрібногрудкуватого стану, брус вирівнює розпушений шар ґрунту, а коток ущільнює його і подрібнює грудки. Культиватор може бути укомплектований легким трубчастим котком. Глибину обробітку змінюють гвинтом регулятора 8, змінюючи положення котка відносно рами.

### **3.15. Продуктивність та якість роботи машин для обробітку ґрунту**

Під продуктивністю агрегату розуміють кількість виконаної за одиницю часу роботи з дотриманням передбаченої агротехнічними вимогами якості технологічного процесу. Для ґрунтообробних машин продуктивність  $W_z$  за годину роботи вимірюється в одиницях площі і залежить від ширини захвату машини  $B_m$  та швидкості руху  $\vartheta$ , м/с.

$$W_z = B\vartheta, \text{ м}^2/\text{с} \quad \text{чи} \quad W_z = 0,36B\vartheta \text{ га/год.}$$

Проте, не весь час зміни використовується для виконання корисної роботи. Певна його частина витрачається на переїзди, повороти, технологічне обслуговування та непередбачені простої.

Частина часу, що використовується для виконання корисної роботи оцінюється коефіцієнтом використання часу зміни  $\tau$ .

Цей коефіцієнт характеризує відношення часу, затраченого на виконання технологічного процесу  $T_T$ , до часу всієї зміни  $T_{3M}$

$$\tau = \frac{T_T}{T_{3M}}.$$

З урахуванням значення коефіцієнта  $\tau$  використання часу зміни продуктивність агрегату буде визначатися як

$$W_e = 0,36 \cdot B \cdot \vartheta \cdot \tau, \text{ га/год.}$$

Рівень врожаю сільськогосподарських культур залежить не тільки від своєчасного виконання різних технологічних операцій, машин, що використовуються для цього, якості посівного матеріалу, а і значною мірою, від якості виконання всіх технологічних процесів від оранки до збирання врожаю.

Оцінка якості роботи ґрунтообробних машин зводиться до агротехнічного та технологічного контролю відповідності показників обробітку ґрунту робочими органами агротехнічним вимогам.

**Якість основного обробітку ґрунту**, як зазначалося вище, характеризується наступними показниками: необхідна глибина оранки та її рівномірність, гребенистість поверхні, глибистість, ступінь загортання рослинних решток і добрив, відсутність огріхів і суцільність оранки.

*Глибину оранки* визначають за допомогою лінійки по відкритій борозні чи борозноміра по обробленому полю. Повторність замірів повинна знаходитись в межах від 20 до 25 разів. Допускається відхилення середнього значення від заданої глибини обробітку ґрунту на 1...2 см. Коли заміри відбуваються по тільки що зораному полі, то величина середньої глибини зменшується на 20%, а після ущільнення ґрунту на 10%. Допустиме відхилення рівномірності глибини оранки – 15...20%.

*Глибистість поверхні оранки* визначають як співвідношення площі зайнятої глибами розміром більше 10 см, до заданої площі зораної поверхні. Для оцінки глибистості використовують квадратну рамку. Заміри проводять 5–6 разів по діагоналі поля. Площа, яку займають глиби, не повинна займати більше 15...20% від загальної площі.

*Гребенистість поверхневої оранки* визначають за допомогою профіломіра чи двохметрової планки з мітками через кожні 10 см. Планка для проведення замірів накладається на поле 10...12 разів у напрямку поперечному до напрямку руху ґрунтообробних машин. Значення величини гребенів і глибини

впадин заносяться в журнал. Середнє значення висоти гребенів і глибини впадин не повинне перевищувати 7...8 см.

*Ступінь загортання рослинних решток* визначається їх кількістю на 1 м<sup>2</sup>. Згідно агротехнічних вимог всі рослинні рештки повинні бути повністю загорнуті ґрунтом.

*Наявність огріхів* не допускається. Суцільність ріллі та огріхи на ній визначаються візуально.

*Оцінка якості поверхневого обробітку ґрунту* полягає у визначенні глибини і рівномірності обробітку, повноти підрізання бур'янів, ступені вирівняності поверхні, гребенистості, наявності огріхів, співвідношення агротехнічно-цінних агрегатів ґрунту, якості обробітку поворотних смуг і границь поля.

*Глибина поверхневого обробітку ґрунту* визначається за допомогою лінійки-стержня на 10...15 контрольних ділянках. Допустиме відхилення глибини обробітку від заданого значення не повинно перевищувати  $\pm 2$  см.

*Ступінь підрізання бур'янів* визначається накладанням квадратної рамки розміром 1 x 1 м в п'ятикратній повторності. Згідно агротехнічних вимог підрізання бур'янів повинне бути повним.

*Співвідношення агротехнічно-цінних агрегатів ґрунту* визначається ситовим аналізом на глибину загортання насіння. З навіски розпушеного ґрунту певного об'єму за допомогою сит виділяються агрегати ґрунту розміром від 0,25 до 10 мм, а потім їх об'єм чи вага порівнюються з загальним об'ємом чи вагою взятої навіски.

Нижній шар ґрунту не повинен виноситись на поверхню, а висота гребенів розпушеного ґрунту не повинна перевищувати 3–4 см.

*Вирівняність поверхні ґрунту* характеризується коефіцієнтом відносної вирівняності і визначається гнучким шнуром на 2-метровій ділянці поля. Для цього шнур копіює мікрорельєф поверхні по прямій лінії, після чого визначається його фактична довжина. Відношення різниці між фактичною довжиною шнура і довжиною ділянки (2 м) до її довжини визначає величину коефіцієнта відносної вирівняності ґрунту

$$K = \frac{l_{\phi} - l_o}{l_o},$$

де  $l_{\phi}$  – фактична довжина шнура;  $l_o$  – довжина залікової ділянки.

Якість обробітку поворотних смуг та границь поля, а також наявність огріхів визначається візуально.

При обробітку ґрунту за допомогою борін чи котків також визначають глибину розпушування поверхневого шару ґрунту та ступінь його ущільнення.

В нашій країні застосування автоматизованих систем контролю якості виконання технологічних процесів обробітку ґрунту тривалий час відоме здебільшого при оцінці глибини основного та поверхневого обробітку ґрунту, в умовах окремих машиновипробувальних станцій та при проведенні наукових досліджень. За кордоном, за бажанням покупців, машини можуть обладнуватись системами контролю, спроектованими на базі мікропроцесорних пристроїв.

Для отримання оперативної інформації про дотримання заданої глибини обробітку ґрунту можуть використовуватися досить прості за будовою пристрої (рис. 83). Вони складаються із блоків сигналізації, індикації і встановлення режимів роботи 1, виконаних в однім корпусі і розміщених разом із розрахунковим пристроєм 2 в кабіні трактора. Функції перетворювача виконує потенціометричний датчик 3. Залежно від переміщення копіювального колеса 5, закріпленого на повідку 4, змінюється сила струму, яка поступає в розрахунковий блок, а результати розрахунків у вигляді світлових та звукових сигналів подаються на блок сигналізації та індикації. В більшості сучасних систем елементи 3,4,5 можуть бути замінені на безконтактні датчики відстані.

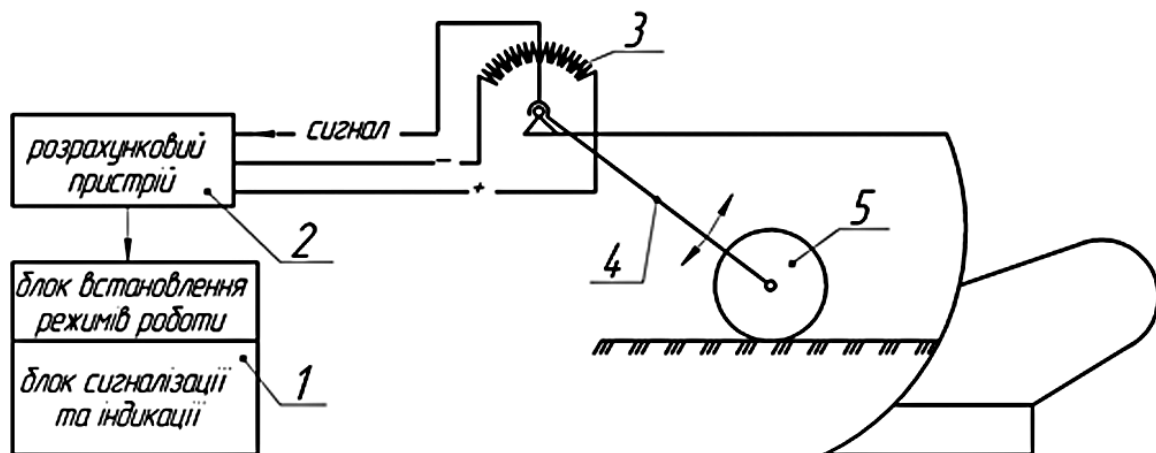


Рис. 83. Схематичне зображення системи оперативного контролю глибини обробітку ґрунту

Така система призначається для оперативного контролю якості технологічних процесів, пов'язаних з обробіткою ґрунту, і найбільш ефективно могла б використовуватись при агрегуванні ґрунтообробних машин з тракторами, обладнаними силовими регуляторами, так як в цьому випадку допоміжні органи (опорні колеса), завдяки яким устанавлюється і забезпечується в процесі роботи необхідна глибина обробітку ґрунту, або знаходяться в неробочому положенні або зовсім знімаються.

Універсальні бортові комп'ютери, якими на замовлення споживачів комплектуються сучасні трактори та сільськогосподарські машини, здатні фіксувати і подавати в доступному вигляді на табло механізатора повну інформацію про виконуваний технологічний процес. Таку інформацію складають показники якості (глибина ходу робочих органів, дотримання норм висіву насіння чи внесення добрив та інше), рівень матеріалу в бункерах, швидкість роботи агрегату, загальний об'єм виконаної роботи і т.п.

Обладнання машин системами контролю суттєво підвищує як якість виконання технологічного процесу, так і його продуктивність, а в кінцевому результаті, сприяє підвищенню загальної ефективності виробництва.

## МАШИНИ ДЛЯ ВНЕСЕННЯ ДОБРИВ

### 4.1. Загальна характеристика добрив

При застосуванні інтенсивних технологій виробництва продукції рослинництва відбувається неминуче виснаження родючого шару ґрунтів. Основним способом підтримання в них вмісту поживних речовин, необхідного для нормального розвитку культурних рослин є внесення добрив.

Для поліпшення фізико-механічних властивостей ґрунтів застосовуються хімічні меліоранти (вапно, крейда, гіпс, пісок, торф).

Всі добрива по хімічному складу діляться на чотири групи: мінеральні, органічні, органо-мінеральні та бактеріальні.

Найбільш поширеними залишаються мінеральні добрива (туки), які бувають прості (до їх складу входять поживний елемент в одній основній формі) та комплексні, до складу яких в різному співвідношенні входять два, три і більше елементів живлення (азоту, фосфору, калію, а також мікроелементів).

Комплексні добрива залежно від кількості компонентів підрозділяють на подвійні (фосфорно-калійні, азотно-фосфорні, азотно-калійні) та потрійні (азотно-фосфорно-калійні).

Залежно від способів отримання комплексні добрива підрозділяються на складні, складно-змішані та змішані.

До складних добрив входять два і більше елементів живлення, які отримуються в єдиному технологічному процесі при хімічній взаємодії різних вихідних компонентів.

Складно-змішані добрива отримують змішуванням готових простих туків з введенням в процесі змішування рідких та газоподібних продуктів.

До змішаних відносяться добрива, які отримують шляхом змішування двох і більше простих туків.

Промисловість випускає мінеральні добрива у твердому та рідкому стані. Добрива в твердому стані мають вигляд порошку та гранул розміром 1...4 мм.

Питома цінність туків визначається по відсотковому вмісту в них основних поживних речовин: для азотних – N, фосфорних –  $P_2O_5$  і калійних –  $K_2O$ .

#### 4.2. Фізико-механічні властивості добрив

Фізико-механічні властивості добрив головним чином залежать від вмісту в них вологи. В силу притаманної їм гігроскопічності вони можуть у великій кількості поглинати вологу з повітря, тому висока відносна вологість та низька температура повітря сприяють підвищенню їх гігроскопічності. З підвищенням вологості мінеральних добрив різко погіршуються властивості, які суттєво впливають на процес їх внесення. До цих властивостей відносяться схильність до склепоутворення, в'язкість, розсіюваність та інші.

Властивість матеріалу утворювати склепіння над отворами, через які він просипається, називається склепоутворенням.

Подібною властивістю характеризуються і деякі види насіння. При утворенні склепів припиняється висів, тому в конструкціях машин, призначених для внесення добрив чи висіву такого насіння, передбачаються спеціальні пристрої для їх руйнування.

Схильність мінеральних добрив до склепоутворення характеризується коефіцієнтом початкового опору зсуву, який для порошкоподібних добрив має значення від 200 до 500 Н/м<sup>2</sup>. Чим вищий цей коефіцієнт, тим більша ймовірність утворення склепінь.

В'язкість – властивість мінеральних добрив переходити з роздільного, сипучого стану в пластичний під дією робочих органів висівних апаратів, мішалок і т.п.

Розсіюваність – це здатність добрив висіватися через туковисівний апарат. Залежить від гігроскопічності добрив. Чим вища гігроскопічність, тим нижча їх розсіюваність.

До показників, які характеризують фізико-механічні властивості мінеральних добрив, також відносяться об'ємна маса, кут природного нахилу, який характеризує сипучість, коефіцієнт тертя об матеріали, з яких виготовляють робочі органи машини.

Необхідні фізико-механічні властивості добрив утримуються довгий час тільки при правильному їх збереженні. В особистих чи колективних господарствах агропромислового

комплексу мінеральні добрива повинні зберігатись в герметичній тарі. В протилежному випадку вони будуть злежуватись в глиби, і для їх подрібнення та просіювання будуть потрібні допоміжні затрати енергії машин та людської праці. В останні десятиріччя виробники поставляють мінеральні добрива в мішках, виготовлених з матеріалів, які не пропускають вологу.

#### **4.3. Способи внесення добрив. Класифікація машин. Агротехнічні вимоги**

В сільському господарстві застосовують наступні способи внесення добрив в ґрунт:

- суцільний розсів по поверхні поля до основного обробітку, сівби чи садіння, по озимих ранньою весною чи по зябу перед посівною культивацією. Таким чином вносяться близько 2/3 всіх мінеральних добрив. Органічні добрива розкидаються по поверхні неораного поля, а потім загортаються в ґрунт при основному обробітку;
- внесення добрив разом з насінням чи бульбами або поряд з ними при сівбі. Для цього ряд посівних машин, а також саджалок обладнуються пристроями для одночасного внесення добрив;
- внесення добрив з метою підживлення рослин під час їх розвитку. Розрізняють кореневе і некореневе підживлення. Кореневе підживлення в більшості випадків виконують одночасно з культивацією міжрядь, добрива вносяться в ґрунт поруч з кореневою системою. При некореновому підживленні рідкі амідні азотні, мікро та комплексні добрива наносяться на листову поверхню рослин шляхом обприскування.

Відповідно до способів внесення добрив машини, які застосовуються для виконання перелічених технологічних процесів, також підрозділяються на декілька груп.

##### **1. Машини для поверхневого внесення добрив.**

Залежно від виду добрив підрозділяються на машини:

- для внесення органічних добрив;
- для внесення мінеральних добрив.

Залежно від стану добрив на машини:

- для внесення гранульованих чи порошкоподібних добрив (твердих);



- для внесення пиловидних добрив;
- для внесення рідких добрив;

Залежно від способу агрегування:

- причіпні;
- напівпричіпні;
- навісні.

2. Комбіновані сівалки та саджальні машини для внесення добрив при сівбі та садінні сільськогосподарських культур.

3. Машини для підживлення рослин твердими та рідкими добривами з застосуванням культиваторів-рослинопідживлювачів та обприскувачів.

До виконання технологічних процесів внесення добрив з застосуванням машин першої групи висувають наступні агротехнічні вимоги.

Машини повинні рівномірно висівати і розподіляти по поверхні поля гранульовані та порошкоподібні добрива при їх стандартній вологості. Нерівномірність висіву відцентровими розкидачами допускається до 25%. При використанні комбінованих машин (сівалок, культиваторів) для одночасного з сівбою внесення мінеральних добрив, відхилення реальних значень витрат добрив на одиницю площі від зазначених не повинно перебільшувати  $\pm 10\%$ . Нерівномірність висіву добрив окремими туковисівними апаратами також повинна знаходитись в межах  $\pm 10\%$ .

#### **4.4. Типи робочих органів машин для внесення мінеральних добрив**

Всі відомі робочі органи машин для внесення гранульованих та порошкоподібних добрив класифікуються залежно від впливу їх на матеріал, а також від характеру руху їх виконавчих елементів.

Найбільш широкого застосування знаходять апарати:

- відцентрові – розкидають добрива;
- тарілчасті чи гусеничні – вільно виносять добрива;
- ланцюгові чи зірчкові – вигрібаючої дії;
- з решітчастим дном – матеріал просівається;
- шнекові, катушково-штифтові – виштовхуючої дії;

- барабанно-планчасті – фрезеруючої дії;
- комбіновані – для внесення добрив використовуються робочі органи різних принципів дії.

Для суцільного внесення туків останнім часом дуже широко застосовуються відцентрові апарати (рис. 84). Принцип дії таких апаратів полягає в тому, що добрива, які потрапляють на диск, що швидко обертається, захоплюються ним і розкидаються під дією відцентрової сили. Добрива на диск потрапляють в результаті вільного витікання з бункера. При використанні машини з комбінованими робочими органами туки можуть виноситись з бункера за допомогою транспортерів чи шнеків.

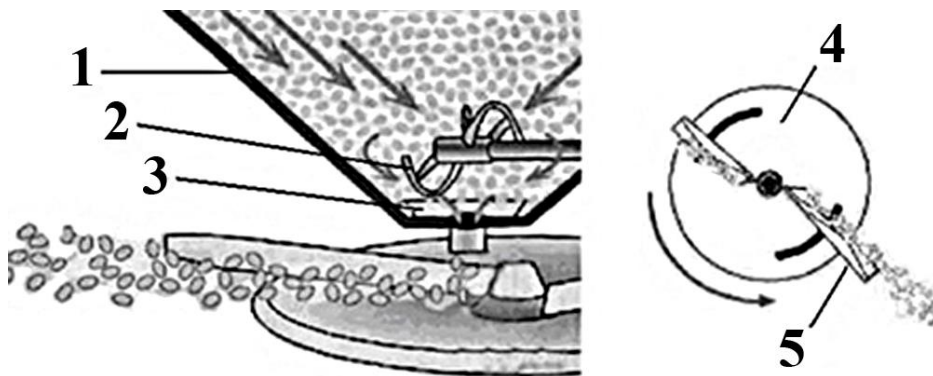


Рис. 84. Відцентровий розкидувальний апарат:

- 1 – бункер; 2 – ворушила; 3 – дозуючий пристрій;  
4 – розкидуючий диск; 5 – лопатка

Норма висіву регулюється перекриттям заслінкою висівного отвору в бункері, зміною швидкості подавального транспортера. Відомі конструкції відцентрових розкидачів добрив відрізняються кількістю та розташуванням дисків. В конструкціях дозуючих пристроїв однодискових розкидачів передбачено два отвори для подачі добрив на диски (рис. 85).

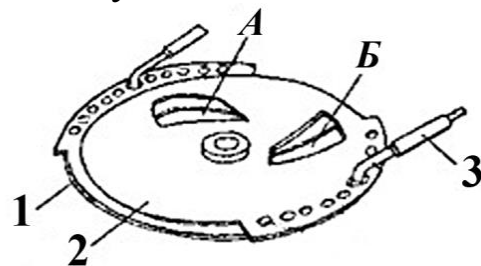


Рис. 85. Дозуючий пристрій:

- 1, 2 – верхня та нижня заслінки;  
3 – важіль; А і Б – вікна для  
просипання добрив

Це продиктовано необхідністю забезпечення рівномірного розкидання туків по ширині захвату машини. В такому випадку дозуючий пристрій складається з двох дискових заслінок 1 та 2,

розміщених одна над одною. Площа вікон *A*, *B*, через які просипаються туки, а отже і їх кількість, залежить від їх взаємного розташування. Провертаючи заслінки за допомогою важелів 3, отвори закриваються чи відкриваються.

До недавнього часу при необхідності забезпечення підвищеної рівномірності розподілу мінеральних добрив по ширині захвату використовувалися широко відомі тукові сівалки, які обладнувалися тарілчастими апаратами, що вільно виносили туки (рис. 86).

В дні тукового ящика 1 є напівкруглі отвори, під якими встановлюються тарілки 2. Половина тарілки виходить за межі ящика зовні. При повільному обертанні тарілки з ящика рівним шаром виносяться добрива 3. Товщина шару регулюється положенням заслінки 4. Над зовнішньою частиною тарілки розташований диск чи крильчатка 5, які обертаються і вигортають добрива з тарілки, які розсипаються по поверхні поля. Норма висіву туків змінюється положенням заслінки, а також частотою обертання самої тарілки.

По такому ж принципу працюють туковисівні апарати АТД-2 (рис. 87), які призначені для висіву добрив у рядки одночасно з висівом насіння чи для підживлення рослин. Установлювались такі апарати на комбінованих бурякових, кукурудзяних сівалках та

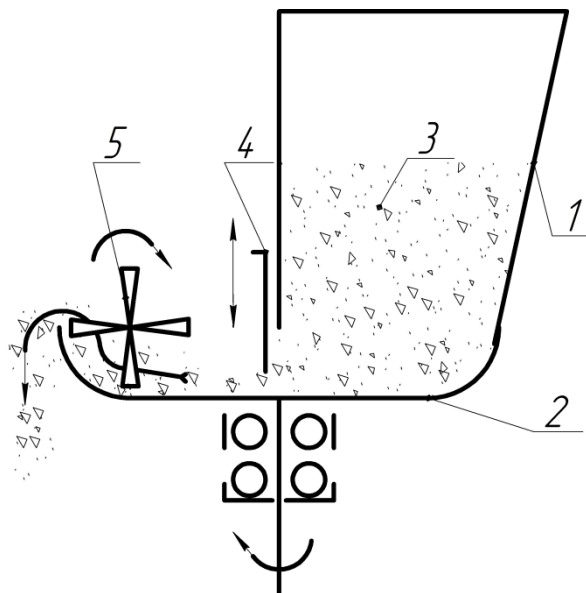


Рис. 86. Схематичне зображення туковисівного тарілчастого апарата

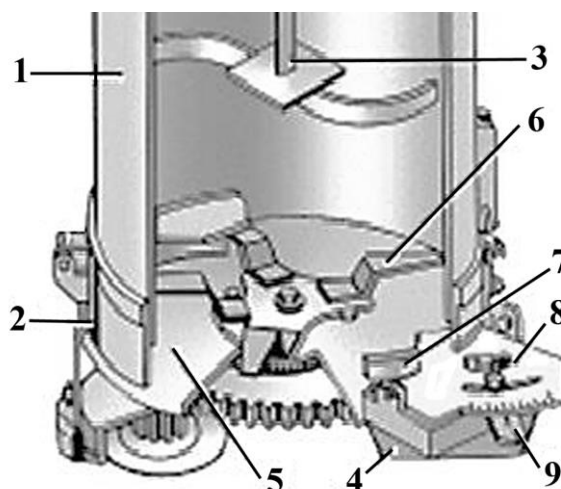


Рис. 87. Апарат туковисівний дисковий:

- 1 – бункер; 2 – корпус;
- 3 – показчик рівня туків; 4 – лійки;
- 5 – диск; 6 – ворушилка-нагнітач;
- 7 – скребок-заслінка; 8 – шкала;
- 9 – важіль

культиваторах рослинороздільниках КРН-4,2. Принцип роботи апаратів полягає в тому, що функції дна бункера виконує диск 5, який обертається і переміщує за собою добрива. Над поверхнею диска закріплені до корпусу два скребки-заслінки 7, за якими в корпусі знаходяться отвори, сполучені з лійками 4. Добрива спрямовуються скребками 7 до отворів в корпусі 2, просипаються в лійки 4 і далі через тукопроводи подаються в ґрунт. Норма внесення добрив змінюється положенням скребків відносно корпусу та зміною частоти обертання самого диска.

На даний час виробники сільськогосподарської техніки відійшли від їх використання, здебільшого, із-за складної конструкції та високої металомісткості.

Останнім часом на зміну цим висівним апаратам прийшли апарати виштовхуючої дії АТП-2. (рис. 88), які складаються з бункера 1, пружинного висівного механізму 2, 3, лійок 4.

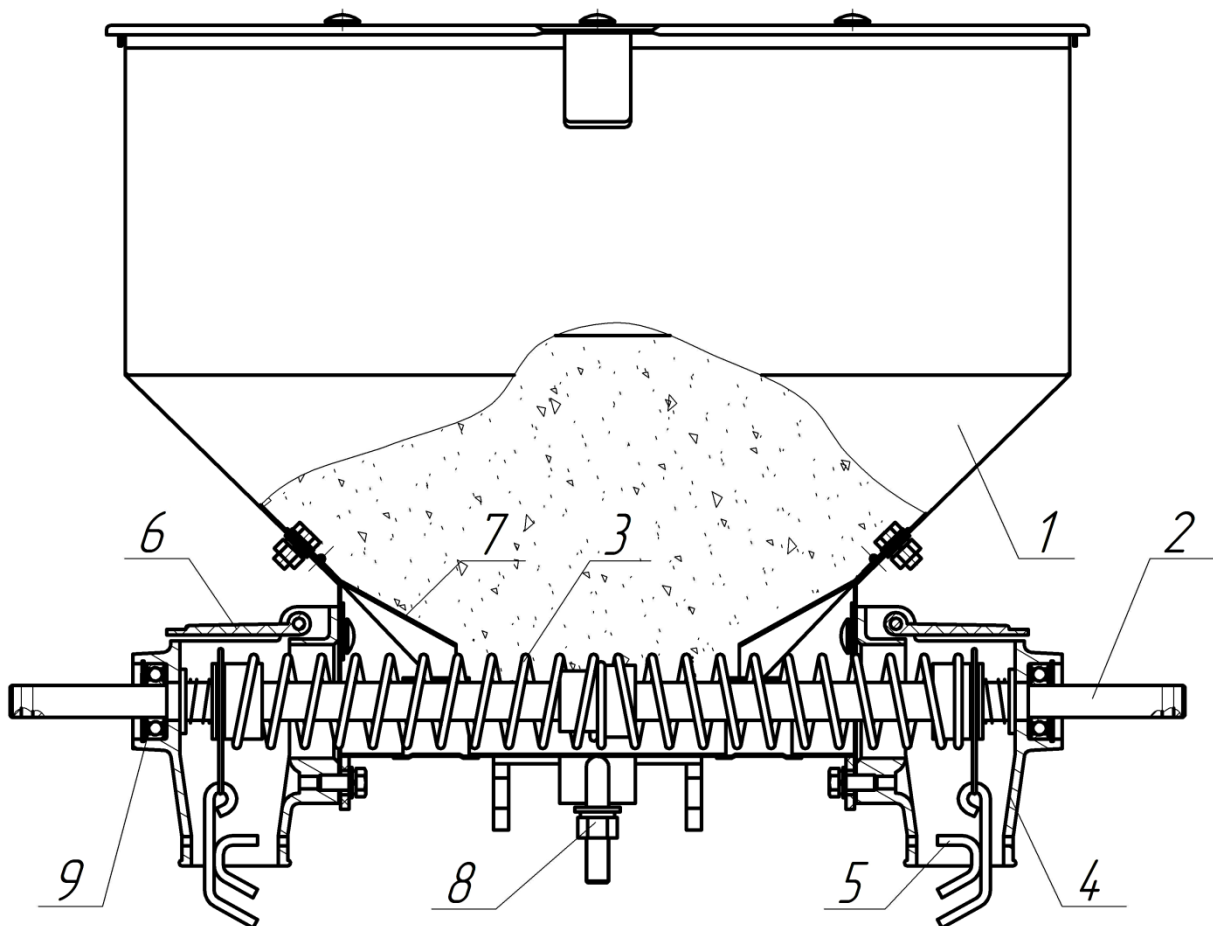


Рис. 88. Апарат туковисівний пружинний АТП-2:

- 1 – бункер; 2 – вал;  
 3 – пружинний шнек; 4 – лійка; 5 – розсіювач; 6 – кришка лійки;  
 7 – клапани внутрішні; 8 – кронштейн кріплення; 9 – підшипниковий вузол

Висівний апарат представляє собою вал 2, на який надіті спіральні пружини 3 з лівою та правою навивкою. При такій конструкції забезпечується мінімальний вплив з боку робочих органів на самі добрива, щоб вони не виділяли вологу і не переходили в пластичний стан. Внутрішні клапани 7 запобігають самовільному витоку туків з бункера в лійки. Норма висіву туків змінюється, частотою обертання вала з пружинами. Перевага цих апаратів над іншими полягає в простоті конструкцій та низькій металомісткості. Останнім часом пружинні шнеки окремі фірми (ПАТ Червона зірка) замінюють на звичайні шнеки з поліетилену. Це може обґрунтовуватися сподіваннями на підвищення рівномірності висіву туків і вищою стійкістю елементів конструкції при роботі в агресивному з хімічної точки зору середовищі, яким є добрива. До того ж, бункери таких апаратів уже також виготовляють пластиковими чи з інших матеріалів стійких до корозії.

До висівних апаратів, принцип дії яких полягає у вигрібанні, відносяться ланцюгові, зірчкові та гусеничні апарати. В гусеничних апаратах дно бункера покрите замкнутою гусеничною стрічкою, яка виконує функції транспортера і виносить туки до дискових чи інших розкидачів. По такому принципу працюють вітчизняні машини МВУ-8Б та ряд машин, які використовуються за кордоном.

До апаратів виштовхуючої дії також відносяться катушково-штифтові апарати (рис. 89). Вони призначаються тільки для висіву гранульованих добрив. Туки через отвір в дні бункера 4 поступають в простір між клапаном 1 і катушкою 3, захоплюються штифтами катушки і виносяться через лійки в тукопроводи. Норма висіву туків змінюється положенням заслінки 5, клапана 1 і частотою обертання катушки 3. На ряді конструкцій

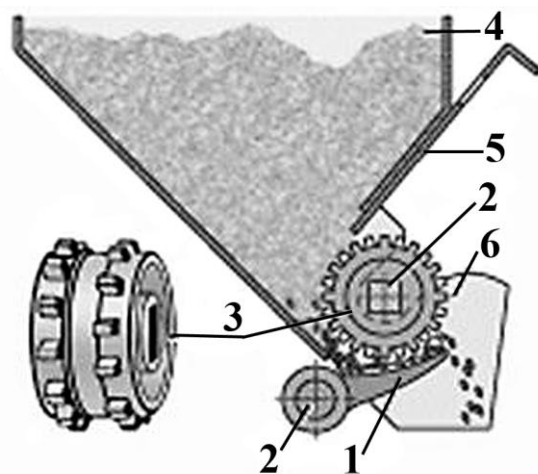


Рис. 89. Катушково-штифтовий висівний апарат:

1 – клапан; 2 – вал; 3 – штифтова катушка; 4 – бункер;  
5 – заслінка; 6 – стінка лійки

висівних машин замість клапана встановлюється нерухоме днище, в такому випадку можливість регулювання норми висіву зміною величини зазору між катушкою і клапаном відсутня. Використовуються такі апарати на зернотукових сівалках СЗ-3,6 і їх модифікаціях.

Добрива, які висіваються апаратами розглянутих конструкцій можуть надходити на поверхню ґрунту як у результаті вільного падіння, так і падіння після придання їм кінетичної енергії за допомогою розкидаючих дисків. Можуть направлятися в зону загортання ґрунтом по тукопроводах. Для транспортування туків, а також пиловидних добрив по штангах та інших направляючих і горизонтальних площинах використовуються повітряні потоки, які утворюються вентиляторами. За таким принципом працюють пневматичні штангові розкидачі добрив та інші машини.

#### **4.5. Машини для внесення твердих мінеральних добрив**

Внесення мінеральних добрив проводиться за прямоочною та перевалочною схемами. При прямоочній схемі добрива транспортуються і розкидаються по полю однією і тією ж машиною. При перевалочній технології добрива доставляються в поле однією машиною, а розкидаються іншою.

В першому випадку застосовуються машини з великим об'ємом кузовів, такі як 1-РМГ-4, РУМ-4, РУМ-8, МВУ-8Б, а також автомобільні розкидачі та інші. По другій технології внесення добрив відбувається при використанні різних марок навісних розкидачів добрив МВУ-05, МВД-900 та інших з невеликою місткістю бункерів. Аналогічно добрива підвозяться і перевантажуються в бункери сівалок при внесення їх одночасно з сівбою сільськогосподарських культур.

Майже на всіх навісних і причіпних машинах для суцільного поверхневого внесення добрив використовуються дискові відцентрові розкидачі.

Типовими представниками класу навісних машин є розкидачі добрив марки МВУ (рис. 90).

За допомогою цих машин також може виконуватись сівба сидератів та інших трав.

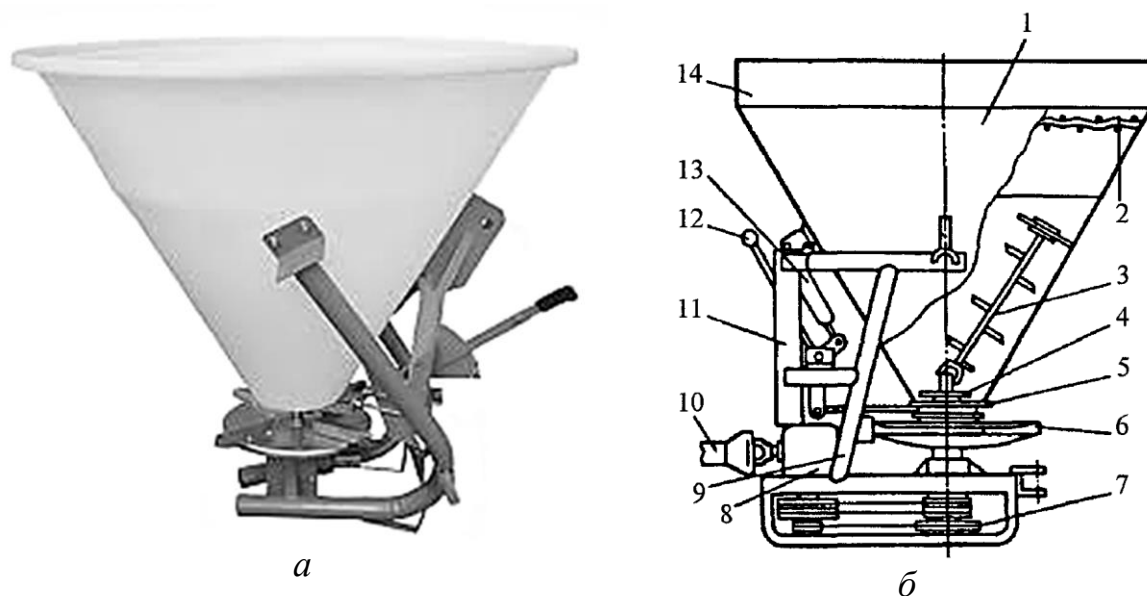


Рис. 90. Розкидачі мінеральних добрив з конічним бункером:  
а – одне з конструктивних рішень (загальний вигляд); б – схематичне  
зображення будови машини МВУ-0,5:

1 – бункер; 2 – металева сітка; 3 – ворушилка; 4 – нагнітач; 5 – дозуючі  
заслінки з отворами; 6 – диск; 7 – клинопасова передача; 8 – редуктор;  
9 – рамна конструкція; 10 – карданна передача; 11 – рамка автозчіпки;  
12 – важіль дозуючого пристрою; 13 – гідроциліндр; 14 – тент

Привод робочих органів, до яких відносяться розкидаючі диски, нагнітач та ворушила, відбувається від ВВП через карданний вал 10, редуктор 8 та клино-пасову передачу 7. Дозуючий пристрій виконаний у вигляді двох заслінок. Розміри висівних вікон, завдяки яким забезпечується необхідна норма внесення добрив чи насіння, змінюються залежно від взаємного положення цих заслінок (рис. 85). Дана операція може виконуватися як вручну важелем 12, так і з кабіни трактора за допомогою гідроциліндра 13. Для кращого проходження через дозуючі отвори заслінок добрив та насіння, схильних до склепування, в конструкції передбачено нагнітач 4 та ворушилка 3.

Машини марок МВУ виконуються з одним чи двома розкидаючими дисками. Машини з одним розкидаючим диском можуть мати форму бункера як у вигляді конуса, так і у вигляді піраміди, а машини, які обладнуються двома розкидаючими дисками, мають тільки пірамідальну форму бункера (рис. 91).

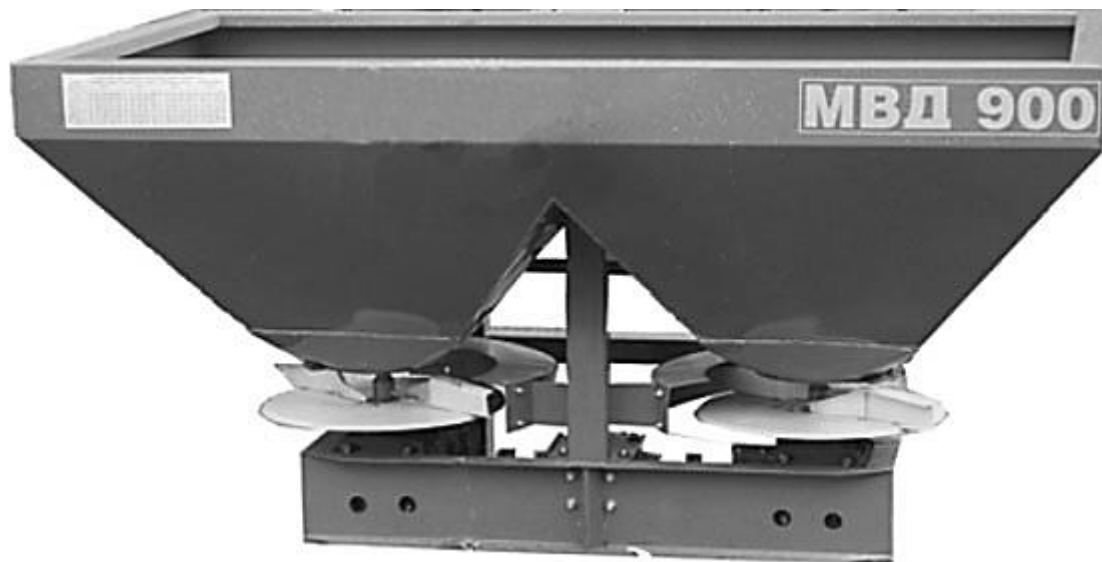


Рис. 91 Загальний вигляд машини для внесення добрив МВД-900 зі спареними конічними бункерами та двома розкидаючими дисками

Їх перевага перед іншими розкидачами добрив полягає в простоті конструкції, малій вазі, значній ширині розкидання (до 24 м), великій продуктивності. На цей час розроблене ціле сімейство навісних машин марки МВУ з дисковими робочими органами з об'ємом бункерів місткістю від 50 до 2000 кілограм, які можна використовувати з тракторами, як для присадибного господарства (малої потужності Т-0,12), так і енергонасиченими сучасними тракторами тягового класу 0,9; 1,4; 2,0.

Типовим представником причіпних машин для внесення твердих мінеральних добрив є машина марки 1-РМГ-4. Вона складається зі зварного кузова 1 (рис. 92), на дні якого розташований транспортер 2, виготовлений з гнутих прутків. На задній стінці кузова розміщений дозуючий пристрій у вигляді заслінки 4.

Транспортер приводиться в рух за допомогою зірочок та роликів, закріплених на ведучому та веденому валах. Обертальний момент від ведучого вала передається через ланцюгову передачу від лівого опорного колеса 8 через пневматичне колесо 7, яке притискається до опорного колеса за допомогою гідроциліндра 3. Швидкість руху транспортера регулюють перестановкою ланцюгів по зірочках ведучого чи веденого валів. За дозуючим пристроєм машини розташовується туконапрямник (рис. 93), який складається із двох коробчастих лотків. Він розділяє потік добрив на дві частини і направляє їх на



розкидаючі диски. Внутрішні стінки 11 лотків закріплені шарнірно, їх перестановкою змінюють місце подачі добрив на диски, а заодно і траєкторію польоту туків.

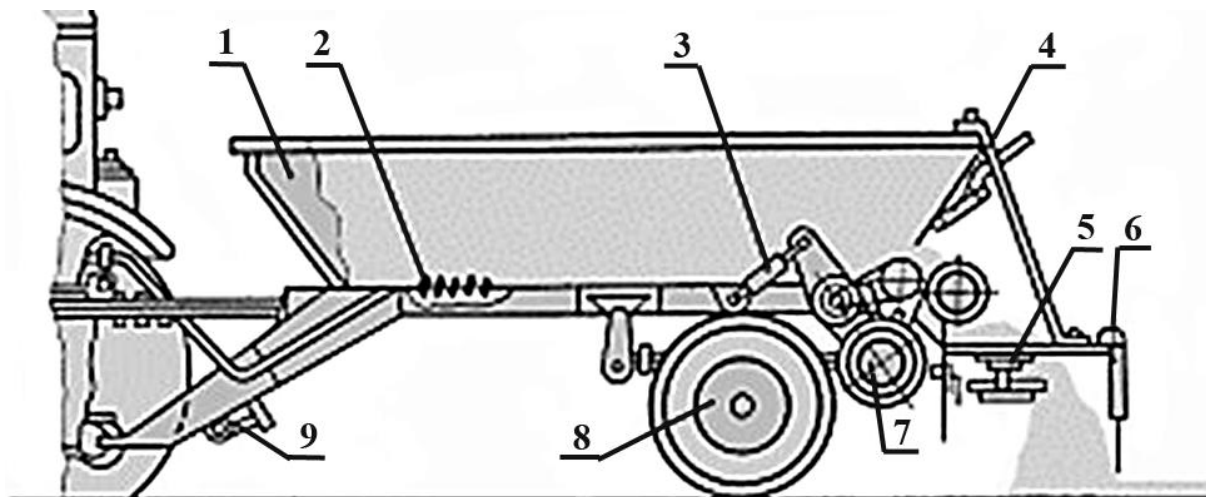


Рис. 92 Машина для внесення добрив 1-РМГ-4:

1 – кузов; 2 – транспортер; 3 – гідроциліндр; 4 – дозуючий пристрій;  
5 – розкидаючі диски; 6 – вітрозахисний щиток; 7 – пневматичне колесо;  
8 – ходові колеса; 9 – опора причепа

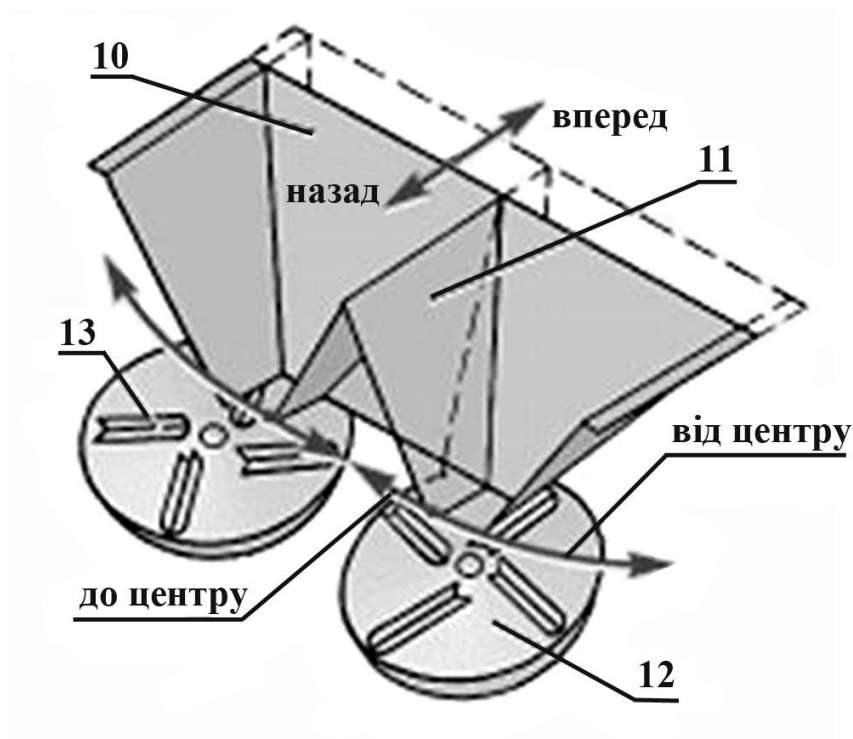


Рис. 93. Туконапрямник:

10 – передня стінка туконапрямника; 11 – шарнірна внутрішня стінка;  
12 – розкидаючі диски; 13 – лопатка

Для розкидання добрив використовуються горизонтально розміщені диски 12 з закріпленими жолобчастими лопатками 13. Привод дисків відбувається від гідромотора.

Під час роботи машини транспортер переміщує туки до дозуючого пристрою, а далі через туконапрямник вони поступають на диски, які обертаються в різних напрямках і розкидають їх по поверхні поля. У вітряну погоду кузов машини накривають тентом, а розкидаючі диски закривають вітрозахисним пристроєм 6. Норма внесення туків може змінюватись від 100 до 5000 кг/га і забезпечується зміною швидкості руху транспортера та дозуючою заслінкою.

Рівномірність розсіву добрив установлюють переміщенням туконапрямника відносно кузова та поворотом внутрішніх стінок лотків. Машина забезпечує розподіл добрив по ширині поля 6...14 м. При роботі з вітрозахисним пристроєм – на 6 м. Агрегатується 1-РМГ-4 з тракторами тягового класу 1,4.

Відомі також конструкції машин, які обладнуються розкидаючими дисками з горизонтальною віссю обертання (рис. 94).

Застосовують машину СТТ-10 для внесення твердих мінеральних добрив і їх сумішей з підвищеною рівномірністю розподілу по площі для підживлення зернових культур, які вирощуються за інтенсивною технологією, а також для транспортування добрив, зерна та інших сипких матеріалів з розвантаженням їх через вікно у задній стінці кузова. Показник нерівномірності не повинен перевищувати 15%.

Машина представляє собою напівпричіп, що складається з кузова 9 (рис. 94), транспортера 14, дозувальної заслінки 13, розподільчого пристрою 4, встановленого на рамі спереду кузова, двох механізмів привода транспортера. Кузов зверху закривається відкидною сіткою 10, яка запобігає потраплянню в нього великих предметів при завантаженні добрив. Розподільчий пристрій має два ротори 4, які обертаються навколо горизонтальної осі, і два туконапрямники 5. У роторах є внутрішні та зовнішні лопатки 15. При внесенні добрив транспортер приводиться в дію від переднього колеса через карданний вал і двоступінчасту ланцюгову передачу 6. Під час руху машини транспортер 14 (рис. 94, б) переміщує добрива вперед і через дозувальний отвір у передній стінці кузова подає їх на туконапрямники 5. З останніх добрива надходять на лопатки

роторів, які обертаються в протилежних напрямках з частотою  $810 \text{ хв}^{-1}$ . За рахунок різного нахилу лопаток ротори розкидають добрива в чотири робочі зони і розподіляють їх по поверхні поля. Дозу внесення добрив у межах  $100\text{--}2000 \text{ кг/га}$  регулюють зміною положення заслінки 13.

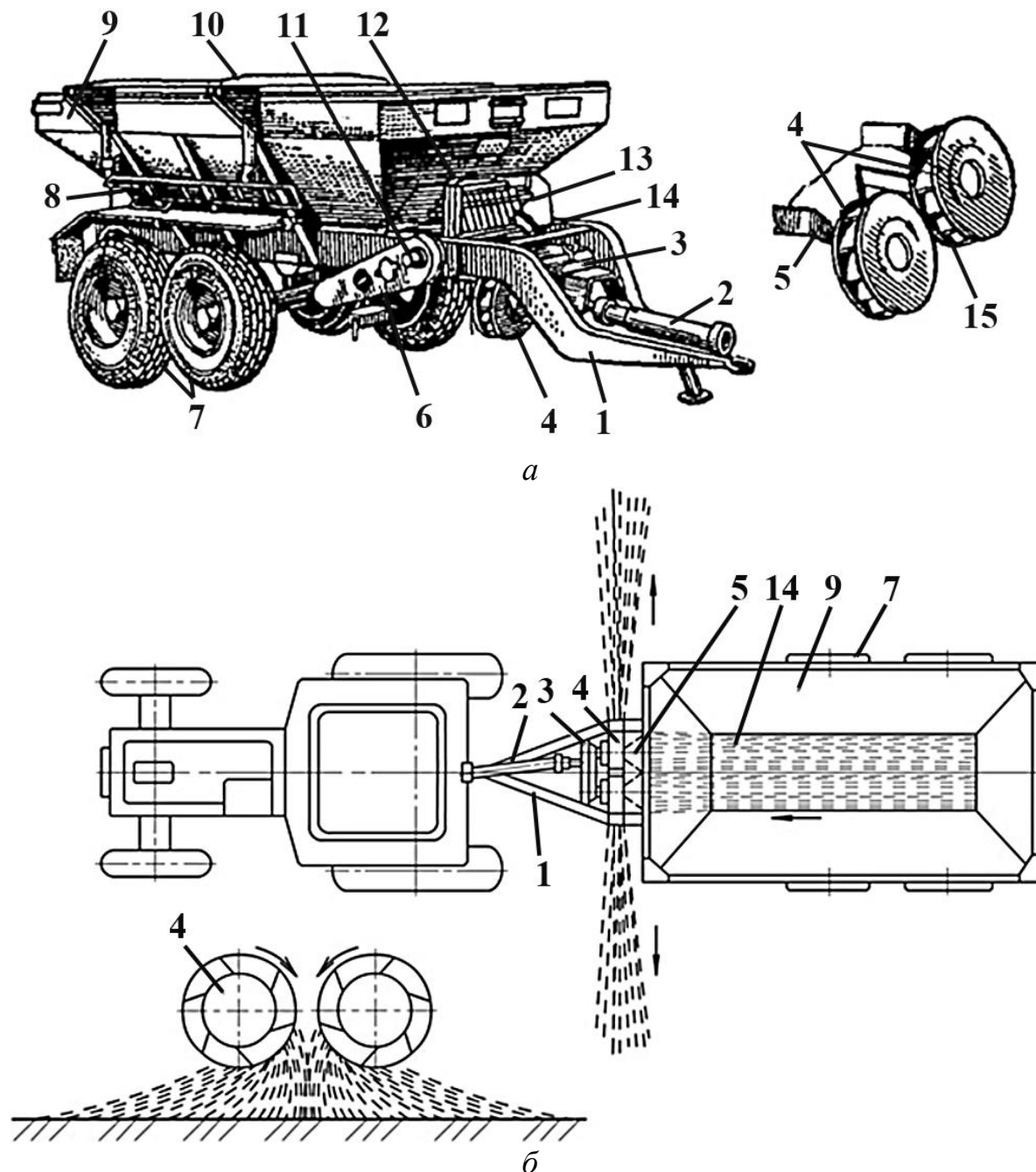


Рис. 94. Машина для внесення мінеральних добрив СТТ-10:

*а* – загальний вигляд; *б* – функціональна схема;

- 1 – причіп; 2 – карданний вал; 3 – редуктор; 4 – роторний розподільчий пристрій; 5 – туконапрямник; 6 – ланцюговий привод транспортера; 7 – опорно-приводні колеса; 8, 13 – заслінки; 9 – кузов; 10 – сітка; 11 – передній вал приводу транспортера; 12 – механізм пересування заслінки; 14 – транспортер; 15 – лопатка ротора

Залишок добрив та матеріалів вивантажують через заслінку 8 приведенням від ВВП в рух заднього вала транспортера. Після вивантаження матеріалу через вікно в задній стінці заслінку закривають. Агрегатують машину з тракторами МТЗ-80/82, МТЗ-100/102. Ширина захвату машини – 10–15 м, робоча швидкість – 10–15 км/год, продуктивність – до 18 га/год. Обслуговує машину тракторист.

Для забезпечення більш рівномірного розподілу добрив по ширині захвату використовується машина РУМ-5-03, яка призначена для основного внесення мінеральних добрив і підживлення зернових культур, які вирощуються за інтенсивною технологією. Складається з кузова 5 (рис. 95), який зверху має захисну сітку, а на днищі – прутковий транспортер 14, туконапрямника 15, правої 9 і лівої 1 штанг, пневмосистеми, ходових коліс 12 і механізму привода. На задній стінці кузова встановлена дозувальна заслінка 4 з механізмом переміщення 3, а зверху сітка 6 і брезентовий тент.

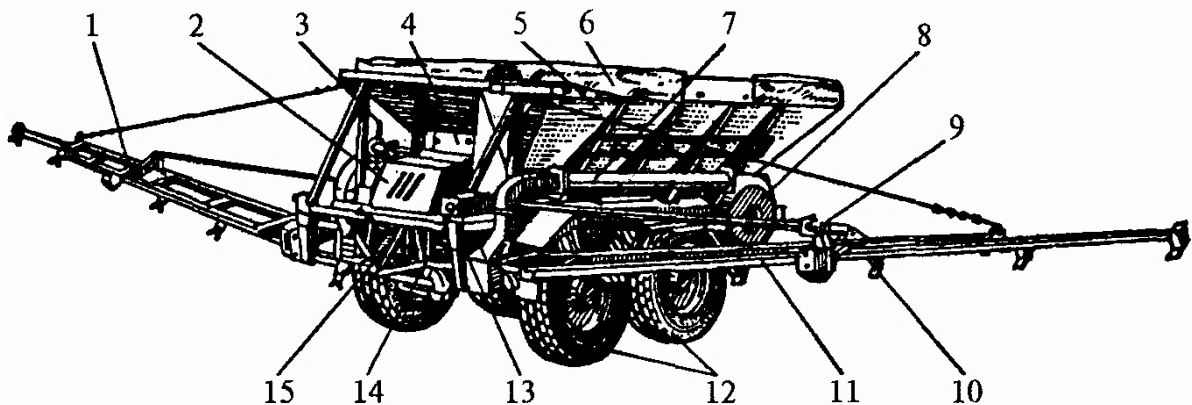


Рис. 95. Машина для внесення добрив РУМ-5-03:

1 і 9 – штанги; 2 – живильник-подільник; 3 – механізм переміщення заслінки; 4 – заслінки; 5 – кузов; 6 – сітка; 7 – повітропровід; 8 – вентилятор; 10 – розпилювальний наконечник; 11 – труба; 12 – ходові колеса; 13 – повітророзподільник; 14 – транспортер; 15 – туконапрямники

Під час розсіювання добрив транспортер 14 приводиться в дію від заднього опорно-ходового колеса через приводний ролик і ланцюгову передачу, вивантаження з кузова невикористаних добрив – від ВВП трактора через передачу, змонтовану спереду кузова. Опорно-приводні колеса розставлені на колію 1800 мм. Туконапрямник, встановлений під заднім кінцем транспортера, поділений на 14 секцій. Кожна секція має приймач, поворотну

заслінку і сопло. Патрубок кожної секції з'єднаний з повітророзподільником 13 пневмосистеми, а сопло – з відповідною розподільною трубою 11. Секція штанги складається з каркаса, пакета пластмасових розподільних труб 11 різної довжини, напрямників, розподільчого пристрою і відбивачів, змонтованих на розпилювальних наконечниках 10 труб.

Пневмосистема має по два вентилятори 8, повітропроводи 7 і повітророзподільники 13, змонтовані на боковинах кузова. Патрубок повітророзподільників з'єднаний трубами з патрубками туконапрямника.

Під час роботи транспортер 14 подає добрива через вікно, розміщене під дозувальною заслінкою 4, в туконапрямник 15. Добрива розподіляються рівномірно приймачами по патрубках, захоплюються повітряним потоком, створеним в соплах вентиляторів, і подаються в труби 11 штанг. Із труб добрива виходять через наконечники 10 у вигляді аеросуміші і відбивачами спрямовуються на поверхню поля. Дозу внесення добрив (100–1000 кг/га) встановлюють переміщенням заслінки 4 на певну позначку згідно з таблицею.

Агрегатують машину з тракторами МТЗ-80/82. Місткість кузова – 5 т, ширина захвату – 12 м, робоча швидкість - до 10 км/год, продуктивність при дозі внесення 220 кг/га – до 7 га/год. Обслуговує машину тракторист.

Для зниження вмісту в ґрунтах кислот і солей використовують вапно та гіпс, які поліпшують їх структуру, мікробіологічну активність, водний режим, що забезпечує сприятливі умови для підвищення врожаю сільськогосподарських культур.

Заводи випускають пиловидні вапняні добрива, для внесення яких в ґрунт використовують спеціальні машини, представниками яких є АРУП-8 і РУП-8А. За допомогою автомобільного розкидача добрив АРУП-8 вапняне борошно, гіпс, доломітне борошно доставляються в поле, де їх перевантажують в тракторний агрегат РУП-8А і за допомогою його вносять в ґрунт. При можливості автомобільного розкидача переміщатися по полю його доцільно використовувати і для розсіву по безпереважній технології склад-поле.

Розкидач представляє собою одновісний причіп (цистерну), який агрегатується з тягачами ЗІЛ-130-В1 та ін. Цистерна

комплектуються розпилюючим пристроєм і спирається на вісь ходових коліс та сидло причіпного пристрою тягача.

Для завантаження цистерни хімічними меліорантами з неї видачується повітря і забезпечується вакуум, а при вивантаженні під тиском закачується повітря. Для цього машина забезпечується компресорною установкою (рис. 96), до складу якої входять ротаційний насос 1, фільтр очистки повітря 2, інерційний масляний фільтр 3 та вологомасловідділювач 4. Коли цистерна агрегується з трактором, привод компресора здійснюється від ВВП.

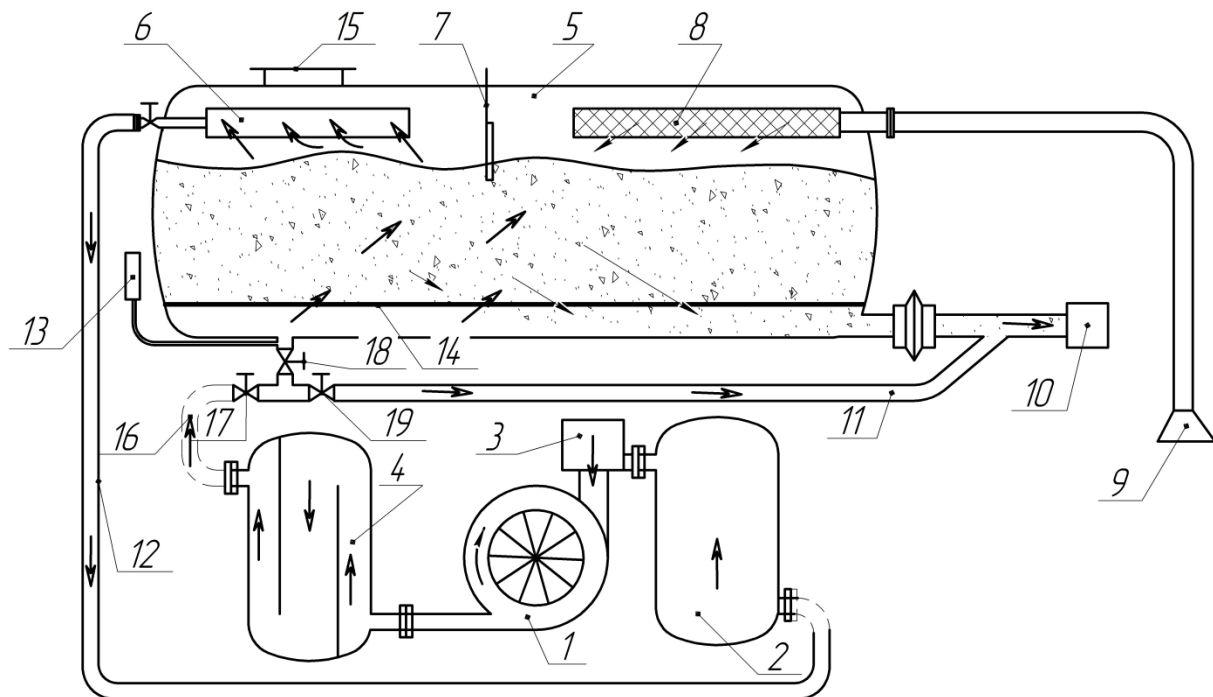


Рис. 96. Технологічна схема роботи машин для внесення пиловидних добрив:

- 1 – ротаційний насос; 2 – повітряний фільтр; 3 – інерційний масляний фільтр; 4 – вологомасловідділювач; 5 – цистерна; 6 – внутрішній повітряний фільтр; 7 – датчик рівня; 8 – загрузочна труба; 9 – забірний рукав з соплом; 10 – розпилювач; 11 – повітряний трубопровід; 12 – всмоктувальна комунікація; 13 – датчик рівня розрідження; 14 – аероднище; 15 – завантажувальний люк; 16 – нагнітальна комунікація; 17, 18, 19 – крани

В цистерні 5 розташоване аероднище 14, сигналізатор заповнення 7, фільтр очистки повітря 6 та завантажувальна труба 8. Завантажувальний люк 15 герметично закритий. Аероднище – це пориста перегородка, через яку в цистерну подається повітря під тиском. Повітряний потік аерує матеріал, текучість його стає

подібною рідині, і суміш пиловидного матеріалу з повітрям по лотку поступає в розпилюючий пристрій 10.

Добрива в цистерну можуть завантажуватись через люк 15, по трубі 8 пневмотранспортером чи системою самозавантаження. При заповненні цистерни системою самозавантаження перекривається кран 17, чим відключається рукав 16 вологомасловідділювача 4. Рукав із забірним соплом 9 приєднується до труби 8, а фільтр 2 з'єднується з фільтром 6 і вмикається сигналізатор рівня 7. Повітря, що відсмоктується з цистерни, очищається в фільтрах виходить назовні через вологомасловідділювач. При забезпеченні в цистерні розрідження 0,03...0,04 МПа забірне сопло опускають в пиловидний матеріал, і останній по трубопроводу поступає в цистерну. При забезпеченні відповідного тиску на мембрану сигналізатора з боку матеріалу по звуковому сигналу сопло виймають.

Для розсіву пиловидних добрив забірний пристрій знімають і перекривають трубу 8. З'єднують вологомасловідділювач з колектором розподільника повітря і відкривають крани для доступу повітря до аероднища та розпилювача. Повітря всмоктується через масляний фільтр, поступає з-під аероднища через запірний пристрій 20 в розпилюючий пристрій 10. Повітря, що поступає по повітропроводу 11, запобігає забиванню. Тиск в цистерні під час розвантаження повинний бути не меншим 0,1 МПа. Кількість висіву пиловидних добрив регулюють зміною розпилювачів (висота випускного вікна може бути 55 і 110 мм), зміною величини дозуючого отвору за допомогою перестановки заслінки та зміною робочої швидкості агрегату. До складу запірно-розпилюючого пристрою (рис. 97) входять пневмоциліндри 27, штанги 23, рукави 20 та інші деталі. За допомогою пневмоциліндра через штанги змінюється напрямок пилового потоку відносно поверхні поля. Він повинен бути завжди направлений по вітру. Напрямок розпилювання в вертикальній площині змінюється за допомогою косинок 24, які є на кожному наконечнику і за допомогою яких він з'єднується зі штангою. Пневмоциліндр через систему роликів також, при необхідності, може перекривати доступ пиловидних меліорантів до розпилювачів в результаті здавлювання гнучких рукавів.

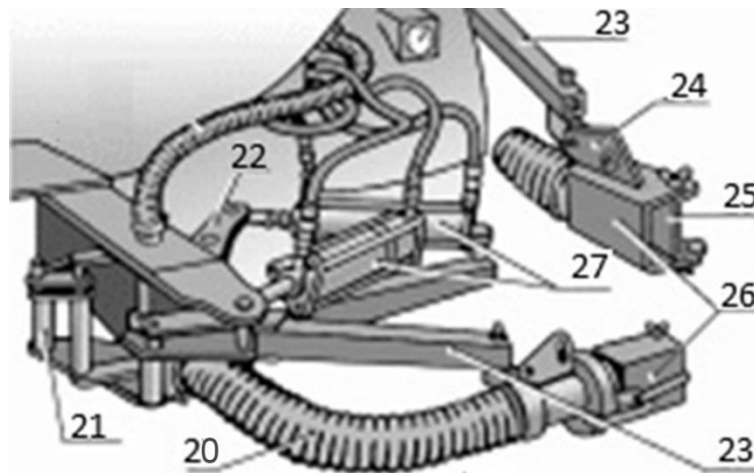


Рис. 97. Запірно-розпилюючий пристрій машини РУП-8:

20 – рукава; 21 – ролики; 22 – важільний механізм; 23 – штанги;  
24 – косинка; 25 – дозуюча заслінка; 26 – наконечник; 27 – пневмоциліндри

Вантажність різних марок машин становить 8; 10; та 14 т, ширина розсіву добрив 12...14 м, робоча швидкість 9...12 км/год.

#### 4.6. Машини для внесення твердих органічних добрив

Щорічно на поле повинні вивозитись мільйони тон твердих і рідких органічних добрив. Так як на кожному гектарі розкидається не один десяток тон органічних добрив, і це потребує великих затрат праці, для їх зниження був обраний напрямок розвитку відповідних машин, пов'язаний з підвищенням їх вантажності. Промисловість випускає машини для внесення добрив з кузовами місткістю від 3 до 15 т і більше.

Технологічний процес роботи машини для внесення органічних добрив аналогічний роботі машини для внесення мінеральних добрив. Відповідні транспортери подають добрива до розкидаючих пристроїв, які подрібнюють їх і розподіляють по поверхні поля.

Внесення твердих органічних добрив відбувається по прямооточній (ферма-поле), перевалочній (ферма-бурт-поле) та двофазній технології.

При застосуванні прямооточної технології добрива транспортуються і розподіляються по полю однією машиною. При перевалочній технології, в час не зайнятий для виконання обов'язкових сезонних робіт, добрива транспортуються в поле і на його краях складаються в бурти, а перед оранкою



розкидаються. При двохфазній технології гній, з урахуванням заданих норм внесення, купами розподіляють по полю, а потім розкидають спеціальними машинами, які отримали назву валкоутворювачів-розкидачів.

Розкидання добрив по полю при прямоточній та перевалочній технології забезпечується розкидачами органічних добрив марок РОУ-3 (5;6) ПРТ-10, ПРТ-15, які відрізняються один від одного місткістю кузовів і пов'язаними з цим незначними конструктивними особливостями. Ці машини призначені для розкидання гною, торфу та компостів. Їх також можна використовувати як транспортний причеп, що саморозвантажувється, для чого розкидаючий пристрій заміняють заднім бортом.

Розглянемо будову та принцип роботи цих машин на прикладі машини РОУ-6 (рис. 98).

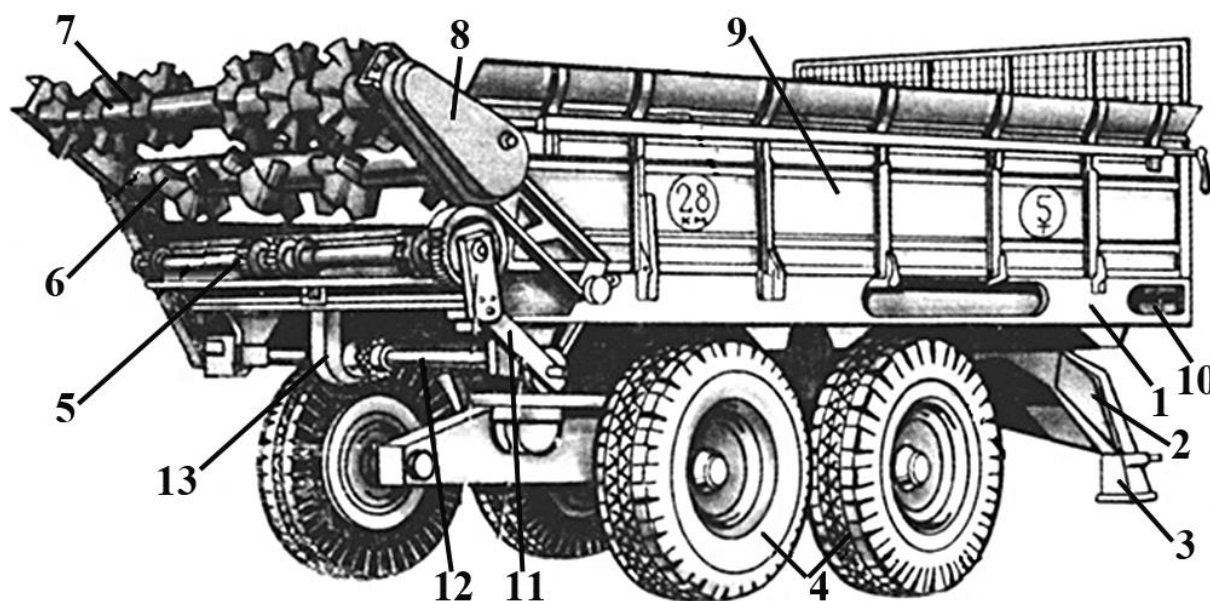


Рис. 98. Машина для розкидання органічних добрив РОУ-6:

- 1 – рама; 2 – причіпний пристрій; 3 – опорний пристрій; 4 – опорні колеса;
- 5 – транспортер; 6 – подрібнюючий барабан; 7 – розкидаючий барабан;
- 8 – захисний щиток механізму приводу розкидаючого пристрою; 9 – кузов;
- 10 – натяжний пристрій транспортера; 11 – кривошипно-шатунний храповий механізм приводу транспортера; 12 – вал кривошипа;
- 13 – центральний редуктор механізмів приводу

Цей розкидач складається з рами 1 з причіпним 2 і опорним 3 пристроями. Ходова частина причепа представляє собою дві пари пневматичних коліс 4. На дні кузова розташовано ланцюгово-планчастий транспортер 5, який складається з

чотирьох ланцюгів, з'єднаних попарно в два транспортери за допомогою планчастих скребків 13 (рис. 99).

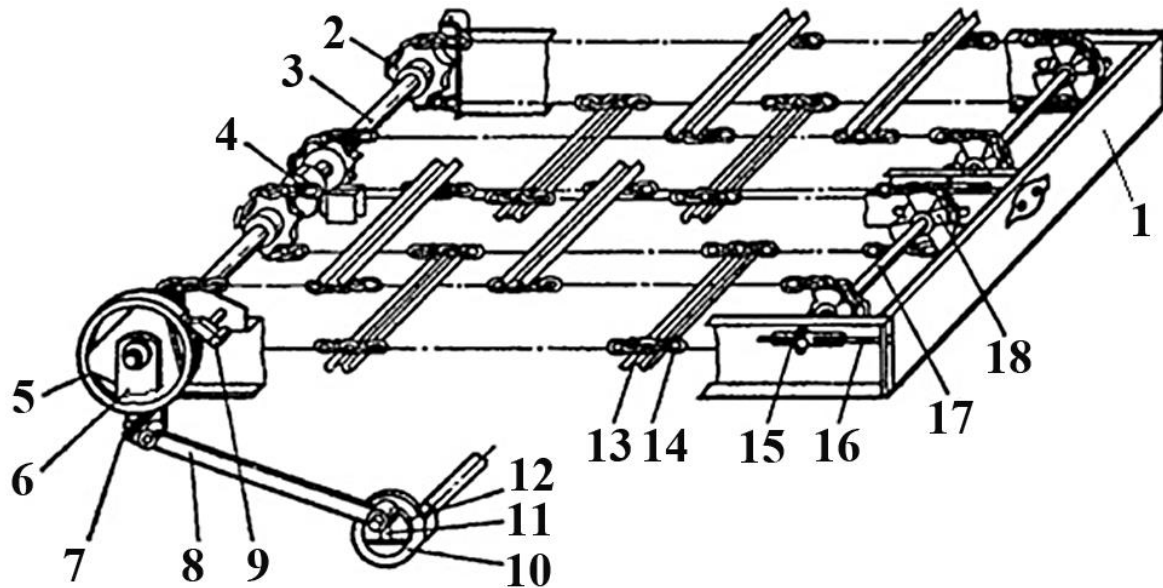


Рис. 99. Транспорт розкидача добрив:

- 1 – рама; 2 – ведуча зірочка; 3 – ведучий вал; 4 – опірний підшипник;  
 5 – храпове колесо; 6 – щоки; 7 – ведуча собачка; 8 – шатун; 9 – запобіжна  
 собачка; 10 – корпус кривошипа; 11 – болт штопорний; 12 – диск  
 кривошипа; 13 – скребок; 14 – ланцюг; 15 – гайка; 16 – натяжний гвинт;  
 17 – ведений вал; 18 – ролик веденого вала

Кожна гілка транспортера обладнана натяжним пристроєм, який за допомогою гвинтів 16 може переміщувати ведений вал 17 з роликами 18. Ведучі зірочки 2 транспортера закріплені на спільному до обох гілок транспортера ведучому валу 3.

Розкидаючий пристрій складається із шнекових барабанів – подрібнюючого 6 і розкидаючого 7, розташованих на місці заднього борта кузова. Подрібнюючий і розкидаючий барабани закріплені в підшипникових вузлах і представляють собою закріплену на валу у вигляді шнека металеву стрічку з переривистим зубчастим профілем на нижньому і суцільним на верхньому барабані. Транспорт і розкидаючий пристрій приводяться в дію від ВВП трактора. Обертальний момент до розкидаючих барабанів передається через ланцюгову передачу закриту кожухом 8, а до транспортера – через кривошипно-шатунний та храповий механізм, який здатний максимально понизити частоту обертання ведучого вала. Кривошипно-шатунний та храповий механізми працюють наступним чином. При обертанні корпуса кривошипа 10 (рис. 99, 100) зі вставленим

в нього зі зміщенням осей диском 12 і зафіксованим болтом 11, шатун 8 приводить в коливальний рух щоки 6. При переміщенні шатуна вперед, ведуча собачка 7 входить в зачеплення з храповим колесом 5 і провертає його на декілька градусів. При холостому ході собачка ковзає по

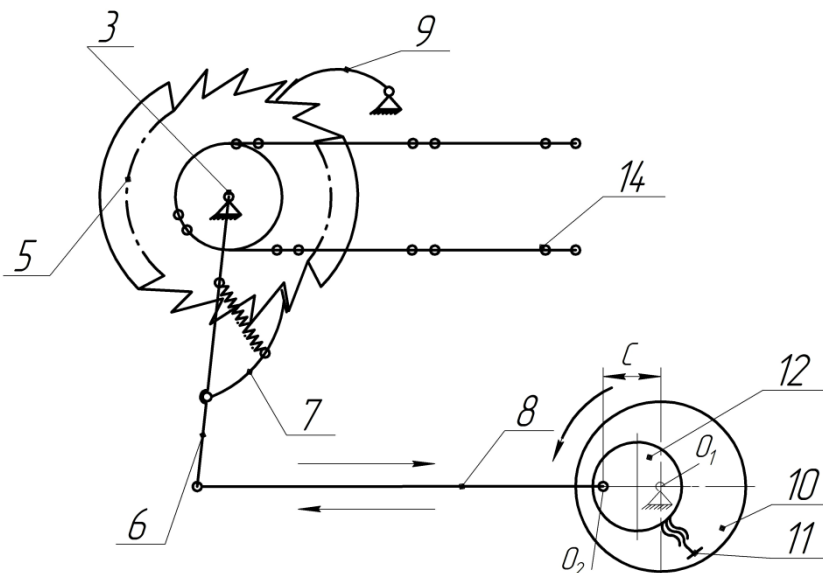


Рис. 100. Кінематична схема кривошипно-шатунного храпового механізму

зубах храпового колеса, а запобіжна собачка 9 утримує колесо від прокрутання в зворотному напрямку. Кількість матеріалу, що розкидається в одиницю часу залежить від поступальної швидкості машини і регулюється швидкістю переміщення транспортера, для цього змінюється ексцентриситет пальця диска кривошипа відносно його корпусу.

Працює розкидач наступним чином. Транспортер подає добрива до розкидаючого пристрою, нижній барабан розпушує їх, подрібнює і подає до верхнього барабана, який розкидає їх по поверхні поля. При необхідності, верхній барабан також вирівнює поверхню добрив в кузові чим забезпечує рівномірність розкидання. Ширина полоси розкидання до 6 м, робоча швидкість до 12 км/год.

При внесенні добрив розкидачами РОУ-6, ПРТ-10, ПРТ-16 та ін. задана норма внесення добрив  $Q$  залежить від поступальної швидкості машини, забезпечується швидкістю переміщення транспортера  $U_{тр}$  і знаходиться в прямій залежності від секундних витрат  $q$

$$Q = \frac{q}{B \cdot \vartheta},$$

де  $B$  – ширина полоси розкидання, м;

$\vartheta$  – поступальна швидкість розкидача, м/с.

Кількість добрив, що витрачаються в секунду, в свою чергу, залежать від швидкості транспортера

$$q = U_{mp} \cdot H \cdot L \cdot \gamma,$$

де  $U_{mp}$  – швидкість переміщення транспортера, м/с;

$H$  – товщина шару добрив в кузові, м;

$L$  – довжина розкидаючих барабанів, м;

$\gamma$  – об'ємна маса добрив, кг/м<sup>3</sup>.

Маючи ці дві формули можна записати, що

$$Q = \frac{U_{mp} \cdot H \cdot L \cdot \gamma}{B \cdot g}.$$

Так як величини  $H$ ,  $B$ ,  $L$  і  $\gamma$  для конкретних умов є постійними, то норма внесення добрив прямо пропорційна швидкості транспортера і зворотно-пропорційна поступальній швидкості розкидача. При відповідних конструктивних параметрах машини і заданих нормах внесення добрив необхідна швидкість транспортера повинна бути рівна

$$U_{mp} = \frac{Q \cdot B \cdot g}{H \cdot L \cdot \gamma}, \text{ м/с.}$$

Враховуючи те, що діапазон швидкостей залежно від необхідних норм внесення добрив повинен бути досить широким, то для їх зміни використовують не тільки зміну величини ексцентриситету пальця кривошипа механізму приводу, а й у деяких машин передбачена можливість перекриття частини зубів храпового колеса.

Ряд підприємств сільськогосподарського машинобудування України випускає машини, аналогічні за призначенням з розглянутими, але вони мають ряд конструктивних особливостей, головною з яких є розкидаючий пристрій з вертикально розташованими гвинтовими бітерами. Це машини марок ПРТ-7А, МТО-6 (12), РТД-9 (рис. 101) та інші.

Гвинтовий бітер виконано у вигляді пустотілого вала 1 (рис. 102), до зовнішнього діаметра якого рівномірно по довжині періодично приварені сектори 2, які утворюють ламану гвинтову спіраль з кроком 200...280 мм.

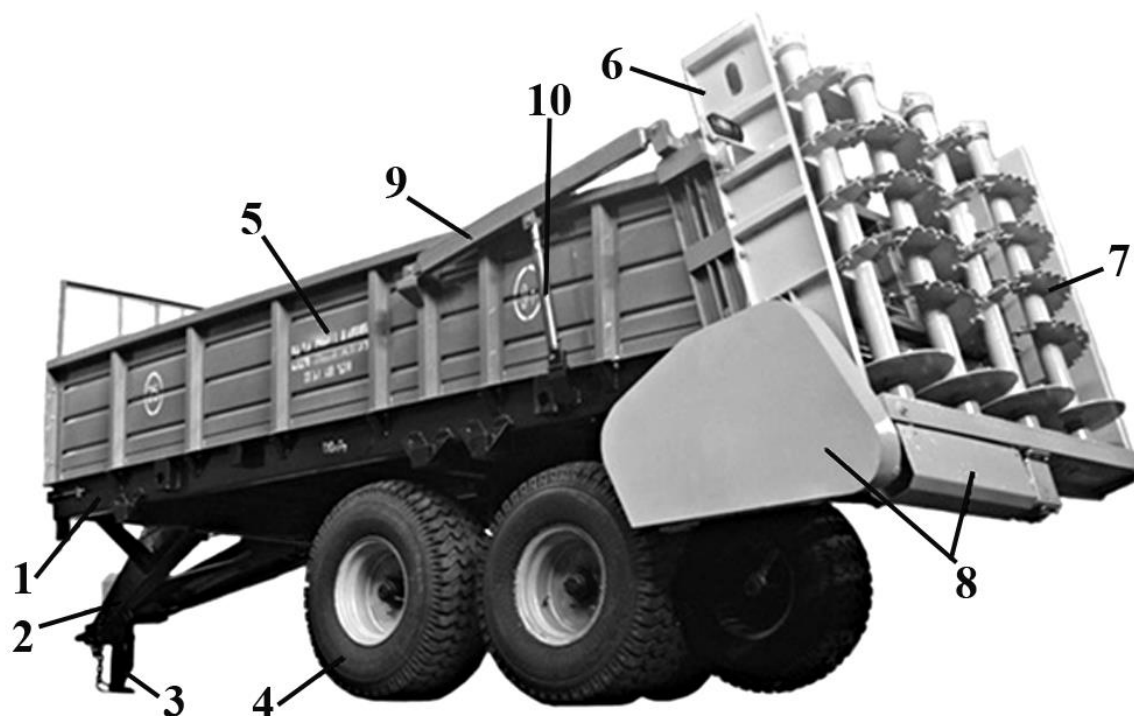


Рис. 101. Розкидач твердих органічних добрив РТД-9:

1 – рама; 2 – причіп; 3 – опорний пристрій; 4 – опорні колеса; 5 – кузов;  
6 – розкидаючий пристрій; 7 – гвинтовий бітер; 8 – механізм приводу  
гвинтових бітерів; 9 – важіль підймання заднього борта;  
10 – гідроциліндр

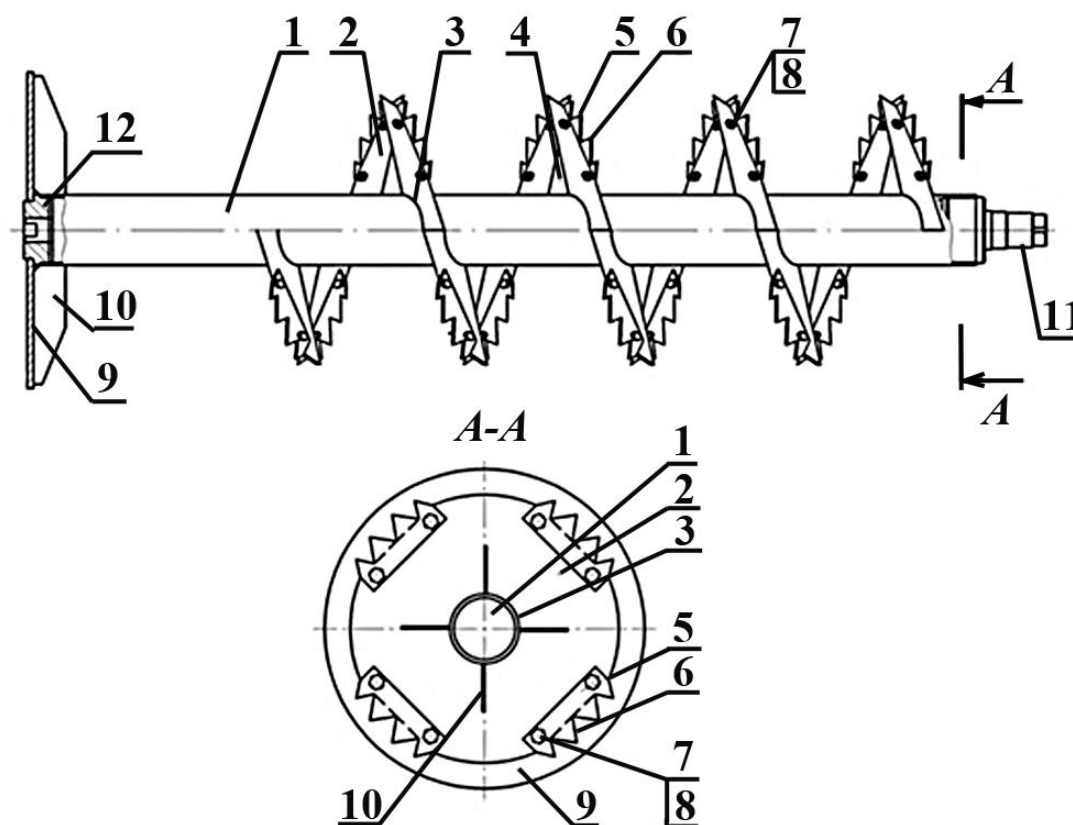


Рис. 102. Гвинтовий бітер машини для розкидання органічних добрив

Сектори виконані з внутрішнім діаметральним розміром 3, що дорівнює зовнішньому діаметру вала, а зовнішнім діаметром, рівним в межах 400...440 мм. Сектори, які утворюють на валу 1 ламану гвинтову лінію, між собою зварені косинками 4, які формою і розмірами щільно закривають щілини між ними, а косинки приварені до зовнішнього діаметра вала.

По зовнішньому діаметру до секторів 2 рівномірно по колу жорстко закріплені ножі 5 з 3...5 зубами 6 за допомогою болтів 7 і гайок 8. Габаритні розміри ножів – довжина 80...120 мм і ширина 40...60 мм.

До нижнього кінця вала 1 жорстко закріплено захисний диск 9 діаметром 400...600 мм, який обмежує рух органічних добрив вниз (добрива на кресленні не показані) і до яких жорстко приварені ребра жорсткості 10 в кількості 3...4 штук, або металевий кожух (як на рис. 101). До двох кінців вала жорстко приварені опорні цапфи 11 і 12, якими бітер встановлюється в опори на приводних циліндричних шестернях та в верхні підшипникові вузли рамки розкидаючого пристрою.

Робота гвинтового бітера для розкидання органічних добрив, торфу чи сапропелів здійснюється наступним чином. Гвинтові бітери встановлюються вертикально в кількості 4 штук. Відстань між зубами сусідніх бітерів складає 70...90 мм, а частота їх обертання 600...800 об/хв. При взаємодії з органічними добривами ножі 5 зубами 6 захоплюють їх, подрібнюють і розкидають по полю. Привод бітера здійснюється від вала відбору потужності трактора (рис. 103) через карданний вал, конічну передачу центрального редуктора, ланцюгову передачу  $Z_3, Z_4$ , конічний редуктор з передаточним відношенням  $i = 1$  і циліндричні шестерні.

В поодиноких випадках залежно від стану добрив чи іншого матеріалу, який розкидається, частота обертання бітерів може корегуватися зміною зірочок ланцюгової передачі на зірочки з іншою кількістю зубів.

До переваг бітерного розкидача належить розширення технологічних можливостей за рахунок зміни профілів ножів 5 в залежності від властивостей органічних добрив, підвищення рівномірності та ширини розкидання добрив до 8–12 м.

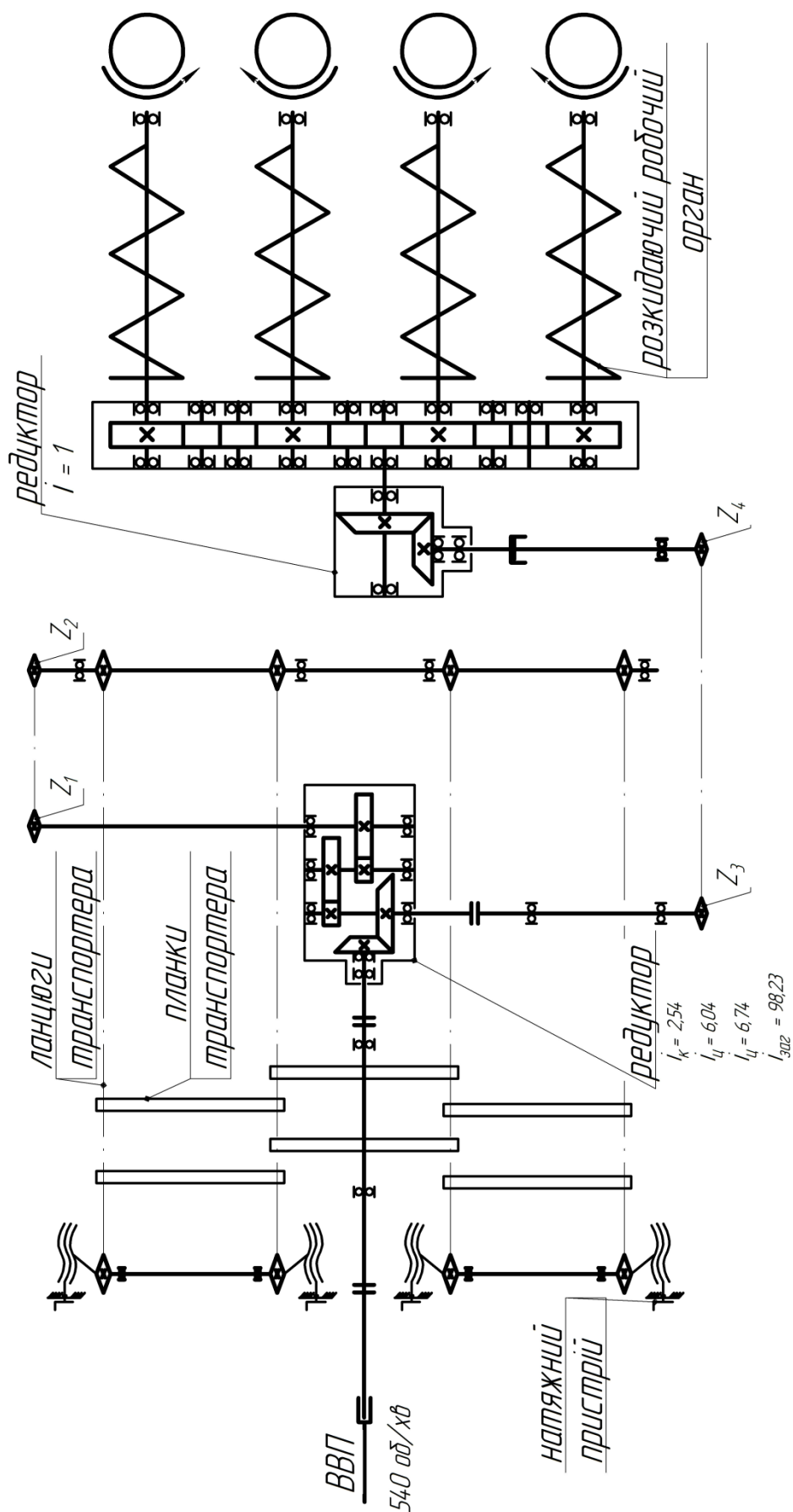


Рис.103. Кінематична схема механізму приводу робочих органів машини РТД-9

Представлені машини також мають конструктивні особливості в механізмі приводу планчастих транспортерів. Так,

зниження частоти обертання ведучого вала транспортера забезпечується не за допомогою кривошипно-шатунного храпового механізму, а центральним конічно-циліндричним редуктором (рис. 103), який має загальне передаточне відношення  $i = 98,23$ . Місце кривошипно-шатунного храпового механізму в даному випадку займає ланцюгова передача зі змінними зірочками ( $Z_1, Z_2$ )

Робота розкидача здійснюється переміщенням органічної маси пластинчастим транспортером у кузові розкидача в напрямку бітерів, при контакті з ножами яких вона подрібнюється і розкидається по полю. Доза внесення добрив – 15, 30, 45 т/га забезпечується зміною зірочок ланцюгової передачі  $Z_1, Z_2$ .

Конструкція кузова машини РТД-9 враховує вимоги євростандартів щодо екологічної безпеки, для попередження випадання гною під час транспортування, а також розширення функціональних можливостей розкидачів, особливо по використанню їх як звичайних транспортних засобів при перевезенні різноманітних сільськогосподарських вантажів (зерно, жом, силос та ін.) і відрізняється від інших машин, які виконують функцію розкидання твердих органічних добрив (ПРТ-10, МТО-10, МТО-12, МТО-7), наявністю заднього борту одночасно з встановленим розкидаючим пристроєм. Перед початком розкидання добрив задній борт важелями 9 (рис. 101) під дією штоків гідроциліндрів 10 підіймається і відкриває доступ добрив до розкидаючих бітерів. Вантажопідйомність машини – 9 т, робоча швидкість до 10 км/год.

Для внесення органічних добрив також можуть використовуватися універсальні зсувні причепа марки ТЗП-39 «Атлант» зі змінним заднім бортом. Він може виконувати функції звичайного самовивантажувального причепа і розкидача органічних добрив. В останньому варіанті замість заднього борта з гідравлічним управлінням установлюється розкидаючий пристрій.

Машина має ряд конструктивних особливостей. По перше – розкидаючий пристрій є комбінованим робочим органом, який складається з двох масивних бітерів з ножами закріпленими на зовнішніх поверхнях витків переривистого шнека. До трубчастого вала бітерів в нижній частині жорстко закріплені диски з чотирма



лопатками, які працюють за принципом відцентрових розкидачів мінеральних добрив (рис. 104).

По друге – даний причіп не має звичного для аналогічних за призначенням машин транспортера для подачі матеріалів до розкидаючого пристрою чи вивантаження. Дана операція виконується за рахунок зсуву матеріалу від переднього борта до заднього. З цією метою дно причепа складається з двох частин (рис 105). До того ж передня частина днища 8 через напрямники з'єднана з переднім бортом 6 і має можливість ковзати по поверхні нерухомої частини днища 7 під тиском з боку штоків гідроциліндрів 4 і 5.

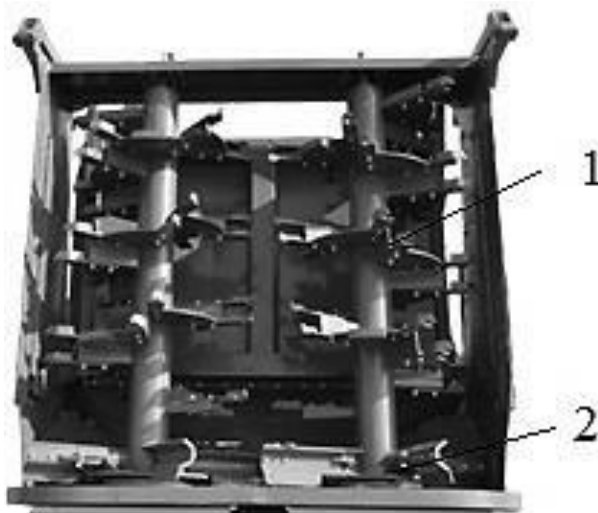


Рис. 104. Комбінований розкидаючий пристрій:

1 – бітер; 2 – диск з лопатками

Послідовність подачі органічних добрив до розкидаючого пристрою наступна. Спочатку, під дією нижнього гідроциліндра 4 рухоме днище 8 з переднім бортом 6 ковзає по поверхні нерухомого днища 7, стискає і зсуває матеріал що знаходиться на ньому до вертикальних бітерів 9 (рис. 105, б). Потім, під тиском гідроциліндра 5 по поверхні рухомого днища зміщується передній борт і зсуває матеріал, який знаходився на поверхні рухомого днища 8 (рис. 105, в). Розкидаючий пристрій приводиться в дію від ВВП трактора з частотою обертання 540 об/хв. Він обладнаний автоматичною запобіжною системою – торсіоном, який при критичних навантаженнях припиняє подачу добрив до розкидаючих бітерів 9, перекриваючи подачу мастила до гідроциліндрів 4, 5 від гідророзподільника трактора.

Машина забезпечує якісне розкидання різних видів органічних добрив, торфу, компостів та інших матеріалів. Ширина внесення до 18 метрів, доза внесення добрив залежить від робочої швидкості машини. Наявність розкидаючих дисків з лопатками сприяє підвищенню рівномірності розкидання добрив по ширині захвату машини в результаті запобігання їх неконтрольованого просипання між днищем 7 причепа та

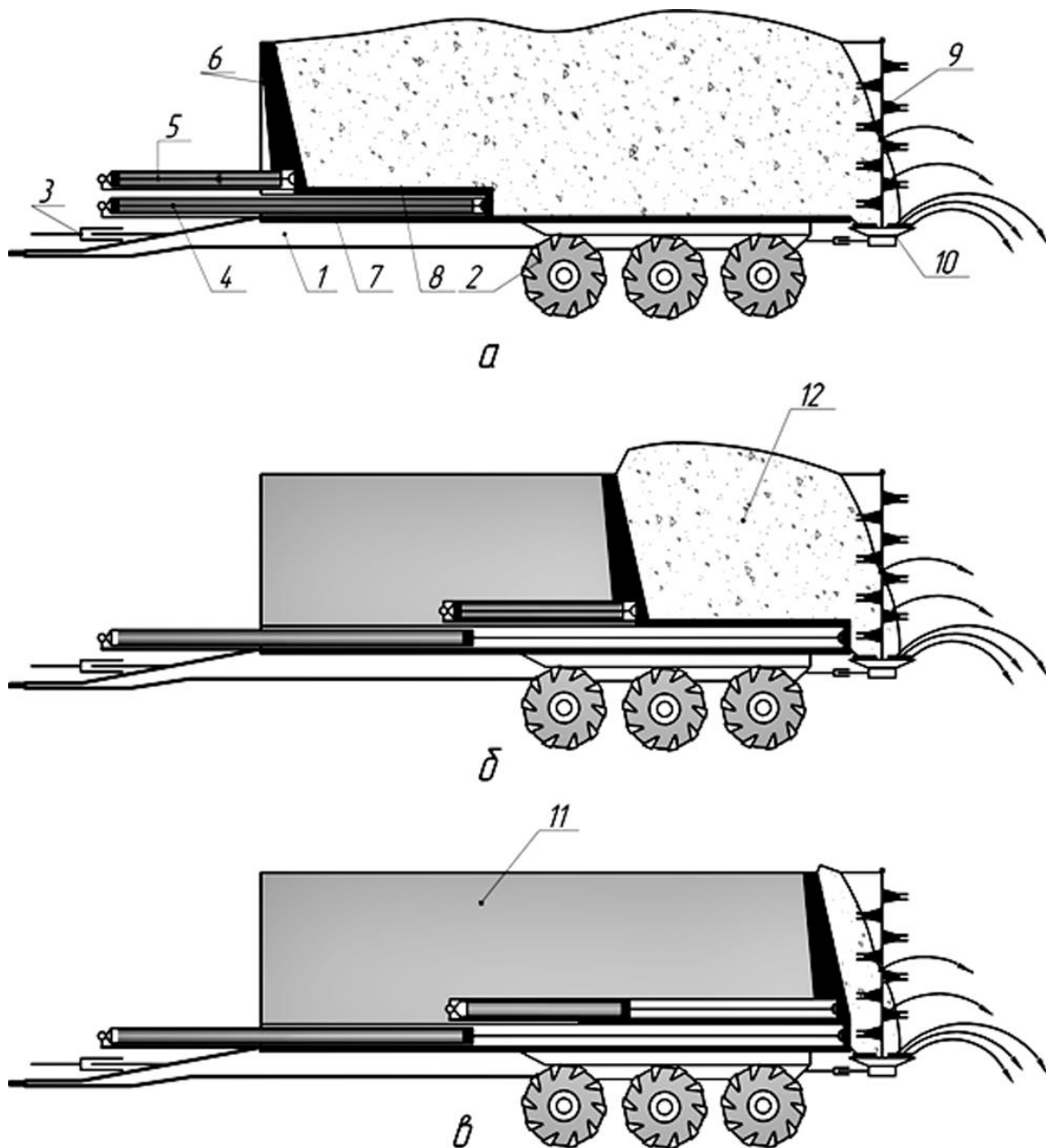


Рис. 105. Схема роботи зсувного причепа при розвантаженні чи подачі добрив до розкидачів:

- а – початковий стан машини перед розкиданням добрив;  
 б – етап зсуву матеріалу зміщенням переднього рухомого днища з бортом;  
 в – зміщення переднього борта відносно рухомого днища;  
 1 – рама причепа з причіпним пристроєм; 2 – ходова система; 3 – карданний вал; 4 – гідроциліндр зсуву рухомого днища; 5 – гідроциліндр зсуву переднього борта; 6 – передній борт; 7 – нерухоме днище; 8 – переднє рухоме днище; 9 – розкидаючі бітери; 10 – розкидаючі диски з лопатками; 11 – внутрішня поверхня бокових бортів; 12 – органічні добрива чи інші матеріали

бітерами 9. До того ж наявність дисків забезпечує можливість внесення дефекату та курячого посліду. Для цього на

розкидаючий механізм установлюється гідравлічний відкидний борт, який повністю закриває бітери, залишаючи для роботи тільки диски з лопатками. При цьому, названі матеріали розкидаються на ширину до 24 м. Вантажопідйомність причепа 30 т, об'єм бункера 40 м<sup>3</sup>.

При двофазній технології внесення органічних добрив вони транспортуються на поле звичайними транспортними причепами, а розкидаються по полю з куп за допомогою машини РУН-15 (рис. 106), яку ще називають валкоутворювачем-розкидачем. Вузли машини навішуються на передню та задню навісні системи трактора.

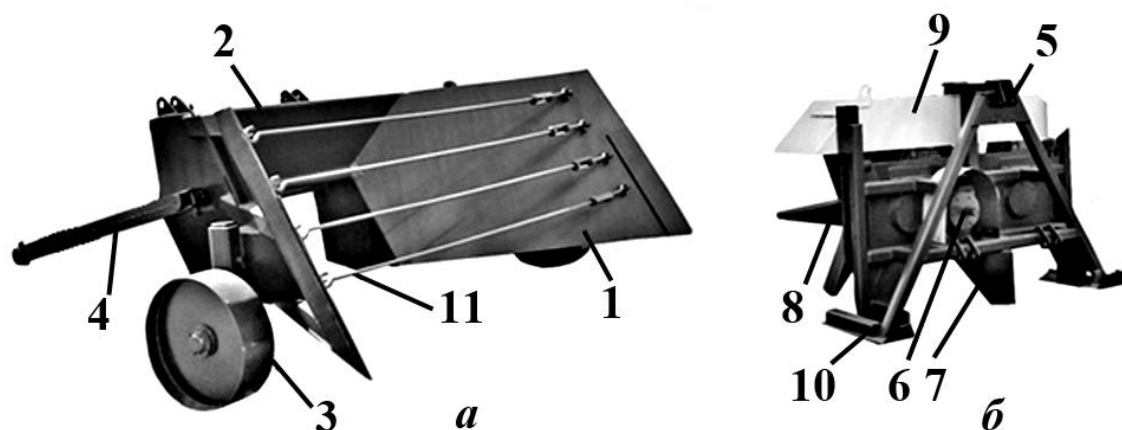


Рис. 106. Машина для внесення органічних добрив РУН-15:

а – валкоутворювач; б – розкидач;

- 1 – боковина; 2 – передній щиток з вертикальною та горизонтальними заслінками; 3 – опорні колеса; 4 – штанга кріплення до остова трактора;  
 5 – навісний пристрій розкидача; 6 – редуктор приводу роторів;  
 7 – розділювач валка; 8 – ротор; 9 – щиток; 10 – опорні лижі;  
 11 – гвинтові стяжки

На механізм передньої навіски трактора закріплюють валкоутворювач, який додатково спирається на поперечну балку, встановлену на раму трактора, а на задню навіску – розкидач (рис. 107).

Валкоутворювач спирається на опорні колеса 3 і формує з куп добрив 10 безперервний валок 9. Для цього на сходженні боковин 1 є дозуюче вікно для проходження маси. Ширину і висоту цього вікна регулюють горизонтальними та вертикальними заслінками, які дають можливість формувати валок з однієї купи довжиною до наступної, що і забезпечує його безперервність. Добрива по полю розподіляються роторами 8 розкидача. Вали

роторів приводяться в дію від ВВП трактора через карданну передачу 7 та редуктор 6. До складу розкидача також входить розділювач валка 7 (рис. 106), який розділяє його на дві частини, які захвачуються роторами, подрібнюються і розкидаються в різні сторони. Стяжки 11 забезпечують необхідну жорсткість конструкції і сприяють поступовій подачі добрив до дозуючого вікна, запобігаючи його забиванню.

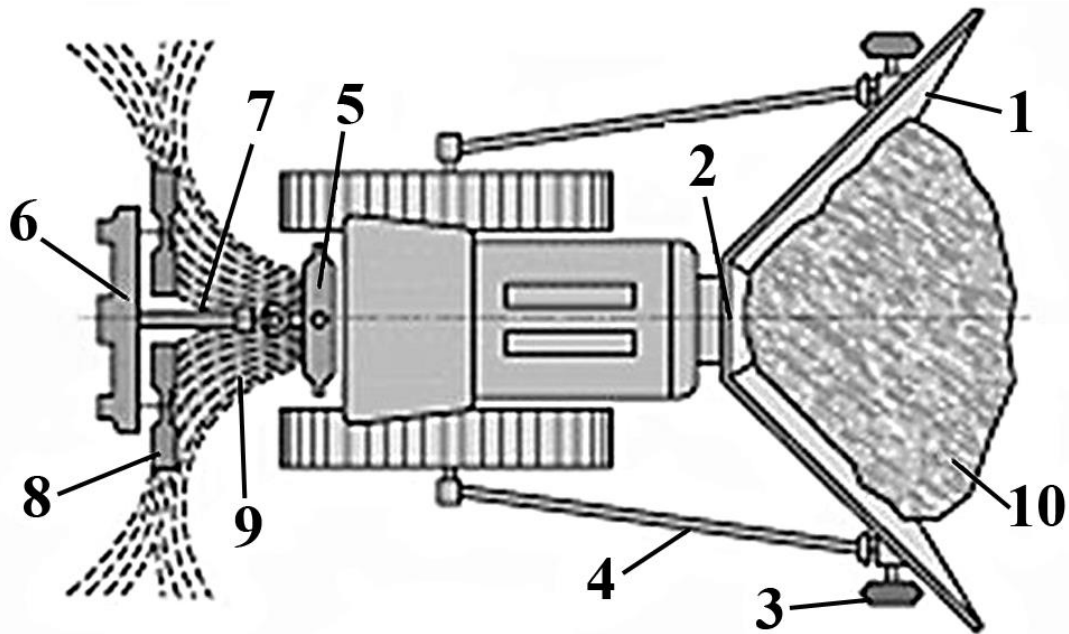


Рис. 107. Технологічна схема роботи машини РУН-15:

- 1 – боковина; 2 – передній щиток з заслінками; 3 – опорні колеса;  
 4 – штанга; 5 – навісний пристрій; 6 – редуктор розкидача;  
 7 – карданний вал; 8 – ротор; 9 – валок органічних добрив;  
 10 – органічні добрива в купі

В окремих марках машин аналогічного призначення функції розділювача валка виконує конструкція, як би сформована в результаті з'єднання правостороннього та лівостороннього плужних корпусів і складається з симетрично розташованих двох лемішів і двох полиць. В такому випадку ротори розташовуються попереду редуктора, а сформований валок добрив 9 (рис. 107) підрізається лемішами і підіймається на полиці, де захоплюється роторами 8 і розкидається на ширину від 25 до 30 м.

Норма внесення добрив (15–60 т) залежить від розмірів вихідного вікна валкоутворювача, які формуються положенням горизонтальних та вертикальних заслінок. Частота обертання роторів становить 320–490 об/хв і забезпечується зміною зірочок

на приводних валах редуктора. Робоча швидкість становить 3–7,5 км/год.

При використанні таких машин, перед вивезенням добрив чи інших органічних матеріалів на поле здійснюється його розмітка. Купи розподіляються рядами з відстанню між ними 30 м. Відстань між купами в ряду залежить від необхідної норми внесення і попередньо розраховується.

#### **4.7. Машини для внесення рідких добрив**

Рідкі добрива можуть бути як органічні, так і мінеральні. Рідкі органічні добрива – рідка фракція гною. Рідкі мінеральні добрива – безводний аміак, аміачна вода та ін. Внесення рідких органічних добрив виконується за прямоточною технологією з застосуванням цистерн-розкидачів (рис. 108) (РЖТ-4, РЖТ-8, РЖТ-16), які агрегуються з тракторами, а також змонтованих на шасі автомобілів. Більшість цистерн напівпричепів мають схожу будову і відрізняються тільки об'ємом та деякими конструктивними особливостями. Принцип їх роботи схожий з принципом роботи розкидачів пиловидних добрив. Рама розкидача спирається на чотириколісний візок 10. На рамі встановлена цистерна 1, вакуумна установка 2, відцентровий насос 3, штанга 5 з гнучким рукавом 4. Цистерна може завантажуватися через люк 13 чи за допомогою самозавантажувального вакуумного пристрою, до складу якого входять два вакуумних насоси ротаційного типу і пневмопровід 9. Для забору добрив рукав 4 з штангою 5 з'єднують з завантажувальним патрубком, повертають на 90° і опускають в рідину за допомогою гідроциліндра. В цистерні утворюється розрідження 0,035...0,055 МПа, і добрива засмоктуються всередину цистерни. При розкиданні добрив в роботу вступають відцентровий насос 3, нагнітальний рукав 6 і заслінка 11, яка може спрямовувати добрива, як на розлив до насадок 8, так і назад в цистерну для перемішування через рукав 7.

Норму внесення добрив регулюють зміною насадок 8, а також зміною робочої швидкості агрегату. Машини комплектуються насадками з діаметром отворів 50, 80, 100 і 130 мм. Розподіл рідини по поверхні поля відбувається в результаті зіткнення її з відбивачем 12. При кутові установки відбивача до поверхні поля рівному 27° ширина розподілу рідини

становить 8...10 м, при меншому кутові ширина розподілу зменшується.

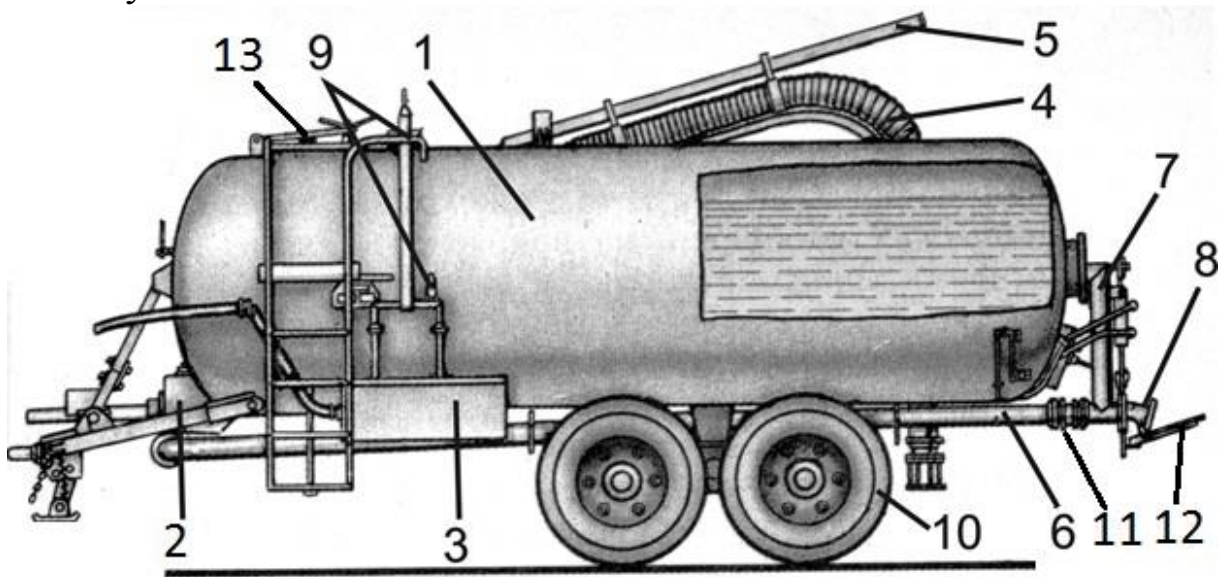


Рис.108. Машина для внесення рідких органічних добрив МЖТ-10:

- 1 – цистерна; 2 – компресорна установка; 3 – відцентровий насос;  
 4 – гнучкий рукав; 5 – штанга; 6 – нагнітальний рукав;  
 7 – переливний рукав; 8 – насадка 9 – пневмопроводи; 10 – опорні колеса;  
 11 – заслінка; 12 – відбивач; 13 – люк

Привод усіх механізмів відбувається від ВВП трактора. Агрегатуються цистерни з тракторами класу 3, які мають ВВП, тягово-зчіпний пристрій, пневматичні, гідравлічні та електричні виводи. Такі машини здатні надійно виконувати розкидання рідких добрив з соломистими домішками до 25 см, твердими домішками діаметром не більше 30 мм і загальною вологістю не менше 85%,

Для внесення рідких мінеральних добрив широко застосовують універсальні підживлювачі-обприскувачі та дозуючі пристрої різних марок обприскувачів з ємкостями для рідких добрив. Будова та принцип роботи їх аналогічні з роботою відомих марок обприскувачів. Їх можна використовувати для внесення водного аміаку і різних рідких комплексних добрив, при основному обробітку ґрунту, передпосівній культивації, а також при підживленні під час вегетації рослин. Можуть працювати в поєднанні з причіпними і навісними плугами, культиваторами, а також просапними сівалками.

#### 4.8. Комбіновані машини для внесення добрив

Одним із шляхів підвищення ефективності виробництва продукції рослинництва є поєднання технологічних операцій в результаті застосування комбінованих машин. До недавнього часу основна доза мінеральних і органічних добрив вносилося в ґрунт шляхом попереднього розкидання по поверхні поля з подальшою заробкою ґрунтообробними машинами. Такий спосіб є вкрай неефективним, так як мінеральні добрива в ґрунті по глибині розподіляються нерівномірно і забезпечити їх залягання в заданих горизонтах практично неможливо, а органічні за час до закриття втрачають поживні речовини, в основному азот. Досвід виробників і результати досліджень агрономів-ґрунтознавців свідчать про те, що не тільки мінеральні, а й органічні добрива бажано і доцільно вносити на задану глибину з одночасним закриттям ґрунтом. Пояснюється це тим, що органічні добрива (особливо гній) містять велику кількість органічної речовини і мікрофлори. Під дією бактерій органічна речовина інтенсивно розкладається до аміаку, який є леткою речовиною. Щоб запобігти втратам азоту у вигляді аміаку бажано заробляти їх в ґрунт. Колоїди ґрунту заряджені від'ємно і здатні утримувати амоній, який має позитивний заряд. Нажаль, поки що відсутні технічні рішення завдяки яким можна вносити і закривати ґрунтом органічні добрива одночасно з його обробітком. Основна стримуюча проблема – це значні дози внесення (до 60 т/га). Значно простіше вирішити подібну задачу для внесення мінеральних добрив, і саме тих, які містять амонійну форму азоту.

Відомі різні конструкції обладнання для ґрунтообробних машин і комбінованих машин призначених для виконання таких операцій. Здебільшого такі способи внесення знаходять реалізацію в конструкціях плоскорізів та важких культиваторів. Часткові зміни клімату суттєво впливають і на ґрунтово-кліматичні умови виробництва. В зв'язку з цим виробники центральних регіонів України все частіше прибігають до глибокого обробітку ґрунту чизельними робочими органами, які сприяють руйнуванню підорної підшви і кращому накопиченню та утриманню вологи.

Конструкції чизельних глибокорозпушувачів є придатними для створення на їх основі комбінованих машин, шляхом обладнання їх пристосуваннями для внесення основної дози мінеральних добрив (рис. 109; рис. 6 стор. 160). Особливість вирішення такої задачі полягає в тому, що сімейство чизельних глибокорозпушувачів має різну ширину захвату, від 1,5 до 4,5 м і обладнувати їх одним оригінальним для кожної моделі бункером призведе до суттєвого зниження уніфікації ряду вузлів. В зв'язку з цим пропонується до використання уніфікований для всіх марок машин секційний бункер. Кожна секція має конструктивну ширину 0,9 м. і обладнується трьома катушковими висівними апаратами. Залежно від загальної ширини захвату глибокорозпушувача на ньому установлюється відповідна кількість секцій бункерів. Привод катушкових висівних апаратів здійснюється від спеціального колеса, яке шарнірно закріплюється до рами (рис. 109).

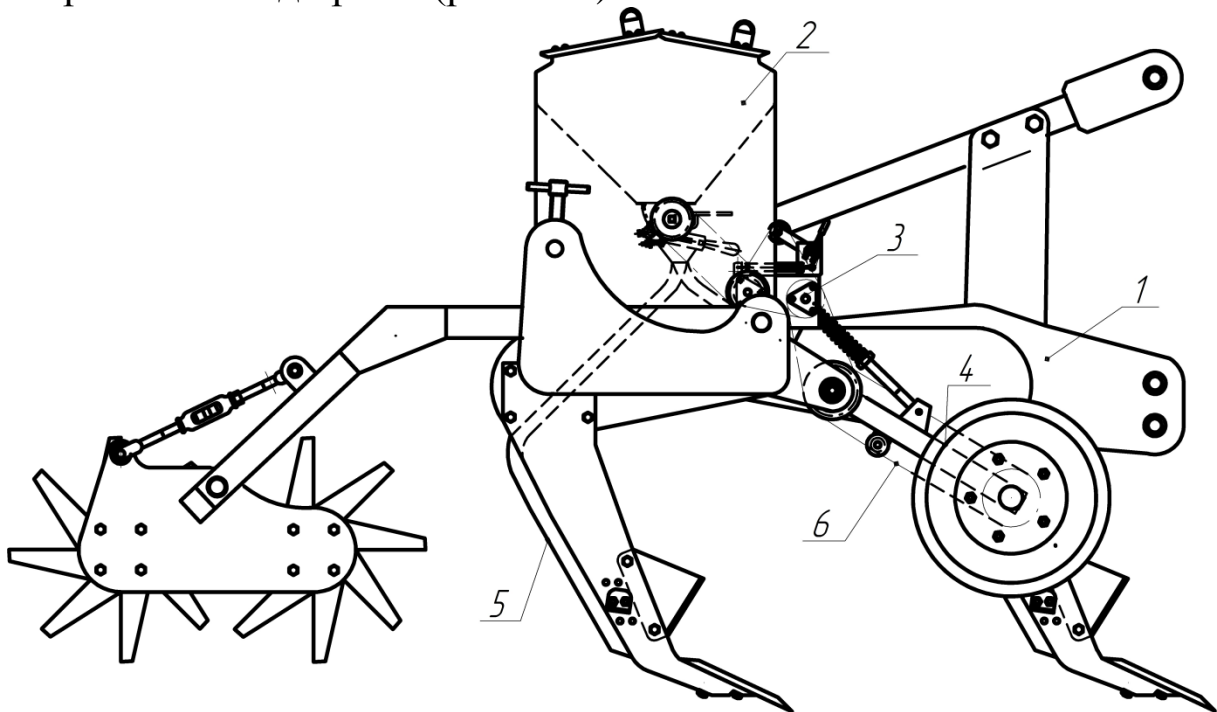


Рис. 109. Загальний вигляд глибокорозпушувача-удобрювача:

1 – глибокорозпушувач; 2 – бункер з висівними апаратами; 3 – коробка зміни передач; 4 – приводне колесо; 5 – туюковод; 6 – ланцюгові передачі

Обертний момент від зірочки закріпленої на маточині колеса передається на блок зірочок проміжного вала і далі до коробки зміни передач. Коробка зміни передач забезпечує 15 передаточних відношень. Дозування матеріалу забезпечують катушкові висівні апарати. Транспортування добрив



здійснюється по тукопроводах, верхня частина яких представляє собою армовану поліетиленову трубу, а нижня, жорстко закріплена до задньої частини стояка чизельної лапи – металева труба з загнутою верхньою частиною.

При роботі машини чизельні лапи розпушують ґрунт на задану глибину, а потік добрив, сформований висівним апаратами по тукопроводах подається в тимчасову порожнину за робочим органами, яка утворюється в результаті сколювання ґрунту.

Таким чином, добрива загортаються в ґрунт на задану глибину, де ефективно можуть бути використані в вегетаційний період культурними рослинами.

Цілком ефективним і прогресивним способом поновлення вмісту в ґрунтах поживних речовин та підживлення рослин в період вегетації є внесення КАС (карбамідо-аміачних сумішей) та інших рідких мінеральних добрив. Використання рідких добрив зменшує затрати на їх придбання та підвищує ефективність засвоювання азоту рослинами, в порівнянні з твердими добривами, від 10 до 20%.

Для виконання даних операцій з одночасним закриттям добрив ґрунт можуть використовуватися як спеціальні машини які для транспортування препаратів мають цистерни чи баки з власною ходовою системою (АВА-8, ПРД-5000) так і машини які передбачають можливість монтування баків з добривами і відповідного обладнання безпосередньо на рамах різних ґрунтообробних та посівних машин (ЕКО-600-5,6, ЕКО 600-5,4). Безумовно, другий варіант поступається першому ємкістю баків.

Машини першої групи представляють собою причіп 1, (рис. 110) який спирається на одновісний двоколісний візок 2 на рамі якого встановлений насос 3, бак 4 для рідких добрив, регулятори тиску, всмоктувальні та нагнітальні комунікації (трубопроводи) 5.

На задній частині причепа змонтована триточкова навісна система 6 за допомогою якої візок з баком з'єднується з ґрунтообробним знаряддям, в даному випадку – це культиватор 7. Рідина по трубопроводах під тиском, створеним насосом, подається під лапи культиватора і закривається ґрунтом. Агрегатується з тракторами, класу 3 (130...180 к.с.), робоча швидкість, 6...12 км/год, продуктивність 7...10 га/год, глибина

загортання добрив ґрунтом до 12 см, норма внесення добрив 150...800 л/га, об'єм цистерни 4 м<sup>3</sup>. Норма внесення добрив регулюється зміною тиску в нагнітальній комунікації. Глибина загортання – механізмами регулювання встановленими на культиваторі. З робочого в транспортне положення культиватор переводиться гідроциліндрами, які приводяться в дію від гідросистеми трактора.

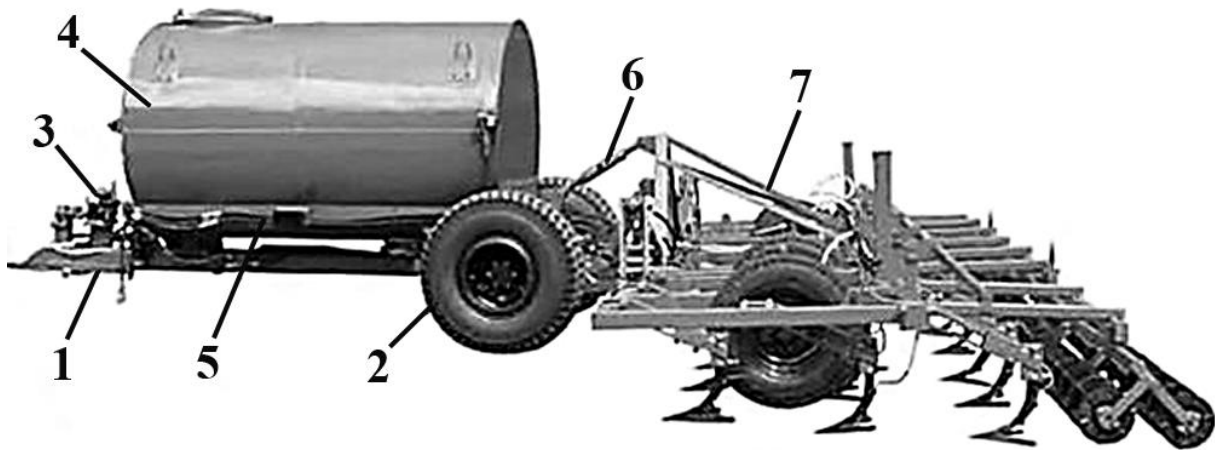


Рис. 110 Машина для внесення рідких добрив АВА-8:

1 – причіп; 2 – опорні колеса; 3 – насос; 4 – бак; 5 – трубопроводи;  
6 – триточкова навісна система; 7 – комбінований культиватор

Машини другої групи – поєднання основних конструктивних елементів обприскувачів чи підживлювачів-обприскувачів з ґрунтообробними чи посівними машинами. На основну раму таких машин закріплюється один чи декілька баків для добрив, насос, регулятор тиску, трубопроводи та інші елементи обладнання. Заповнення баків робочою сумішшю чи водою, зазвичай, здійснюється з мобільних цистерн через заливні горловини 2 баків 1 (рис. 111). В конструкції можуть використовуватися різні типи насосів 6 (поршньові, ротаційні), як і різні способи їх приводу (від гідромоторів 7 чи валу відбору потужності тракторів). При використанні самої простої конструкції обладнання для нагнітання рідини до ґрунтообробних робочих органів принцип його роботи буде наступним. Гідромотор 7, який приводиться в дію від гідросистеми трактора забезпечує обертальний рух ротора насоса 6. У всмоктувальній комунікації 13 утворюється розрідження і рідина з бака 1 через відсічний клапан 4 та фільтр 5 подається до регулятора тиску 10. Конструкція останнього передбачає можливість пропускати

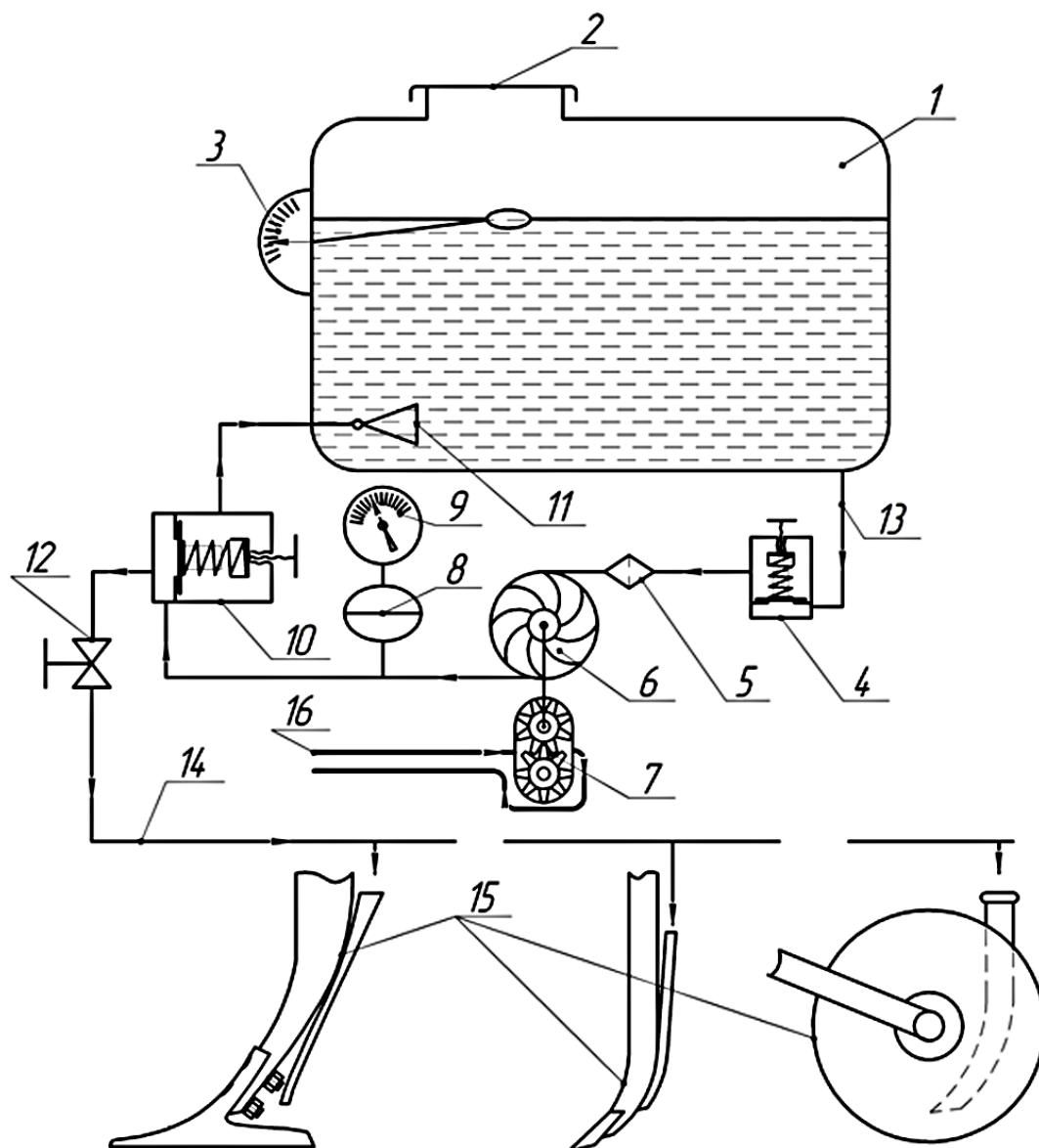


Рис. 111. Схема функціонування навісного обладнання для внесення рідких мінеральних добрив:

- 1 – бак; 2 – заливна горловина; 3 – показчик рівня рідини; 4 – відсічний клапан; 5 – фільтр; 6 – ротаційний насос; 7 – гідромотор; 8 – компенсатор; 9 – манометр; 10 – регулятор тиску; 11 – гідромішалка; 12 – кран; 13 – всмоктувальна комунікація; 14 – нагнітальна комунікація; 15 – робочі органи; 16 – гідропроводи

рідину у двох напрямках. Якщо тиск рідини в регуляторі відповідає заданому, то рідкі добрива спрямовуються в нагнітальну комунікацію і далі по трубопроводах до ґрунтообробних робочих органів де через розпилювачі, чи звичайні, трубки подаються в борізки і закриваються ґрунтом. Таким же чином добрива можуть розпилюватися по поверхні

поля і потім змішуватися з ґрунтом під дією тих же чи інших робочих органів, або розпилюватися на листо-стебельну поверхню рослин. В якості ґрунтообробних робочих органів можуть використовуватися стрілочасті лапи, долотовидні ножі-підживлювачі, дискові та інші робочі органи.

Надлишки рідини, які подаються насосом і створюють збитковий тиск в комунікації спрямовуються через клапан регулятора 10 і гідромішалку 11 в бак 1, де виконують функцію постійного змішування препарату в бакові, забезпечуючи однорідність його концентрації. Рівень тиску контролюється манометром 9, який з'єднаний з нагнітальною комунікацією через компенсатор 8. Показчик рівня рідини не є обов'язковим елементом конструкції. При використанні пластикових прозорих баків на їх поверхні передбачена шкала з позначками об'єму рідини, залежно від її рівня в бакові, на даний час. Доза внесення добрив регулюється зміною тиску в нагнітальній комунікації, встановленням розпилювачів з різними діаметрами вихідних отворів та робочою швидкістю агрегату.

На відміну від твердих органічних добрив рідку органіку можна вносити внутрішньогрунтово з одночасним закриттям. Для виконання даної операції використовуються ті ж причепи-цистерни, що і при поверхневому розкиданні, але рідина подається не на відбивач, а на розподільчий пристрій 2 (рис. 112) з якого по підживлювальних трубках 4 під тиском поступає до робочих органів 5, які і закривають її в ґрунт. До рами машини можуть закріплюватися окремі секції робочих органів на паралелограмних підвісках 6 з дисковими ножами 7 для прорізання щілини перед лапою і запобігання накопичення на її стояку рослинних решток та прикочуючим котком 3 для закриття утвореної борозни ґрунтом і запобігання випаровуванню летких амонійних сполук.

З використанням певного обладнання до рами цистерни можуть навішуватися чи причіплятися окремі типи ґрунтообробних машин, як приклад, важкі культиватори. Необхідна доза внесення добрив забезпечується тиском рідини в нагнітальній комунікації, дозуючою заслінкою перед розподільчим пристроєм, конструктивними параметрами підживлювальних трубок (їх пропускною здатністю) та робочою швидкістю агрегату.

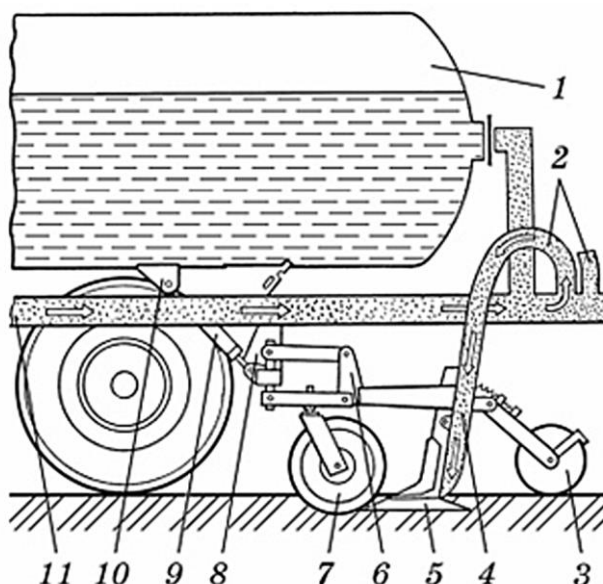


Рис. 112. Обладнання для внутрішньогрунтового внесення рідких органічних добрив:

- 1 – цистерна; 2 – розподільчий пристрій; 3 – прикочуючий коток;  
 4 – підживлювальна трубка; 5 – плоскорізальна лапа; 6 – підвіска паралелограмна; 7 – дисковий ніж; 8 – рама; 9 – гідроциліндр;  
 10 – кронштейн кріплення ґрунтообробних робочих органів;  
 11 – нагнітальна комунікація

#### 4.9. Способи контролю норм внесення добрив

На машиновипробувальних станціях для оцінки якості виконання технологічних процесів внесення добрив використовуються наступні показники:

- дотримання норм внесення добрив на одиницю площі;
- рівномірність розкидання добрив по ширині захвату машини;
- рівномірність розкидання добрив по напрямку руху машини.

Для отримання числових величин цих показників певна ділянка поля, яка відповідає передбачуваній ширині розкидання добрив, накривається мілкими піддонами розміром  $0,5 \times 1$  м. По середині ділянки залишаються не накритими дві смуги ґрунту на відстані одна від одної рівній колії трактора і причіпної машини та шириною дещо більшою за ширину коліс. Через цю ділянку поля проходить агрегат, налагоджений на відповідну норму внесення добрив, і розкидає їх. Добрива потрапляють в піддони і залишаються в них. Кількість їх в кожному піддоні зважується. Отримані результати підлягають статистичному обробітку, на основі якого робляться висновки про рівномірність розподілу добрив по площі і відповідність заданій нормі внесення. Такими

способами оцінюється якість роботи для суцільного поверхневого внесення різних видів добрив.

При внесенні добрив за допомогою туковисівних апаратів, які установлюються на сівалках чи культиваторах, визначається рівномірність їх внесення по довжині рядка і відповідність заданим нормам. В цьому випадку також використовуються піддони з тонкого металу, тільки установлюються вони один за одним по довжині умовного рядка.

Відомі і автоматизовані системи контролю норм внесення органічних мінеральних та рідких добрив.

Будова і принцип роботи цих систем аналогічна системам контролю якості виконання технологічних процесів по обробітку ґрунту. Тільки в якості перетворюючих пристроїв цих систем використовуються ємнісні датчики і пристрої (для контролю норм внесення сипучих мінеральних добрив) та датчики для фіксування витрат рідини (для контролю норм внесення рідких добрив). Ємнісні пристрої встановлюються в зонах вільного витоку сипучих добрив і представляють собою дві пластини одного конденсатора. При просипанні добрив між цими пластинами ємність конденсатора змінюється залежно від їх кількості. Відомості про зміни, які відбуваються на виході з дозуючих пристроїв, надходять у розрахунковий блок систем, обробляються і у вигляді звукових та числових сигналів висвічуються на блокові індикації в кабіні трактора. Пристрої для фіксування кількості рідини, що витікає з цистерн за час проходження машиною одиниці шляху, встановлюються безпосередньо в трубопроводах на виході з цих ємностей.

Пріоритетними напрямками удосконалення конструкцій машин для обробітку ґрунту та внесення добрив залишаються:

- підвищення продуктивності;
- зниження металомісткості у випадках де це можливо;
- зниження енергоємності процесів;
- підвищення конструктивної та технологічної надійності виконання технологічного процесу;
- підвищення якості виконання технологічного процесу;
- удосконалення та підвищення точності систем дозування витратних матеріалів, особливо з хімічними складовими;
- обладнання машин сучасними комп'ютерними системами контролю та керування технологічними процесами.

**Загальний вигляд машин впроваджених у  
виробництво на «П.П Савицький М.І.»  
конструкція яких розроблена чи удосконалена  
авторами даного посібника**



**Рис. 1. Коток –подрібнювач рослинних решток.**  
Випускається в двох модифікаціях: – для подрібнення стебел соняшнику та  
подрібнення стебел кукурудзи, соняшнику та інших рослин і бур'янів.  
(Розробники конструкції : Сало В.М., Богатирьов Д.В.)



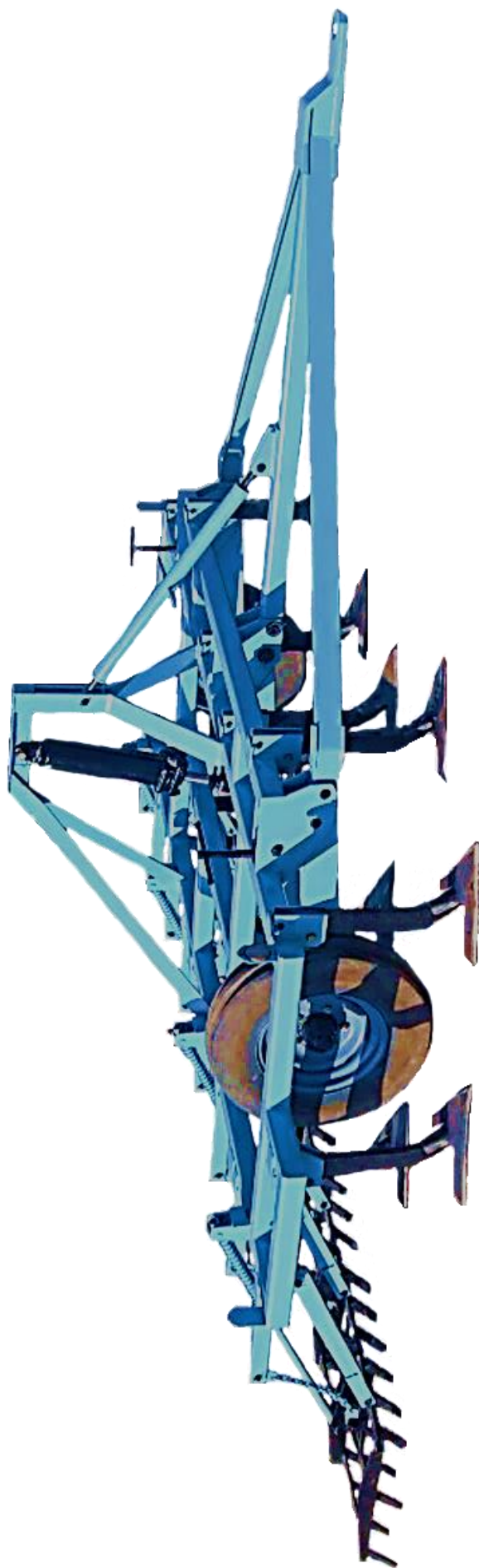


Рис. 2. Культиватор універсальний комбінований.  
Випускається в двох модифікаціях: – шириною захвату 4 та 6 м . Призначається для основного  
до 18 –и см та поверхневого обробітку ґрунту.  
(Розробник конструкції Сало В.М.)





Рис. 3. Чизельний глибокорозпушувач.

Випускається в чотирьох модифікаціях: – шириною захвату – 1,5; 2,5; 3,5; та 4,5 м.

*(Розробники конструкції : Сало В.М., Лещенко С.М.)*



Рис. 4. Паровий культиватор з удосконаленою конструкцією  
(Конструкція удосконалена Сало В.М.)



Рис. 5. Паровий комбінований, широкозахватний культиватор.  
Випускається в чотирьох модифікаціях: – шириною захвату – 7; 8; 9; та 10 м.  
(Розробник конструкції Сало В.М.)

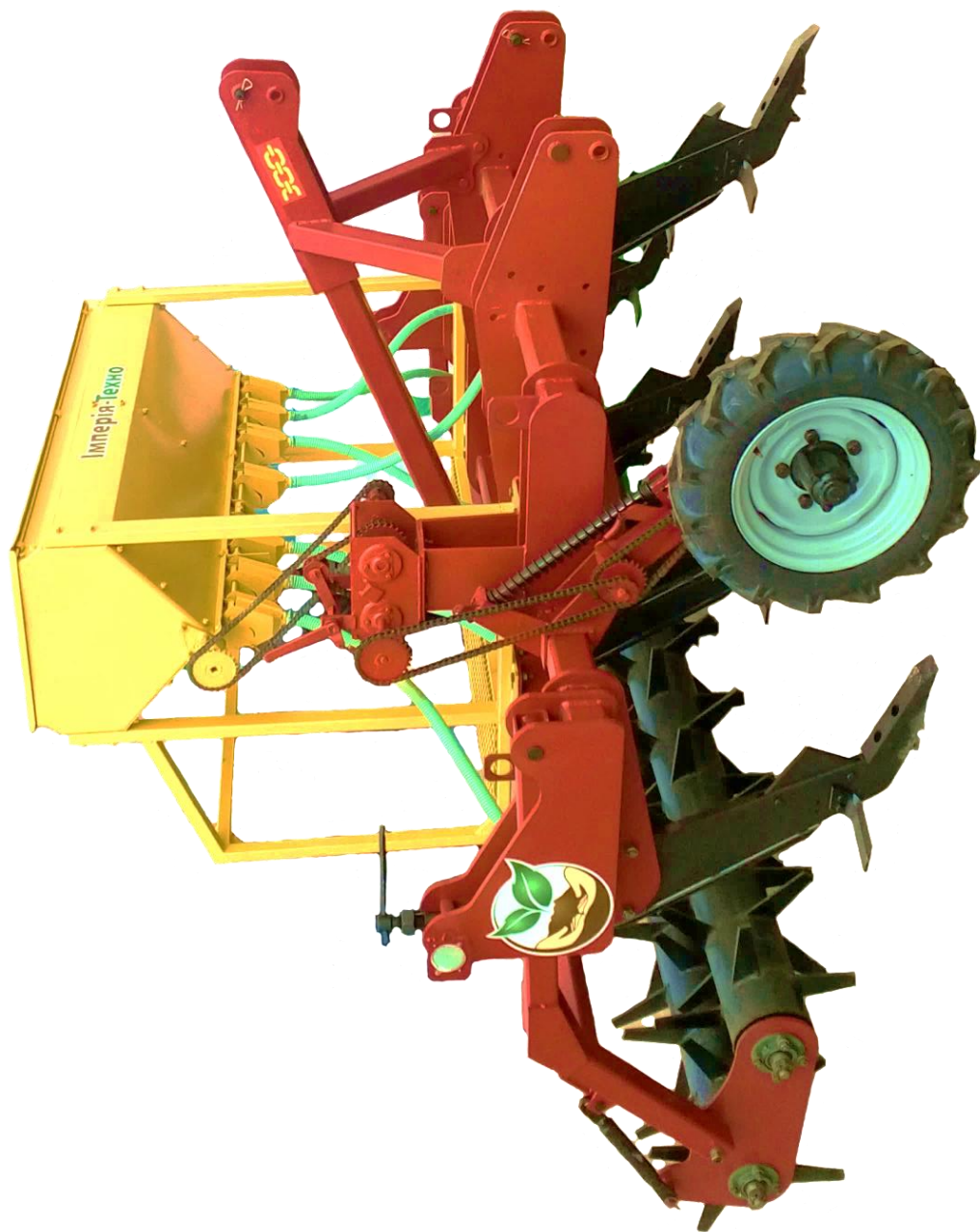


Рис. 6. Чизельний глибокорозпушувач-удобрювач.  
Випускається в чотирьох модифікаціях: – шириною захвату – 1,5; 2,5; 3,5; та 4,5м.  
(Розробник конструкції Сало В.М.)

## ПРАКТИЧНІ РОБОТИ

### Загальна інформація

Головними задачами, на вирішення яких спрямований матеріал даних практичних робіт, є:


- надання студентам в розрізі описового курсу навичок в користуванні найбільш поширеними в світовій практиці за конструктивними рішеннями сільськогосподарськими машинами на прикладі окремих промислових зразків вітчизняного виробництва;
- вивчення умов функціонування сільськогосподарської техніки;
- засвоєння особливостей роботи окремих вузлів, які за конструктивним рішенням мають значне поширення в світовій практиці.

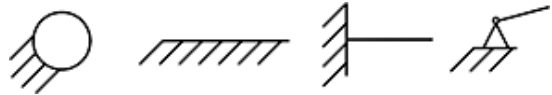
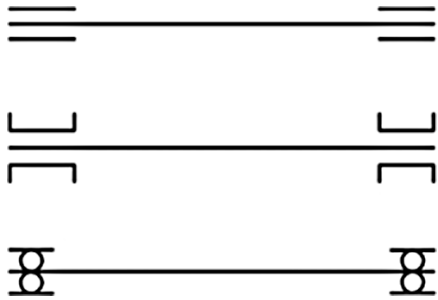
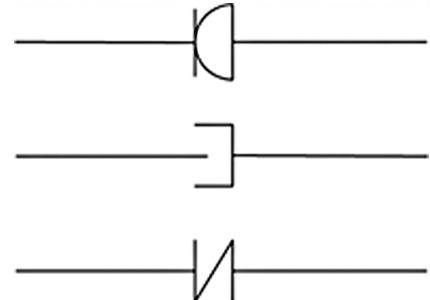
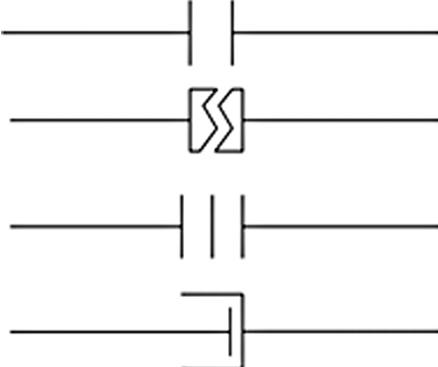
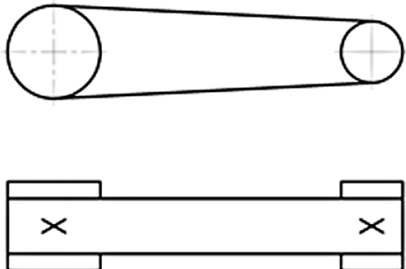
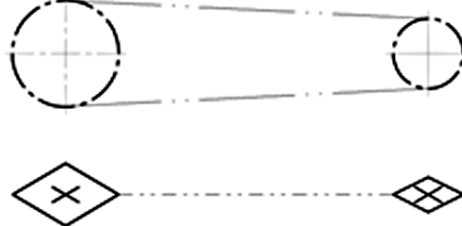
Будова та основні регулювання всіх сільськогосподарських машин в достатній мірі для споживача описуються в інструкціях по їх експлуатації, довідниках для спеціалістів, учбових посібниках та підручниках. Але в більшості випадків ця інформація представлена у вигляді принципових схем машин і окремих їх механізмів та вузлів. Для безпомилкового розуміння даних схем необхідний мінімальний обсяг знань про загальноприйняті конструктивні позначення основних стандартних деталей, сукупності яких складають окремі вузли і механізми машин.

В зв'язку з цим, перед початком вивчення конструкції та принципу роботи будь-якої сільськогосподарської машини студентам рекомендується ознайомитися з представленою нижче інформацією.

Таблиця 1



### Умовні графічні позначення окремих елементів кінематичних схем

Вал, вісь, шатун і т.п. (позначається на схемах римськими цифрами)	
--	--

<p>Нерухомі елементи конструкції (частина контуру штрихується)</p>	
<p>Підшипники ковзання та кочення на валах, осях:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- без уточнення типу</li> <li>- підшипники ковзання (загальне позначення)</li> <li>- підшипники кочення (загальне позначення)</li> </ul>	
<p>З'єднання двох валів:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- шарнірне</li> <li>- телескопічне</li> <li>- еластичне</li> </ul>	
<p>Муфти зчеплення:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- загальне позначення</li> <li>- муфти кулачкові</li> <li>- муфти фрикційні двобічні</li> <li>- муфти однобічні дискові</li> </ul>	
<p>Пасові передачі (без уточнення типу)</p>	
<p>Передачі ланцюгові (без уточнення типу)</p>	



Передачі зубчасті, циліндричні зовнішнього з'єднання (без уточнення типу зубів)	
Передачі зубчасті конічні	
З'єднання елементів передач з валами, осями: - з передачею крутного моменту - без передачі крутного моменту	
Блоки зірочок зубчастих коліс	
Блоки зірочок, зубчастих колес з можливістю їх поздовжнього переміщення на валу, осі	
Черв'ячна передача	
Гайка на гвинтові, який передає рух	

Пружини: - стиснення - розтягу	
Напрямки руху елементів конструкції	

**Примітка:** Для студентів різних напрямів підготовки обсяги індивідуальних практичних завдань по кожній практичній роботі визначаються викладачем

### Практична робота №1

#### З'ЄДНАННЯ НАЧІПНИХ ПЛУГІВ З ЗАСОБАМИ АГРЕГАТУВАННЯ ТА ЇХ ОСНОВНІ РЕГУЛЮВАННЯ ПО ЗАБЕЗПЕЧЕННЮ ЯКІСНОЇ ОРАНКИ

**Мета роботи:** Вивчити будову начіпного пристрою тракторів, отримати практичні навички налагодження начіпних плугів на необхідну глибину оранки та якісне виконання ними технологічного процесу.

**Обладнання, прилади та інструменти:** лабораторний стенд з начіпною системою трактора, плуг ПЛН-3-35, дерев'яні бруски різних розмірів.

#### Короткі теоретичні відомості

З'єднання начіпних сільськогосподарських машин з засобами агрегування (тракторами) здійснюється за допомогою їх начіпного пристрою, який дає змогу передавати зусилля необхідне для переміщення робочої машини, переводити її з транспортного положення в робоче і навпаки, виконувати необхідні регулювання з метою забезпечення стійкого переміщення знарядь в робочому положенні.



Начіпний пристрій (рис. 1, 2) тракторів представляє собою шарнірно-важільний механізм з приводом від гідравлічного циліндра 3, встановленого на остові трактора 2. Основними складовими частинами пристрою є нижні поздовжні 10 і 11 та верхня центральна тяга 9, підіймальні важелі 6 жорстко з'єднані з віссю 5, як і важіль 4, розкоси 7, 8, та блокуючий пристрій у вигляді кронштейнів з ланцюгами 12, що обмежують поперечне розкачування нижніх тяг (на рис. 1 не показані).

В поздовжньо-вертикальній площині начіпний пристрій має вигляд шарнірного чотирикутника АВ(С) ДЄ(Ж) з єдиною нерухомою стороною (рис. 2, а) ДЄ(Ж), якою є корпус трактора 2.

Рухомими сторонами чотирикутника є дві нижні 10, 11 і центральна 9 тяги та умовна площина 1 (рис. 2, б) представлена трикутником АВС, якою може бути рамка навісної системи плуга, якщо з'єднання з трактором здійснюється за допомогою автоматичного начіпного

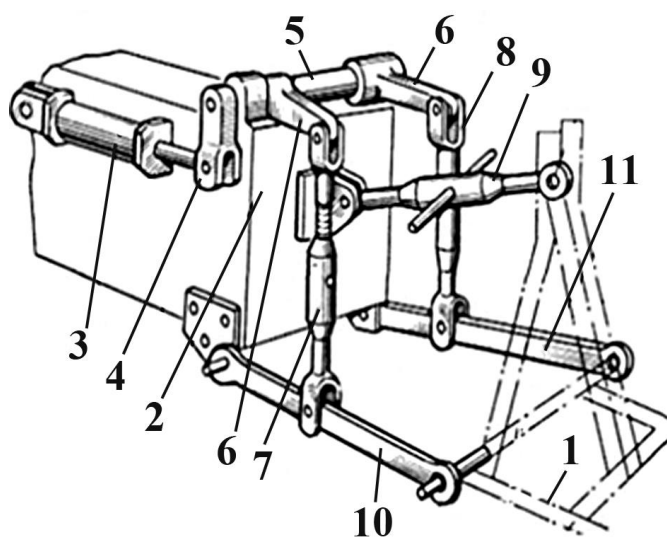


Рис. 1. Загальний вигляд начіпного пристрою трактора

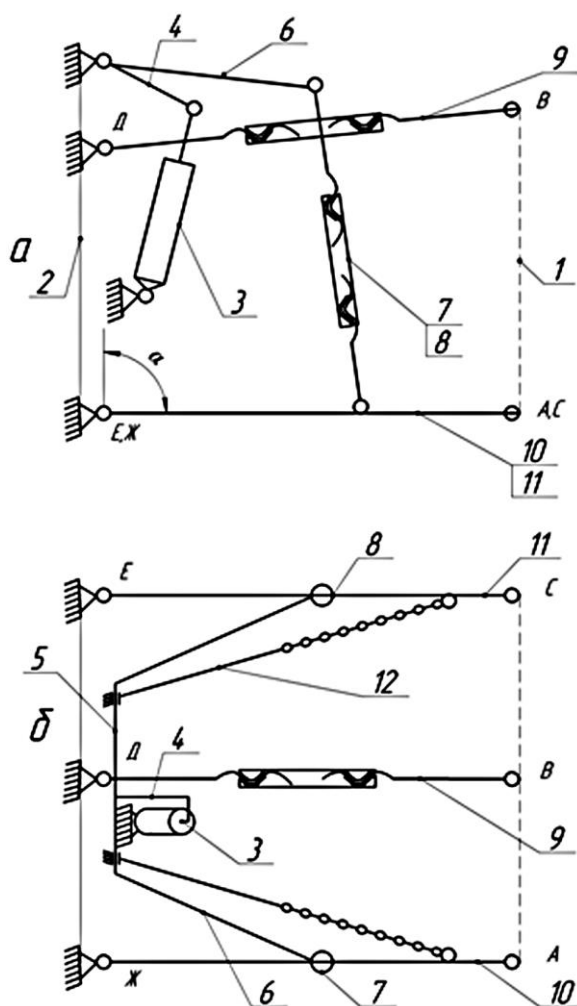


Рис. 2. Схема начіпного пристрою:

а – в вертикальній,  
б – в горизонтальній площині

пристрою, яким обладнується робоча машина, або ж кронштейни машини, з якими з'єднуються тяги 9, 10 і 11.

Всі сторони чотирикутника з'єднуються між собою за допомогою сферичних шарнірів, що забезпечують незначні переміщення робочої машини в горизонтальній та вертикальній площині.

Це необхідно при обробітці полів по непрямолінійних борознах і частих незначних змінах напрямку руху.

При постійному вертикальному положенні площини трикутника ДЄЖ, однаковій довжині сторін ДВ і ЄС (ЖА) і зміні кута їх нахилу до поверхні ґрунту положення площини з трикутником АВС завжди буде вертикальним, а значить і положення робочої машини по відношенню до поверхні ґрунту буде незмінним, що є одною із умов якісного виконання технологічного процесу.

Для переведення машини в транспортне положення в силовий циліндр 3 начіпного пристрою під високим тиском подається мастило з гідравлічної системи трактора, яке переміщує поршень зі штоком і передає зусилля через важіль 4 на важелі 6. Важелі підіймаються і через розкоси 7, 8 підіймають нижні тяги 10, 11, а разом з ними і робочу машину. В робоче положення машина переводиться під дією власної ваги.

### **Налагодження начіпного плуга на задану глибину обробітку ґрунту**

Налагодження плугів на задану глибину оранки здійснюється на рівному майданчику в наступній послідовності. Плуг з'єднується з начіпним пристроєм трактора. Потім трактором всіма чотирма колесами заїзжають на дерев'яні чи інші підмостки 4 (рис. 3), висота яких відповідає глибині оранки, а під колесо 2 механізму регулювання підкладають дерев'яний брусок 5 товщиною на 1...2 см тонший, ніж задана глибина оранки. Це пов'язано з деформацією ґрунту під тиском з боку колеса, його просідання і збільшення реальної глибини оранки на величину просідання. За допомогою гвинтового механізму регулювання 3 плуг опускають до зіткнення його з поверхнею майданчика. При цьому леза лемешів передніх і задніх корпусів 1 повинні щільно прилягати до поверхні майданчика.

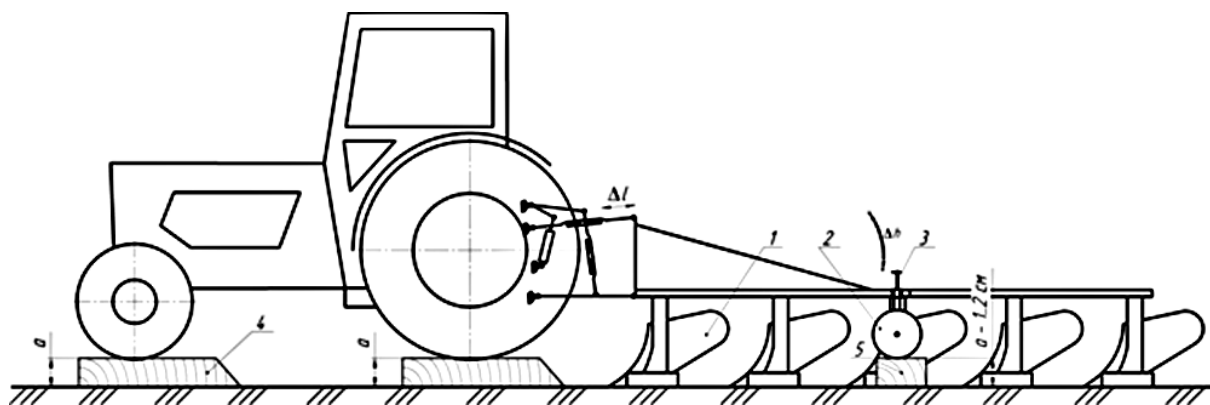


Рис. 3. Схема розташування ґрунтообробного агрегату при налагодженні його на необхідну глибину оранки

Якщо на корпусах установлені долотовидні лемеші, то до поверхні майданчика повинні дотикатися носки лемешів, а їх леза повинні займати положення паралельне поверхні. Якщо лемеші передніх чи задніх корпусів не займають вказаного положення, то плуг вважається не відрегульованим в поздовжньо-вертикальній площині і в цьому випадку заглиблення передніх і задніх корпусів буде різним. При нахилі рами плуга вперед передні корпуси будуть обробляти ґрунт на глибину більшу, ніж задана, а при нахилі рами назад плуг буде виглиблюватися з ґрунту. Поздовжнє перекошування рами можна усунути зміною довжини верхньої 9 центральної тяги начіпного пристрою трактора, що передбачено її конструкцією. Вона складається з двох гвинтів, які мають різну (ліву і праву) різьбу і з'єднуються між собою порожнистою гайкою. При провертанні гайки в різному напрямку довжина тяги збільшується або зменшується. Аналогічну будову мають розкоси.

Крім поздовжнього може бути і поперечне перекошування рами плуга. В цьому випадку буде нерівномірна глибина оранки різними корпусами по ширині захвату плуга. Поперечне перекошування плуга усувається, в більшості випадків, зміною довжини правого розкосу 8. Зміну довжини лівого 7 розкосу застосовують досить рідко.

При роботі з начіпним трикорпусним плугом, праві колеса трактора переміщуються по борозні нижче лівих на глибину оранки. В цьому випадку налагодження плуга на задану глибину оранки здійснюється наступним чином. На дерев'яний брусок наїжджають тільки лівими колесами трактора. Потім опускають плуг до зіткнення корпусів з поверхнею майданчика, а потім

регулюють плуг в горизонтальній і вертикальній площині. Кінцеве, більш точне регулювання плуга на задану глибину оранки і ширину захвату виконують в полі за результатами перших контрольних замірів реальної глибини обробітку.

### **Порядок виконання роботи**

1. Ознайомитися з теоретичними відомостями, що містяться в методичних вказівках.
2. Вивчити будову начіпного пристрою.
3. Використовуючи лабораторний стенд з плугом ПЛН-3-35 налагодити плуг на задану викладачем глибину оранки і виконати необхідні регулювання плуга в вертикальній та горизонтальній площинах.

### **Зміст звіту**

1. Привести схему начіпного пристрою і описати порядок налагодження плуга на задану глибину оранки.
2. Описати регулювання, які виконуються за допомогою начіпного пристрою, привести порядок їх виконання.

### **Контрольні запитання**

1. Якими типами корпусів обладнуються плуги?
2. Як усунути перекошування рами плуга у горизонтальній та вертикальній площинах?
3. Яка послідовність регулювання плуга на задану глибину обробітку?
4. Чим конструктивно відрізняється корпус плуга від передплужника?
5. Яке призначення польової дошки, дискового ножа?
6. Що представляє собою механізм регулювання глибини обробітку ґрунту?
7. З яких конструктивних елементів складається корпус плуга?
8. З яких конструктивних елементів складається навісний пристрій трактора та яке їх функціональне призначення?

## Практична робота №2

### БУДОВА, ПРОЦЕС РОБОТИ ТА ОСНОВНІ РЕГУЛЮВАННЯ ОБОРОТНИХ ПЛУГІВ

**Мета роботи:** Вивчити будову та процес роботи оборотного плуга, отримати практичні навички налагодження оборотних плугів на необхідну глибину оранки та якісне виконання ними технологічного процесу.

**Обладнання, прилади та інструменти:** інструкції з експлуатації оборотних плугів, оборотний плуг, дерев'яні бруски різних розмірів, вимірювальний інструмент (лінійка, рулетка).

#### Короткі теоретичні відомості

Гладкою оранкою називається оранка без звальних гребенів і розвальних борозен. Зоране таким способом поле має більш вирівняну поверхню, що створює сприятливі умови для росту рослин та для виконання наступних технологічних операцій. Реалізація гладкої оранки дозволяє підвищити врожайність та продуктивність машин під час основного обробітку на 10-15%. Для гладкої оранки використовують оборотні, фронтальні, поворотні, клавійні і балансирні плуги.

За кордоном, а останнім часом і в Україні, все частіше для відвальної оранки використовують оборотні плуги з різною кількістю пар корпусів та можливістю роботи в агрегаті із іншими знаряддями. Характерною відмінністю оборотних плугів є одночасна наявність право- та лівообертаючих корпусів аналогічної конструкції, які працюють по чергово в залежності від напрямку руху агрегату, що дозволяє рухаючись човниковим способом скидати вирізану лемішно-полицевою поверхнею скибу постійно в сторону обробленого поля (рис. 1). При роботі оборотного плуга не потрібно проводити розбивку поля на загінки. Проте основним недоліком таких плугів є підвищена матеріалоємність (в 1,3–1,6 разів), ускладненість конструкції, наявність додаткових механізмів для повороту рами.

Для оборотних плугів провідних закордонних виробників (Lemken, KUNN, John Deere, Vogel & Noot, Maschio-Gaspardo, Gregoire Besson та ін.) із кількістю корпусів більше п'яти раму виконують роз'ємною із шарнірним з'єднанням передньої і задньої частин між собою для більш плавного копіювання

рельєфу поля (рис.2).

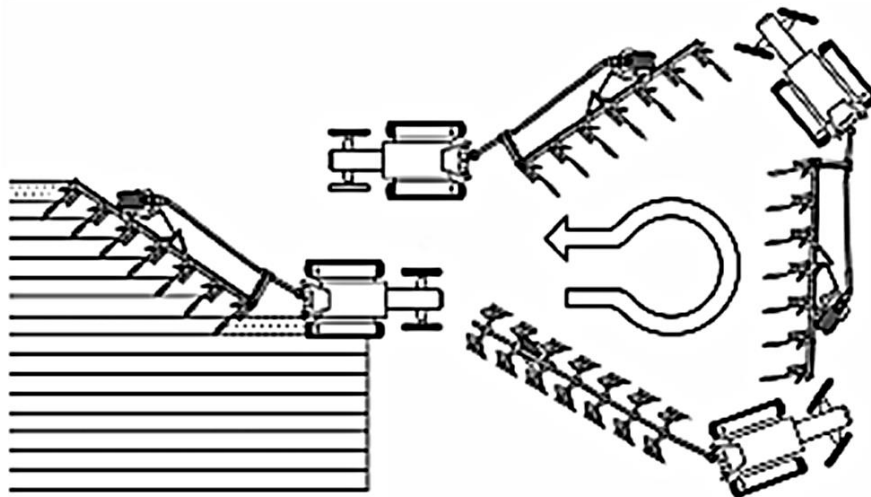


Рис. 1. Схема руху агрегату з оборотним плугом під час виконання розвороту

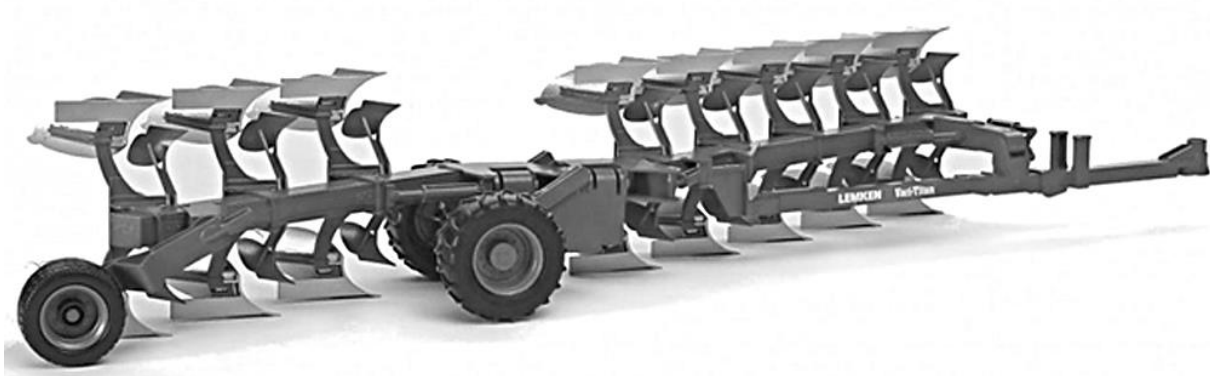


Рис.2. Загальний вигляд оборотних плугів з роз'ємною рамою

Заднє опорне колесо в таких плугах має механічне або гідравлічне регулювання і закріплено до рами шарнірно, крім того в них передбачена можливість автоматичного контролю глибини оранки і тягового зусилля та різні варіанти запобіжників від перевантаження (механічні і гідравлічні). В транспортному положенні поворотна рама плуга з корпусами фіксується в горизонтальному положенні. Зубчасто-рейкові механізми обертання плуга приводяться в дію двома гідроциліндрами і забезпечують роботу з постійним зусиллям та без ривків в ході циклу переведення плуга із одного робочого положення в інше. Оборотні плуги можуть бути обладнані різними типами плужних корпусів, відвалів і передплужників, які адаптовані до всіх типів ґрунтів і рослинного покриву поля.

**Оборотні плуги «Vari-Diamant» і «Euro-Diamant» фірми Lemken (Німеччина)** (рис. 3) призначені для гладкої оранки

ґрунтів за будь-яких ґрунтово-кліматичних умов.



Рис. 3. Загальний вигляд оборотних плугів фірми Lemken (Німеччина)

Корпус плуга в таких машинах захищений від перевантаження за допомогою запобіжного зрізного болта. Крім цього, на секціях корпусів таких оборотних плугів встановлюється механізм автоматичного тандемного перевантажувального запобіжника неперервної дії (Нон-Стоп «ТАНДЕМ»), що дозволяє під час потрапляння корпусу плуга на будь-яку перешкоду відхилитися вгору, а після проходження перешкоди самостійно повертатися у вихідне робоче положення.

В конструкції таких оборотних плугів вперше ширину захвату плуга почали встановлювати безступінчасто. Діапазон установки складає 25–55 см. на кожен корпус, а зміна ширини захвату відбувається гідравлічним циліндром.

**Навісні та напівнавісні плуги типу ПОН та ППО** виробництво «Уманьферммаш» (Україна) та «Алмаз» (Росія) (рис. 4) є одними із найбільш сучасних машин для основного відвального обробітку ґрунту, що виготовляються в країнах колишнього СРСР.

Плуги типу ПОН та ППО призначені для гладкої оранки незасмічених камінням ґрунтів із питомим опором до 0,09 МПа, твердістю до 3,0 МПа та на глибину 20...30 см. Робоча швидкість цих плугів до 9 км/год. Основними робочими органами таких плугів є право- і лівообертаючі корпуси культурної форми полицевої поверхні шириною захвату 35 см.

Для регулювання глибин оранки плугами ППО служить механізм передній опорний 5 (рис. 5) та опорно-транспортний механізм (рис. 7).

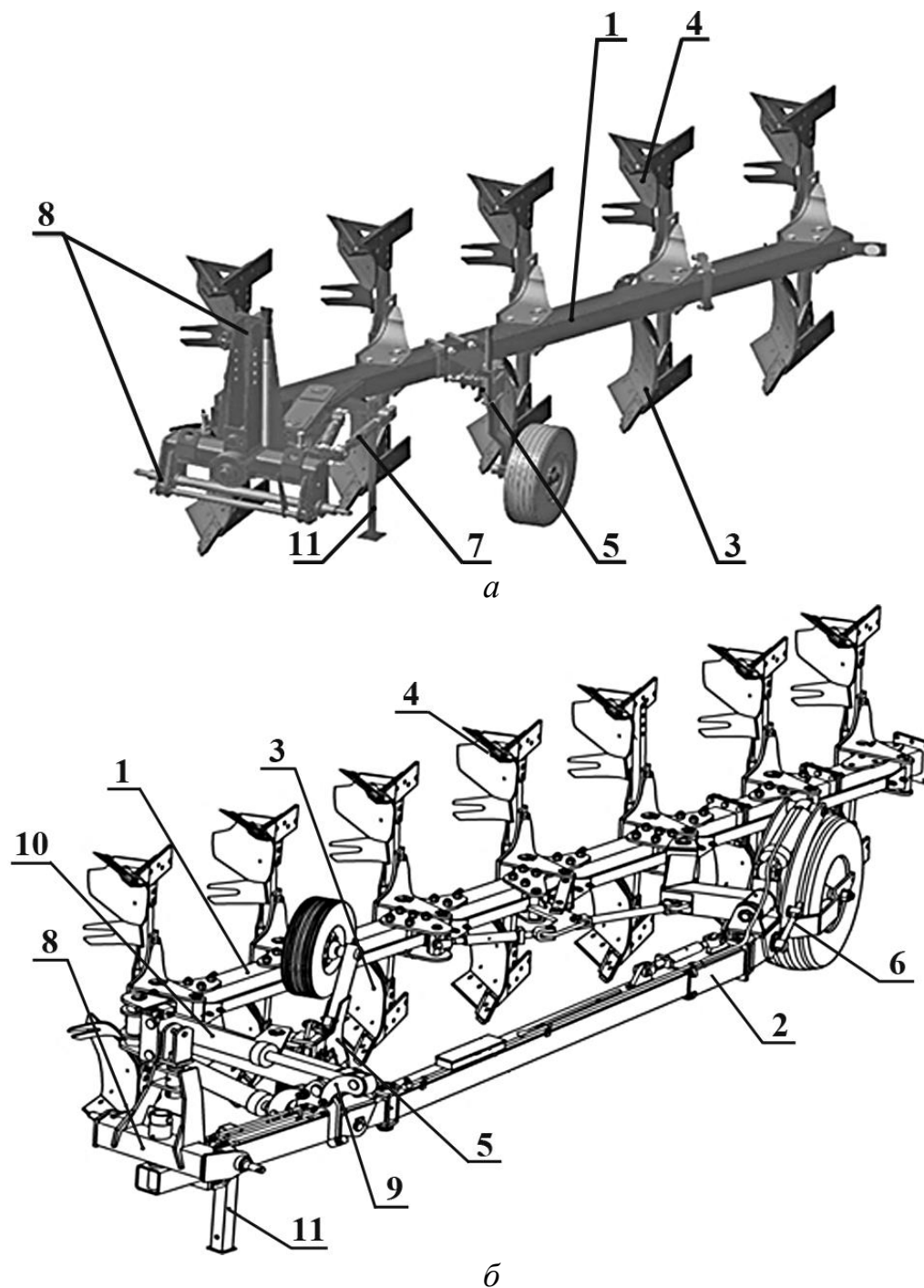


Рис. 4. Загальний вигляд плугів ПОН (а) та ППО (б):

1 – рама оборотна; 2 – рама основна; 3 – корпус правий; 4 – корпус лівий;  
 5 – механізм передній упорний; 6 – механізм заднього польового колеса;  
 7 – механізм зміни ширини захвату; 8 – навіска; 9 – механізм обертання  
 плуга; 10 – гідросистема; 11 – лапка упорна

Глибина оранки регулюється упором 3. На стоякові 2 встановлюються два пневматичних колеса в зборі 4, які стопоряться упорними болтами 6. Стойки закріплюються в тримачеві 1 за допомогою пальця 5.



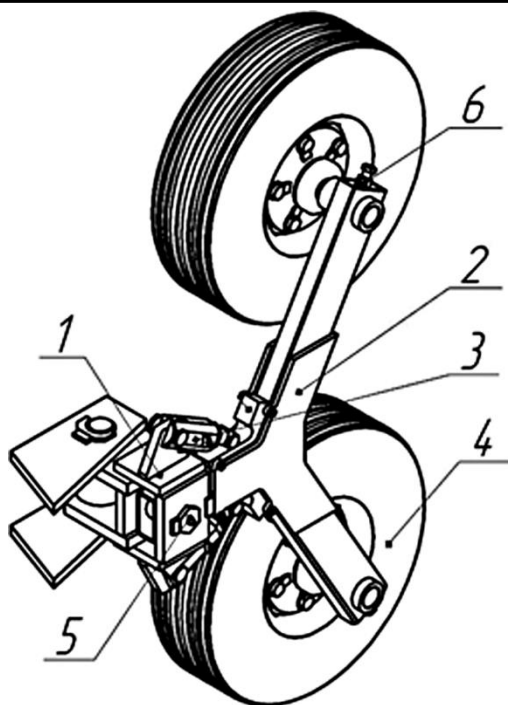


Рис. 5. Механізм передній упорний плуга ППО:

1 – тримач; 2 – стояк; 3 – упор; 4 – колесо в зборі; 5 – палець;  
6 – упорний болт

Механізм обертання 9 (рис. 4 б) служить для обертання рами плуга з корпусами на кут  $180^\circ$ . Під час цього відносно поздовжньої балки 2 відбувається обертання рами 1 за рахунок гідросистеми 10.

Механізм обертання (рис. 6) складається із двох гідроциліндрів, двох важелів 2 і 3, а також балок 4 і 5, які шарнірно з'єднують основну і поздовжню балки плуга. Гідроциліндри з'єднані з гідросистемою трактора.

Механізм працює наступним чином: спочатку починає працювати один із гідроциліндрів (той, що знаходиться у втягнутому положенні) на виштовхування, при цьому відбувається провертання рами на кут  $95^\circ$ . Далі провертання відбувається за рахунок сил інерції та ваги плуга. Другий гідроциліндр, який працює на втягування, служить для опускання плуга до упора. Положення рами регулюються за допомогою упорних болтів 9.

Опорно-транспортний механізм (рис. 7) призначено для переведення плуга із робочого положення в транспортне і установки глибини оранки. Підймання плуга в транспортне положення здійснюється за допомогою гідроциліндра, який встановлено між тримачем 1 і стояком 3 польового колеса 4. При

висуванні штока циліндра відбувається підймання плуга, а при «плаваючому» положенні плуг під власною вагою опускається в робоче положення. Глибина оранки плуга регулюється гвинтом 8, установленим між пальцями 6 і 7. Колесо пневматичне 4 опорно-транспортного механізму призначено для регулювання глибини оранки та транспортування. При зміні ширини захвату плуга колесо самовстановлюється паралельно напрямку руху.

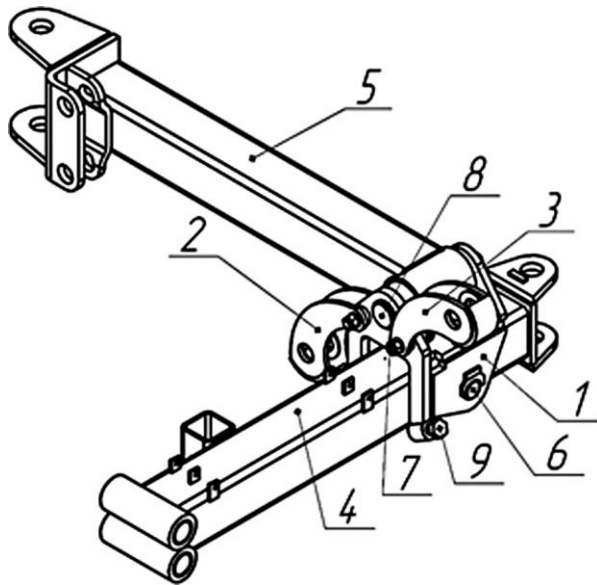


Рис. 6. Механізм обертання плуга:

1 – тримач; 2, 3 – важіль; 4 – балка;  
5 – балка поперечна; 6, 7 – палець;  
8 – вісь; 9 – болт упорний

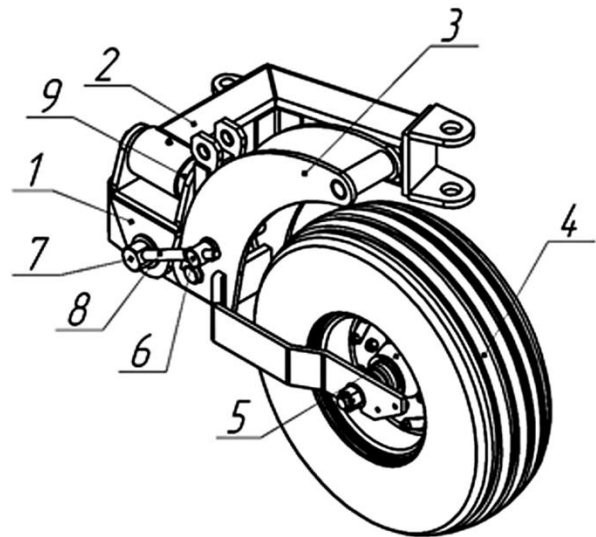


Рис. 7. Опорно-транспортний механізм:

1 – тримач; 2 – консоль; 3 – стояк  
польового колеса; 4 – колесо  
пневматичне; 5 – маточина з віссю;  
6, 7 – палець; 8 – гвинт; 9 – вісь

Для забезпечення необхідних режимів роботи, які гарантують якісні показники оранки в залежності від конкретних ґрунтово-кліматичних умов і глибини оранки, в конструкції плуга передбачена можливість оперативної зміни ширини захвату. Регулювання ширини захвату плуга проводиться за допомогою стяжки і здійснюється за рахунок зміни перекриття між корпусами з одночасною зміною кута між тяговим і несучим брусом рами.

### Налагодження оборотних плугів на роботу

Навісна система тракторів при агрегуванні з оборотними плугами повинна бути зафіксована по триточковій системі тяг. Рекомендована відстань між задніми колесами трактора повинна складати 1,3–1,5 м. Для приєднання плуга до трактора необхідно

під'їхати на малій швидкості заднім ходом до плуга таким чином, щоб пальці приєднувальної осі співпали із отворами нижніх поздовжніх тяг навіски трактора. Після з'єднання трактора з плугом необхідно зафіксувати нижні поздовжні тяги з допомогою фіксаторів. Обмежувальні ланцюги навісної системи трактора повинні бути натягнутими для блокування нижніх тяг від горизонтальних переміщень. Верхню центральну тягу встановлюють у верхній центральний отвір причіпного пристрою плуга таким чином, щоб по напрямку до плуга вона була злегка піднятою, і фіксують її пальцем. Далі з'єднують гідросистему плуга і трактора за допомогою швидкоз'єднувальних розривних муфт. При роботі гідравлічна система трактора повинна бути перемкнута на регулювання тягового зусилля або ж на змішане регулювання.

Довжину верхньої центральної тяги регулюють обертанням наскільки, щоб передня частина плуга, який стоїть на рівній поверхні, була трішки вище задньої (від 1 до 3 см). Опорне колесо повинно встановлюватись так, як цього вимагає запланована робоча глибина.

Установка лінії тяги трактор – плуг здійснюється за допомогою внутрішньої стяжної муфти 3 (рис. 8). За допомогою цього регулювання усувається бокове зміщення агрегату і встановлюється оптимальне положення точки прикладання тягового зусилля, що сприяє зниженню буксування і зменшенню витрат пального.

Ширина передньої борозни регулюється положенням стяжної муфти 1 на рамі плуга (рис. 8). Замість стяжної муфти може використовуватись гідравлічний циліндр подвійної дії, за допомогою якого ширина передньої борозни може змінюватись з кабіни трактора.

Глибина ходу корпусів регулюється за допомогою гвинтового механізму опорного колеса. Плуг з'єднується з трактором за схемою, яка передбачає рух правих коліс по відкритій борозні, що утворена проходженням останнього корпусу при попередньому проходженні агрегату. При цьому триточкова навісна система трактора має бути симетрично встановлена відносно його поздовжньої осі. Якщо поворотне опорне колесо оборотного плуга встановлене в задній частині

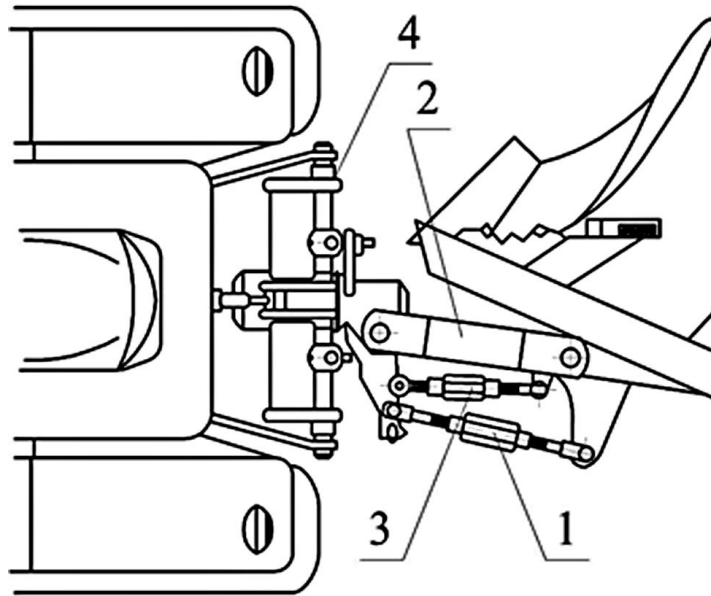


Рис. 8. Схема механізмів регулювання лінії тяги та ширини захвату корпусів оборотних плугів:

1 – стяжна муфта регулювання ширини захвату корпусів; 2 – головна тяга рами плуга; 3 – внутрішня стяжна муфта; 4 – навісна система трактора

рами, то для забезпечення потрібного копіювання плугом поверхні поля в напрямку руху агрегату передню частину рами плуга утримують від надмірного заглиблення (вимілення) за допомогою встановленої на тракторі системи позиційного (силового або комбінованого) регулювання положення начіпного механізму трактора. Якщо такої системи на тракторі немає, то передню частину рами плуга утримують у робочому положенні за допомогою пристрою, який установлюють на начіпній системі трактора.

### Порядок виконання роботи

1. Ознайомитися з теоретичними відомостями, що містяться в методичних вказівках.
2. Вивчити будову та технологічний процес роботи оборотних плугів.
3. Налаштувати оборотний плуг на задану викладачем глибину оранки і ширину захвату корпусів та виконати необхідні регулювання плуга для забезпечення якісних показників роботи.

## **Зміст звіту**

1. Привести схему регулювання ширини захвату, обертання плуга і описати порядок налагодження плуга на задану глибину оранки та регулювання запобіжного пристрою.
2. Описати регулювання, які виконуються за допомогою начіпного пристрою, привести порядок їх виконання.

### **Контрольні запитання**

1. Чим відрізняється конструкція оборотних плугів від звичайних навісних?
2. Які особливості виконання технологічного процесу оборотними плугами?
3. Як здійснюється регулювання ширини захвату корпусів на оборотних плугах?
4. Як працює механізм обертання плуга?
5. Як працює опорно-транспортний механізм?
6. В чому основна конструктивна різниця між плугами марки ПОН та ППО?

## **Практична робота №3**

### **БУДОВА, ПРОЦЕС РОБОТИ ТА ОСНОВНІ РЕГУЛЮВАННЯ КОМБІНОВАНОГО ЧИЗЕЛЯ**

**Мета роботи:** Вивчити будову машин для безвідвального обробітку ґрунту на прикладі комбінованого чизеля, отримати практичні навички налагодження чизеля на необхідну глибину обробки та якісне виконання технологічного процесу залежно від умов роботи.

**Обладнання, прилади та інструменти:** комбінований чизель ЧН-3,5, чизельна лапа в зборі, набір слюсарного інструменту.

### **Короткі теоретичні відомості**

Відвальна оранка, крім значної енергоємності процесу, загострює прояви вітрової та водної ерозії, призводить до утворення ущільненої підорної подошви, сприяє швидкій втраті вологи в обробленому шарі, забезпечує руйнування біологічно-цінних структурних агрегатів ґрунту, що зрештою призводить до переущільнення земель аграрного призначення та суттєвого

зниження родючості. Альтернативою технології відвального обробітку ґрунту є безвідвальний, який характеризується глибоким розпушуванням без обертання скиби ґрунту.

Основними перевагами безвідвальних способів обробітку ґрунту є можливість забезпечення високих врожаїв, значно нижчі затрати на проведення операцій та вища продуктивність (порівняно із оранкою плугом), захист від ерозій, створення передумов для реалізації системи ґрунтозахисних технологій тощо. Проте слід відзначити і недоліки безвідвальних технологій, які не дозволяють сьогодні повністю відмовитися від традиційної оранки, серед яких – збільшення затрат на захист рослин і боротьбу із бур'янами (можливе в перші роки застосування чизельного обробітку), необхідність мати у господарстві комплекс машин для реалізації решти етапів технологій вирощування (наприклад сівалок для прямого посіву та ін.).

Чизельний обробіток відноситься до безвідвальних ґрунтозахисних технологій, що забезпечує смугове розпушування ґрунту, і зважаючи на передовий досвід розвинених країн, набуває широкого розповсюдження. З допомогою чизельних робочих органів відбувається неповне підрізання оброблюваного ґрунтового шару без утворення суцільного дна борозни. Такий спосіб обробітку руйнує ущільнену підорну «підощву», сприяє покращенню водного і повітряного режимів ґрунту, знижує ерозію ґрунтів, забезпечує проникнення коріння рослин у нижні горизонти, суттєво покращує умови аерації та інфільтрації (рис. 1).

Основними робочими органами машин і знарядь для чизелювання є чизельна розпушувальна лапа. Для покращення рівномірності розпушування ґрунту по глибині на її стояк встановлюють змінні стрілчасті лапи або закрilки, від глибини роботи та щільності розміщення яких змінюється не лише якість обробітку, а й енергоємність процесу. Залежно від глибини обробітку розрізняють: чизель-культиватори (глибина розпушування 16–25 см), чизель-плуги (глибина розпушування до 40–45 см), чизель-глибокорозпушувачі (до 60 см).

Згідно з існуючими рекомендаціями чизельні агрегати необхідно використовувати на переущільнених чи важких глинистих ґрунтах та на полях із нахилом поверхні більше 3°. Насамперед чизельний та плоскорізний обробіток повинен проводитись при оптимальній вологості (до 30% та твердості до

3,5 МПа), за якої забезпечується задовільне кришення ґрунту без утворення глиб та досягається стійкий хід робочих органів. Під час проведення розпушування основну масу повинні складати фракції розміром до 50 мм.

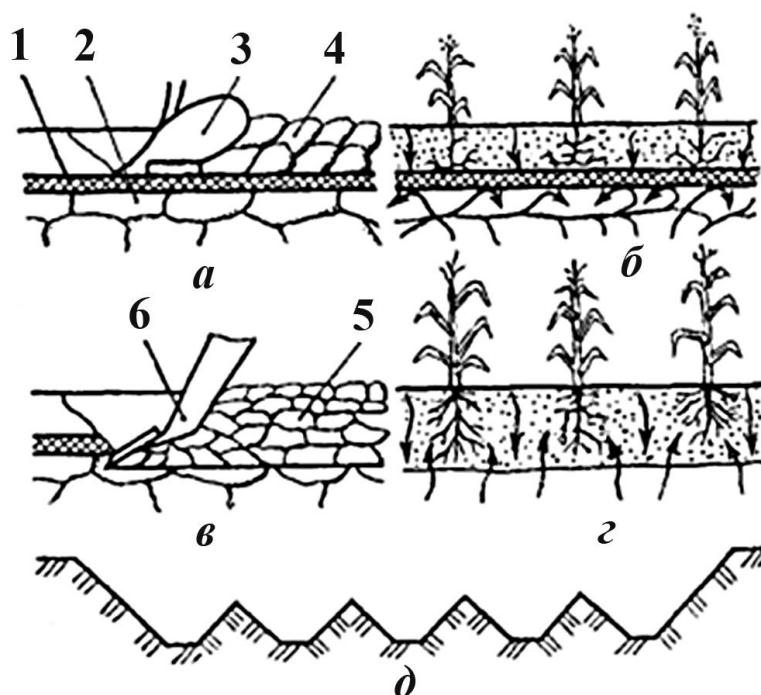


Рис. 1. Схема утворення плужної підшови і руйнування чизельною лапою плужної «підшови»:

*а* – утворення плужної підшови при роботі лемішного плуга; *б* – рух води і поведінка кореневої системи рослин до руйнування «підшови»; *в* – руйнування плужної «підшови» при глибокому обробітку чизельними знаряддями; *г* – рух води і поведінка кореневої системи рослин після руйнування «підшови»; *д* – профіль дна борозни після обробітку чизельними знаряддями;

1 – ущільнена плужна «підшовка»; 2 – нижній шар; 3 – корпус плуга;  
4 – орний горизонт; 5 – розпушений ґрунт після чизелювання;  
6 – чизельна лапа

Більшість комбінованих чизельних агрегатів, що використовуються в господарських умовах України виробляються закордонними фірмами, або ж за їх ліцензіями вітчизняними виробниками, мають подібну будову. З конструктивної точки зору основна відмінність полягає у різній будові основного робочого органа – чизельних лап та допоміжних елементів для додаткового подрібнення грудок, які утворюються в поверхневих шарах ґрунту (різного роду котки, диски, борони тощо). Окремо можна виділити різницю у регулюванні глибини обробітку та способів агрегатування

### Опис конструкції та налагодження комбінованого чизеля на роботу

Зважаючи на неадаптованість багатьох серійних імпорتنих чизельних агрегатів до ґрунтово-кліматичних умов України та їх високу вартість, на кафедрі сільськогосподарського машинобудування Кіровоградського національного технічного університету розроблено та впроваджено у виробництво серію вдосконалених комбінованих чизельних глибокорозпушувачів типу ЧН (таблиця 1)

Таблиця 1

Характеристика комбінованих чизельних глибокорозпушувачів

Марка машини	ЧН-1,5	ЧН-2,5	ЧН-3,5	ЧН-4,5
Продуктивність, га/год	до 1,2	до 2,0	до 2,8	до 3,6
Робоча ширина захвату, м	1,5	2,5	3,5	4,5
Глибина обробітку, см	до 50	до 50	до 50	до 50
Число робочих органів, шт.	3	5	7	9
Глибина обробітку котками, см	до 15	до 15	до 15	до 15
Необхідна потужність трактора, к.с.	80 - 120	120- 180	160- 220	250- 340
Маса, кг	750	1200	1700	2300

Комбінований глибокорозпушувач типу ЧН (рис. 2) складається з рами 1, яка служить для монтажу всіх деталей і складальних одиниць та виготовлена у вигляді прямокутної просторової ферми; верхньої ланки начіпного пристрою 2; чизельної лапи 3 (рис. 3); переднього 4 та заднього 5 зубчастих котків; гвинтового механізму регулювання глибини обробітку ґрунту 6; кронштейна кріплення котків 7; гвинтової тяги регулювання положення котків 8; бокової пластини котків 9.

Комбінований чизель є навісною машиною і з'єднується з трактором за триточковою схемою, при цьому обмежувальні ланцюги навісної системи трактора повинні бути натягнутими для блокування нижніх тяг від горизонтальних переміщень. Перекошування рами чизеля у горизонтальній поперечній площині регулюються зміною довжини розкосів нижніх тяг навіски трактора. Верхню центральну телескопічну тягу, залежно від засобу агрегаткування, установлюють у один із отворів верхньої ланки начіпного пристрою 2 (рис. 2) таким чином, щоб



по напрямку до рами чизеля вона була злегка піднятою, і фіксують її пальцем. При роботі гідравлічна система трактора повинна встановлюватись у плаваюче положення. Переведення комбінованого чизеля з транспортного положення в робоче і навпаки здійснюється гідросистемою трактора.

Основним робочим органом комбінованого чизеля є чизельна лапа (рис. 3), яка складається зі стояка 1, долота 2, ножа 3 та крил 4. Долото 2 кріпиться до стояка 1 двома гвинтами, і виконує функцію розпушування, сколювання та підймання шару ґрунту. У верхній частині стояка 1 знаходяться отвори, які призначені для кріплення лапи до рами машини болтовим з'єднанням.

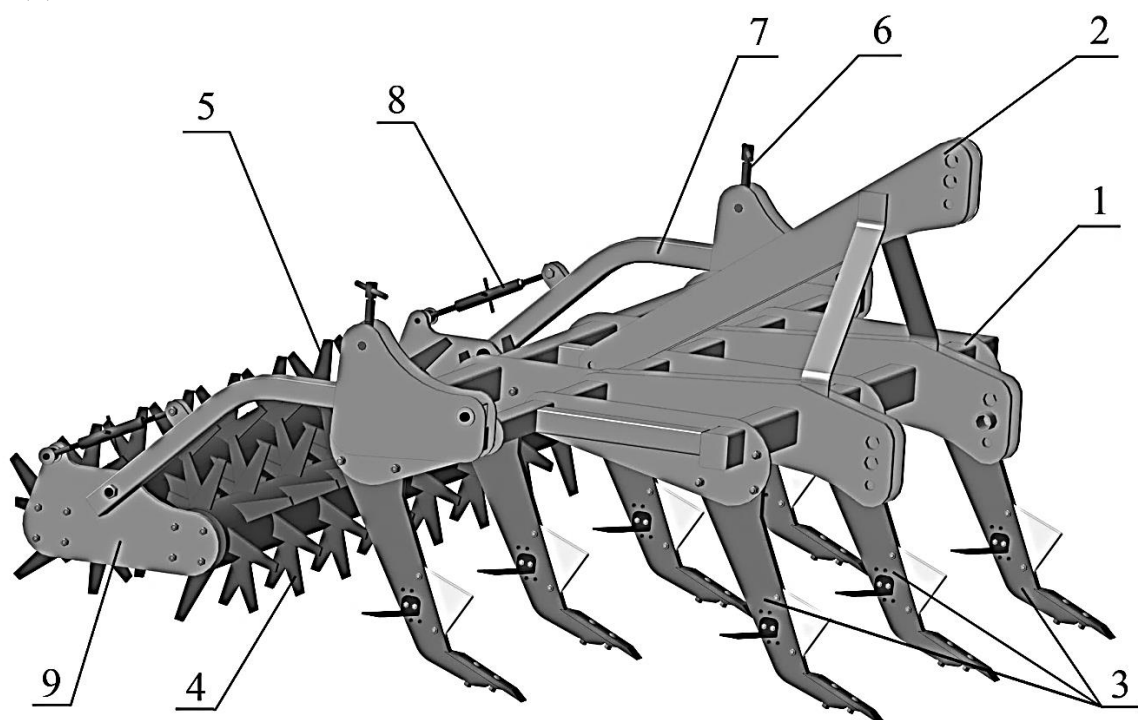


Рис. 2. Схема та загальний вигляд комбінованого чизеля ЧН:

1 – рама; 2 – верхня ланка начіпного пристрою; 3 – чизельна лапа; 4 – зубчастий коток передній; 5 – зубчастий коток задній; 6 – гвинтовий механізм регулювання глибини обробітку ґрунту; 7 – кронштейни навішування котків на раму чизеля; 8 – гвинтова тяга регулювання положення котків; 9 – бокова пластина кріплення котків

В передній частині стояка розміщено ніж 3, який служить для зниження опору ґрунту при переміщенні лапи та додаткового кришення крупних брил, які можуть підійматися долотом.

Крила 4 сприяють більш якісному підрізанню коріння рослин під час обробки та забезпечують додаткове розпушування ґрунту і зменшення висоти гребенів, які утворюються під час

чизелювання (рис. 1, д). Залежно від глибини обробітку можна змінювати положення крил на стояку підйманням або опусканням останніх відносно дна борозни та закріплення на стояку гвинтами.

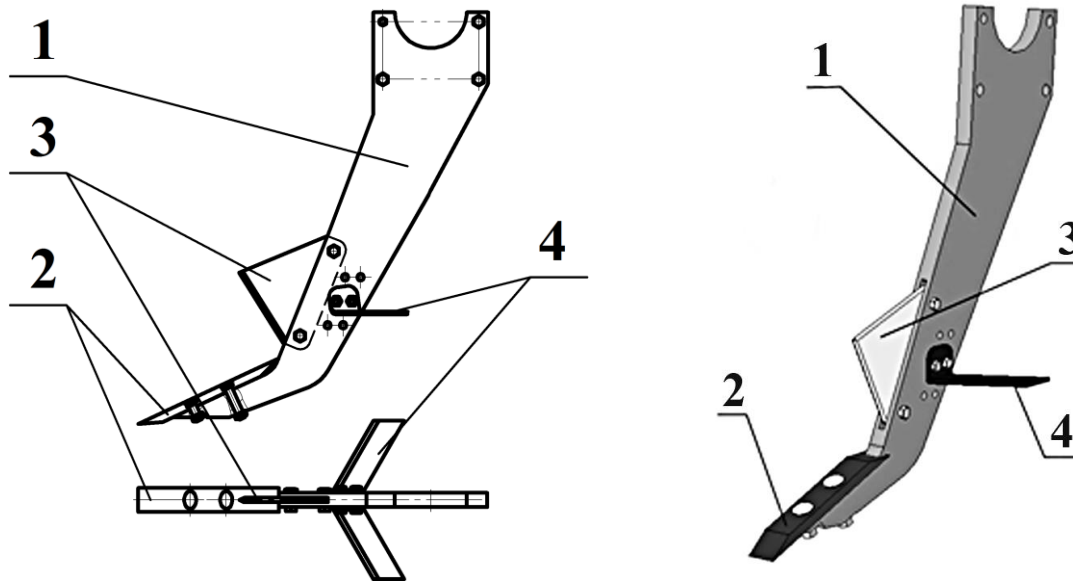


Рис. 3. Чизельна лапа:

1 – стояк; 2 – долото; 3 – ніж; 4 – крила

Для додаткового кришення ґрунту використовується спарений зубчастий коток (опорний), який призначено для подрібнення крупних грудок після розпушування чизелем, заробки рослинних решток в нижні горизонти на глибину до 15 см. Спарений зубчастий коток (рис. 2) складається з переднього 4 та заднього 5 зубчастих котків, які є пустотілими трубчастими циліндрами із закріпленими до їх поверхні загостреними зубами, гвинтової тяги регулювання положення котків 8, кронштейнів навішування котків на раму чизеля 7, бокової пластини кріплення котків 9.

Технологічний процес роботи комбінованого чизеля наступний: під час поступального руху чизельні лапи заглиблюються в ґрунт на встановлену опорними котками глибину. Долото, пересуваючись в ґрунтового середовищі, сколює та піднімає шар ґрунту, а утворені тріщини, проходячи по всій глибині обробітку, створюють рівномірно розділену дрібногрудкувату структуру. Стояк розсуває ґрунт по обидві сторони та деформуючи руйнує суцільне середовище, а крупні брили, які потрапляють на ніж, перерізаються. Крила додатково

розпушують ґрунт на рівні близькому до середини глибини обробітку та підрізають кореневу систему.

Основні регулювання комбінованого чизеля відбуваються двома парами гвинтів (рис. 4). Регулювання глибини обробітку відбувається за допомогою гвинтової пари 1. Під час переміщення гвинта змінюється положення котків відносно рами і тим самим задається необхідна глибина. Один повний оберт гвинта відповідає зміні глибини обробітку ґрунту на 15 мм. Передбачена можливість регулювання інтенсивності додаткового подрібнення грудок та якості закриття в ґрунт рослинних решток гвинтовою тягою положення котків 2, обертаючи яку можна встановити рівномірну роботу обох котків одночасно, або ж окремо переднього чи заднього зубчастого котка.

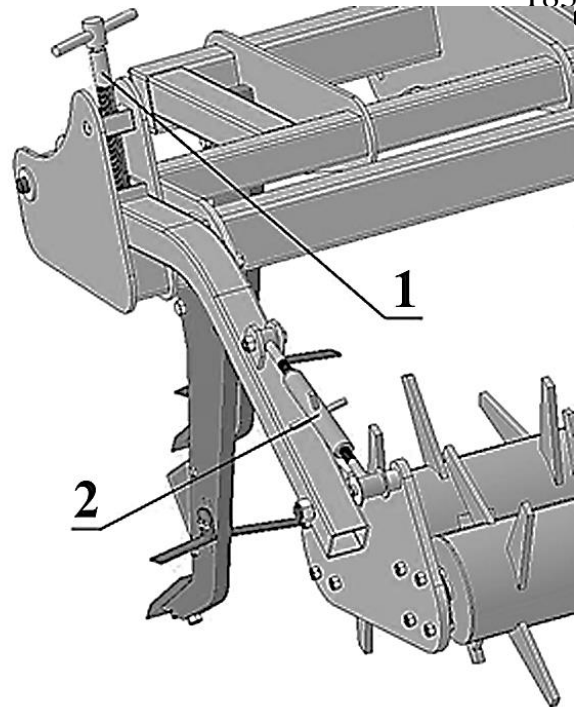


Рис. 4. Загальний вигляд гвинтового механізму регулювання глибини обробітку ґрунту 1 та гвинтової тяги регулювання положення котків 2

### Порядок виконання роботи

1. Ознайомитися з теоретичними відомостями, що містяться в методичних вказівках.
2. Вивчити будову та технологічний процес роботи комбінованих чизелів.
3. Налаштувати комбінований чизель на задану викладачем глибину обробки та виконати необхідні регулювання чизеля для забезпечення якісних показників роботи.

### Зміст звіту

1. Привести схему комбінованого чизеля, описати будову, процес роботи і порядок комплектування агрегату.
2. Описати регулювання, які виконуються за допомогою гвинтових механізмів, привести порядок їх виконання.

### Контрольні запитання

1. З яких основних вузлів та механізмів складається глибокорозпушувач?
2. Які конструктивні особливості чизельної лапи?
3. Як регулюється глибина обробітку ґрунту чизельними лапами?
4. Яке призначення зубчастих котків і які регулювання вони мають?

### Практична робота №4

#### БУДОВА ТА ОСНОВНІ РЕГУЛЮВАННЯ КОМБІНОВАНИХ УНІВЕРСАЛЬНИХ КУЛЬТИВАТОРІВ

**Мета роботи:** поглибити та закріпити знання з особливостей будови, конструкції та налагодження комбінованих універсальних культиваторів.

**Обладнання, прилади та інструменти:** натуральні зразки культиваторів КПМ-4 та КПМ-6, окремі вузли та деталі культиваторів, навчальні плакати.

#### Короткі теоретичні відомості

Особливістю комбінованих універсальних культиваторів є те, що вони можуть використовуватися як для основного безвідвального до 20 см, так і поверхневого на 5...10 см обробіток ґрунту в осінній чи весняний період, в усіх ґрунтово-кліматичних зонах України, крім ґрунтових масивів з кам'янистими включеннями. Культиватори виготовляються з шириною 4 та 6 м і агрегатується з тракторами тягового класу 2-3-5, спосіб агрегування – причіпний, можуть експлуатуватися на схилах до 8°, на ґрунтах при абсолютній вологості до 27% та твердості до 3,5 МПа.

Культиватор КПМ-4 (рис. 1) складається з таких основних частин: рами 1, причепа (сниці) 2, культиваторних лап на жорстких стояках 3, борін з плоскими зубами та тупим кутом входження в ґрунт 4, які з'єднуються з рамою через тяги 5 і притискаються до ґрунту штангами 6, опорних коліс 7, гідроциліндра 8, телескопічної гвинтової тяги регулювання положення причепа відносно горизонтальної площини 9,

гвинтового механізму регулювання глибини обробітку 10, гідравлічної системи 11 та траверси 12.

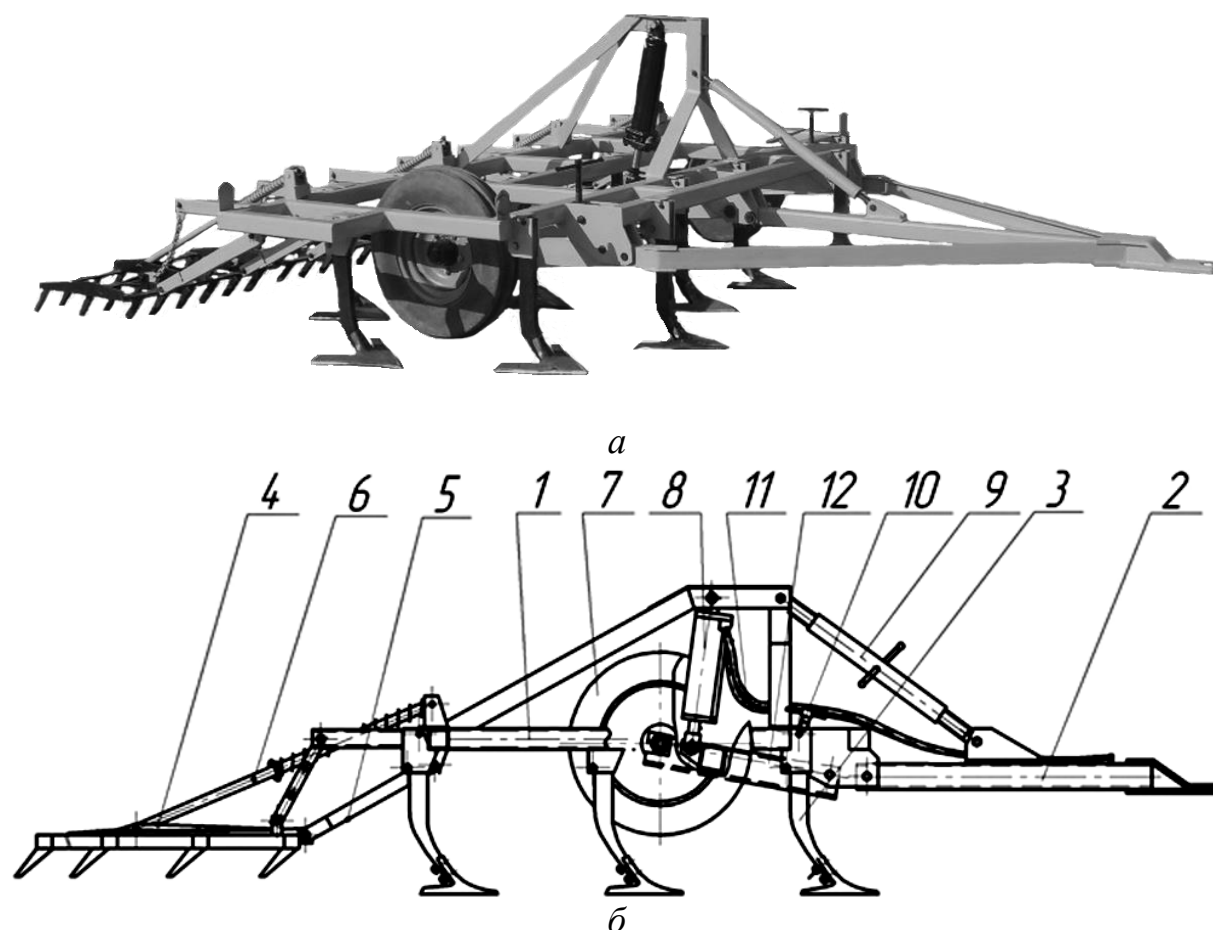


Рис. 1. Культиватор важкий комбінований КПМ-4:

*а* – загальний вигляд; *б* – схематичне зображення

Рама культиватора – зварна конструкція з трубного прокату. З'єднання культиватора з трактором виконується за допомогою причепа, задана висота якого, залежно від висоти положення причіпного пристрою трактора, встановлюється за допомогою телескопічної гвинтової тяги. Культиватор КПМ-6 з шириною захвату 6 метрів має секційну будову рами (рис. 2). При переміщенні культиватора по полю лапи розпушують ґрунт на задану глибину, підрізають бур'яни, а розташовані позаду робочі органи додатково розпушують поверхневі шари ґрунту, зарівнюють борозни, утворені основними робочими органами.

Основні робочі органи культиватора – стрілочасті лапи з шириною захвату 380 та 420 мм, мають індивідуальне кріплення на жорстких стояках і можуть розпушувати ґрунт на глибину до 20 см. На замовлення споживачів культиватор може комплектуватися лапами з кутами кришення  $25 \div 28^\circ$  (рис. 3, а),

які використовуються для інтенсивного розпушування ґрунту та при глибині обробітку понад 10 см і кутами кришення до  $15^\circ$  (рис. 3, б) для обробітку на незначну глибину – при ранньовесняному, передпосівному обробітках чи догляду за парами.

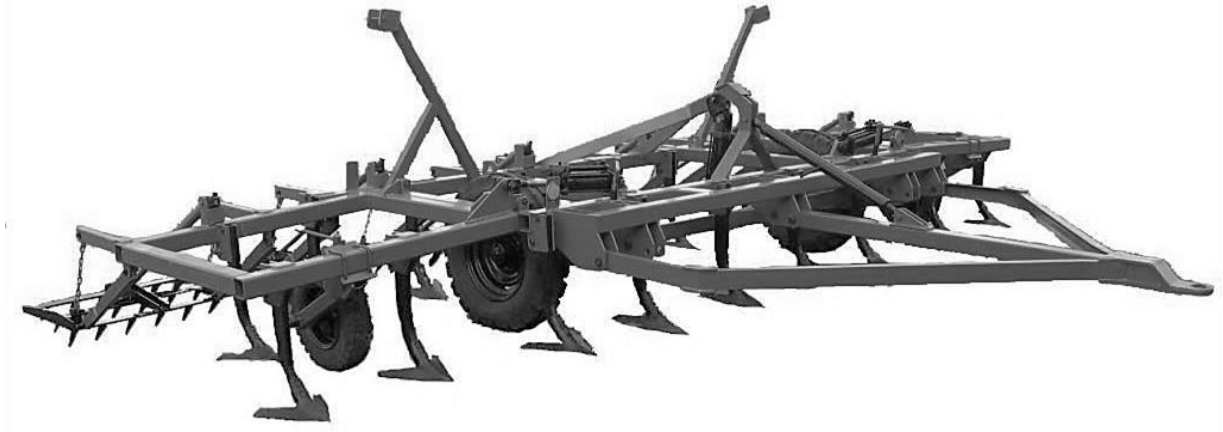


Рис. 2. Загальний вигляд секційного культиватора КПМ-6

Кінці різальних кромek задніх лап перекривають з кожного боку кромки передніх лап на 40–50 мм, що забезпечує повне підрізання бур'янів.



Рис. 3. Важкі культиваторні лапи

Переведення культиватора в транспортне положення для транспортування чи поворотів в кінці заїнок забезпечується центральним гідроциліндром з місця тракториста гідросистемою трактора. Повернення культиватора в робоче положення відбувається за рахунок власної маси. В механізмі переведення використаний гідравлічний циліндр з величиною ходу штока 400 мм, що забезпечує дорожній просвіт при транспортуванні понад 300 мм.

При необхідності переведення культиватора КПМ-6 в положення для транспортування на значні відстані бокові секції підіймаються боковими гідроциліндрами Ц75×200 (рис. 4) та фіксуються в упорних кронштейнах пальцевими фіксаторами.

Культиватори також можуть бути укомплектовані механізмом фіксації транспортного положення (рис. 5), який встановлюється безпосередньо на причепові культиватора (рис. 6) і включає важіль 5, який за допомогою кронштейна прикріплений до причепа 4 і з'єднаний пружиною 11 з зубом 10, закріпленим на осі 13, гребінку 7, яка рухається в напрямнику 6, і шарнірно з'єднана зі стояками 12 транспортних коліс 2 через тягу 8.

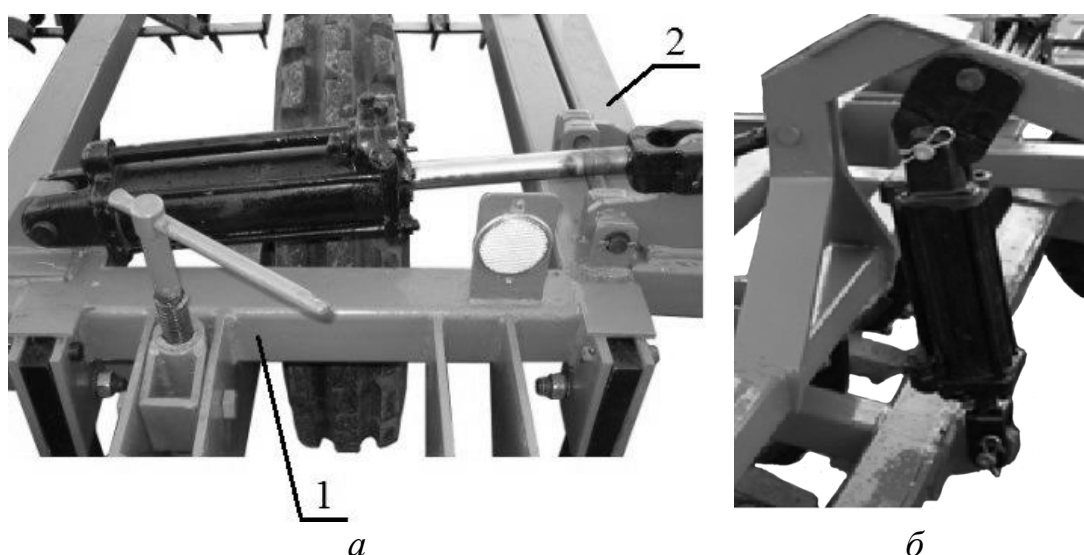


Рис. 4. Гідроциліндри:

*a* – бокової секції; *б* – центральної секції  
1 – рама центральної секції; 2 – рама бокової секції

Переведення культиватора (рис. 5) із робочого положення у транспортне і навпаки здійснюється за допомогою гідроциліндра 3, який переміщує колеса 2 відносно рами 1 з робочими органами 9. Механізм фіксації транспортного положення (рис. 6) працює наступним чином. При необхідності переведення культиватора в робоче положення важіль 5 механізму фіксації транспортного положення культиватора переводять в крайнє ліве положення «робоче положення» при цьому зуб 10 під дією пружини 11 виходить із зачеплення з гребінкою 7. Гідравлічний розподільвач подачі мастила в гідроциліндр переводиться в плаваюче положення і робочі органи під дією маси культиватора самостійно опускаються. Під час транспортування культиватора

на невеликій відстані, наприклад під час поворотів на краях загінки, в транспортному положенні він утримується за допомогою гідроциліндра. При необхідності переведення культиватора з робочого в положення для дальнього транспорту важіль 5 переводиться в положення «*транспортне положення*» і в гідроциліндр 3 під тиском подається мастило.

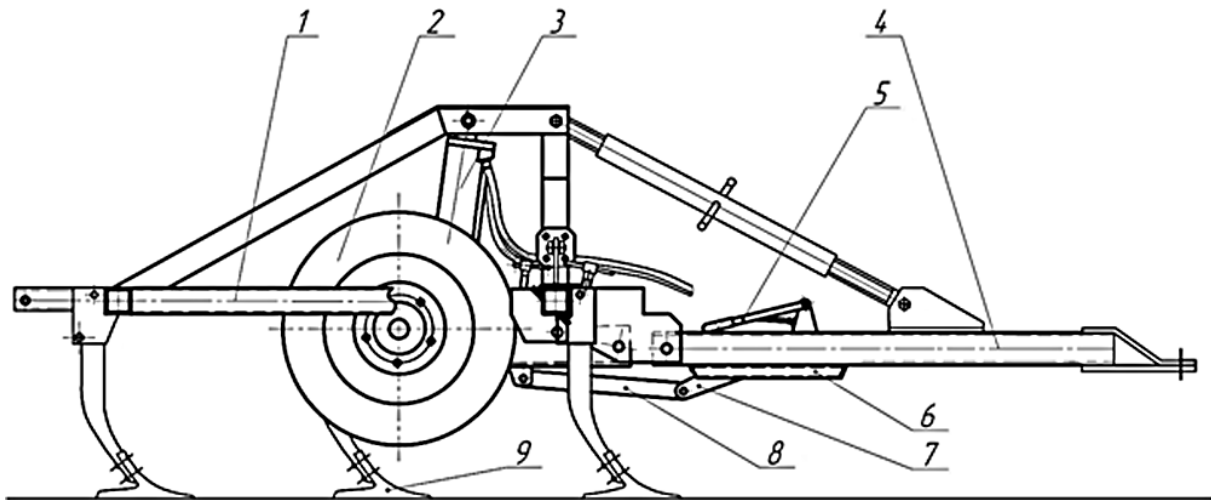


Рис. 5. Культиватор комбінований КПМ-4 з механізмом фіксації транспортного положення

До заднього бруса рами можуть закріплюватися за допомогою кронштейнів додаткові робочі органи з метою інтенсивного розпушування поверхневих шарів ґрунту та вирівнювання поверхні поля. Такими робочими органами можуть бути звичайні зубові борони, борони з плоскими зубами і тупим кутом входження в ґрунт (рис. 7, а), дискові (рис. 7, б), рубчасті (рис. 7, в), голчасті та інші котки. Механізмом регулювання глибини обробітку є гвинтові пари (рис. 8, а), установлені над кронштейнами коліс (рис. 8 б). При закручуванні або викручуванні гвинта змінюється величина максимальної висоти підймання коліс в робоче положення відносно площини розташування робочих органів і рами. Один повний оберт гвинта відповідає зміні глибини обробітку ґрунту на 15 мм.

**Підготовка агрегата до роботи.** Перед початком роботи культиватор з'єднується з засобом агрегування і виставляється на рівному майданчику. Гвинти регулювання глибини обробітку викручуються в верхнє положення. При налагодженні культиватора КПМ-6 також підіймаються в верхнє положення опорні колеса секцій (рис. 8, б). Під колеса культиватора та трактора підкладаються бруси висотою, що дорівнює заданій



глибині обробітку. При цьому плоскорізні робочі органи повинні всією площиною спиратися на поверхню майданчика. Під час роботи на важких ґрунтах носки лап мають бути нахиленими вперед до  $3^\circ$ .

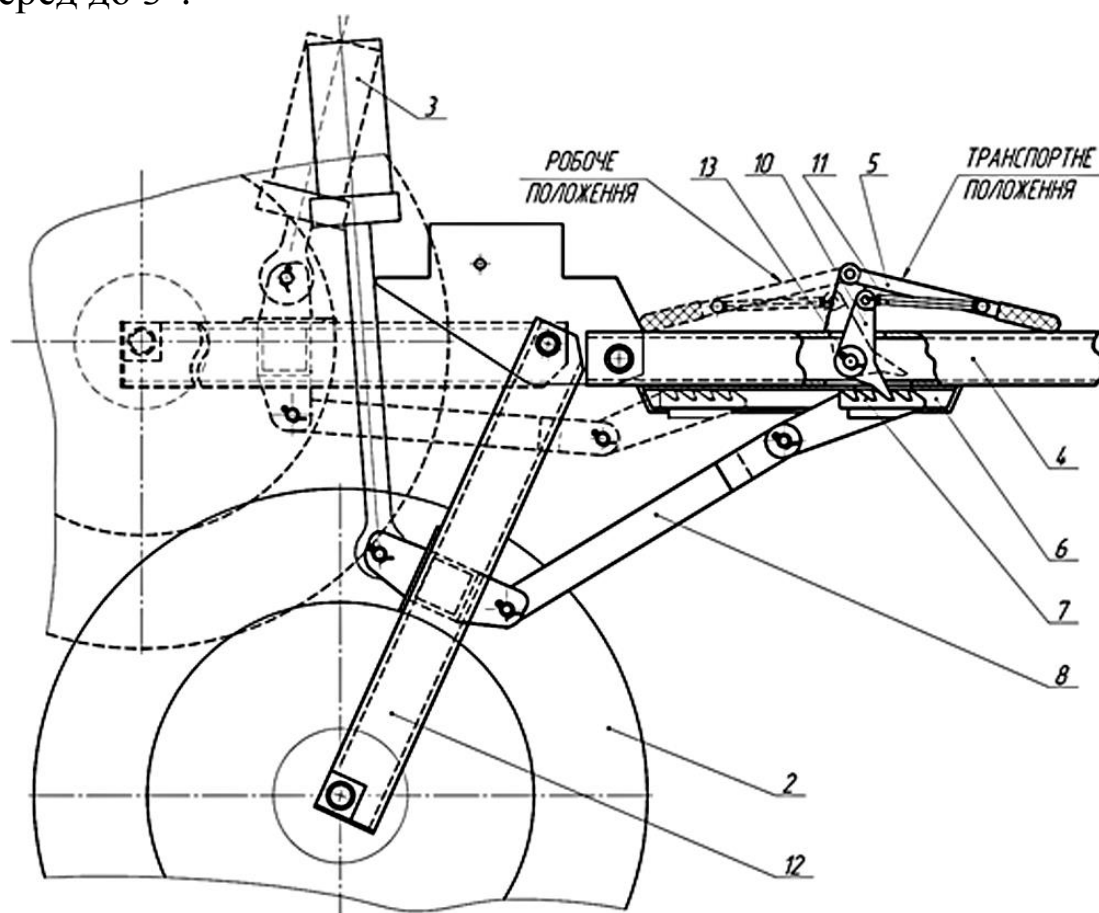


Рис. 6. Механізм фіксації транспортного положення

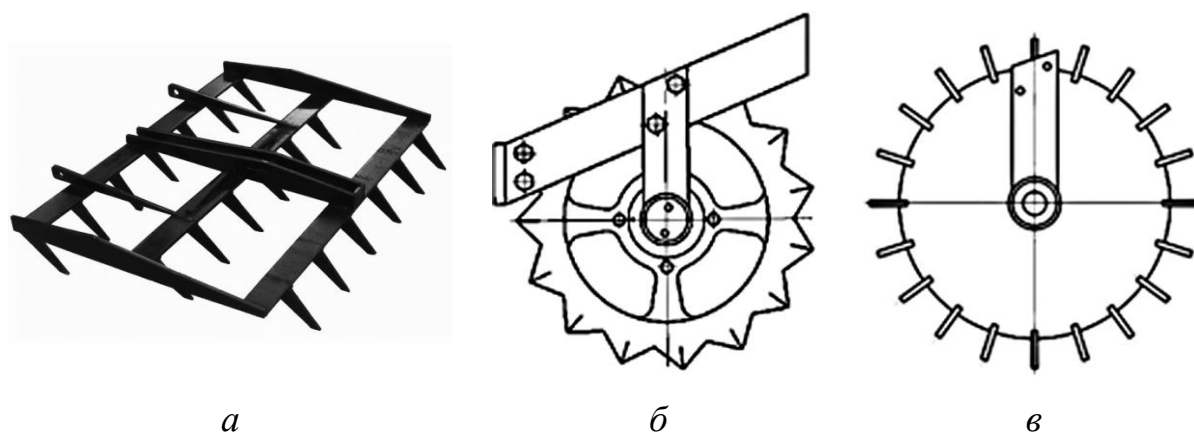


Рис. 7. Додаткові робочі органи культиватора:  
а – борона; б – коток дисковий; в – коток рубчастий

При необхідності регулювання відпускається гвинт кріплення стояків робочих органів в кронштейнах, виконується необхідне регулювання і стояк знову затискається в щоках. В

окремих випадках, при необхідності суттєвого зниження кута атаки робочого органа (при частковій деформації стояка в результаті експлуатації), між стояком і болтом вставляється пластинчаста скоба.

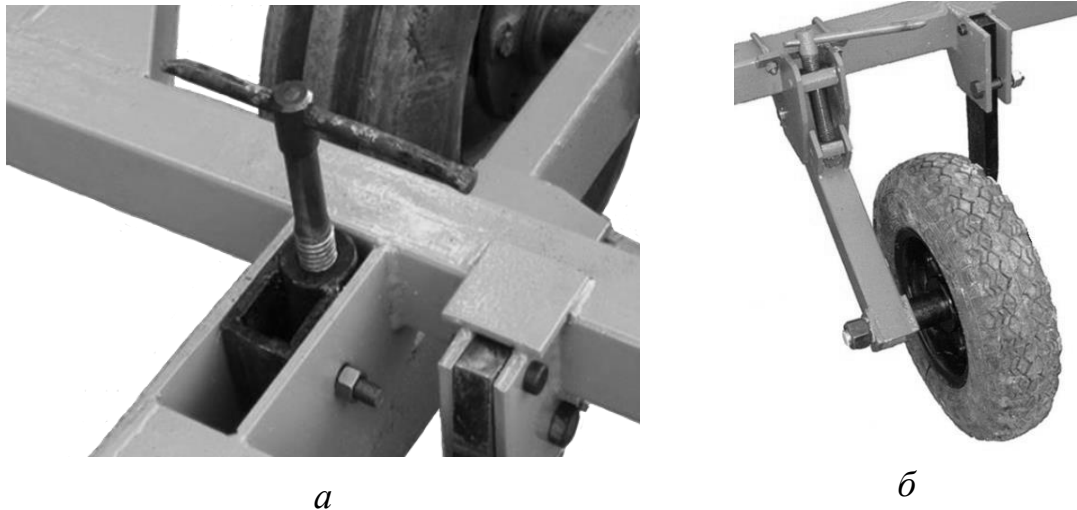


Рис. 8. Механізм регулювання глибини обробітку:

*а* – гвинтовий механізм центральної секції; *б* – опорне колесо бокової секції

Одночасно з налагодженням робочих органів за допомогою гвинтової тяги (рис. 9) та (рис. 1, поз. 9) регулюється положення причіпного пристрою таким чином, щоб лінія тяги проходила через носок лап середнього ряду, точку з'єднання причепа з сергою навіски та центр шарніру кріплення нижніх тяг навісного пристрою трактора. В такому випадку буде забезпечений стійкий хід культиватора по глибині, не будуть підриватися передні чи виглиблюватися задні робочі органи, а рама культиватора займатиме горизонтальне положення. Після виконання вказаних регулювань закручуються гвинти механізмів регулювання глибини ходу робочих органів центральної секції до упору в кронштейн кріплення колеса, яке в даний момент знаходиться на брусіві.

На бокових секціях гвинтовим механізмом опускаються колеса також до упору на брус. Вплив стану ґрунту на реальну глибину обробітку враховують безпосередньо в полі, виконуючи часткове дорегулювання.

При використанні в складі культиваторів додаткових робочих органів в вигляді борін з плоскими зубами та тупим кутом входження в ґрунт інтенсивність їх роботи регулюється

ступенем стиснення пружин на натискних штангах. Положення пружини фіксується шайбою та шплінтом у відповідному отворі штанги (рис. 10).



Рис. 9. Гвинтова телескопічна тяга

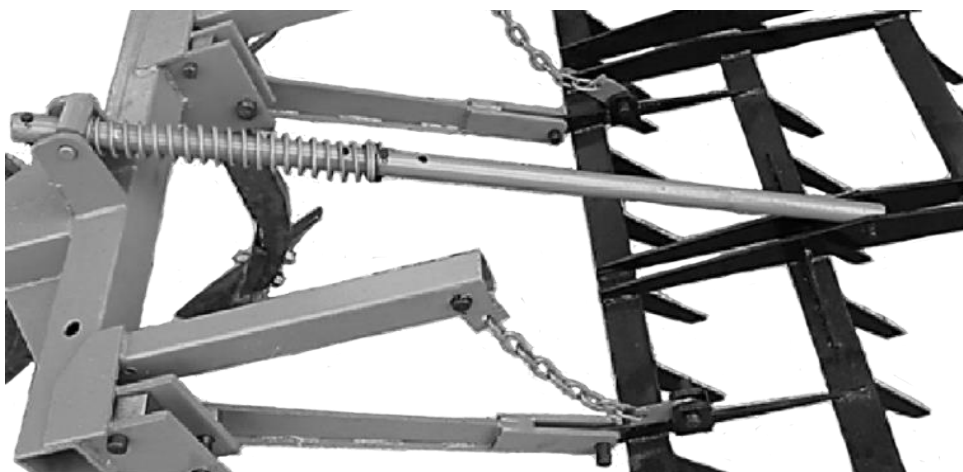


Рис. 10. Натискні штанги додаткових робочих органів

### **Порядок виконання практичної частини**

1. Вивчити будову та конструктивні особливості комбінованих універсальних культиваторів.
2. Ознайомитися з технологічним призначенням та різновидностями додаткових робочих органів.
3. Розглянути особливості налагодження комбінованих універсальних культиваторів на задану глибину обробітку та підготовки до роботи.
4. Розглянути особливості роботи і налагодження механізму фіксації транспортного положення.

### Зміст звіту

1. Привести короткі теоретичні відомості будови та роботи культиваторів.
2. Описати особливості додаткових робочих органів.
3. Описати особливості налагодження комбінованих універсальних культиваторів на задану глибину обробітку та підготовки до роботи.
4. Описати особливості роботи і налагодження механізму фіксації транспортного положення.

### Контрольні запитання

1. Які конструктивні різновидності робочих органів культиваторів для суцільного обробітку ви знаєте? В чому їх особливості?
2. З чим пов'язана секційна будова культиваторів?
3. Що таке перекриття лап і з якою метою воно забезпечується?
4. Як регулюється глибина обробітку?
5. Який порядок підготовки і налагодження культиваторів на задані умови роботи?
6. З якою метою і які додаткові робочі органи можуть бути встановлені на культиваторі?
7. Які особливості роботи механізму фіксації транспортного положення культиватора?

### Практична робота №5

#### БУДОВА ТА ОСНОВНІ РЕГУЛЮВАННЯ ПАРОВИХ КУЛЬТИВАТОРІВ ДЛЯ СУЦІЛЬНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

**Мета роботи:** поглибити та закріпити знання з особливостей будови, конструкції та налагодження парових культиваторів для суцільного обробітку ґрунту.

**Обладнання, прилади та інструменти:** натуральний зразок культиватора КПСП–4, окремі вузли і деталі культиватора, навчальні плакати.

#### Короткі теоретичні відомості

Паровий культиватор КПСП–4 призначений для суцільного передпосівного обробітку ґрунту і парів з одночасним боронуванням. Використовуються в усіх ґрунтово-кліматичних

зонах, крім районів гірського землеробства і на кам'янистих ґрунтах. Агрегатується з тракторами класу 1,4...3,0 тс (МТЗ 80/82; ЮМЗ-6/6АМ), а в широкозахватному варіанті – з тракторами ДТ-75, Т-150.

**Будова та технічна характеристика.** Культиватор КПСП-4 (рис. 1) складається з рами 1, причіпного пристрою (сниці) 2 з розкосами і гідроциліндром, опорних коліс 3 з гвинтовими механізмами регулювання глибини ходу робочих органів 4, коротких 5 та довгих 6 гряділів зі стрілчастими лапами 7, пристосування для навішування борін 8.

Гряділі шарнірно з'єднані з переднім брусом рами. У задній частині кожного гряділя змонтований тримач з болтом, за допомогою якого і кріпиться лапа до гряділя. У верхній частині гряділя над робочим органом встановлена штанга з пружиною, яка забезпечує стійкість ходу лап у ґрунті.

Культиватор комплектують універсальними стрілчастими лапами з шириною захвату 270 і 330 мм. Стрілчасті лапи розміщені в шаховому порядку в двох поперечних рядах. Лапи переднього ряду мають ширину 270 мм, а заднього – 330 мм. Кінці різальних кромek задніх лап перекривають з кожного боку кромки передніх лап на 40–50 мм. Це забезпечує повне підрізання бур'янів. Якщо проводять обробіток дуже засмічених полів, то на коротких і на довгих гряділях встановлюють лапи шириною захвату 330 мм. Сниця 2 (рис. 2) призначена для приєднання культиватора до трактора або зчипки і шарнірно кріпиться до кронштейна рами 1 в центральній частині та з'єднується з бічними кронштейнами рами за допомогою двох розкосів 3. З верхньою частиною центрального кронштейна рами сниця з'єднується за допомогою гідроциліндра 2, який служить для переведення культиватора в транспортне положення.

При транспортуванні культиватора на далекі відстані сниця утримується за допомогою двох транспортних планок, закріплених під кронштейном гідроциліндра.

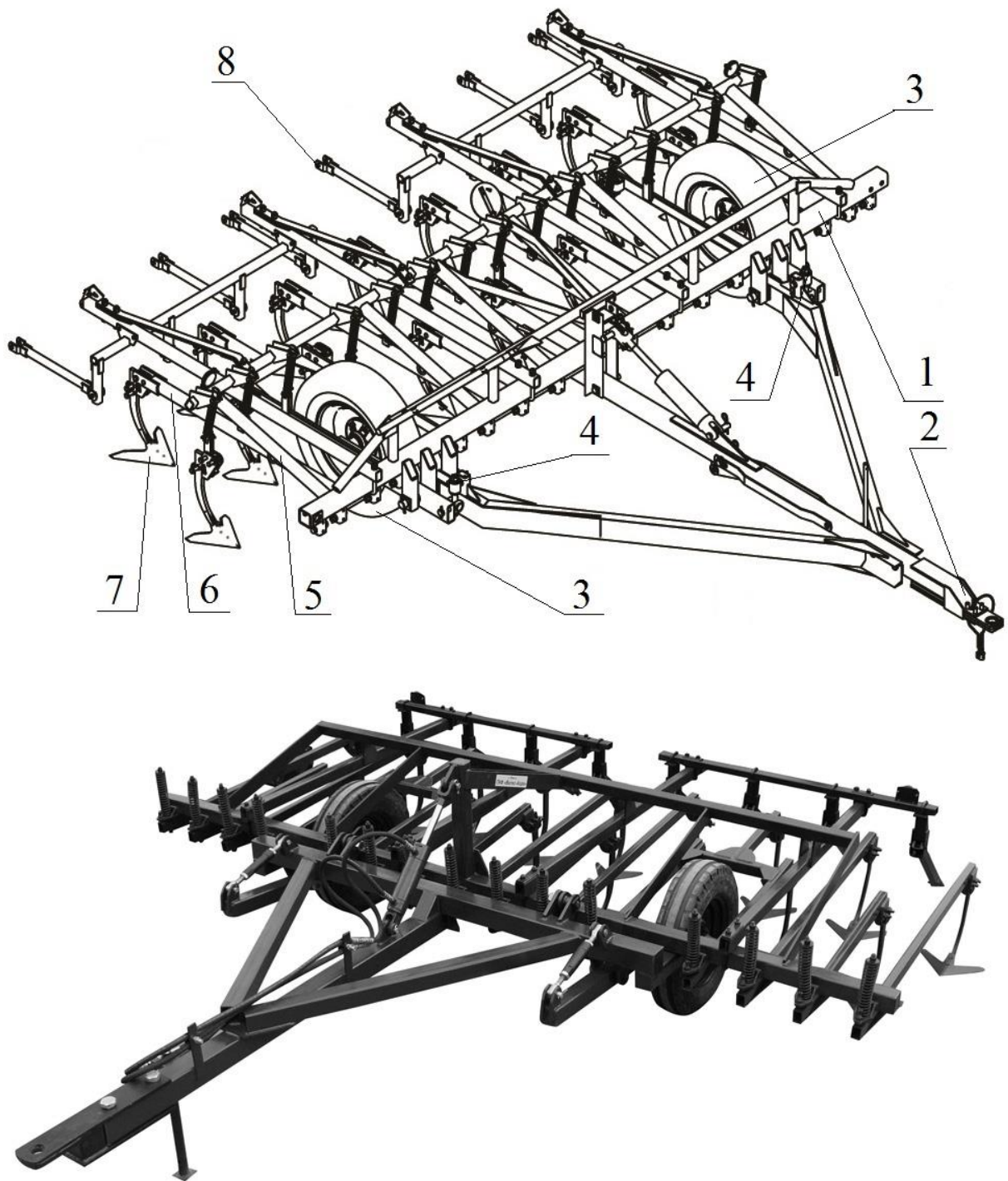


Рис. 1. Загальний вигляд парових культиваторів для суцільного обробітку ґрунту КПСП-4 з різними схемами розташування натискних пружин

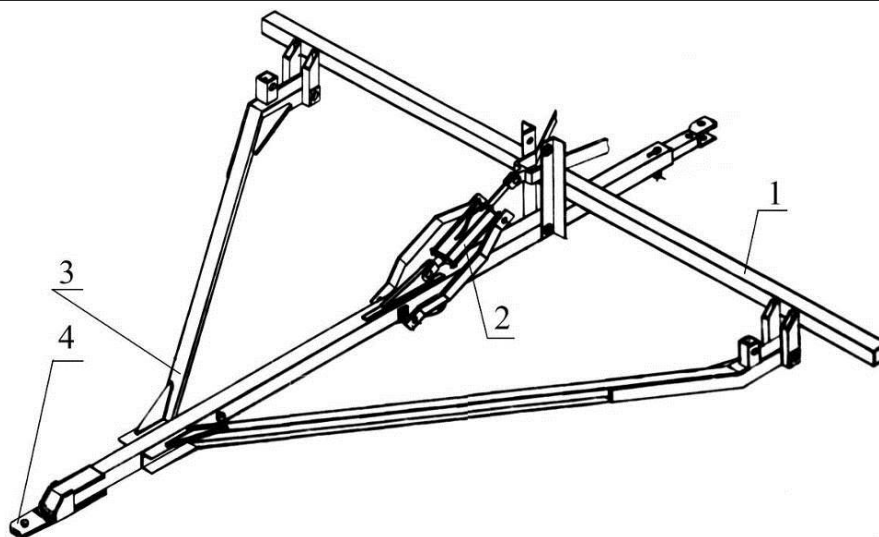


Рис. 2. Сниця з розкосами

В залежності від способу агрегування причіпного культиватора безпосередньо з трактором чи через зчіпку, виставляють кронштейн на сниці причіпного пристрою (рис. 3).

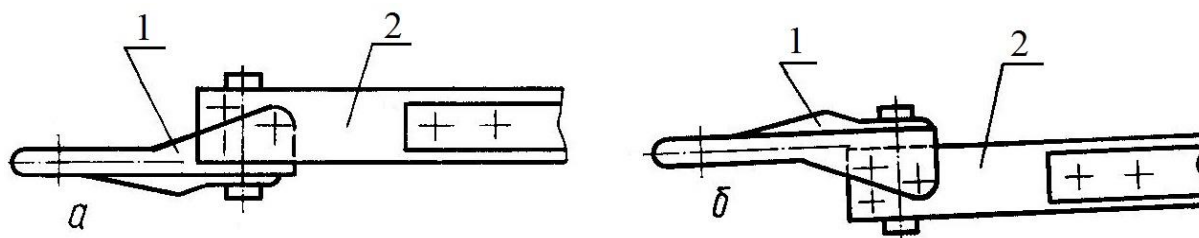


Рис. 3. Положення кронштейна на сниці причіпного культиватора:

*a* – при агрегуванні з трактором; *б* – при агрегуванні з причіпною зчіпкою; 1 – причіпний кронштейн; 2 – сниця

Рама (рис. 4) – основна частина культиватора, на якій закріплюються всі інші складальні одиниці.

Механізм регулювання глибини ходу робочих органів є гвинтовою парою, яка зв'язує розкос сниці 4 (рис. 5) з радіальним кронштейном 3 опорного колеса (рис. 6, поз. 1). При обертанні гвинта 2 змінюється положення колеса відносно рами 1, і рама з

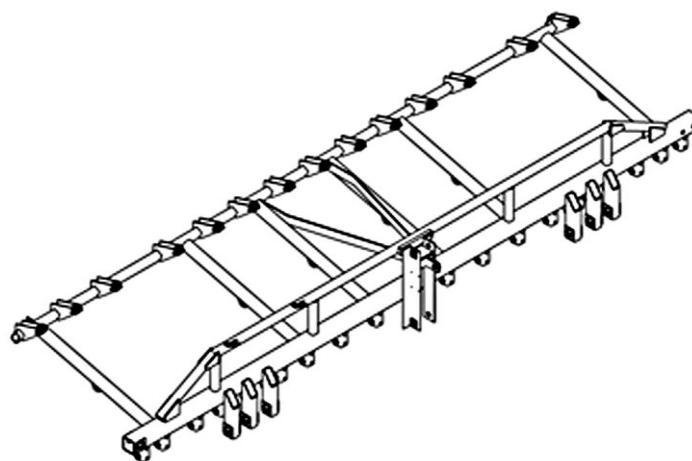


Рис. 4. Рама причіпного культиватора

При обертанні гвинта 2 змінюється положення колеса відносно рами 1, і рама з



секціями робочих органів опускається або піднімається відносно ґрунту.

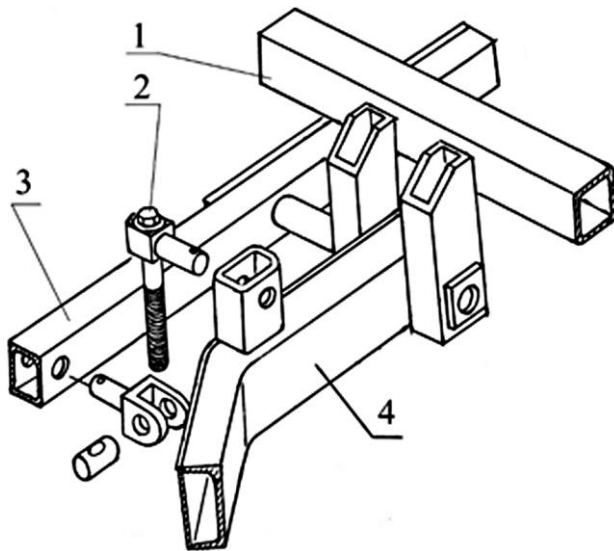


Рис. 5. Механізм регулювання глибини обробітку:

- 1 – рама; 2 – гвинт;  
3 – радіальний кронштейн колеса;  
4 – розкіс сніці

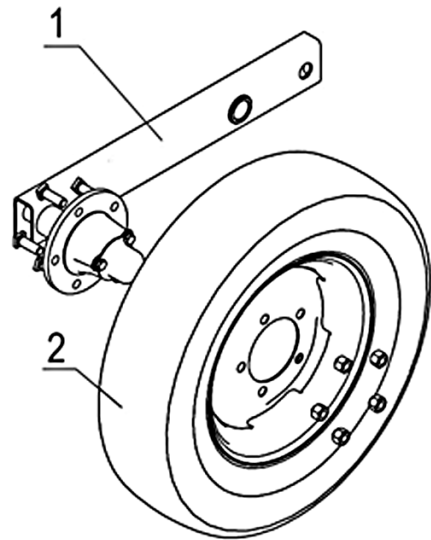


Рис. 6. Колесо опорне:

- 1 – радіальний кронштейн;  
2 – колесо

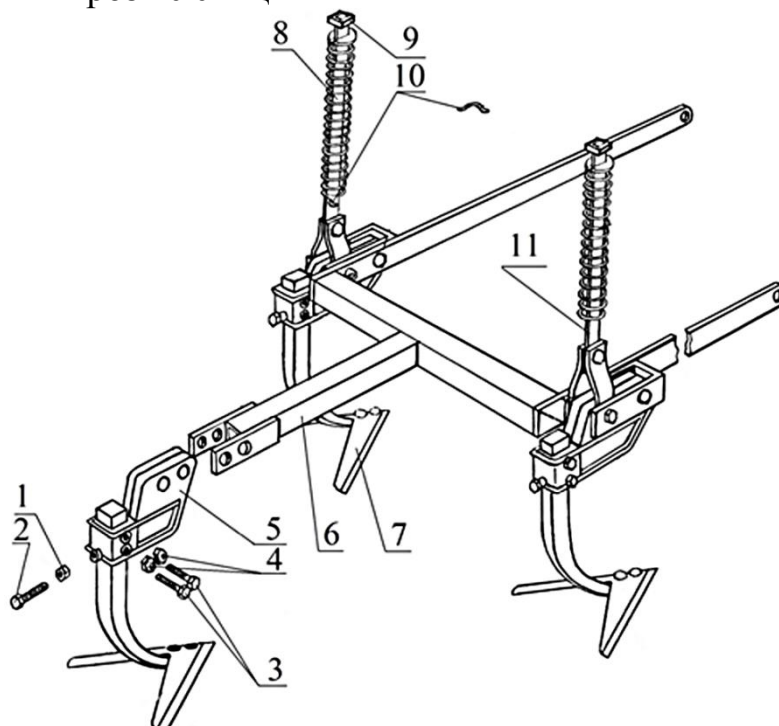


Рис. 7. Обвідний гряділь з робочими органами:

- 1, 4 – контргайки; 2, 3 – гвинти; 5 – кронштейн; 6 – гряділь; 7 – стрілчаста лапа; 8 – пружина; 9 – головка штанги;  
10 – скоба; 11 – натискна штанга

На культиваторі застосовується декілька типів гряділів: короткі і довгі з симетричним розташуванням приєднувальних



кронштейнів; короткі зі зміщеним розташуванням приєднувальних кронштейнів; два обвідних гряділі, між якими встановлюються опорні колеса. Вони шарнірно встановлюються на кронштейнах рами з можливістю переміщення у вертикальній площині і служать перехідною ланкою між рамою та робочими органами (рис. 7).

### Підготовка культиватора до роботи

Перед проведенням регулювання культиватора необхідно перевірити затягування різьбових з'єднань, а також надійність фіксації пальців шплінтами. Регулювання виконувати тільки після його встановлення на дерев'яні підкладки і від'єднання від трактора. Тиск в шинах пневматичних коліс повинен бути 300...310 МПа.

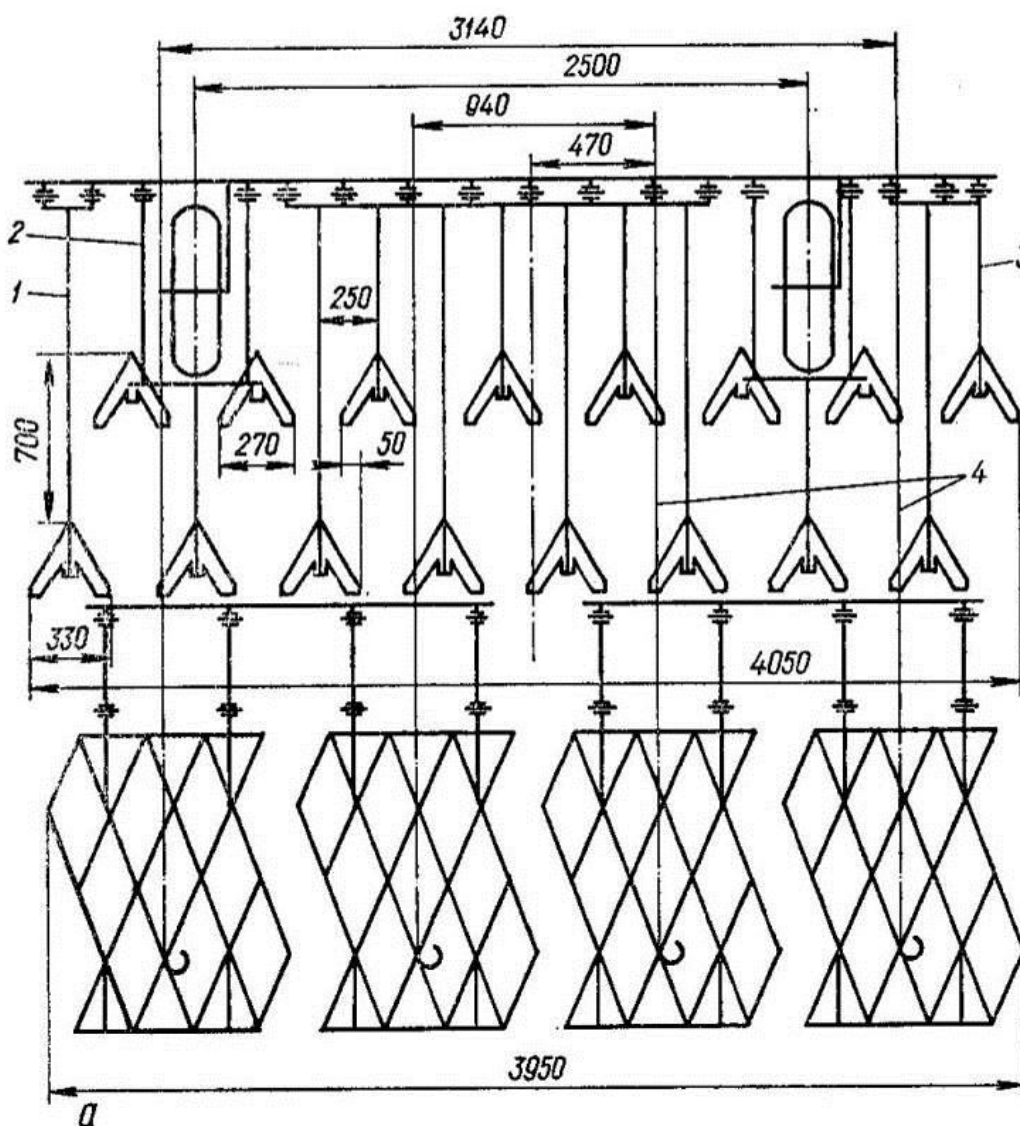


Рис. 8. Схема розміщення стрілястих лап на рамі культиватора:

- 1 – довгий гряділь; 2 – обвідний гряділь; 3 – короткий гряділь;
- 4 – кронштейн пристрою для навішування борін

Регулювання культиватора на задану глибину обробітку (рис. 9) виконується на рівному горизонтальному майданчику з установкою коліс на підкладки, товщина яких повинна бути на 3...6 см (величина ущільнення ґрунту колесами трактора) менше заданої глибини обробітку. При налагодженні культиватора для обробітку легких ґрунтів, обертаючи по черзі гвинтові механізми опорних коліс і вертикальним переміщенням стояків лап в тримачах, добиваються повного контакту нижніх кромek лап з поверхнею регульовального майданчика. При налагодженні для обробітку важких ґрунтів крила лап повинні бути припіднятими відносно поверхні майданчика на 6...8 мм для лап шириною 270 мм і 8...10 мм для лап 330 мм, при цьому, у всіх випадках головки натискних штанг гряділів мають спиратися на вкладиші.

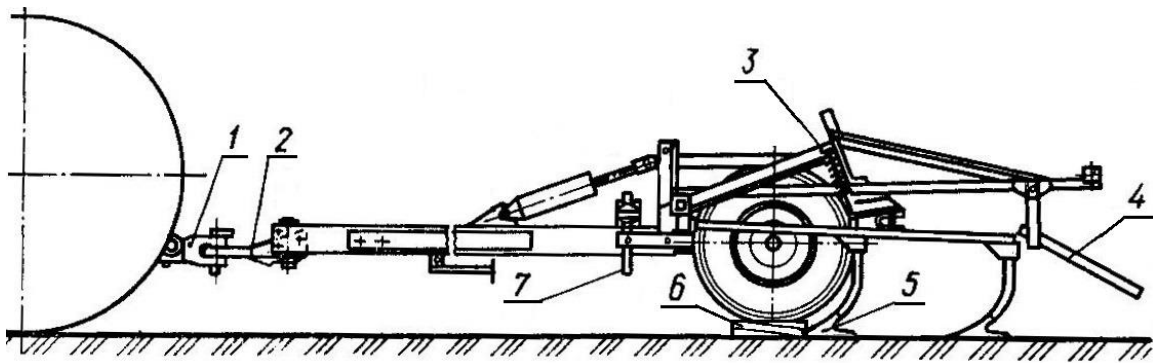


Рис. 9. Схема встановлення культиватора на задану глибину обробітку:

1 – причіпна вилка трактора; 2 – причіпний кронштейн снiці; 3 – натискна штанга; 4 – пристрій для навішування борін; 5 – стрілчаста лапа; 6 – набір підкладок; 7 – гвинтовий механізм регулювання глибини ходу робочих органів

Обидва кінці рами повинні бути на одній висоті від поверхні майданчика, в іншому випадку порушиться регулювання рівномірності глибини обробітку ґрунту. Якщо носок або крила лапи підняті вгору, то необхідно відрегулювати положення стояків шляхом викручування або закручування гвинта в задній частині кронштейна, після чого закрутити бічні гвинти і зафіксувати контргайками. Тиск на гряділі з боку пружин регулюється перестановкою скоб в отворах натискних штанг. Після регулювання робочих органів до культиватора приєднуються борони. Передня частина борін кріпиться до поводків пристосування для навішування борін, закріпленого на рамі культиватора, а задня, за допомогою ланцюгових розтяжок – до кронштейнів в задній частині пристосування через Т-подібні

отвори. У робочому положенні розтяжки, з метою копіювання боронами рельєфу поля, повинні мати деяке провисання. Це досягається шляхом перестановки ланок ланцюгів в Т-подібних отворах кронштейнів.

Агрегаткування культиватора з трактором здійснюється шляхом з'єднання снчиці з причіпною скобою, встановленою на поперечці, закріпленій в шарнірах нижньої тяги заднього навісного пристрою трактора.

Після з'єднання культиватора з трактором необхідно з'єднати рукавами високого тиску гідроциліндр, встановлений між снчицею і рамою культиватора, з бічними або задніми штуцерами гідросистеми трактора. Після з'єднання гідросистеми необхідно від'єднати від пальця, що кріпить до рами культиватора шток гідроциліндра, транспортні планки і опустити їх на снчицю, з'єднавши між собою пальцем з пружинним шплінтом.

При складанні широкозахватних агрегатів, що комплектуються з декількох культиваторів і зчіпки (рис. 10) на суміжні кінці рам культиваторів встановлюється шарнір, який забезпечує копіювання рельєфу поля і збереження стикового міжряддя між робочими органами сусідніх культиваторів.

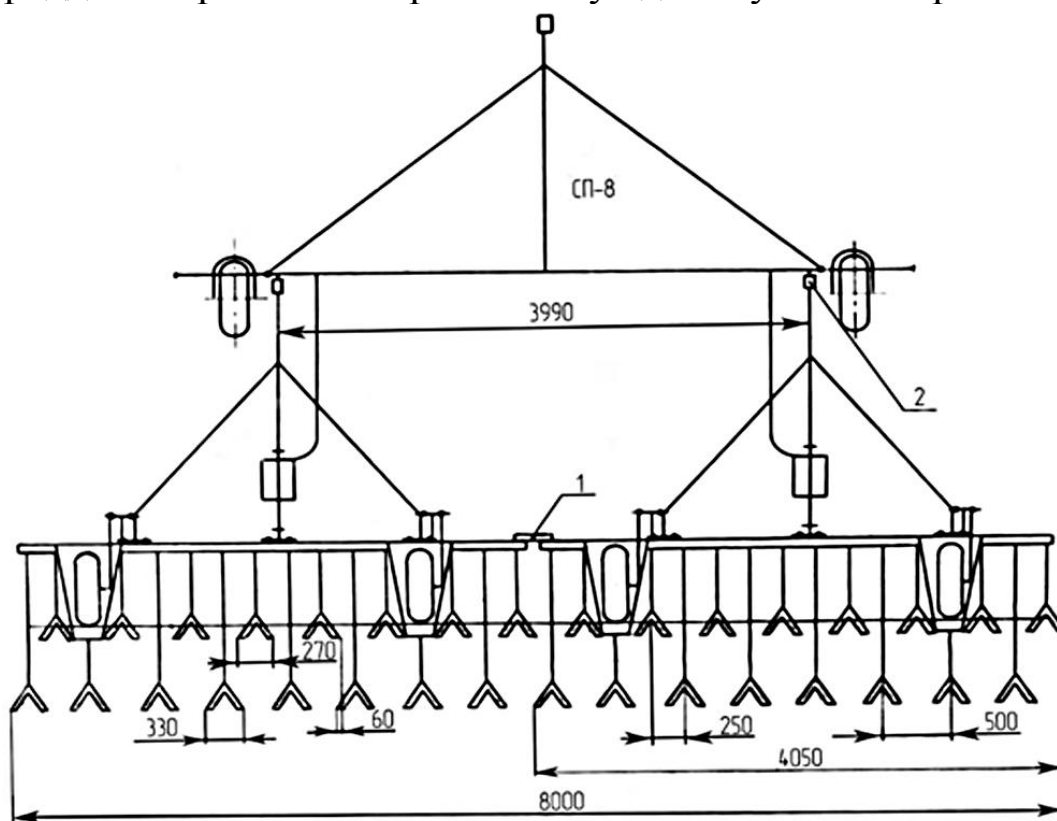


Рис. 10. Схема з'єднання двох культиваторів за допомогою зчіпки СП-8:

1 – шарнір; 2 – причіп культиватора

При під'єднанні до гідросистеми трактора, поршневі і штокові порожнини (відповідно) гідроциліндрів усіх культиваторів агрегату мають бути запаралелені для забезпечення одночасного піднімання чи опускання культиваторів.

### **Порядок виконання практичної частини**

1. Вивчити будову та конструктивні особливості парових культиваторів.
2. Розглянути особливості налагодження комбінованих парових культиваторів на задану глибину обробітку та підготовки до роботи.
3. Розглянути особливості складання багатомашинних агрегатів і їх агрегування.

### **Зміст звіту**

1. Привести короткі теоретичні відомості по будові та роботі парового культиватора.
2. Привести схему розміщення стрілчатих лап на рамі культиватора (рис. 8).
3. Описати особливості налагодження парових культиваторів на задану глибину обробітку та підготовки до роботи (рис. 9).
4. Описати особливості агрегування культиватора з трактором (рис. 10).

### **Контрольні запитання**

1. Яке призначення парових культиваторів?
2. З якими тракторами агрегується культиватор КПСП–4 в широкозахватному варіанті?
3. З яких основних конструктивних одиниць складається культиватор КПСП–4?
4. Якими лапами комплектують культиватор? Яка їх ширина захвату?
5. Якої ширини лапи переднього ряду і заднього?
6. В яких випадках встановлюють лапи однакової ширини захвату переднього і заднього ряду?
7. Що представляє собою механізм регулювання глибини ходу робочих органів і як він працює?

8. Які конструктивні особливості гряділів встановлених на культиваторі?
9. Як виконати підготовку культиватора до роботи?
10. Як виконати регулювання культиватора на задану глибину обробітку?
11. Як відрегулювати кут входження лап в ґрунт?
12. Як правильно приєднати борони до культиватора?
13. Як здійснюється агрегатування культиватора з трактором?
14. Які особливості складання багатомашинних агрегатів?

### **Практична робота №6**

#### **БУДОВА ТА ПРИНЦИП РОБОТИ ҐРУНТООБРОБНИХ АГРЕГАТІВ З АКТИВНИМИ РОБОЧИМИ ОРГАНАМИ (на прикладі комбінованого агрегата АКР-3,6)**

**Мета роботи:** вивчити будову та технологічний процес роботи комбінованого агрегата з ротаційними робочими органами.

**Обладнання, прилади та інструменти:** Комбінований агрегат з активними робочими органами АКР-3.6, підставка під раму і колеса, набір ключів.

#### **Призначення та загальна будова агрегата АКР-3,6**

Комбінований агрегат АКР-3,6 (рис. 1) призначений для підготовки важких ґрунтів після непарових попередників (кукурудзи, соняшника та ін.) під сівбу озимих, а також пожнивних культур. Агрегат здатний працювати на рівних ділянках та схилах до 8° на незораному полі.

Агрегат (рис. 1–2) представляє собою навісну машину, до складу якої входить рама 1, яка спирається на два опорних пневматичних колеса 2. Обладнується агрегат робочими органами в вигляді стрілчастих лап 3 та активними фрезерними барабанами 4. Обертний момент від ВВП трактора до двох фрезерних барабанів передається через карданний вал 5, центральний конічний редуктор 6 і два бокових циліндричних редуктори 7. Щоб запобігти пошкодженню і виходу з ладу фрезерного барабана при зіткненні зі сторонніми предметами, що можуть знаходитися в ґрунті чи при взаємодії з дуже ущільненими ділянками ґрунту, обертальний момент від



валів співпали. А в випадку жорсткого з'єднання, при неспіввісності валів, редуктори швидко вийдуть з ладу. В задній частині агрегата встановлено щитки 9. Агрегатується комбінований агрегат з тракторами класу 3,0 (Т-150К) і з'єднується з ними за допомогою навісного пристрою 10.

Фрезерні барабани (рис. 3) складаються з пустотілого вала 1 на якому приварені диски 2. На кожному дискові закріплюється по чотири Г-подібні ножі 3. Нижче фрезерних барабанів установлюються стрілчасті лапи (рис. 4), які закріплюються стояками в кронштейнах на рамі агрегата. Кут входження лап в ґрунт регулюється упорним болтом на кронштейнах позаду стояків лап.

Технологічний процес роботи комбінованого агрегата полягає в наступному. Фрезерні барабани обертаються в напрямку, що співпадає з напрямком руху агрегата. Ножі відрізають клиновидні скиби ґрунту, подрібнюють їх і відкидають до щитка. Щиток рівномірно розподіляє розпушений ґрунт по ширині захвату агрегата, вирівнює його і частково ущільнює. Стрілчасті лапи розпушують ґрунт на більшу глибину, ніж фрезерний барабан.

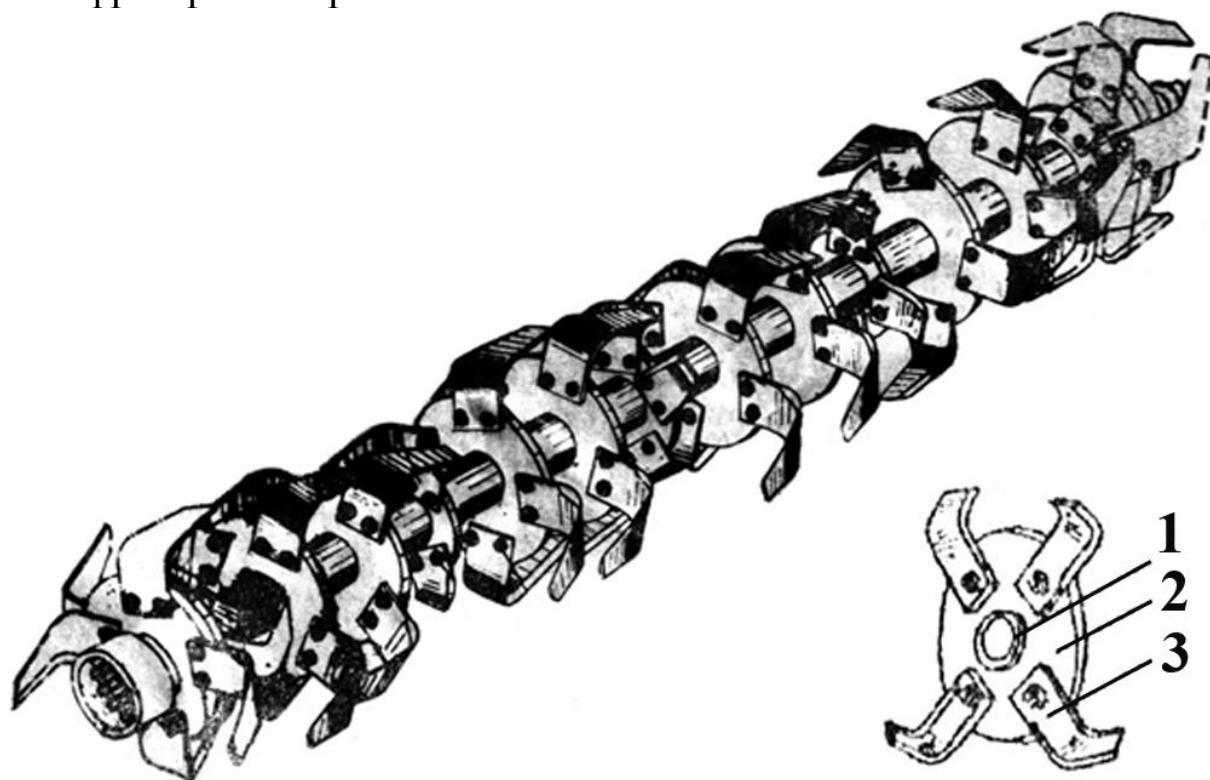


Рис. 3. Фрезерний барабан



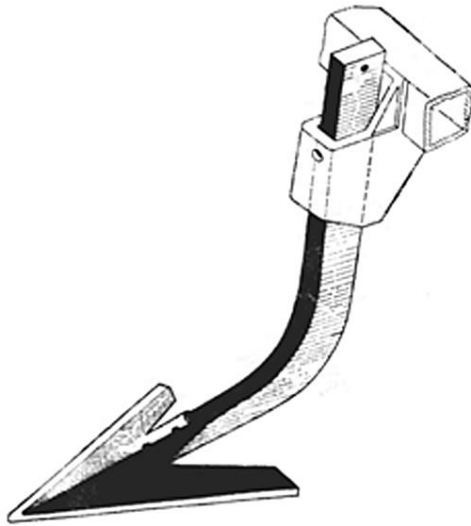


Рис. 4. Стрільчаста лапа

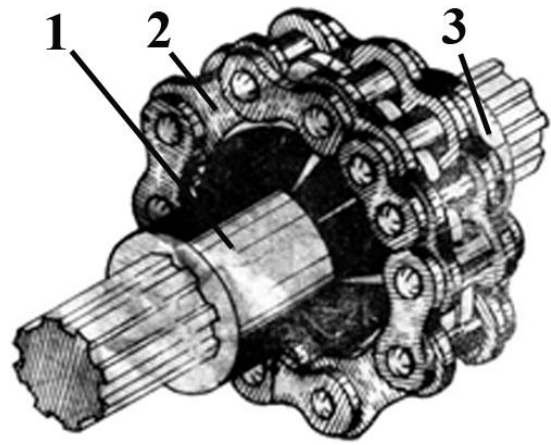


Рис. 5. Муфта ланцюгова:

1, 3 – півмуфта, 2 – ланцюг

### Основні регулювання

Глибину обробітку ґрунту фрезерними барабанами змінюють переміщенням опорних коліс в вертикальній площині. Для цього призначені гвинтові механізми на кронштейнах опорних коліс. Чим більша відстань від поверхні ґрунту до опорної поверхні коліс, тим глибше він буде оброблятися.

Глибина обробітку ґрунту стрільчастими лапами додатково змінюється перестановкою їх стояків по висоті в кронштейнах.

Кут входження лап в ґрунт регулюють збільшенням чи зменшенням довжини центральної тяги навісного пристрою трактора.

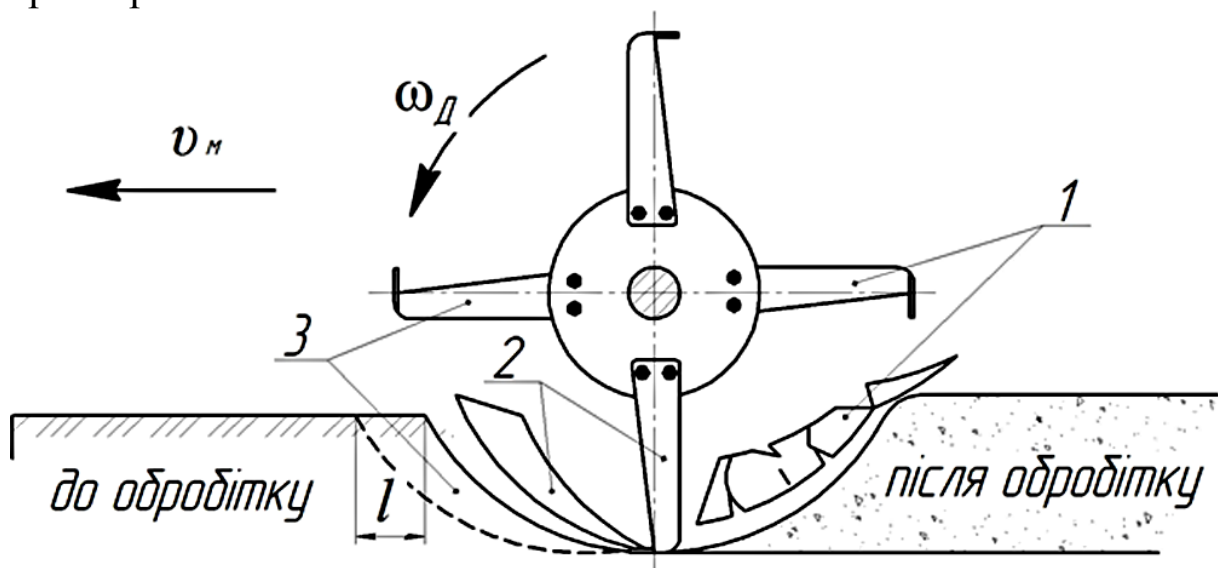


Рис. 6. Технологічна схема роботи ножів фрезерного барабана:

1, 2 – скиби ґрунту, відділені від основного масиву, та ножі, за допомогою яких здійснено даний процес; 3 – контури наступної скиби ґрунту, яка буде відділена відповідним ножем 3



Інтенсивність подрібнення ґрунту фрезерними агрегатами залежить від співвідношення поступальної (робочої) швидкості агрегату, частоти обертання диска з ножами та кількості ножів на дисках. Побічним розмірним показником кришення ґрунту може бути подача на зуб  $l$  – розмір скиби ґрунту, яка відділяється окремими послідовно діючими ножами.

Даний показник можна визначати як

$$l = \frac{v_m}{\omega_\delta \cdot n},$$

де  $v_m$  – робоча швидкість агрегату, м/с;

$\omega_\delta$  – частота обертання диска з ножами,  $\text{с}^{-1}$ ;

$n$  – кількість ножів на дискові, шт.

$$\omega_\delta = \omega_{\text{ВВП}} \cdot i_{\text{мп}},$$

де  $\omega_{\text{ВВП}}$  – частота обертання валу відбору потужності,  $\text{с}^{-1}$ ;

$i_{\text{мп}}$  – передаточне число механізму передач.

### Завдання

1. На майданчику ознайомитися з будовою, технологічним процесом роботи і основними регулюваннями комбінованого агрегата АКР-3,6.
2. Виконати налагодження агрегата на задану викладачем глибину обробітку ґрунту.
3. Згідно індивідуального завдання розрахувати значення подачі на зуб – інтенсивність подрібнення скиби ґрунту.

Вихідні дані для виконання індивідуальних завдань

Варіант	$v_m$ , км/год	$\omega_{\text{ВВП}}$ , об/хв	$n$ , шт	Варіант	$v_m$ , км/год	$\omega_{\text{ВВП}}$ , об/хв	$n$ , шт
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	540	2	16	6	1080	2
2	2		3	17	7		3
3	3		4	18	8		4
4	4		6	19	9		2
5	5		2	20	10		3
6	6		3	21	1		4
7	7		4	22	2		2
8	8		6	23	3		3
9	9		2	24	4		4
10	10		3	25	5		2
11	1		4	26	6		3

Продовження таблиці з вихідними даними

1	2	3	4	5	6	7	8
12	2	540	6	27	7	1080	4
13	3		2	28	8		2
14	4		3	29	9		3
15	5		4	30	10		4

### Зміст звіту

1. Коротко описати призначення, будову та роботу машини АКР-3,6 і накреслити рис. 2.
2. Описати порядок проведення вказаних регулювань та розрахунків.

### Запитання для самоконтролю

1. Яке призначення комбінованого агрегата АКР-3,6?
2. Яка загальна будова агрегата?
3. Як регулюється глибина обробітку ґрунту?
4. Як регулюється кут входження стрілочастих лап в ґрунт?
5. Яке призначення щитка?
6. Як змінюється інтенсивність подрібнення ґрунту?

### Практична робота №7

#### БУДОВА ТА ПРИНЦИП РОБОТИ МАШИНИ ДЛЯ ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ З РОЗКИДАЧАМИ ДИСКОВОГО ВІДЦЕНТРОВОГО ТИПУ (на прикладі МВУ-8Б)

**Мета роботи:** вивчити будову та навчитися налагоджувати машину МВУ-8Б на необхідну норму внесення мінеральних добрив та рівномірність їх розподілу по ширині захвату.

**Обладнання, прилади та інструменти:** машина для внесення мінеральних добрив МВУ-8Б, набір інструментів.

### Теоретичні відомості

**Призначення машини та її загальна будова.** Для суцільного внесення мінеральних добрив на поверхню ґрунту, використовуються машини з одно- чи дводисковими розкидачами відцентрової дії – ІРМГ-4, МВУ-0,5, МВД-0,5, МВД-3300, МВД-4300, МВУ-5, а також з пневматичними розкидними робочими органами – РУМ-5-03 тощо. До групи машин з розкидачами відцентрової дії відноситься також машина МВУ-8Б. Вона

призначена для поверхневого (суцільного) внесення мінеральних добрив, їх сумішей та меліорантів (вапно, гіпс).

Агрегатується з тракторами класу 30 кН (Т-150К), обладнаних валом відбору потужності (ВВП) з частотою обертання 540 об/хв, а також гідрофікованим тяговим крюком.

Машина МВУ-8Б представляє собою напівпричіп вантажністю до 11 т і складається із наступних вузлів і механізмів (рис. 1): рами 1, кузова 2, штурвала 3 регулювання положення заслінки, вала контрпривода 4, ведучого вала транспортера 5, редуктора 6, розкидаючих дисків 7, вала механізму привода транспортера 8, ресивера 9, ходових коліс 10, транспортера 11, карданного вала 12, сніці 13, підставки 14. Кузов машини металевий, має трапецієподібну форму цільнозварної конструкції, складається із бортів і рами. Кузов служить основою для кріплення робочих органів і допоміжних складових одиниць, виконує функції приймального пристрою для завантаження мінеральних добрив. Рама складається з двох балок з'єднаних поперечинами. Настил кузова (дно) виконано із антикорозійного матеріалу. В задній частині кузова є вікно для виходу маси та напрямники для установки дозуючої шиберної заслінки.

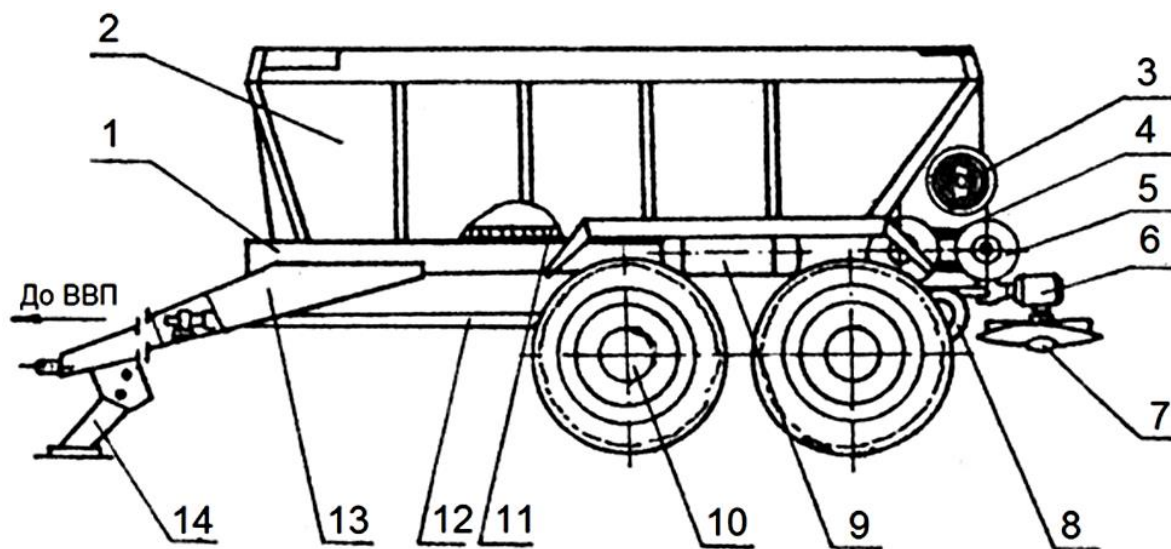


Рис. 1. Машина для внесення мінеральних добрив МВУ-8Б

В передній частині кузова встановлено оглядове вікно для контролю рівня завантаження. Разом з рамою кузов встановлено на осі балансирного візка і закріплено болтами.

Ходова система машини представляє собою безресорний балансирний візок типу «тандем» і складається з двох балансирів з'єднаних центральною віссю на підшипниках ковзання. Всі

колеса ходової системи обладнані пневматичними гальмівними механізмами.

На дні кузова встановлено транспортер. Він представляє собою замкнутий ланцюговий контур, який складається з окремих прутів з'єднаних між собою спеціальними пластинами. Нижні грані цих пластин скошені в напрямку руху транспортера, що сприяє активному очищенню напрямних жолобків в днищі кузова і запобігає «спливанню» транспортера. Регулювання натягу транспортера здійснюється переміщенням його підпружиненої осі за допомогою натяжних болтів. Перед регулюванням натягу транспортера дно кузова необхідно очистити від добрив.

### Принцип роботи машини

Розкидач мінеральних добрив МВУ-8Б працює наступним чином. Через дозуючу заслінку 3 (рис. 2) і туконапрямник (рис. 3) добрива транспортером 11 (рис. 1) подаються на розкидаючі диски 7, які розподіляють їх віялоподібним потоком по поверхні ґрунту.

Привод розкидаючих дисків здійснюється від ВВП трактора через вали трансмісії, клинопасову передачу та редуктори.

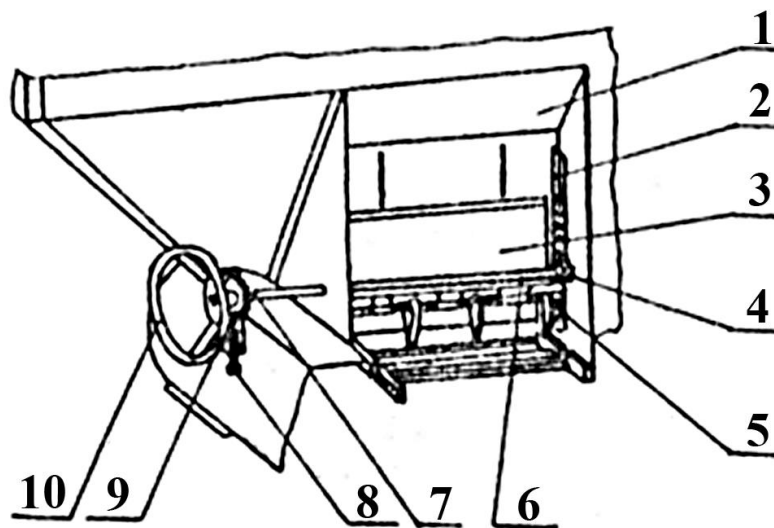


Рис. 2. Дозуючий пристрій:

- 1 – задній борт кузова; 2 – напрямник; 3 – дозуюча заслінка;  
4 – зірочка; 5 – рейка; 6 – вал; 7 – зубчате колесо; 8 – фіксатор; 9 – лімб;  
10 – штурвал

Транспортер може приводитися в рух від правого заднього колеса машини через телескопічний карданний вал, редуктор 1 (рис. 4) і три ступені ланцюгових передач, які дозволяють

отримати дві швидкості руху транспортера перестановкою ланцюга на відповідні зірочки останньої ступені (рис. 4). Таке конструктивне виконання привода транспортера дозволяє забезпечувати задані норми внесення добрив незалежно від швидкості руху агрегату.

Для забезпечення великих норм внесення добрив, а також розвантажування сипких матеріалів на місці в конструкції машини передбачений допоміжний привод транспортера від ВВП трактора за допомогою карданної передачі, яка з'єднується з центральним

редуктором 3  
(рис. 4) за  
допомогою блока  
півмуфт 2.  
Обертотий рух від  
центрального  
редуктора  
передається до  
ланцюгового  
контурі зірочок  
 $Z=12$ ,  $Z=45$ .

При першому  
способі приводу  
транспортера

обертотий рух від опорного колеса передається тільки до редуктора 1 (рис.4), який складається з зубчатої пари для зміни напрямку обертання і механізму включення транспортера (МВТ) від ходового колеса машини. Механізм включення транспортера складається із штока, вилки, двох кулачкових напівмуфт, одна з яких може рухатися на шліцевому валу (напівмуфта 6), який з'єднаний з колесом і постійно обертається, а інша виконана заодно з шестернею 7 і вільно обертається на валу. Обертотий рух до шестерень передається в тому випадку, коли тракторист вмикає названий механізм поворотом рукоятки розподільника гідросистеми в кабіні трактора. Масло під високим тиском зміщує шток гідроциліндра 8 з вилкою, а остання з'єднує рухому напівмуфту 6 з напівмуфтою шестерні 7 і обертотий рух передається на вал зірочки  $Z=15$  і далі до транспортера.

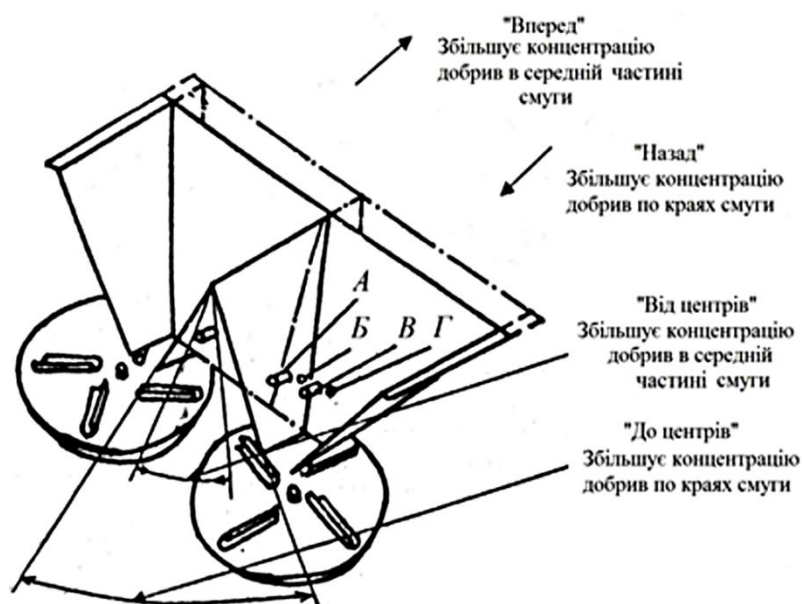


Рис. 3. Схема регулювання туконапрямника

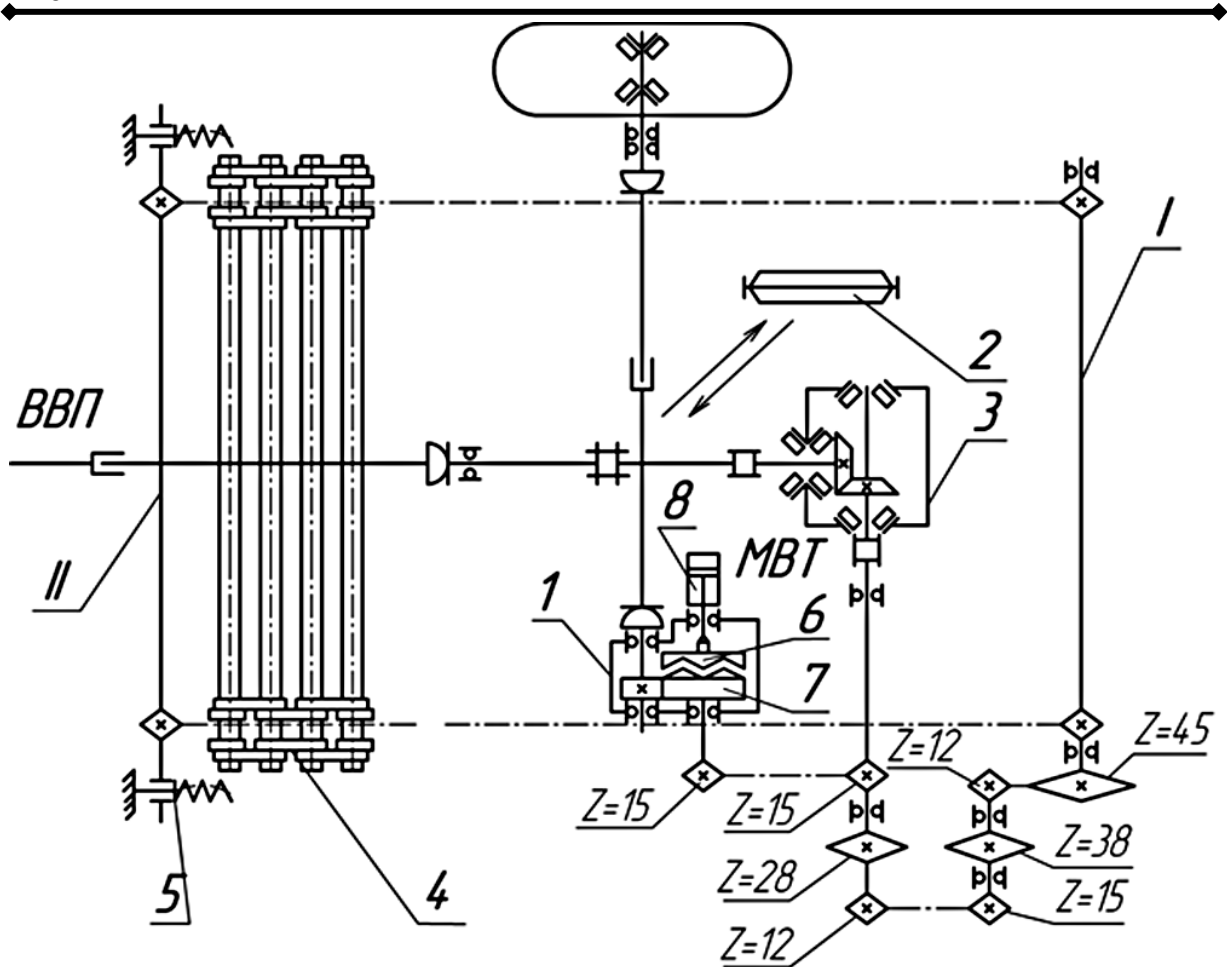


Рис. 4. Кінематична схема механізму привода транспортера:

I – ведущий вал транспортера; II – ведомый вал транспортера;

МВТ – механізм включення муфт;

1 – редуктор механізму привода транспортера від опорного колеса;

2 – блок змінних муфт; 3 – редуктор; 4 – транспортер; 5 – натяжний пристрій транспортера; 6 – напівмуфта; 7 – зубчате колесо;

8 – гідроциліндр

Блок напівмуфт 2, через які передається обертовий рух від карданного валу до центрального редуктора 3 при приводі транспортера від ВВП, з'ємний і встановлюється при вимкненому механізмі приводу транспортера від опорного колеса. Одночасний привод транспортера від ВВП і колеса не допускається, так як через різні частоти обертання механізм приводу буде зруйновано.

Під час вітряної несприятливої погоди кузов машини повинен бути закритий тентом, який закріплюється на ньому гумовими стяжками. Керування робочими органами машини здійснюється з робочого місця тракториста. Контроль за роботою

машини та шириною внесення добрив тракторист здійснює візуально через дзеркало заднього виду трактора.

Привод розкидаючих дисків, необхідний для надання їм обертового руху, складається з телескопічного карданного вала, проміжних валів, двох клинопасових контурів, приводних валів редукторів і самих розкидаючих дисків. Для забезпечення однакової частоти обертання дисків необхідно, щоб був однаковий натяг клинових пасів. Зусилля натягу для нових пасів повинне бути 24 Н, а для прироблених – 18 Н.

### **Забезпечення необхідних норм внесення мінеральних добрив та рівномірності їх розподілу по ширині захвату машини**

Забезпечення необхідної норми внесення добрив можливе трьома способами – зміною швидкості руху транспортера, зміною положення заслінки дозуючого пристрою і зміною поступальної швидкості машини. Передостання ступінь ланцюгового контура дозволяє отримувати дві швидкості транспортера для внесення добрив шляхом перестановки ланцюга на блоках зірочок, які мають різну кількість зубів. Установка ланцюга на зовнішні зірочки  $Z=12$ ,  $Z=45$  зменшує швидкість руху транспортера. При цьому забезпечується норма внесення добрив в межах від 200 до 900 кг/га. Установка ланцюга на внутрішні зірочки  $Z=28$ ,  $Z=33$  збільшує швидкість транспортера, завдяки чому норма внесення добрив складає більше 900 кг/га.

Для внесення норм більших за 6000 кг/га привод переобладнують для роботи транспортера від ВВП, при цьому ланцюг зірочок змінних контурів повинен знаходитися на зовнішніх зірочках з числом зубів 12 і 45.

Дозуюча заслінка 3 (рис. 2) представляє собою секційний підпружинений шибер, який переміщується в напрямниках 2, розміщених на задньому борту 1 кузова за допомогою приводного механізму.

Переміщення заслінки здійснюється вручну за допомогою штурвала 10. Штурвал закріплений на валу 6 разом з двома зірочками 4, які при обертанні вала входять в зачеплення з рейками 5 на заслінці. Положення заслінки фіксується пружинним фіксатором 8. Обертання штурвала проти годинникової стрілки призводить до зменшення площі викидного

вікна, а як результат, і норми внесення, за годинниковою – до збільшення площі викидного вікна та норми внесення.

Налагодження заслінки на задану норму внесення добрив виконується наступним чином:

- фіксатор 8 виводиться з зачеплення з зубчатим колесом 7;
- штурвал обертається до тих пір, поки на лімбі 9 висоти вікна не з'явиться цифра, що відповідає заданій нормі, яка визначається по таблиці норм внесення добрив;
- при даному положенні штурвала фіксатор 8 вводиться в зачеплення з зубчастим колесом 7.

Для забезпечення необхідної рівномірності розподілу добрив по ширині захвату машини в конструкції машини передбачений туконапрячник (рис. 3) – це лоток зварної конструкції із листового матеріалу, який подає добрива на кожен із розкидаючих дисків. В туконапрячнику є подільник потоку, який складається з двох шарнірно рухомих стінок.

Для досягнення рівномірного розподілу добрив по ширині захвату користуються або переміщенням туконапрячника по повздовжніх пазах «вперед» - «назад» по напрямку руху машини, або переміщенням рухомих стінок до «центрів» чи «від центрів» розкидаючих дисків (рис. 3).

Для гранульованих добрив (аміачна селітра, гранульований суперфосфат і інше) рекомендується установлювати туконапрячники на другі отвори з задньої сторони кронштейнів (по ходу машини), а рухомі стінки установлюються на отвори Б.

Для дрібнокристалічних і порошкоподібних добрив (калійна сіль, гіпс, доломітне борошно тощо) рекомендується встановлювати туконапрячник на крайній задній отвір (по ходу машини), а рухомі стінки на отвір А.

Для встановлення необхідної норми внесення добрив перед роботою машини необхідно виконати ряд регулювань. Основними з них є виставлення розміру щілини, через яку добрива просипаються на туконапрячник. Кожній нормі внесення добрив відповідає певний розмір щілини. Ця залежність наведена в таблицях 3 і 4, але значення розмірів щілини подані розрахункові, тобто такі, які забезпечать необхідну норму внесення добрив при певних стаціонарних умовах (насипній щільності добрив  $\gamma$ , розрахунковій ширині внесення  $B_{розр}$  і швидкості агрегату  $V_{розр}$ ).



Так як фізико-механічні властивості добрив можуть змінюватися залежно від метеорологічних умов, то суттєво змінюється їх насипна щільність і, як наслідок – робоча ширина та норма внесення. Щоб за таких обставин забезпечити необхідну норму внесення потрібно встановити за допомогою штурвала скореговане фактичне  $L_{\phi}$  значення розміру дозуючої щілини.

У випадку, коли привод транспортера здійснюється від колеса машини, швидкість її переміщення по полю не впливає на норму внесення і корегування висоти виконується з урахуванням розрахунку за формулою

$$L_{\phi} = L_{розр} \cdot \frac{\gamma_{розр}}{\gamma_{\phi}} \cdot \frac{B_{\phi}}{B_{розр}},$$

де  $L_{\phi}$  – фактичний розмір висоти щілини заслінки по лімбу;  
 $L_{розр}$  – розрахунковий розмір висоти щілини заслінки по лімбу згідно таблиці, мм;  
 $\gamma_{розр}$  – розрахункова насипна щільність добрив, т/м<sup>3</sup>;  
 $\gamma_{\phi}$  – фактична насипна щільність добрив, т/м<sup>3</sup>;  
 $B_{розр}$  – розрахункова робоча ширина внесення добрив згідно таблиці, м;  
 $B_{\phi}$  – фактична робоча ширина внесення добрив, м  
 (визначається практичним шляхом).

Приклад: для аміачної селітри (табл. 3) насипна щільність  $\gamma_{розр} = 0,9$  т/м<sup>3</sup>, робоча ширина розкидання 17 м. Для норми внесення 200 кг/га розмір висоти щілини по лімбу 60 мм.

В дійсності на час внесення аміачна селітра має насипну щільність  $\gamma_{\phi} = 0,75$  т/м<sup>3</sup> і фактичну ширину внесення  $B_{\phi} = 18$  м. Для отримання норми 200 кг/га в реальних умовах виконуємо корегування висоти щілини заслінки

$$L_{\phi} = 60 \cdot \frac{0,9}{0,75} \cdot \frac{18}{17} = 76,2 \text{ мм.}$$

По лімбу на штурвалі машини виставляємо значення не 60 мм, а 76 мм. При роботі транспортера від ВВП трактора корегування норм внесення добрив виконується з урахуванням фактичної швидкості руху агрегату. В цьому випадку розрахунки фактичного розміру дозуючої щілини виконуються за формулою

$$L_{\phi} = L_{розр} \cdot \frac{V_{\phi}}{V_{розр}} \cdot \frac{\gamma_{розр}}{\gamma_{\phi}} \cdot \frac{B_{\phi}}{B_{розр}},$$

де  $V_{\phi}$  – фактична швидкість агрегату;

$V_{розр}$  – розрахункова швидкість агрегату.

Співвідношення  $V_{\phi}/V_{розр}$  в залежності від передачі на якій рухається трактор приведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Співвідношення між фактичною і розрахунковою швидкостями агрегату на різних передачах

Передача	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
$V_{\phi}/V_{розр}$	0,202	0,345	0,537	0,722	0,854	1	1,228	1,445

### Практична частина роботи

На майданчику для техніки під керівництвом викладача ознайомитися з конструкцією машини МВУ-8Б.

Згідно з заданим варіантом вихідних даних, приведених в таблиці 5, а також користуючись таблицями 3 і 4, виконати необхідні розрахунки для визначення фактичного значення висоти дозуючої щілини.

Привести інформацію особливостей налагодження машини на задану норму внесення добрив стосовно індивідуальних варіантів, привести обґрунтування всіх дій по налагодженню. Описати порядок приведення в дію транспортера (від колеса чи ВВП), а також через який блок зірочок останньої ступені приводу передається обертовий рух до ведучого вала транспортера.

Користуючись рекомендаціями викладеними в теоретичній частині роботи, визначити положення туконапрямника та його рухомих стінок.

Привести рис. 4 у відповідність до умов забезпечення вимог індивідуального варіанта практичної частини і зарисувати його з внесеними змінами.

### Зміст звіту

1. Привести порядок налагодження машини для забезпечення заданої норми внесення добрив.
2. Привести розрахунки фактичного значення висоти щілини дозуючого пристрою.
3. Заповнити таблицю 2.

4. Виконати рис. 4 згідно з вимогами до виконання практичної частини роботи.

Таблиця 2

## Результати виконання практичної частини

№ п/п	Вихідні дані та показники налагодження машини на задану норму внесення добрив	Значення показників, чи їх позначення
1	Задана норма внесення добрив в кг/га	
2	Значення $\gamma_{\phi}$ , т/м <sup>3</sup>	
3	Значення $B_{\phi}$ , м	
4	Значення $V_{\phi}/V_{розр}$	
5	Значення $L_{\phi}$ , мм	
6	Привод транспортера здійснюється від:	
7	На останній ступені приводу обертовий момент передається ланцюгом через зірочки з кількістю зубів:	$z_1 =$ $z_2 =$
8	Туконапрямник по ходу машини закріплюється на опорах:	
9	Рухомі стінки туконапрямника закріплюються на отворах:	

## Контрольні запитання

1. Для забезпечення якого способу внесення добрив призначена машина МВУ-8Б?
2. Які робочі органи і механізми входять до складу машини?
3. Як приводиться в дію транспортер?
4. Яке призначення туконапрямника?
5. Які регулювання мають місце в конструкції туконапрямника?
6. Що конструктивно представляє собою транспортер?
7. Яка будова механізму привода транспортера?
8. Які типи гальм застосовуються в машині?
9. Що представляє собою ходова система машини?
10. Яке призначення механізму вмикання муфти?

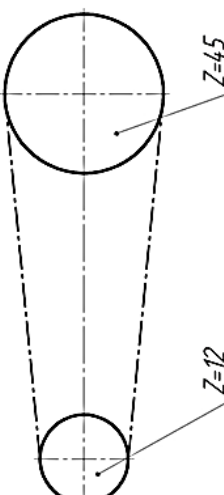
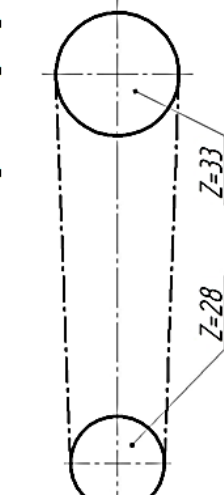
Таблиця вихідних даних для розрахунків

№ варіанта	Вид добрив	Норма внесення добрив	$\gamma$ , т/м <sup>3</sup>	В <sub>ф</sub> , м	П передача на якій рухається трактор	Привод транспортера		№ варіанта	Вид добрив	Норма внесення добрив	$\gamma$ , т/м <sup>3</sup>	В <sub>ф</sub> , м	Передача на якій рухається трактор	Привод транспортера	
						ВВП	колесо							ВВП	колесо
1	Суперфосфат	200	1,0	22	I		+	19	бор. фос.	10000	1,8	9			+
2		300	0,9	23	II		+	20		9000	1,5	10			+
3		400	1,2	21	III		+	21	бор. дол.	8000	1,3	8	I	+	
4		500	1,1	20	IV		+	22		7000	1,1	9	II	+	
5	Нітроаммофоска	600	0,9	20	V	+		23	дефекат	6000	1,0	9	II	+	+
6		700	0,8	21	VI	+		24		5000	1,2	8			
7		800	1,1	23	VII	+		25	фосфор гіпс	4000	1,2	11	V	+	
8		900	1,2	22	VIII	+		26		3000	1,1	10			+
9	Аміачна селітра	1000	0,8	15	IV		+	27	бор. вапн.	2000	1,3	9	VI	+	
10		2000	1,0	13		+	+	28		1000	1,1	10			+
11		3000	1,1	16				29	суміш	900	0,8	16	VII	+	
								30		800	1,1	18			+
12	Борошно доломітне	4000	1,1	11	VI		+	31	калій хлор.	700	0,9	8	VIII	+	+
13		5000	1,3	9			+	32		600	1,1	10			
14		6000	1,0	8			+								
15	Борошно фосфоритне	7000	1,9	6	II		+	33	дефекат	500	1,3	11			+
16		8000	1,8	7			+	34		400	1,0	9,0			+
17		9000	1,6	9		+		35	фосф. гіпс	300	1,1	10			+
18		10000	1,5	10		+		36		200	0,9	11			+



Таблиця 3

Таблиця розрахункових норм внесення добрив при приводі транспортера від ходового колеса машини

Види добрив	Насипна щільність $\gamma$ , т/м <sup>3</sup>	Робоча ширина $B$ , м	Норма внесення, кг/га																			
			200	300	400	500	600	700	800	900	900	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000			
			Розміри по лімбУ, мм ( $L_{розр}$ )																			
Селітра амiачна	0,9	17	60	90	120	150	180	210	240	81	90	100										
Нітроамофоска	1,0	22	70	105	140	175	210	245		99	110	220										
Суперфосфат	1,1	22	54	96	128	160	192	224		90	100	200										
Калій хлористий	1,0	11	36	54	72	90	108	126	144	162	54	60	120	180	240							
Суміш (1:1)	1,0	17	54	81	108	136	163	190	217	244	77	85	170									
Борошно вапнякове	1,2	12	32	48	64	80	96	112	128	144	45	50	100	150	200	250						
Борошно доломітне	1,2	10	26	39	52	65	78	91	104	117	36	40	80	120	160	200	240					
Дефекат	1,1	10	29	43	58	72	87	101	116	130	41	46	91	137	182	228						
Фосфогіпс	1,0	12	38	57	76	95	114	133	152	171	54	60	120	180	240							
Борошно фосфорне	1,7	8	23	30	38	45	53	60	68	21	24	47	71	94	118	141	165	180				
Дози більше 6000 кг/га вносити при швидкості агрегату не більше 5 км/год (II передача)			Понижена швидкість транспортера										Підвищена швидкість транспортера									
																						

## ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ ПЕРЕВІРКИ ЗНАНЬ

1.1. Технологічні процеси в галузі рослинництва за характером та умовами виконання підрозділяються на процеси:

- а) обробітку ґрунту,*
- б) поверхневого обробітку ґрунту,*
- в) сівки, посадки, внесення добрив,*
- г) догляду за с.-г культурами,*
- д) збирання врожаю,*
- е) первинної обробки врожаю,*
- ж) меліорації*
- з) хімічного захисту с.-г культур.*

1.2. Рухомі технологічні процеси характеризуються тим, що при їх виконанні:

- а) матеріал, що обробляється залишається нерухомим, а робочі машини в процесі роботи переміщуються відносно нього;*
- б) матеріал, що обробляється підводиться до нерухомо закріплених машин.*

1.3. Технологічні процеси в залежності від енергії, що витрачається і рівня розвитку технічних засобів поділяються на:

- а) енергонасичені;*
- б) малопотужні;*
- в) автоматизовані;*
- г) немеханізовані;*
- д) механізовані;*
- е) електрифіковані.*

1.4. Сільськогосподарський агрегат – це:

- а) декілька різних машин, які одночасно задіяні в виконанні технологічного процесу;*
- б) сільськогосподарська машина , яка виконує технологічний процес;*
- в) сукупність енергетичної частини, передаточного механізму і робочої машини.*

1.5. Розподіліть види сільськогосподарської техніки за класифікацією:

- |                             |  |
|-----------------------------|--|
| <i>1 – рухомі;</i>          | <i>а – прес гранулятор ОГК-3,</i>  |
| <i>2 – обмежено рухомі;</i> | <i>зерноочисна машина ЗАВ-25;</i>  |
| <i>3 – стаціонарні.</i>     | <i>б – машина для первинної очистки зерна на току ОВС-25, дощувальна установка "Фрегат";</i> |

*в – трактор ХТЗ-170, комбайн “Славутич”, автомобіль ГАЗ-53.*

1.6. Лушильники застосовують для проведення мілкого поверхневого обробітку ґрунту з метою:

- а) боротьби з вітровою і водною ерозією, подрібнення рослинних решток на поверхні поля та знищення пророслих бур'янів;*
- б) зниження випаровування вологи, подрібнення рослинних решток, провокування насіння бур'янів до проростання, знищення пророслих бур'янів та часткового зниження затрат енергії при подальшій глибокій обробці ґрунту.*

1.7. Лущення ґрунту виконується на глибину:

- а) до 20 см;      б) до 14 см;      в) до 6 см.*

1.8. Основний обробіток ґрунту виконується з метою:

- а) загортання рослинних решток та органічних добрив;*
- б) створення сприятливих умов для подальшої сівби та садіння сільськогосподарських культур;*
- в) створення сприятливих умов для накопичення вологи та поживних речовин.*

1.9. В яких ґрунтово-кліматичних зонах застосування безвідвального плоскорізного обробітку ґрунту є бажаним:

- а) в зонах підлеглих вітровій ерозії;*
- б) в зонах сприятливих для розвитку кореневищних бур'янів;*
- в) в засушливих зонах*

1.10. При передпосівному обробітку ґрунту можуть виконуватися наступні технологічні процеси:

- а) луціння, боронування, культивація, нарізання гряд, коткування;*
- б) боронування, культивація, дискування, прикочування;*
- в) луціння, культивація, боронування.*

1.11. Обробіток ґрунту по догляду за посівами виконується з метою:

- а) знищення бур'янів;*
- б) створення сприятливих умов для боротьби з шкідниками і хворобами;*
- в) створення сприятливих умов для розвитку рослин в період їх вегетації.*

1.12. Обробіток ґрунту по догляду за рослинами поділяється на:

- а) досходовий;*
- б) обробіток ґрунту під час появи сходів;*



*в) післясходовий.*

1.13. Розподілити технологічні процеси по догляду за рослинами згідно з їх класифікацією:

*1 – механічні;*

*2 – хімічні*

*а) міжрядна культивуація;*

*б) обпилювання;*

*в) нарізання поливних борізод;*

*г) обприскування;*

*д) аерозольний обробіток*

1.14. Для виконання названих технологічних процесів по догляду за посівами використовують:

*1 – міжрядна культивуація;*

*2 – підживлення;*

*3 – досходове руйнування поверхневої кірки;*

*4 – боротьба з бур'янами з застосуванням гербіцидів.*

*а) підживлювач-*

*обприскувач ПОМ-630;*

*б) легкі зубові борони;*

*в) культиватор*

*рослинопідживлювач;*

*г) обприскувач ОП-2000*

1.15. До хімічних технологічних процесів по догляду за рослинами належать:

*а) обпилювання, обприскування, гербіцидний обробіток, аерозольний обробіток;*

*б) обпилювання, підживлення, обприскування;*

*в) обпилювання, підживлення, внесення гербіцидів.*

1.16. Представлені ґрунтообробні знаряддя можуть бути:

*1 – луцильники;*

*2 – борони.*

*а) лемішні;*

*б) дискові;*

*в) зубові.*

1.17. Названими ґрунтообробними знаряддями рекомендується обробляти:

*1 – дискові луцильники; а) поля після зернових культур;*

*2 – лемішні луцильники. б) поля покриті стернею зернових культур і забруднені переважно кореневищними та іншими багаторічними бур'янами;*

*в) поля покриті стернею і іншими рештками культурних рослин засмічені коренепаростковими бур'янами;*

*г) поля з надмірно ущільненим ґрунтом після збирання технічних культур.*

1.18. Лущення поверхні поля вказаними знаряддями виконується на глибину:

- |                                |                    |
|--------------------------------|--------------------|
| <i>1 – дискові луцильники;</i> | <i>а) 6-12 см.</i> |
| <i>2 – лемішні луцильники.</i> | <i>б) 4-10 см.</i> |

1.19. Якими з указаних робочих органів обладнуються перелічені знаряддя:

- |                                |                                     |
|--------------------------------|-------------------------------------|
| <i>1 – лемішний луцильник;</i> | <i>а) лемішний корпус;</i>          |
| <i>2 – дисковий луцильник;</i> | <i>б) звичайний сферичний диск;</i> |
| <i>3 – дискова борона.</i>     | <i>в) вирізний сферичний диск.</i>  |

1.20. Для обробітку важких ґрунтів використовують луцильники обладнані:

- а) вирізними і звичайними сферичними дисками;*  
*б) вирізними сферичними дисками;*  
*в) звичайними сферичними дисками.*

1.21. Товщина дисків робочих органів луцильників становить в більшості випадків:

- |                              |                 |
|------------------------------|-----------------|
| <i>1 – вирізних дисків;</i>  | <i>а) 6 мм.</i> |
| <i>2 – звичайних дисків.</i> | <i>б) 4 мм.</i> |

1.22. Для вказаних ґрунтообробних знарядь диски збираються в батареї по слідуячому принципу:

- |                                |                          |                           |
|--------------------------------|--------------------------|---------------------------|
| <i>1 – дисковий луцильник;</i> | <i>а) по двослідній</i>  | <i>1 – по 4 диски;</i>    |
| <i>2 – дискова борона.</i>     | <i>схемі;</i>            | <i>2 – по 6 дисків;</i>   |
|                                | <i>б) по однослідній</i> | <i>3 – по 6-9 дисків.</i> |
|                                | <i>схемі</i>             |                           |

1.23. Для дискових луцильників кут атаки дисків становить:

- |                            |  |
|----------------------------|--|
| <i>1 – тільки 35°;</i>     | <i>а) для причіпних луцильників;</i>     |
| <i>2 – від 15° до 35°.</i> | <i>б) для напівначіпних луцильників;</i> |
|                            | <i>в) для начіпних луцильників.</i>      |

1.24. Вказаними елементами конструкції луцильників є:

- |                               |                              |
|-------------------------------|------------------------------|
| <i>1 – робочі органи;</i>     | <i>а) рама;</i>              |
| <i>2 – інші конструктивні</i> | <i>б) опорні колеса;</i>     |
| <i>елементи.</i>              | <i>в) гідроциліндри;</i>     |
|                               | <i>г) сферичні диски;</i>    |
|                               | <i>д) телескопічні тяги.</i> |

1.25. Для вказаних луцильників глибина обробітку ґрунту регулюється:

- 1 – начіпний луцильник; а) зміною кута установки дисків до*

- 2 – причіпний луцильник. напрямку руху;  
 б) гідравлічним механізмом;  
 в) переустановкою по вертикалі передніх кінців рамок батарей;  
 г) установкою допоміжних вантажів на дискових батареях.

1.26. Визначити належність елементів конструкції начіпного плуга до однієї з виділених груп:

- |  |                   |
|--|-------------------|
| 1 – робочі органи;                                 | а) опорне колесо; |
| 2 – механізм регулювання глибини обробітку ґрунту. | б) корпус;        |
|  | в) ніж;           |
|  | г) гвинтова пара; |
|  | д) передплужник   |

1.27. З яких конструктивних елементів складаються вказані робочі органи?

- |                   |                   |
|-------------------|-------------------|
| 1 – корпус плуга; | а) стояк;         |
| 2 – передплужник. | б) полиця;        |
|                   | в) леміш;         |
|                   | г) польова дошка; |

1.28. Робочу поверхню корпусу плуга можна представити як тригранний клин який характеризується кутами:

- а) кришіння;      б) тертя;      в) зміщення;      г) нахилу.

1.29. Для забезпечення якісного обертання скиби ґрунту корпусом плуга, відношення ширини захвату одного корпусу до глибини обробітку повинно становити:

- а)  $K = 1,67$ ;      б)  $K = 1,27$ ;      в)  $K = 1,17$ .

1.30. На яких плугах установлюють вказані види ножів?

- |                 |                                      |
|-----------------|--------------------------------------|
| 1 – дисковий;   | а) на плантажних плугах;             |
| 2 – чересловий; | б) на кущово-болотних плугах;        |
| 3 – плоский.    | в) на плугах загального призначення. |

1.31. Робочими органами плугів є:

- 1 – рама;  
 2 – опорні колеса  
 3 – механізм регулювання глибини оранки;  
 4 – корпуси;  
 5 – передплужники;  
 6 – ножі.

1.32. За конструктивними особливостями розрізняють корпуси плугів:

- |                                     |                                   |
|-------------------------------------|-----------------------------------|
| <i>1 – полицеві;</i>                | <i>2 – безполицеві;</i>           |
| <i>3 – вирізні;</i>                 | <i>4 – з ґрунтопоглиблювачем;</i> |
| <i>5 – з висувним долотом;</i>      | <i>6 – оборотні;</i>              |
| <i>7 – з пластинчастою полицею;</i> | <i>8 – дискові;</i>               |
| <i>9 – лемішні;</i>                 | <i>10 – комбіновані.</i>          |

1.33. Для обробітку яких ґрунтів призначені вказані корпуси плугів?

- |                                |  |
|--------------------------------|--|
| <i>1 – полицеві;</i>           | <i>а) перезволожені ґрунти;</i>                              |
| <i>2 – безполицеві;</i>        | <i>б) староорні ґрунти;</i>                                  |
| <i>3 – дискові;</i>            | <i>в) ґрунти в зонах підлеглих вітровій і водній ерозії;</i> |
| <i>4 – з висувним долотом.</i> | <i>г) кам'янисті ґрунти.</i>                                 |

1.34. Корпуси плугів характеризуються наступними основними технологічними параметрами:

- 1 – кутами установки леміша до стінки та дна борозни;*
- 2 – шириною захвату;*
- 3 – глибиною оранки;*
- 4 – формою робочої поверхні.*

1.35. Для обробітку староорних земель з забезпеченням доброго обертання і розпушування ґрунту використовуються корпуси з робочою поверхнею:

- |                          |                            |
|--------------------------|----------------------------|
| <i>1 – циліндричною;</i> | <i>2 – напівгвинтовою;</i> |
| <i>3 – гвинтовою;</i>    | <i>4 – культурною.</i>     |

1.36. Швидкісні корпуси відрізняються від звичайних:

- 1 – меншою шириною захвату;*
- 2 – глибиною обробітку;*
- 3 – більш пологою постановкою робочої поверхні до стінки борозни;*
- 4 – меншою довжиною полиці;*
- 5 – зміненою формою борозного обрізу;*
- 6 – типом робочої поверхні.*

1.37. Вказати на яких плугах установлюються вказані типи ножів:

- |                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| <i>1 – дисковий;</i>                | <i>а) на куцево-болотних плугах;</i>   |
| <i>2 – плоский з опорною лижею.</i> | <i>б) плугах для оранки ґрунтів, зарослих кущами висотою до двох метрів;</i> |
|                                     | <i>в) плугах загального призначення.</i>                                     |

1.38. Яку функцію виконує полиця корпусу плуга?

- 1 – підрізає скибу в горизонтальній площині;
- 2 – перевертає і розпушує скибу;
- 3 – переміщує, перевертає та розпушує скибу;
- 4 – переміщує і розпушує.

1.39. Вказати причину різної глибини ходу переднього і заднього корпусів плуга та спосіб усунення такого порушення технологічного процесу.

**Причина:**

- 1 – поздовжній перекіс рами плуга;
- 2 – невірно відрегульована глибина ходу корпусів;
- 3 – поперечний перекіс рами плуга.

**Спосіб усунення:**

- а) регулювання довжини розкосів;
- б) зміна довжини центральної тяги;
- в) регулювання опорного колеса;
- г) зміна положення начіпного пристрою

1.40. Причіпний чотирикорпусний плуг під час оранки зміщується вбік, між суміжними проходами плуга залишаються огріхи. Вкажіть причину та спосіб її усунення.

**Причина:**

- 1 – перекіс рами у поздовжній площині;
- 2 – перекіс рами у поперечній площині;
- 3 – неправильно закріплений причіпний пристрій до рами плуга.

**Спосіб усунення:**

- а) зміна положення борозного колеса;
- б) зміна положення польового колеса;
- в) перестановка причіпного пристрою плуга вліво відносно рами плуга на величину зміщення;
- г) усунення перекосу рами плуга в горизонтальній площині.

1.41. Тяговий опір плугів – це зусилля, яке витрачається на:

- 1 – виконання технологічних операцій оранки;
- 2 – перекошування плуга по поверхні поля;
- 3 – подолання сил опору тертя корпусів, ножів, передплужників об стінку і дно борозни;
- 4 – сил тертя в підшипникових вузлах коліс;
- 5 – на переміщення плуга в загінці при виконанні ним технологічного процесу.

1.42. Згідно з формулою В.П.Горячкіна складовими корисного опору плугів є:

а)  $P = 9,8fm$ ;

б)  $P = kabn$ ;

в)  $\varepsilon abn v^2$ .

1.43. За призначенням розрізняють культиватори:

- |   |                         |
|---|-------------------------|
| <i>а) для суцільного обробітку ґрунту (парові);</i> |                         |
| <i>б) штангові;</i>                                 | <i>в) просапні;</i>     |
| <i>г) важкі;</i>                                    | <i>д) універсальні.</i> |

1.44. До робочих органів парових культиваторів належать:

- |   |                                       |
|---|---------------------------------------|
| <i>а) ротаційні голчасті диски;</i>       | <i>б) односторонні полольні лапи;</i> |
| <i>в) стрілчасті полольні лапи;</i>       | <i>г) оборотні лапи;</i>              |
| <i>д) долотовидна розпушувальна лапа;</i> |                                       |
| <i>е) списовидні лапи;</i>                | <i>є) підживлювальний ніж.</i>        |

1.45. Які з робочих органів парових культиваторів використовують при проведенні вказаних операцій обробітку ґрунту?

- |  |  |
|--|--|
| <i>1 – передпосівний обробіток ґрунтів нормальної вологості;</i> | <i>а) оборотна розпушувальна лапа;</i> |
| <i>2 – ранній весняний обробіток надмірно зволжених ґрунтів;</i> | <i>б) підживлювальний ніж;</i>         |
| <i>3 – знищення бур'янів при догляді за парами.</i>              | <i>в) списовидна лапа;</i>             |
|  | <i>г) стрілчаста полольна лапа;</i>    |
|  | <i>д) одностороння полольна лапа.</i>  |

1.46. Які знаряддя і з якими робочими органами використовують з метою запобігання розвитку вітрової та водної ерозії при основному обробітку ґрунту?

- |  |  |
|--|--|
| <i>1 – фрезерні агрегати;</i>                  | <i>а) фрезерні диски;</i>                      |
| <i>2 – важкі культиватори;</i>                 | <i>б) плоскорізальні лапи;</i>                 |
| <i>3 – культиватори-плоскорізи;</i>            | <i>в) вирізні диски;</i>                       |
| <i>4 – чизельні плуги;</i>                     | <i>г) чизельні робочі органи;</i>              |
| <i>5 – культиватори плоскорізи-щілинорізи;</i> | <i>д) щілинорізи;</i>                          |
| <i>6 – дискові борони.</i>                     | <i>е) важкі культиваторні стрілчасті лапи.</i> |

1.47. Плоскорізальні лапи складаються з:

- |                    |                               |
|--------------------|-------------------------------|
| <i>а) стояка;</i>  | <i>б) лемешів;</i>            |
| <i>в) полиці;</i>  | <i>г) ґрунтопоглиблювача;</i> |
| <i>д) башмака;</i> | <i>е) долота.</i>             |

1.48. Для суцільного обробітку ґрунту на глибину більшу 30 см використовують наступні робочі органи:

- |                               |                                   |
|-------------------------------|-----------------------------------|
| <i>а) вирізні диски;</i>      | <i>б) чизельні робочі органи;</i> |
| <i>в) ґрунтопоглиблювачі;</i> | <i>г) полицеві корпуси.</i>       |

1.49. При роботі культиватора-плоскоріза КПШ-9 крайні лапи працюють на меншу глибину ніж центральні, вказати причину та шляхи її усунення.

- |   |   |
|---|---|
| <i>1 – культиватор не відрегульований в поперечній площині;</i> | <i>а) змінити кут входження крайніх лап в ґрунт;</i>                    |
| <i>2 – невірно виставлений кут входження лап в ґрунт;</i>       | <i>б) змінити довжину розкосу начіпного пристрою;</i>                   |
| <i>3 – невірно відрегульований начіпний пристрій трактора;</i>  | <i>в) змінити довжину центральної тяги начіпного пристрою трактора;</i> |
| <i>4 – невірно виставлена глибина обробітку ґрунту.</i>         | <i>г) вирівняти глибину механізмом регулювання.</i>                     |

1.50. Вкажіть які можуть бути стрілчасті лапи за призначенням і який з вказаних параметрів визначає дане призначення?

- |                           |                                     |
|---------------------------|-------------------------------------|
| <i>1 – важкі;</i>         | <i>а) ширина захвату;</i>           |
| <i>2 – універсальні;</i>  | <i>б) кут розхилу крил ;</i>        |
| <i>3 – полольні;</i>      | <i>в) радіус кривизни поверхні;</i> |
| <i>4 – односторонні;</i>  | <i>г) кут кришення.</i>             |
| <i>5 – розпушувальні.</i> |                                     |

1.51. Вкажіть для яких робочих органів є основними вказані конструктивні параметри.

- |  |                                     |
|--|-------------------------------------|
| <i>1 – кут розхилу;</i>                      | <i>а) долотовидна лапа;</i>         |
| <i>2 – кут кришіння;</i>                     | <i>б) стрілчаста лапа;</i>          |
| <i>3 – ширина захвату;</i>                   | <i>в) оборотна лапа;</i>            |
| <i>4 – радіус кривизни робочої поверхні.</i> | <i>г) звичайний сферичний диск.</i> |

1.52. Вкажіть для яких робочих органів парових культиваторів підходить вказаний порядок їх розташування.

- |  |                                       |
|--|---------------------------------------|
| <i>1 – однорядне;</i>                              | <i>а) стрілчасті лапи;</i>            |
| <i>2 – двохрядне з перекриттям ширини захвату;</i> | <i>б) долотовидні лапи;</i>           |
| <i>3 – трьохрядне.</i>                             | <i>в) оборотні лапи;</i>              |
|  | <i>г) списовидні лапи;</i>            |
|  | <i>д) односторонні полольні лапи.</i> |

1.53. Паровий культиватор не забезпечує задану глибину обробітку, робочі органи не заглиблюються в ґрунт, вкажіть причину та шлях її усунення.

- |  |   |
|--|---|
| <i>1 – стрілчасті лапи затупились;</i>           | <i>а) здійснити підрегулювання глибини обробітку;</i>   |
| <i>2 – невірно виставлена глибина обробітку;</i> | <i>б) подовжити центральну тягу начіпного пристрою;</i> |
| <i>3 – невірно виставлений кут</i>               |   |

*входження лап в ґрунт.*

**4** – невірно відрегульований  
начінний пристрій трактора.

**в)** збільшити кут входження лап  
в ґрунт;

**г)** провести заточку лап.

**1.54.** При обробі ґрунтів повинне забезпечуватися одно із  
вказаних значень кута входження стрілочастих лап в ґрунт?

**1** – важкі ґрунти;

**2** – легкі ґрунти.

**а)** леза стрілочастих лап повинні бути  
паралельними поверхні поля;

**б)** кінці стрілочастих лап повинні бути  
нахилені вперед на  $2...3^0$ ;

**в)** кінці стрілочастих лап повинні бути при  
піднятті відносно опорної площини на  $2...3^0$ .

**1.55.** Які борони використовують для виконання вказаних  
операцій?

**1** – розбивання глиб на  
поверхні поля після основного  
обробітку;

**2** – розпушування  
поверхневого шару ґрунту  
перед сівбою;

**3** – руйнування поверхневої  
кірки на посівах по гребнях;

**4** – вирівнювання поверхні  
поля.

**а)** шлейф борони;

**б)** зубові легкі та середні борони;

**в)** зубові важкі та дискові борони;

**г)** сітчасті борони.

**1.56.** Яким набором властивостей характеризуються представлені  
ґрунтообробні знаряддя?

**1** – зубові борони;

**2** – дискові борони.

**а)** важкі;

**б)** середні;

**в)** легкі.

**1.57.** За формою робочої поверхні котки підрозділяються на:

**а)** гладкі;

**в)** сітчасті;

**д)** кільчасто-зубчасті;

**є)** дискові;

**б)** гладкі рубчасті;

**г)** кільчасті;

**е)** кільчасто-шпорові;

**ж)** борончасті.

**1.58.** Визначте, які з типів котків здатні виконувати наведені  
технологічні операції.

**1** – ущільнення поверхневого шару  
ґрунту;

**2** – розпушування поверхневого шару  
ґрунту з одночасним ущільненням  
нижнього.

**а)** борончасті;

**б)** гладкі рубчасті;

**в)** кільчасто-зубчасті;

**г)** кільчасто-шпорові;

**д)** кільчасті;

**е)** гладкі.



1.59. Вкажіть якими ознаками визначається кожна з наведених характеристик котків?

- |                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| <i>1 – ущільнююча здатність;</i>     | <i>а) діаметр котка;</i>                             |
| <i>2 – питомий тиск;</i>             | <i>б) ширина захвату котка;</i>                      |
| <i>3 – рівномірність ущільнення.</i> | <i>в) маса котка;</i>                                |
|                                      | <i>г) кут тертя грудок ґрунту об поверхню котка.</i> |

1.60. Оптимальний діаметр котка необхідний для рівномірного ущільнення ґрунту залежить від:

- а) маси котка;*
- б) кутів тертя грудок ґрунту об поверхню котка і між собою;*
- в) розмірів грудок ґрунту;*
- г) ширини захвату котка.*

1.61. За призначенням фрезерні ґрунтообробні агрегати підрозділяються на:

- |   |                         |
|---|-------------------------|
| <i>а) польові;</i>                      | <i>б) болотні;</i>      |
| <i>в) для обробітку важких ґрунтів;</i> | <i>г) садові;</i>       |
| <i>д) просапні;</i>                     | <i>е) універсальні;</i> |
| <i>є) комбіновані.</i>                  |                         |

1.62. Робочими органами фрезерних агрегатів є:

- а) ножі г-подібної форми;*
- б) голчасті диски;*
- в) плоскі ножі.*

1.63. Вкажіть через які елементи та в якій послідовності забезпечується привод робочих органів фрезерного агрегату АКР-3,6.

- а) гідросистема трактора;*
- б) опорні колеса;*
- в) вал відбору потужності трактора;*
- г) конічний редуктор;*
- д) карданний вал;*
- е) циліндричний редуктор;*
- є) проміжні вали з ланцюговими муфтами;*
- ж) фрезерний барабан;*
- з) фрикційна запобіжна муфта.*

1.64. Глибина обробітку ґрунту фрезерними агрегатами регулюється:

- а) націпним пристроєм трактора;*
- б) зміною положення опорних коліс відносно рами машини;*

*в) зміною положення фрезерних агрегатів відносно рами машини.*

1.65. З метою захисту фрезерних барабанів від пошкодження в результаті зіткнення зі сторонніми предметами, які можуть бути в ґрунті, в конструкції фрезерних агрегатів передбачається:

- а) поверхневе закалювання г-подібних ножів;*
- б) установка на проміжних валах ланцюгових муфт;*
- в) установка в місцях з'єднання циліндричних редукторів з валами фрезерних барабанів запобіжних фрикційних муфт;*
- г) на фрезерних агрегатах, які призначаються для роботи в важких умовах, установка кожного диска з ножами з застосуванням фрикційних запобіжних муфт.*

1.66. Фрезерний агрегат не забезпечує необхідного ступеня кришіння ґрунту. Вкажіть причину та шляхи її усунення.

**Причина:**

- 1 – затупилися г-подібні ножі фрезерного барабана;*
- 2 – технологічний процес виконується з відхиленням від рекомендованих робочих швидкостей;*
- 3 – відхилення в регулюваннях начіпного пристрою трактора;*
- 4 – невірно підібрана кількість ножів на дисках фрезерних барабанів.*

**Шляхи усунення**

- а) збільшити кількість ножів на дисках фрезерних барабанів;*
- б) збільшити довжину центральної тяги начіпного пристрою;*
- в) зменшити робочу швидкість агрегату.*

1.67. Продуктивність машин для обробітку ґрунту залежить від:

- а) потужності енергетичного засобу;*
- б) ширини захвату робочої машини;*
- в) робочої швидкості агрегату;*
- г) коефіцієнта використання часу зміни;*
- д) надійності агрегату в цілому.*

1.68. Чому стрілчасті лапи культиваторів мають кут розхилу крил до 65°, а плоскорізних лап до 120° і більше?

- а) культиваторні стрілчасті лапи мають меншу ширину захвату;*
- б) плоскорізальні лапи більш масивні і мають більший запас міцності;*
- в) вони призначені для роботи на різних глибинах, з різним вмістом кореневої системи рослин.*

1.69. До основних показників якості виконання вказаних видів обробітку ґрунту належать:

- |                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| <i>1 – основний обробіток;</i>    | <i>а) глибина обробітку та її</i>      |
| <i>2 – поверхневий обробіток;</i> | <i>рівномірність;</i>                  |
| <i>3 – обробіток по догляду</i>   | <i>б) вирівняність поверхні поля;</i>  |
| <i>за посівами.</i>               | <i>в) глибистість поверхні поля;</i>   |
|                                   | <i>г) гребенистість поверхні;</i>      |
|                                   | <i>д) ступінь загортання рослинних</i> |
|                                   | <i>решок;</i>                          |
|                                   | <i>е) ступінь підрізання бур'янів;</i> |
|                                   | <i>є) співвідношення агротехнічно</i>  |
|                                   | <i>цінних агрегатів ґрунту;</i>        |
|                                   | <i>ж) відсутність огріхів та</i>       |
|                                   | <i>суцільність обробітку;</i>          |
|                                   | <i>з) обмеження в зрізанні та</i>      |
|                                   | <i>засипанні культурних рослин;</i>    |
|                                   | <i>и) обмеження в переміщенні</i>      |
|                                   | <i>вологих шарів ґрунту.</i>           |

1.70. Як можна змінити якісні показники обробітку ґрунту фрезерним агрегатом?

- |                                |  |
|--------------------------------|--|
| <i>1 – глибина обробітку;</i>  | <i>а) зміною положення агрегату в</i>    |
| <i>2 – ступінь подрібнення</i> | <i>горизонтальній лощині;</i>            |
| <i>ґрунту.</i>                 | <i>б) зміною положення опорних коліс</i> |
|                                | <i>відносно рами агрегату;</i>           |
|                                | <i>в) зміною співвідношення</i>          |
|                                | <i>поступальної швидкості агрегату</i>   |
|                                | <i>та частоти обертання фрезерного</i>   |
|                                | <i>барабана.</i>                         |

1.71. До основних властивостей мінеральних добрив, які залежать від вологості і суттєво впливають на процес їх внесення відносять:

- |                            |                      |
|----------------------------|----------------------|
| <i>а) розсіюваність;</i>   | <i>б) пружність;</i> |
| <i>в) склепоутворення;</i> | <i>г) в'язкість</i>  |

1.72. Внесення добрив здійснюється такими способами:

- а) суцільний розсів по поверхні поля;*
- б) внесення одночасно з сівбою с.-г культур;*
- в) внесення одночасно з сівбою з розташуванням поруч з насінням, нижче насіння чи разом з насінням;*
- г) внесення в прикореневу систему рослин для їх підживлення;*
- д) внесення основної дози добрив з одночасним загортанням в ґрунт.*

1.73. Визначте які групи машин застосовують для внесення добрив залежно від їх класифікації:

- |                            |  |
|----------------------------|--|
| <i>1 – по виду добрив;</i> | <i>а) для внесення рідких добрив;</i>                        |
| <i>2 – по стану добрив</i> | <i>б) для внесення органічних добрив;</i>                    |
|                            | <i>в) для внесення гранульованих та кристалічних добрив;</i> |
|                            | <i>г) для внесення мінеральних добрив;</i>                   |
|                            | <i>д) для внесення тиловидних добрив.</i>                    |

1.74. Вкажіть які типи робочих органів використовують для забезпечення вказаних способів внесення добрив.

- |  |                               |
|--|-------------------------------|
| <i>1 – суцільний розсів по поверхні поля;</i>                  | <i>а) пружинно-шнекові;</i>   |
| <i>2 – внесення добрив одночасно з сівбою;</i>                 | <i>б) катушково-штифтові;</i> |
|  | <i>в) відцентрові;</i>        |
| <i>3 – внесення в прикореневу систему з метою підживлення.</i> | <i>г) тарілчасті.</i>         |

1.75. Визначте які марки машин використовують при застосуванні вказаних схем внесення мінеральних добрив

- |   |                    |
|---|--------------------|
| <i>1 – прямоточна схема внесення добрив;</i>        | <i>а) МВУ-0,5;</i> |
|   | <i>б) ІРМГ-4;</i>  |
| <i>2 – перевантажувальна схема внесення добрив.</i> | <i>в) РУМ-8;</i>   |
|   | <i>г) МВУ-8Б</i>   |

1.76. Відцентровими розкидаючими дисками обладнують машини для внесення добрив:

- |                   |                    |
|-------------------|--------------------|
| <i>а) ІРМГ-4;</i> | <i>б) АРУП-8;</i>  |
| <i>в) МВУ-8Б;</i> | <i>г) МВУ-0,5.</i> |

1.77. Які з перелічених складових конструкції машини МВУ-8Б підпадають під визначення “робочі органи” та від яких з вказаних елементів здійснюється їх привод:

- |   |   |
|---|---|
| <i>1 – від валу відбору потужності;</i> | <i>а) кузов;</i>                        |
|   | <i>б) транспортер;</i>                  |
| <i>2 – від опорного колеса.</i>         | <i>в) заслінка;</i>                     |
|   | <i>г) туконапрямник;</i>                |
|   | <i>д) відцентрові розкидаючі диски.</i> |

1.78. Вкажіть послідовно елементи конструкції машини МВУ-8Б які мають відношення до механізму приводу відцентрових розкидаючих дисків

- |   |                             |
|---|-----------------------------|
| <i>а) рама;</i>                                 | <i>б) розкидаючі диски;</i> |
| <i>в) конічний редуктор розкидаючих дисків;</i> | <i>г) транспортер;</i>      |
| <i>д) карданний вал;</i>                        | <i>е) заслінка.</i>         |

1.79. Мінеральні добрива після розкидання машиною МВУ-8Б нерівномірно розподіляються по ширині захвату (концентрація в центрі вища ніж по краях), вкажіть причину та спосіб усунення.

**Причина**

- 1 – низька частота обертання розкидаючих дисків;*
- 2 – невірно вибране положення дозуючої заслінки;*
- 3 – невірно відрегульований туконапрямник*

**Спосіб усунення.**

- а) змінити положення заслінки;*
- б) змінити частоту обертання розкидаючих дисків;*
- в) змістити туконапрямник від транспортера;*
- г) збільшити кут розхилу рухомих внутрішніх пластин туконапрямника.*

1.80. Вказати, від яких елементів конструкції здійснюється привод вказаних робочих органів машини для внесення добрив 1РМГ-4.

- 1 – транспортер;*
- 2 – розкидаючі диски.*

- а) від гідромотора;*
- б) від вала відбору потужності;*
- в) від опорного колеса*

1.81. Розкидач пиловидних добрив АРУП-8 використовують для внесення:

- а) мінеральних добрив;*
- б) рідких органічних добрив;*
- в) пиловидних хімічних меліорантів;*
- г) кристалічних мінеральних добрив.*

1.82. Аероднище в цистерні машини РУП-8 призначається для:

- а) просіювання пиловидних хімічних меліорантів і подачі їх до розпилювачів;*
- б) проходження через нього повітря і придання хімічним меліорантам стану текучості;*
- в) забезпечення повітряної подушки між дном цистерни і аероднищем.*

1.83. Добрива в цистерну АРУП-8 можуть завантажуватися:

- а) через люк який герметично закривається;*
- б) пневмотранспортером;*
- б) автомобільним завантажувачем;*
- г) системою самозавантаження.*

1.84. Норма внесення хімічних меліорантів машиною АРУП-8 залежить від:

- а) величини тиску повітря в цистерні;*
- б) площі поперечного перетину випускних вікон розпилювачів;*

- в) частоти обертання розкидаючих дисків;*
- г) величини вихідних отворів дозуючого пристрою;*
- д) швидкістю переміщення агрегату по полю.*

1.85. Визначте з яких конструктивних елементів складаються вказані робочі органи розкидачів органічних добрив марки РОУ-6.

***Робочі органи***

- 1 – розкидаючий пристрій;*
- 2 – транспортер.*

***Елементи конструкції***

- а) ведучий вал;*
- б) ведений вал;*
- в) подрібнюючий барабан;*
- г) ланцюги;*
- д) розкидаючий барабан;*
- е) планки.*

1.86. Назвіть послідовно елементи механізму приводу вказаних робочих органів розкидача органічних добрив РОУ-6.

***Робочі органи***

- 1 – розкидаючий пристрій;*
- 2 – транспортер*

***Елементи приводу***

- а) редуктор;*
- б) проміжний вал;*
- в) карданний вал;*
- г) кривошипно-шатунний храповий механізм;*
- д) ланцюгова передача.*

1.87. Норма внесення органічних добрив збільшується при:

- а) зниженні швидкості руху планчастого транспортера;*
- б) підвищенні швидкості руху агрегату;*
- в) підвищенні швидкості руху транспортера;*
- г) зниженні робочої швидкості агрегату;*
- д) збільшенні частоти обертання розкидаючих барабанів.*

1.88. Завдяки яким елементам конструкції механізму приводу забезпечується зниження частоти обертання приводного вала транспортера машини РОУ-6?

- а) карданний вал;*
- б) редуктор;*
- в) кривошипно-шатунний храповий механізм;*
- г) ведучий вал транспортера.*

1.89. При двофазній технології внесення органічних добрив ротори розкидача приводяться в дію від:

- а) гідромотора;*
- б) опорно-приводного колеса;*
- в) вала відбору потужності трактора.*

1.90. Для зміни ширини смуги розкидання рідких органічних добрив машиною РМТ-4 необхідно:

- а) знизити робочу швидкість агрегату;*
- б) підвищити тиск повітря в цистерні;*
- в) змінити кут установки відбивача до поверхні ґрунту.*

1.91. Швидкість переміщення транспортера розкидача органічних добрив РОУ-6 регулюється:

- а) заміною частоти обертання ВВП;*
- б) зміною величини ексцентриситету кривошипно-шатунного механізму;*
- в) заміною редуктора;*
- г) в окремих випадках, перекриттям частини зубів храпового колеса.*

1.92. Норма внесення мінеральних добрив пружинно-шнековим туковисівним апаратом АТП-2 регулюється:

- а) зміною положення заслінки;*
- б) зміною діаметра вихідних вікон лійок;*
- в) зміною частоти обертання пружинного шнека.*

## Відповіді на контрольні тестові запитання

1.1.	<i>а, в, г, д, е, ж</i>	1.32.	<i>1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 10</i>	1.63.	<i>в, д, г, е, е, з, ж</i>
1.2.	<i>а</i>	1.33.	<i>1 б, 2 в, 3 а, 4 г</i>	1.64.	<i>б</i>
1.3.	<i>в, г, д</i>	1.34.	<i>2, 3</i>	1.65.	<i>вг</i>
1.4.	<i>в</i>	1.35.	<i>4</i>	1.66.	<i>2 в, 4 а</i>
1.5.	<i>1 в, 2 б, 3 а</i>	1.36.	<i>3, 4, 5</i>	1.67.	<i>б, в, г</i>
1.6.	<i>б</i>	1.37.	<i>1 в, 2 а б</i>	1.68.	<i>в</i>
1.7.	<i>б</i>	1.38.	<i>3</i>	1.69.	<i>1 а в г д ж, 2 а б е ж и, 3 а е з и</i>
1.8.	<i>в</i>	1.39.	<i>1 б</i>	1.70.	<i>1 б, 2 в</i>
1.9.	<i>а</i>	1.40.	<i>3 в</i>	1.71.	<i>а, в, г</i>
1.10.	<i>а</i>	1.41.	<i>5</i>	1.72.	<i>а, б, г, д</i>
1.11.	<i>в</i>	1.42.	<i>б, в</i>	1.73.	<i>1-б, г; 2-а, в, д</i>
1.12.	<i>а, в</i>	1.43.	<i>а, в, д</i>	1.74.	<i>1-в, г; 2-а, б; 3-а</i>
1.13.	<i>1 а в, 2 б г д</i>	1.44.	<i>в, г, д, е</i>	1.75.	<i>1-а; 2-б, в, г</i>
1.14.	<i>1 в, 2 а в, 3 б, 4 а г</i>	1.45.	<i>1 г, 2 а в, 3 г</i>	1.76.	<i>а, в, г</i>
1.15.	<i>а</i>	1.46.	<i>2 е, 3 б, 4 г, 5 б д</i>	1.77.	<i>1-б, д; 2-б</i>
1.16.	<i>1 а б, 2 б в</i>	1.47.	<i>а б д е</i>	1.78.	<i>д, в, б</i>
1.17.	<i>1 а б, 2 в г</i>	1.48.	<i>б, в</i>	1.79.	<i>3 г</i>
1.18.	<i>1 б, 2 а</i>	1.49.	<i>3 в</i>	1.80.	<i>1-в; 2-а</i>
1.19.	<i>1 а, 2 б в, 3 б в</i>	1.50.	<i>2, 3, 5 – г</i>	1.81.	<i>в</i>
1.20.	<i>б</i>	1.51.	<i>1, 2, 3-б; 1, 2, 3-4-в; 2, 3, 4-а</i>	1.82.	<i>б</i>
1.21.	<i>1 а, 2 б</i>	1.52.	<i>2 а, 3 б в г</i>	1.83.	<i>а, б, г</i>
1.22.	<i>1 б 3, 2 а 3</i>	1.53.	<i>1 г, 3 в</i>	1.84.	<i>б, г, д</i>
1.23.	<i>1 в, 2 а б</i>	1.54.	<i>1 б, 2 а</i>	1.85.	<i>1-в, д; 2-а, б, г, е</i>
1.24.	<i>1 г, 2 а б в д</i>	1.55.	<i>1 в, 2 б, 3 г, 4 а</i>	1.86.	<i>1-в, а, б, д; 2-в, а, б, г</i>
1.25.	<i>1 в г, 2 а б в г</i>	1.56.	<i>1 а б в, 2 а в</i>	1.87.	<i>в, г</i>
1.26.	<i>1 б в д, 2 а г</i>	1.57.	<i>а, б, г, д, е, ж</i>	1.88.	<i>б, в</i>
1.27.	<i>1 а б в г, 2 а б в</i>	1.58.	<i>1 е, 2 а б в г д</i>	1.89.	<i>в</i>
1.28.	<i>а в г</i>	1.59.	<i>1 а б в, 2 б в, 3 а</i>	1.90.	<i>в</i>
1.29.	<i>б</i>	1.60.	<i>б, в</i>	1.91.	<i>б, г</i>
1.30.	<i>1 в, 2 а, 3, б</i>	1.61.	<i>а, б, г, д, е</i>	1.92.	<i>в</i>
1.31.	<i>4, 5, 6</i>	1.62.	<i>а, в</i>		



## Література

1. Алімов Д.М. Технологія виробництва продукції рослинництва: Підручник / Д.М. Алімов, Ю.В. Шелестов. – К.: Вища шк., 1995. – 271 с.
2. Бакум М.В. та ін. Сільськогосподарські машини. Частина 2. Машини для внесення добрив. – Харків: ХНТУСГ, 2008. – Т.1. – 285 с.
3. Бакум М.В. та ін. Сільськогосподарські машини. Частина 2. Машини для внесення добрив. – Харків: ХНТУСГ, 2008. – Т.2. – 288 с.
4. Бледных В.В. Устройство, расчет и проектирование почвообрабатывающих орудий: Учебное пособие / Бледных В.В. – ЧГАА, Челябинск – 2010. – 214 с.
5. Боженко В.О. Сільськогосподарські машини та їх використання / В.О. Боженко. – К.: Аграрна освіта, 2009. – 420 с.
6. Бондаренко М.Г. Комплектування і використання машинотракторного парку в рослинництві: Підручник / М.Г. Бондаренко, В.А. Демещук. – К.: Вища шк., 1995. – 237 с.
7. Важкий комбінований культиватор [Текст]: деклараційний патент 34677: МПК А01В35/02 / В.М. Сало, В.М. Кропівний, В.А. Дейкун та ін.; власник патенту Кіровоградський інститут сільськогосподарського машинобудування. – №99010121; заявл. 10.01.99; опубл. 15.03.01, Бюл №2. – 2 с.
8. Ветохин В.И. Систематизация рабочих органов для рыхления почвы на основе физики процесса / В.И. Ветохин // Техника АПК №9-10, 2008. – С.21-25.
9. Високоякісна техніка від вітчизняного виробника [Електронний ресурс]: сайт ПП Савицький. – Режим доступу: <http://www.savitskiy.com.ua> (дата звернення 18.10.16). – Назва з екрана.
10. Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини: Підручник / Д.Г. Войтюк, Г.Р. Гаврилюк. – К.: Каравела, 2004. – 552 с.
11. Войтюк Д.Г. та ін. Сільськогосподарські машини: основи теорії та розрахунку: Навч. посібник / Д.Г. Войтюк, С.С. Яцун, М.Я. Довжик. – Суми: ВТД Університетська книга, 2006. – 480 с.
12. Гапоненко В.С. Сільськогосподарські машини: Підручник / В.С. Гапоненко, Д.Г. Войтюк. – К.: Урожай, 1992. – 448 с.
13. Гречкосій В.Д. Комплексна механізація виробництва зерна [Текст] / В.Д. Гречкосій. – К.: Урожай, 1991. – 216 с.

14. Голчастий робочий орган борони [Текст]: патент на корисну модель 34027: МПК А01В 19/00 / С.І. Шмат, Ю.В. Мачок, П.Г. Лузан та ін.; власник патенту Кіровоградський національний технічний університет.— №200802063; заявл. 18.02.08; опубл. 25.07.08, Бюл №14.— 3 с.
15. Грунтообробне знаряддя [Текст]: деклараційний патент 50998: МПК А01В33/00 / В.М. Сало, М.В. Савицький; власник патенту Савицький Микола Іванович.— №2001117762; заявл. 13.11.01; опубл. 15.11.02, Бюл №11.— 2 с.
16. Грунтообробний робочий орган [Текст]: патент на корисну модель 44624: МПК А01В 13/00. / С.І. Шмат, К.Д. Матвеев, П.Г. Лузан та ін.; власник патенту Кіровоградський національний технічний університет.— № 200904109; Заявл. 27.04.09; Опубл. 12.10.2009. Бюл. №19.— 2 с.
17. Гуков Я.С. Обробіток ґрунту. Технологія і техніка / Я.С. Гуков. — К.: Нора-Прінт, 1999.— 280 с.
18. DAL-BO Maxicut 600 Dal-Bo. [Електронний ресурс]: сайт Dal-Bo / Bindeballevej 69.— Режим доступу: <http://www.dal-bo.com> (дата звернення 18.10.16).— Назва з екрана.
19. Загальне землеробство: Підручник / В.О. Єщенко, П.Г. Копитко, В.П. Опришко та ін.; За ред. В.О. Єщенка. — К.: Вища освіта, 2004. — 336 с.
20. Землеробство з основами ґрунтознавства і агрохімії: Підручник / В.П. Гудзь, А.П. Лісовал, В.О. Андрієнко та ін.; За ред. В.П. Гудзя.— К.: Вища шк., 1995.— 310 с.
21. Зубова борона [Текст]: патент 78354: МПК А01В 33/00 / В.М. Сало, М.І. Савицький; власник патенту Сало Василь Михайлович.— №200501734; заявл. 25.02.05; опубл. 15.03.07, Бюл №3 — 2 с.
22. Капустин В.П. и др. Сельскохозяйственные машины. Настройка и регулировка: Учебное пособие / В.П. Капустин, Ю.Е. Глазков. — Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2010. — 196 с.
23. Кленин Н.И. Сельскохозяйственные машины. Элементы теории рабочих процессов, расчет регулировочных параметров и режимов работы / Н.И. Кленин, И.Ф. Попов, В.А. Сакур. — М.: Колос, 1970. — 456 с.
24. Комбінований ґрунтообробний робочий орган [Текст]: патент на корисну модель № 87768, МПК А01В79/00. / Дейкун В.А., Сало В.М., Мостіпан М.І., Лещенко С.М.; власник патенту Кіровоградський національний технічний

- університет. – №u2013 03151, заявл. 15.03.13; опубл. 25.02.14, Бюл. №4. – 3 с.
25. Корабельский В.И. Математическое обоснование технологичности изготовления саморазвёртывающегося чизеля (сч) и плуга-скобы / Корабельский В.И., Кобец А.С., Сокол С.П., Демидов О.А. // Научно-теоретический фаховий журнал «Вісник аграрної науки Причорномор'я» Миколаївського державного аграрного університету. – Миколаїв, 2007. – Вип. 2 (41) – С. 43–48.
  26. Корабельский В.И. Технологические основы формообразования криволинейных рабочих органов рыхлителей / Корабельский В.И., Погорелый В.В.// Труды Таврической гос. агротехн. академии. – Мелитополь, 2006. – Вып.40. С. 74–82.
  27. Корпус плуга [Текст]: патент на корисну модель UA 41260 U Україна, МПК A01B15/00. / Шмат С.І., Свірень М.О., Воротнюк В.В., Лещенко С.М.; власник патенту Кіровоградський національний технічний університет. – №u2013200815142; заявл. 29.12.08; опубл. 12.05.09, Бюл. №9. – 2 с.
  28. Коток-подрібнювач рослинних решток [Текст]: патент на корисну модель 71272: МПК A01B29/04; A01B 43/00 / В.М. Сало, П.Г. Лузан, Ю.В. Мачок та ін.; власник патенту Кіровоградський національний технічний університет.– №201115059; заявл. 19.12.11; опубл. 10.07.12, Бюл №13.– 3 с.
  29. Коток-подрібнювач рослинних решток [Текст]: патент на корисну модель 83199: МПК A01B29/04; A01B 43/00 / В.М. Сало, П.Г. Лузан, Д.В. Богатирьов та ін.; власник патенту Кіровоградський національний технічний університет.– №201303722; заявл. 26.03.13; опубл. 25.08.13, Бюл №16.– 3 с.
  30. Культиватор для суцільного поверхневого обробітку ґрунту [Текст]: патент 77567: МПК A01B 33/00 / В.М. Сало, М.І. Савицький, В.М. Шамілів; власник патенту Савицький Микола Іванович.– №200501731; заявл. 25.02.05; опубл. 15.02.06, Бюл №12.– 2 с.
  31. Культиватор причіпний комбінований [Текст]: патент 77568: МПК A01B 33/00; A01B 33/00 / В.М. Сало, М.І. Савицький; власник патенту Сало Василь Михайлович.– №200501733; заявл. 25.02.05; опубл. 15.12.06, Бюл №12.– 3 с.
  32. Лещенко С. Состояние вопроса и перспектива интенсификации работы чизельных орудий с целью сохранения естественного плодородия / С. Лещенко, В. Сало,

- А. Васильковский // MOTROL. Commission of motorization and energetics in agriculture. An international journal on operation of farm and agri-food industry machinery. Vol. 16 - №2, Lublin – Rzeszów: Polish Academy of Sciences, 2014. – P. 195-201.
33. Луцильники дискові ЛД-8, ЛД-14. [Електронний ресурс]: сайт Краснянського спеціалізованого підприємства «Агромаш». – Режим доступу: [http://krasnagromash.vn.ua/index.php?option=com\\_content&view=category&layout=blog&id=50&Itemid=70](http://krasnagromash.vn.ua/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=50&Itemid=70) (дата звернення 18.10.16). – Назва з екрана.
  34. Луцильник ЛДГ-10. [Електронний ресурс]: сайт техніки «Сельхозтехник» / каталог «Сельхозтехника и сельскохозяйственное оборудование». – Режим доступу: <http://selhoztehnik.com/lushhilnik-ldg-10> (дата звернення 18.10.16). – Назва з екрана.
  35. Методичні рекомендації для виконання лабораторних робіт для студентів вищих навчальних закладів денної та заочної форми навчання з дисципліни «Сільськогосподарські та меліоративні машини» / Кутєпов О.П., Миленький Д.В. – Полтава, 2009. – Режим доступу: <http://www.studfiles.ru/preview/4000484/#4000484> (дата звернення 19.10.16). – Назва з екрана.
  36. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва: Підруч. У 2 т: Т 2 / А.В. Рудь, І.М. Бендера, Д.Г. Войтюк та ін.; За ред. А.В. Рудя. – К.: Агроосвіта, 2012. – 434 с.
  37. Механизация и электрификация сельскохозяйственного производства / А.П. Тарасенко, В.Н. Солонцев, В.П. Гребнев и др. – М.: Колос, 2002. – 552 с.
  38. Механізм фіксації транспортного положення культиватора [Текст]: патент 99085: МПК А01В 63/14; А01В 73/00 / В.М. Сало, П.Г. Лузан, М.І. Савицький та ін.; власник патенту Сало Василь Михайлович. – №201114348; заявл. 05.12.11; опубл. 10.07.12, Бюл №11. – 3 с.
  39. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: Підручник / О.М. Царенко, Д.Г. Войтюк, В. М. Швайко та ін.; За ред. С. С. Яцуна. – К.: Мета, 2003. – 448 с.
  40. Мульчер INO DUPLEX RURO. Косилки-измельчители и мульчеры [Електронний ресурс]: сайт JSC "Ного mechanika". – Текст, данные. – Шауляй: Литва, 2013. – Режим доступа:

- <http://www.horomechanika.lt/en/production/> (дата обращения 17.10.16).– Название с экрана.
41. Навісний оборотний плуг ПОН-3. [Електронний ресурс]: сайт ПАТ «Уманьферммаш».– Режим доступу: [http://borona.at.ua/news/pon\\_3/2013-10-18-50](http://borona.at.ua/news/pon_3/2013-10-18-50) (дата звернення 18.10.16).– Назва з екрана.
  42. Панов И.М. Физические основы механики почв /И.М. Панов, В.И. Ветохин. – К.: Феникс, 2008. – 266 с.
  43. Пилипець М. Обґрунтування параметрів гвинтових роторних робочих органів розкидачів сапропелів. / М. Пилипець, С. Бабарика, І. Гевко // Вісник Тернопільського державного технічного університету «Машинобудування, автоматизація виробництва та процеси механічної обробки. – 2008. – Том 13. № 3 – С 104-108.
  44. Підручник дослідника. Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей. / Васильковський О.М., Лещенко С.М., Васильковська К.В., Петренко Д.І. – Кіровоград, Х.: Мачулін, 2016. – 204 с.
  45. Плуги LEMKEN. [Електронний ресурс]: сайт ДП ЛЕМКЕН-Україна: каталог продукції «Сільськогосподарська техніка з Німеччини».– Режим доступу: <http://lemken.com.ua/ua/plows> (дата звернення 18.10.16).– Назва з екрана.
  46. Подрібнювач рослинних решток на поверхні поля [Текст]: деклараційний патент 16282: МПК А01F 12/40 / В.М. Сало; власник патенту Сало Василь Михайлович.– №200512288; заявл. 20.12.05; опубл. 15.08.06, Бюл №8.– 2 с.
  47. Подрібнювач рослинних решток ПРН-4,5. [Електронний ресурс]: сайт ТОВ «Завод Красилів сільмаш».– Текст, дані.– Красилів: Хмельницька обл. м. Красилів ул. Центральная 16.– Режим доступу: <http://krasylivagromash.com.ua> (дата звернення 18.10.16).– Назва з екрана.
  48. Посібник. Машина для обробки ґрунту та сівби / За ред. Кравчука В.І., Мельника Ю.Ф. – Дослідницьке: УкрНДПІВТ ім. Л. Погорілого, 2009. – 288 с.
  49. Пристрій для локального внесення мінеральних добрив [Текст]: деклараційний патент 31743: МПК А01В49/06 / П.В. Сисолін, В.М. Сало; власник патенту Кіровоградський інститут сільськогосподарського машинобудування.– №98105665; заявл. 27.10.98; опубл. 15.12.00, Бюл №7-ІІ.– 2 с.
  50. Робочий зошит до лабораторних робіт із дисципліни «Системи технологій в промисловості (АПК)» змістовий



- модуль «Механізація і автоматизація сільськогосподарського виробництва» / Тарасенко В.В., Городецький Є.Ю., Чижигов О.І. – Мелітополь, 2012. Режим доступу: <http://skaz.com.ua/economika/6853/index.html> (дата звернення 19.10.16).– Назва з екрана.
51. Робочий орган для локального внесення добрив [Текст]: патент на корисну модель 3724: МПК А01С17/00; А01С 19/00 / В.А. Дейкун, В.М. Сало, О.М. Васильковський; власник патенту Кіровоградський державний технічний університет.– №2004021299; заявл. 23.02.04; опубл. 15.12.04, Бюл №3.– 2 с.
  52. Робочий орган культиватора [Текст]: патент на корисну модель 19115: МПК А01В 15/00 / С.І. Шмат, Ю.В. Мачок, П.Г. Лузан та ін.; власник патенту Кіровоградський національний технічний університет.– №200600396; заявл. 16.01.06; опубл. 15.12.06, Бюл №12.– 2 с.
  53. Робочий орган культиватора [Текст]: патент на корисну модель 45407: МПК А01В 13/08 / С.І. Шмат, М.О. Свірень, П.Г. Лузан та ін.; власник патенту Кіровоградський національний технічний університет.– №200905486; заявл. 01.06.09; опубл. 10.11.09, Бюл №21.– 2 с.
  54. Робочий орган культиватора [Текст]: патент на корисну модель UA 70347 U Україна, МПК А01В 13/00./ Дейкун В.А., Васильковський О.М., Лещенко С.М. та ін.; власник патенту Кіровоградський національний технічний університет. – №u2011 13041; заявл. 06.11.11; опубл. 11.06.12, Бюл. №11.
  55. Руденко Н.Е. Механизация обработки почвы: Учебное пособие / Н.Е. Руденко – Ставрополь : Изд-во СтГАУ «АГРУС». – 2005. – 112 с.
  56. Сало В.М. Вітчизняне технічне забезпечення сучасних процесів у рослинництві / Сало В.М., Богатирьов Д.В., Лещенко С.М., Савицький М.І. // Техніка і технології АПК. Науково-виробничий журнал. №10(61), 2014. – С 16-19.
  57. Сало В. Технічне забезпечення процесів глибокого розпушування ґрунту / В. Сало, С. Лещенко // Пропозиція: український журнал з питань агробізнесу. Інформаційний щомісячник. – 2015. – № 10. – С.122-124.
  58. Сільськогосподарські машини. Кн. 1. Машини для рільництва: Підручник / П.В. Сисолін, В.М. Сало, В.М. Кропівний [та ін.]; за ред. М.І. Черновола.– К.: Урожай, 2001.– 382 с.

59. Сільськогосподарські машини. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з курсів «Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва» розділ «Сільськогосподарські машини», «Сучасні машини та напрямки їх розвитку», «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва» для студентів спеціальностей 6.090101 «Агрономія», 6.050503 «Машинобудування», 6.100102 «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва» / Сало В.М., Лузан П.Г., Лещенко С.М., Мачок Ю.В., Лузан О.Р. – Кіровоград, КНТУ, 2015. – 56 с.
60. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; За ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2005. – 464 с.
61. Сільськогосподарські та меліоративні машини: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.О. Дубровін, Т.Д. Іщенко та ін.; За ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2004. – 544 с.
62. Сільськогосподарські машини: Підручник / Д.Г. Войтюк, Гаврилюк Г.Р. – К.: Каравела, 2015. – 552 с.
63. Сільськогосподарські машини: Посібник / М.В. Бакум та ін.; за ред. М.В. Бакума. – Х.: ХНТУСГ, 2008. – 284 с.
64. Склад, робота і технічна характеристика машини РТД-9. [Електронний ресурс]: сайт Всеукраїнський конкурс «Лучший отечественный товар года». – Режим доступу: <http://krashiy.com/rus/nominations2007/?nid=30&id=8090&pid=659> (дата звернення 19.10.16). – Назва з екрана.
65. Степанов Н.С. Практикум по основам агрономии / Н.С. Степанов, И.И. Костецкий. – М.: Колос, 1981. – 240 с.
66. Технічне забезпечення агропромислового виробництва. [Електронний ресурс]: сайт «Машини та знаряддя для обробітку ґрунту». – Режим доступу: <http://lib.chdu.edu.ua/pdf/posibnuku/229/98.pdf> (дата звернення 18.10.16). – Назва з екрана.
67. Технологии и средства механизации сельского хозяйства: Учебное пособие / А.В. Мачнев, Н.И. Стружкин, Н.П. Ларюшин и др. – Пенза: РИО ПГСХА, 2016. – 254 с.
68. Технологические регулировки сельскохозяйственных машин: Учебное пособие / Е.И. Турбилин, Ю.Д. Северин, В.С. Кравченко и др. – КГАУ. Краснодар, 2012. – 169 с.
69. Халанский В.М. и др. Сельскохозяйственные машины / В.М. Халанский, И.В. Горбачев – М.: Колос, 2004. – 624 с.

Підписано до друку 23.11.2016  
Формат 60×84 1/16 Друк цифровий.  
Гарнітура Times New Roman  
Ум. друк. арк. 19,74.  
Наклад 300 прим.

Віддруковано ФОП Озеров Г.В.  
м. Харків, вул. Університетська, 3, кв.9  
Свідоцтво про державну реєстрацію  
№818604 від 02.03.2000