

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

Зав. кафедрою СГМ

к.т.н., професор

_____Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

« ____ » _____ 2024 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

**за другим (магістерським) рівнем вищої освіти
на тему:**

«Механізація вирощування цукрових буряків з удосконаленням
просапного культиватора»

Виконав здобувач вищої освіти II курсу,
групи АІ-23М-1

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____Сірик Денис Анатолійович

« ____ » _____ 2024 р.

Керівник роботи

доцент, канд. техн. наук

_____Віктор ДЕЙКУН

« ____ » _____ 2024 р.

Рецензент

професор, канд. техн. наук

_____Руслан КІРЧУК

« ____ » _____ 2024 р.

м. Кропивницький

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітки
				<u>Документація загальна</u>		
A4			МР 00.000 ПЗ	Пояснювальна записка	1	
				<u>Документація по</u>		
				<u>технологічній частині</u>		
A1			МВЦБ 00.001 ТЧ	Технологічна карта на		
				вирощування цукрових буряків	1	
A1			МВЦБ 00.002 ТЧ	Операційна карта		
				на міжрядний обробіток	1	
A1			МВЦБ 00.000 С2	Просапний культиватор	1	
A1			МВЦБ 00.000 СБ	Просапний культиватор	1	
A2			МВЦБ 00.110 СБ	Лапа	1	
				<u>Документація по деталям</u>		
				Заново розроблена		
A3			МВЦБ 00.403	Лапа плоскоріжуча		
				одностороння	1	
A4			МВЦБ 00.602	Пластина пружна	1	
A4			МВЦБ 00.601	Стояк	1	
				<u>Документація по науковій</u>		
				<u>частині</u>		
A1			МВЦБ 00.000 НЧ	Тема, мета, задачі, об'єкт		
				та предмет досліджень		
A1			МВЦБ 00.001 НЧ	Огляд просапних		
				культиваторів	1	
A1			МВЦБ 00.002 НЧ	Обладнання для проведення		
				експериментальних		
				досліджень	1	
			МВЦБ 00.003 НЧ	Схема руху частки ґрунту		
				по поверхні лати		
					1	
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дата	Відомість роботи	
Розробив	Сірик Д.А.					
Перевіри	Дейкун В.А.					
Н.контр.	Мачок Ю.В.					
Затвердив	Васильовський ОМ				ЦНТУ, гр. АІ-23М-1	
					Літера	Аркуш
						4
						1

ЗМІСТ

Розділ	Найменування структурних одиниць і розділів	Арк.
1	Вступ	6
2	Технологічна частина.	7
	2.1. Аналіз технології вирощування цукрових буряків.	7
	2.2. Удосконалення технологічної карти на вирощування цукрових буряків.	19
	2.3. Розрахунки машинно-тракторного агрегату.	20
	2.4. Розробка операційно-технологічної карти на культивацію. . . .	25
	2.5. Висновки. Мета і задачі досліджень.	25
3	Наукова частина	27
	3.1. Сучасний стан питання про знаряддя, яке модернізується. . . .	27
	3.2. Аналітичне дослідження існуючих робочих органів культиваторів.	33
	3.3. Програма і методика експериментальних досліджень.	38
	3.6. Наукові висновки.	42
4	Охорона праці	43
5	Обґрунтування ефективності вдосконалень.	44
6	Висновок	49
	Список використаних джерел.	50
	Додатки.	52

1. ВСТУП

Цукровий буряк є надзвичайно цінною технічною культурою.

У нашій країні вони є єдиним джерелом виробництва цукру і є необхідним продуктом харчування людей різного віку, особливо дітей і людей похилого віку. Споживання цукру у фізично допустимих нормах підвищить працездатність дорослих і допоможе зміцнити та зберегти найцінніше багатство країни – здоров'я. Водночас цукровий буряк є високоврожайною культурою, яка за рентабельністю значно перевищує інші сільськогосподарські культури.

Ґрунтово-кліматичні умови нашої країни дуже сприятливі для вирощування цукрових буряків.

Країна має багатий досвід виробництва понад 500 центнерів коренеплодів з гектара посівної площі.

Це стало можливим завдяки важливим науковим досягненням у створенні високоврожайних сортів, особливо гібридів цукрових буряків, систем їх насінництва та підготовки насіння до посіву на сучасному обладнанні.

Технології вирощування цукрових буряків розроблено з метою максимального використання біологічного потенціалу за врожайністю, цукристістю та вилученням цукру з гектара посіву з урахуванням особливостей зони скошування цукрових буряків.

Проблема механізації збирання цукрових буряків настільки важлива, що від її правильного вирішення залежить збереження вирощуваного врожаю.

Розробки дипломної роботи присвячені удосконаленню просапного культиватора, який задіяний при вирощуванні цукрових буряків.

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Аналіз технології вирощування цукрових буряків

Біологічні особливості культури.

Цукровий буряк (*Beta vulgaris* subsp. *vulgaris*) є важливою сільськогосподарською культурою, яка використовується для виробництва цукру. Його біологічні особливості використовують його агротехнічні потреби та можливості використання. Ось основні біологічні особливості цукрових буряків:

1. *Коренева система* цукрових буряків стрижнева, проникає в ґрунт на глибину 1,5-2 м. Складається з коренеплоду, який є стрижневим коренем, і ряду бічних коренів, які виникають з двох протилежних сторін кожного коренеплоду.

2. *Пагонова система:*

Розетка листків: на першому етапі росту формується розетка великих, м'ясистих листків, які забезпечують активний фотосинтез.

Листя: черешкове, темно-зелене, овальної форми, з добре розвиненою жилковою системою.

3. *Фотосинтез:*

Цукровий буряк належить до рослин із C_3 типом фотосинтезу, що впливає на його оптимальні умови вирощування (помірна температура та достатня вологість).

4. *Цикл розвитку:*

Дворічна рослина:

У перший рік формує коренеплід і листову розетку.

У другий рік (при природному або штучному зберіганні коренеплодів та пересадці) утворює квітконосні пагони, цвіте та дає насіння.

Вирощується як однорічна культура для збору коренеплодів.

5. Вимоги до ґрунту:

Найкраще росте на родючих, добре аерованих суглинкових або чорноземних ґрунтах.

Оптимальна кислотність: рН 6,2–7,5.

6. Вимоги до температури:

Мінімальна температура для проростання насіння: +4...+6°C.

Оптимальна температура для росту: +20...+25°C.

Висока стійкість до короточасних заморозків на ранніх стадіях (до -2 – -3°C).

7. Вимоги до вологи:

Цукровий буряк має високу потребу у воді, особливо під час формування коренеплодів, але не переносить надмірного зволоження.

Оптимальне зволоження забезпечує рівномірний розподіл цукру в коренеплоді.

8. Стійкість до стресів:

Висока чутливість до бур'янів, шкідників і хвороб (наприклад, церкоспорозу, кореневих гнилей), що потребує застосування інтегрованих методів захисту рослин.

9. Продуктивність:

Врожайність: залежить від умов вирощування, до 40–60 т/га коренеплодів.

Вміст цукру: 16-20% (у сучасних сортах і гібридах).

Ці особливості роблять цукровий буряк чутливим до умов вирощування, але надзвичайно цінною культурою для цукрової промисловості.

10. Урожайність і сорт: Урожайність цукрових буряків визначається багатьма факторами, зокрема: сорти, умови вирощування та агротехніка.

Існує багато різних видів цукрових буряків, які відрізняються за розміром, формою коренеплоду та вмістом цукру.

Загалом для успішного вирощування цукрових буряків необхідне дотримання правил агротехніки, оптимальних умов вирощування та біологічних особливостей цієї культури.

Сівозміна – це важливий агротехнічний прийом для забезпечення високої врожайності цукрових буряків та збереження родючості ґрунту. Оскільки цукровий буряк є вимогливою до умов живлення культурою, правильне чергування посівів має велике значення.

Роль сівозміни для цукрових буряків.

Попередження втоми ґрунту: уникається накопичення збудників хвороб, шкідників та бур'янів, характерних для буряків.

Поліпшення структури ґрунту: чергування з культурами, які мають різну кореневу систему, сприяє покращенню структури ґрунту.

Раціональне використання поживних речовин: різні культури споживають поживні елементи з різних шарів ґрунту, що запобігає його виснаженню.

Цукровий буряк найбільш продуктивно росте після культур, які залишають після себе добре структурований і родючий ґрунт.

Найкращими попередниками є:

Озимі зернові культури (пшениця, ячмінь): забезпечують раннє звільнення поля, що дає змогу провести якісний обробіток ґрунту.

Бобові культури (горох, соя, люцерна): збагачують ґрунт азотом завдяки азотфіксуючим бактеріям.

Однорічні трави: допомагають покращити структуру ґрунту та знищити бур'яни.

Кукурудза на силос (за умови її ретельного збирання): також може бути добрим попередником.

Небажані попередники

Соняшник, ріпак, гірчиця: виснажують ґрунт та сприяють накопиченню спільних для буряка шкідників (наприклад, нематод).

Картопля: може сприяти поширенню загальних хвороб (гнилі, нематоди).

Повторні посіви цукрових буряків: сприяють виснаженню ґрунту, накопиченню шкідників (бурякової нематоди) та патогенів (церкоспорозу, ризоктонії).

Схема сівозміни

Оптимальна сівозміна включає 4-5 культур. Наприклад:

1. Озима пшениця.
2. Бобові культури (горох або люцерна).
3. Цукровий буряк.
4. Ярий ячмінь або кукурудза.
5. Однорічні трави або повторний посів зернових.

Період повернення цукрових буряків на те саме поле:

Цукровий буряк можна вирощувати на тому ж полі не частіше, ніж один раз на 3-4 роки. Це мінімізує ризики поширення хвороб та шкідників, особливо нематод.

Додаткові рекомендації

Внесення органічних та мінеральних добрив для збагачення ґрунту.

Використання сидератів (наприклад, гірчиці, ріпаку, люпину) для підвищення вмісту гумусу та боротьби з бур'янами.

Ретельний обробіток ґрунту після попередніх культур, особливо якщо вони залишають після себе великі пожнивні залишки.

Правильна організація сівозміни є ключовим фактором для отримання високої врожайності цукрових буряків та збереження екологічної рівноваги на полях.

Система удобрення цукрових буряків базується на високих потребах культури у поживних речовинах через інтенсивний ріст і формування коренеплодів із високим вмістом цукру. Правильне внесення добрив забезпечує оптимальне живлення рослин, покращує якість урожаю і запобігає виснаженню ґрунту.

Біологічні особливості споживання поживних речовин

Інтенсивність споживання:

На формування 1 тони коренеплодів і відповідної кількості гички рослина використовує:

азот (N): 3,5-4,0 кг.

фосфор (P_2O_5): 1,2-1,5 кг.

калій (K_2O): 4,5-6,0 кг.

Пікове споживання припадає на фазу інтенсивного росту коренеплодів.

Баланс живлення:

Важливе співвідношення $N:P:K=1:0,5:1,5-2$ для забезпечення оптимального накопичення цукру в коренеплодах.

Види добрив для цукрових буряків

1. Органічні добрива

Гній: основне джерело органіки, збагачує ґрунт азотом, фосфором і калієм, покращує структуру ґрунту.

Норма внесення: 30-40 т/га.

Вносять восени під зяблеву оранку.

Сидерати: збагачують ґрунт органікою, покращують аерацію, сприяють структуризації ґрунту.

2. Мінеральні добрива

Азотні (N): Стимулюють ріст листової маси та накопичення біомаси.

Норми: 80-120 кг/га (діючої речовини).

Вносять частково до посіву (60-70%) та підживлюють у фазі 6-8 листків (30-40%).

Надлишок азоту знижує вміст цукру в коренеплодах.

Фосфорні (P): Сприяють розвитку кореневої системи та підвищують цукристість.

Норми: 60-90 кг/га (діючої речовини).

Вносять під основний обробіток ґрунту.

Калійні (K): Підвищують стійкість до хвороб, покращують водний баланс і сприяють накопиченню цукру.

Норми: 120-150 кг/га (діючої речовини).

Вносять переважно восени під основний обробіток ґрунту.

3. Мікродобрива

Бор (B): Запобігає сухій гнилі коренеплодів і стимулює синтез цукру.

Норма: 1-2 кг/га (у вигляді борної кислоти або бораксу).

Вносять у ґрунт або використовують для позакореневого підживлення.

Марганець (Mn): Сприяє активізації фотосинтезу та підвищує врожайність. Норма: 0,5–1 кг/га для позакореневого підживлення.

Магній (Mg): Покращує фотосинтез і транспорт цукрів у коренеплід. Вносять у вигляді сульфату магнію.

Етапи внесення добрив

Основне внесення (восени):

Органічні добрива (гній, сидерати).

Фосфорні та калійні добрива.

Передпосівне внесення:

Частина азотних добрив.

Комплексні добрива (наприклад, NPK).

Підживлення:

Перше: у фазі 6–8 листків (азот і бор).

Друге: у фазі змикання рядків (азот, калій).

Позакореневе підживлення:

Використовують мікродобрива (бор, марганець, магній) під час інтенсивного росту.

Система удобрення в залежності від урожайності

Середній урожай (30-40 т/га):

N: 80-100 кг/га; P₂O₅: 60-70 кг/га; K₂O: 120-140 кг/га.

Високий урожай (50-60 т/га):

N: 100-120 кг/га; P₂O₅: 80-90 кг/га, K₂O: 150-180 кг/га.

Рекомендації:

Вносити добрива на основі агрохімічного аналізу ґрунту.

Забезпечити баланс між органічними та мінеральними добривами.

Уникати надлишкового внесення азоту, щоб не знижувати цукристість коренеплодів.

Збалансоване удобрення забезпечує отримання високого врожаю якісної продукції та сприяє збереженню родючості ґрунту.

Обробіток ґрунту під цукровий буряк має важливе значення, оскільки забезпечує оптимальні умови для проростання насіння, формування коренеплодів і розвитку рослин. Правильний обробіток сприяє зниженню ущільнення ґрунту, накопиченню та збереженню вологи, а також знищенню бур'янів.

Цілі обробітку ґрунту:

1. Покращення фізичних властивостей ґрунту:

- розпушення для створення сприятливого середовища для проростання насіння та росту коренеплодів.
- запобігання ущільненню ґрунту.

2. Накопичення та збереження вологи:

- забезпечення вологи на ранніх етапах розвитку.

3. Боротьба з бур'янами:

- знищення бур'янів і попередження їхнього росту.

4. Внесення добрив:

- рівномірний розподіл органічних і мінеральних добрив у ґрунті.

Етапи обробітку ґрунту

1. Зяблева оранка (основний обробіток)

- **час виконання:** восени, після збирання попередника.
- **глибина:** 25-30 см (на чорноземах і суглинках), 20-25 см (на легких ґрунтах).

Значення:

- розпушення глибоких шарів ґрунту для формування коренеплодів.
- заробка органічних добрив (гній, сидерати) та пожнивних решток.

Спосіб виконання:

- оранка плугами з передплужниками для повного перевертання шару.

Лущення стерні (після збирання попередника)

- **час виконання:** одразу після збирання попередньої культури.
- **глибина:** 6–8 см.

Мета:

- подрібнення та заробка пожнивних залишків.
- знищення проростків бур'янів.

Весняний передпосівний обробіток

- **час виконання:** перед сівбою цукрового буряка.
- **глибина:** 4–6 см (для вирівнювання поверхні та створення посівного ложа).

Етапи:**– боронування:**

- для закриття вологи.
- використання середніх і важких борін.

– культивація:

- проводиться на глибину 4–6 см.
- для знищення бур'янів і вирівнювання поверхні.

– коткування:

- здійснюється перед сівбою для ущільнення ґрунту і створення сприятливих умов для проростання насіння.

Додаткові заходи**– Глибоке розпушування (глибокорозпушувачі):**

- виконується кожні 3–4 роки на ущільнених ґрунтах.
- глибина: до 35–40 см.

- поліпшує дренаж ґрунту, забезпечує розвиток коренів у глибокі шари.
- **Мульчування ґрунту:**
- може застосовуватись для збереження вологи та боротьби з ерозією.

Особливості обробітку залежно від типу ґрунту

- **Чорноземи:**
- глибока оранка з подальшим боронуванням і культивацією.
- **Супіщані та піщані ґрунти:**
- зменшення глибини основного обробітку (до 20–25 см).
- особлива увага на збереження вологи.
- **Ущільнені та важкі ґрунти:**
- застосування глибокорозпушувачів.
- посилене вирівнювання поверхні для запобігання утворенню кірки.

Вимоги до посівного ложа

- **однорідність і вирівняність:** для рівномірної глибини висіву насіння.
- **ущільнення:** забезпечує контакт насіння з ґрунтом і зменшує випаровування вологи.
- **відсутність бур'янів:** попереднє знищення бур'янів мінімізує конкуренцію на початкових етапах розвитку.

Правильно організований обробіток ґрунту забезпечує високий урожай цукрових буряків із якісними коренеплодами та зменшує потребу в додаткових витратах на захист і догляд за посівами.

Підготовка до посіву насіння цукрових буряків включає комплекс заходів, спрямованих на створення оптимальних умов для проростання насіння, формування дружніх сходів і подальшого розвитку рослин. Це включає підготовку ґрунту, вибір та обробку насіння.

1. Підготовка ґрунту

Основна мета: забезпечення оптимальної структури ґрунту; збереження вологи; знищення бур'янів.

Етапи підготовки ґрунту:

1. Осіння оранка:

- проводиться на глибину 25-30 см.
- забезпечує розпушення ґрунту та знищення залишків бур'янів.
- органічні добрива (гній) вносять перед оранкою.

2. Весняна передпосівна підготовка:

- *боронування*: ранньою весною для закриття вологи.
- *культивуація*:
- глибина: 4-6 см.
- розпушення верхнього шару ґрунту, вирівнювання поверхні.
- *коткування*: ущільнення ґрунту для забезпечення контакту насіння з

вологою.

Вимоги до ґрунту перед посівом:

- рівномірна поверхня.
- відсутність великих грудок.
- достатня вологість.
- добре ущільнене посівне ложе.

2. Вибір насіння

Критерії вибору насіння:

- *сорти та гібриди*:
- висока врожайність.
- стійкість до хвороб (церкоспороз, кореневі гнилі).
- висока цукристість (16-20%).
- *калібрування насіння*:
- однорідне за розміром (діаметр 3,5-4,5 мм).
- насіння високої схожості (95–98%).

Обробка насіння:

1. Протруювання:

- захист від хвороб та шкідників за допомогою фунгіцидів і інсектицидів;

- приклади препаратів: тірам, металаксил.

2. Інокуляція мікроелементами:

- бор (В) – покращує формування коренеплодів.
- марганець (Mn) і молібден (Mo) – стимулюють розвиток рослин.

Обробка стимуляторами росту: забезпечує дружні сходи та активний розвиток.

3. Внесення добрив

Органічні добрива: восени перед оранкою: 30-40 т/га гною.

Мінеральні добрива:

– *фосфор і калій:* основне внесення восени (60-90 кг/га P_2O_5 , 120-150 кг/га K_2O).

– *азотні добрива:* навесні (80-120 кг/га N) під передпосівну культивуацію.

Мікродобрива: бор (162 кг/га) перед посівом або позакоренево.

4. Техніка для підготовки

- сучасні сівалки точного висіву.
- культиватори з функцією вирівнювання.
- котки для ущільнення.

5. Особливості підготовки ґрунту залежно від типу

1. Легкі ґрунти:

- зменшення глибини обробітку.
- увага на збереження вологи.

2. Важкі ґрунти:

- більший акцент на розпушенні й аерації.

3. Ущільнені ґрунти:

- використання глибокорозпушувачів (35-40 см).

Контроль якості підготовки

- перевірка вологості ґрунту на глибині 5-6 см.
- тестування рівномірності ущільнення.
- оцінка схожості насіння після підготовки.

Якісна підготовка до посіву є основою для отримання рівномірних сходів і високої врожайності цукрових буряків.

Догляд цукрових буряків включає низку заходів, спрямованих на забезпечення найвищого рівня продуктивності та якості продукції.

Важливо реагувати на зміни в рості та розвитку рослин, вживати відповідних заходів для запобігання хворобам і шкідникам, раціонально використовувати водні та мінеральні ресурси.

Збирання цукрових буряків – важливий етап, який впливає на якість та кількість виробленої продукції.

Збирання цукрових буряків проводиться тоді, коли рослина технічно повністю зріла. Зазвичай це відбувається восени.

Ознаками зрілості є в'янення і засихання кінчиків рослин, утворення цукрових коренів.

Збирайте врожай у суху погоду, щоб уникнути подальшого забруднення коренів і полегшити подальшу обробку.

Також важливо вибрати оптимальний час, коли коренеплоди не активно фотосинтезують.

Використовуйте відповідне обладнання для збирання цукрових буряків, наприклад комбайн, який викопує буряк із землі.

Буряк потрібно збирати акуратно, щоб не пошкодити коренеплоди.

Під час збору коренеплодів потрібно бути особливо обережними, оскільки будь-які подряпини та пошкодження можуть призвести до швидкої втрати соку та якості.

Після збору врожаю важливо відсортувати буряк за розміром і якістю.

Для зручності транспортування і зберігання буряк найчастіше пакують в мішки або ящики.

Крім того, у разі великих площ вони негайно транспортуються відповідними транспортними засобами на цукрові заводи для переробки або зберігаються в банках для подальшого використання.

Цукровий буряк слід зберігати в сухому і прохолодному приміщенні.

Температура зберігання приблизно 0-4°C.

Висока вологість може стати причиною загнивання буряків.

Цукрові буряки мають обмежений термін зберігання, тому важливо швидко та якісно зберігати або переробляти їх на продукти.

Позначте пакети або ящики цукрових буряків для полегшення ідентифікації та контролю якості.

Зберігайте всю необхідну документацію щодо умов і видів зберігання.

Попит і ринкові умови також слід враховувати при плануванні збору врожаю.

Слідкуйте за ціною та попитом на цукрові буряки на ринку.

Для максимізації врожайності та якості продукції важливо дотримуватись виробничих стандартів та рекомендацій під час збирання цукрових буряків.

Відповідні склади агрегатів для виконання кожної операції при вирощуванні цукрових буряків та строки їх проведення наведено в дод. А

2.2 Удосконалення технологічної карти на вирощування цукрового буряка.

Удосконалення технічної карти вирощування цукрових буряків сприятиме підвищенню врожайності та оптимізації витрат.

Ми розробили технологію вирощування цукрових буряків з урахуванням науково-технічних досягнень, професійного досвіду сільськогосподарських підприємств, які культивують буряки, рівня техніко-технічного забезпечення аграріїв та запланованих удосконалень у короткостроковій перспективі з урахуванням вимог ресурсозбереження та екологічного захисту навколишнього середовища.

2.3. Розрахунки машинно-тракторного агрегату.

Ми провели аналіз технологічної карти на вирощування цукрових буряків і відповідно до умов роботи на виконанні цієї операції обираємо агрегат: трактор МТЗ-80 і просапний культиватор. Обраний агрегат буде працювати з агротехнічною швидкістю V_p в межах від 4 до 7 км/год.

Обираємо вихідні умови роботи для агрегату, який складається з просапного культиватора та трактора: агрофон: ґрунт важкий, його питома стійкість – 1,8 кН/м; значення кута підйому – 3 відсотки; ділянки площа, на якій виконується операція, має площу 70 гектарів; ширина міжрядь – 45 см.

Найбільш прийнятний вибір передачі залежить від конкретних умов експлуатації, індивідуальних особливостей обладнання, економічності та вимог до витрати палива.

Визначаючи робочі передачі та силу, що прикладається до гака під час роботи, враховуйте такі важливі фактори, як: експлуатаційні характеристики, вага або опір обладнання, тип коробки передач і характеристики трактора.

$$V_{\text{т}}^{\text{III}}=7,24 \text{ км/год}$$

$$P_{\text{н.гак}}^{\text{III}}=14,0 \text{ кН}$$

$$V_{\text{т}}^{\text{IV}}=8,90 \text{ км/год}$$

$$P_{\text{н.гак}}^{\text{IV}}=14,0 \text{ кН}$$

Врахувавши величину підйому, силу тяги трактора на третій та четвертій передачах складе:

$$P_{\text{гак}}=P_{\text{н.г}}-G_{\text{тр}}i$$

де $P_{\text{н.г}}$ – номінальна сила тяги на передачах 3 і 4;

$G_{\text{тр}}$ – вага трактора, кН;

i – величина підйому, $i=0,03$.

Водночас,

$$P_{\text{г}}^{\text{III}}=14,0-36,4\cdot0,03=12,9 \text{ кН}$$

$$P_{\text{г}}^{\text{IV}}=14,0-36,4\cdot0,03=12,9 \text{ кН}$$

Максимальна ширина захвату агрегату на передачах третій і четвертій:

$$B_{\max} = \frac{P_{\text{гак}}}{K + R_i}$$

K – питомий опір ґрунту, кН/м,

R_i – додатковий опір агрегату на подолання підйому, кН/м.

Додатковий опір, який виникає при русі агрегату на підйом:

$$R_1 = \frac{G_m}{B_k} \cdot i$$

де G_m – маса просапного культиватора, кН;

B_k – конструктивна ширина захвату просапного культиватора, м.

$$R_1 = \frac{13,0}{5,6} \cdot 0,03 = 0,069 \text{ кН/м}$$

$$B^{\text{III}}_{\max} = \frac{13,0}{1,8 + 0,069} = 6,96 \text{ м}$$

$$B^{\text{IV}}_{\max} = \frac{13,0}{1,8 + 0,069} = 6,96 \text{ м}$$

Розрахуємо кількість культиваторів для агрегату:

$$n = \frac{B_{\max}}{B}$$

$$n^{\text{III}} = \frac{6,96}{5,6} = 1,2$$

$$n^{\text{IV}} = \frac{6,96}{5,6} = 1,2$$

Для роботи на обох передачах прийемо по одному культиваторі.

При цьому тяговий опір агрегату:

$$R_a = (K + R_i) B_k R_k, \text{ кН}$$

$$R_a^{\text{III}} = (1,8 + 0,069) \cdot 5,6 \cdot 1 = 10,46 \text{ кН.}$$

$$R_a^{\text{IV}} = (1,8 + 0,69) \cdot 5,6 \cdot 1 = 10,46 \text{ кН.}$$

Значення коефіцієнта застосування тягового опору:

$$\eta_{\text{тз}} = \frac{R_a}{P_{\text{гак}}}$$

$$\eta_{\text{тз}}^{\text{III}} = \frac{10,46}{12,9} = 0,81$$

$$\eta_{\text{тз}}^{\text{IV}} = \frac{10,46}{12,9} = 0,81$$

Виробіток агрегату за зміну:

$$W_{\text{зм}} = 0,1 \cdot B_p V_p T_p$$

де B_p – ширина захвату робоча агрегату у складі трактора та просапного культиватор.

$$B_p = B_k \beta$$

де B_k – конструктивна ширина захвату,

β – величина показника коефіцієнта використання ширини захвату агрегату:

$$B_p = 5,6 \cdot 1,0 = 5,6 \text{ м.}$$

V_p – робоча швидкість агрегату при переміщенні;

$$V_p = V_m \left(1 - \frac{\delta}{100} \right)$$

де V_m – теоретична швидкість агрегату при переміщенні, км/год.;

δ – величина числового показника коефіцієнта буксування,

$$V_p = V_m \left(1 - \frac{\delta}{100} \right)$$

$$V_p^{III} = 7,24 \cdot \left(1 - \frac{12}{100} \right) = 6,37 \text{ км/год}$$

$$V_p^{IV} = 8,9 \cdot \left(1 - \frac{12}{100} \right) = 7,38 \text{ км/год}$$

T_p – робочий час на культивуацію міжрядь;

$$T_p = T_{зм} \tau$$

$T_{зм}$ – час зміни на культивуацію міжрядь;

τ – величина числового показника коефіцієнта використання часу зміни

$$T_p = 7 \cdot 0,8 = 5,6 \text{ год.}$$

$$W_{зм}^{III} = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 6,37 \cdot 5,6 = 19,9 \text{ га/зм.}$$

$$W_{зм}^{III} = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 7,83 \cdot 5,6 = 24,5 \text{ га/зм}$$

Загалом витрати пального на культивуацію міжрядь

$$Q_{га} = \frac{Q_{зм}}{W_{зм}}$$

де $Q_{зм}$ – усі витрати пального за зміну, кг,

$$Q_{3м} = Q_p T_p + Q_x t_x + Q_3 t_3, \text{ кг/год.};$$

де Q_p , Q_x , Q_3 – розхід пального по годині при робочих та холостих ходах і працюючому двигуні;

t_k , t_3 – тривалість робочих ходів та зупинок при працюючому двигуні.

При $t_k = t_3$ матимемо:

$$t_x = t_3 = \frac{T_{3м} - T_p}{2}$$

$$t_x = t_3 = \frac{7 - 5,6}{2} = 0,7 \text{ год}$$

Коли $\eta_{тз}^{III} = 0,79$ (третя передача), то: $Q_p = 15,4$ кг/год.; $Q_x = 9,7$ кг/год.; $Q_3 = 1,9$ кг/год.

Коли $\eta_{тз}^{IV} = 0,79$ (четверта передача), то: $Q_p = 16,7$ кг/год.; $Q_x = 11,4$ кг/год.; $Q_3 = 2,6$ кг/год.

$$Q_{га}^{IV} = \frac{15,4 \cdot 5,6 + 9,7 \cdot 0,7 + 1,9 \cdot 0,7}{19,9} = 4,07 \text{ кг/га}$$

$$Q_{га}^{III} = \frac{16,7 \cdot 5,6 + 11,4 \cdot 0,7 + 1,9 \cdot 0,7}{24,5} = 4,2 \text{ кг/га}$$

Обираючи робочу передачу для агрегату у складі трактора МТЗ-80 і просапного культиватора на виконання культивації, ми повинні врахувати відношення тягового зусилля та швидкості, які має трактор на різних передачах.

На четвертій передачі можливе збільшення тягового зусилля, що сприяє легшому подоланню опору ґрунту та робочого інструменту трактором.

Якщо на цій передачі трактор здатний забезпечити необхідне тягове зусилля для більшої швидкості, це дозволяє оптимально використовувати тягову потужність, підвищити ефективність роботи та зменшити витрати пального на обробку одиниці площі.

Вища швидкість на четвертій передачі також збільшує більшу продуктивність, і трактор може швидше рухатися між рядами при виконанні культивуції.

Тому агрегат для виконання культивуції буде працювати на четвертій передачі, а третя буде додатковою.

2.4. Розробка операційно-технологічної карти на культивуцію

Для культивуції міжрядь цукрових буряків обираємо просапний культиватор. Нова, удосконалена технологічна карта на виконання цієї операції представлена в графічній частині дипломного проекту.

2.5. Висновки. Мета і задачі досліджень.

Проаналізувавши технологію вирощування цукрових буряків за базовою технологічною картою, нами було запропоновано внести наступні зміни.

Для міжрядного обробітку цукрових буряків обрано просапний культиватор, який оснащено лапою з пружною ланкою.

Це дасть змогу якісніше обробляти міжряддя та буде економічно вигідним.

Ефективність запропонованого удосконалення можна отримати шляхом проведення лабораторних або польових випробувань та виконання досліджень. Тому дформулюємо подальше:

Мета дослідження: уточнити реальні значення конструктивних параметрів та експлуатаційних режимів роботи культиватора, оснащеного лапою з пружною ланкою.

Задачі:

1. Визначити тяговий опір лапи з пружною ланкою, яку запропонували для використання на культиваторі та обґрунтувати напрямки зменшення даного опору.

2. Дослідження впливу параметрів лапи з пружною ланкою на якісні показники кришення ґрунту та знищення рослинних решток та встановлення їх раціональних значень.

Об'єкт дослідження: агрегатний склад обробленого і необробленого ґрунту.

Предмет: конструкція та параметри лапи з пружною ланкою.

3. НАУКОВА ЧАСТИНА

3.1. Сучасний стан питання про знаряддя, яке модернізується.

У сучасному сільському господарстві культиватори використовуються для суцільного та гребеневого обробітку, розпушування ґрунту під час передпосівної підготовки, боротьби з бур'янами, обробки парів та внесення добрив під вирощувані культури.

За призначенням культиватори поділяються на парові, суцільні, багатоцільові та спеціальні культиватори. Класифікація і типи культиваторів показані на рисунку 3.1.

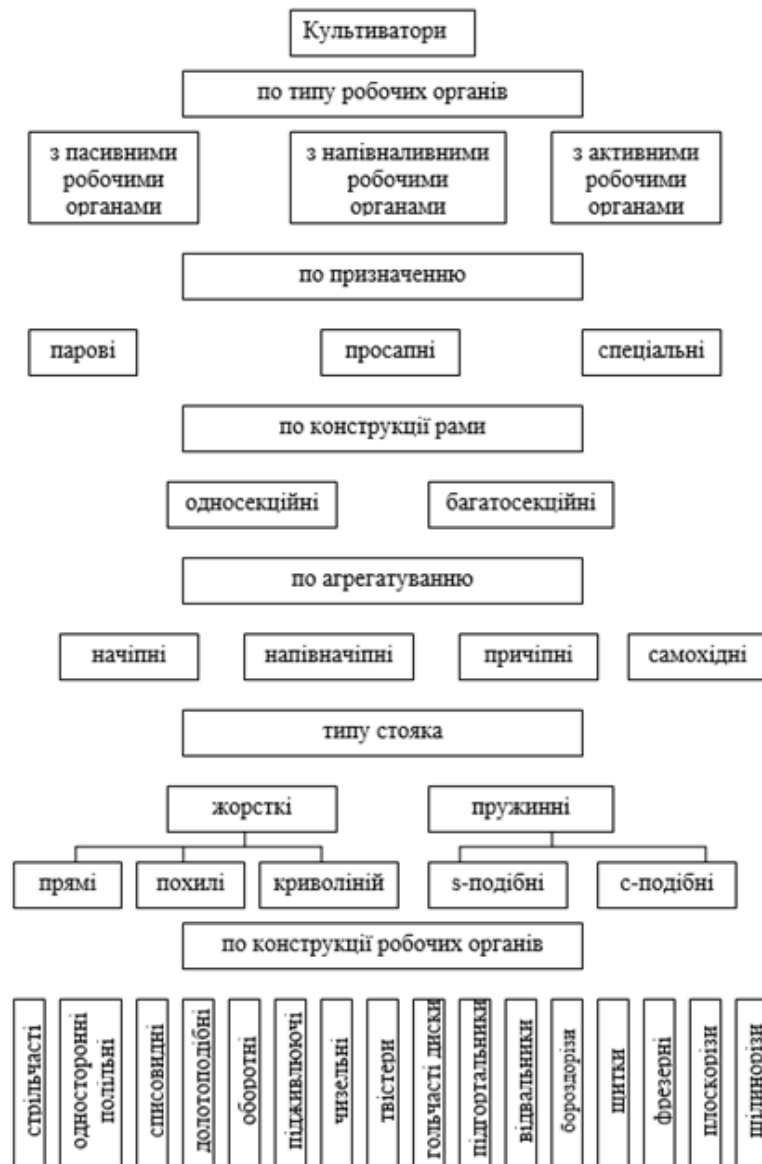


Рис. 3.1 Класифікація культиваторів

Культиватори розрізняють за типом робочого органу, призначенням, будовою рами, типом агрегату та типом стояка.

За конструкцією робочого органу культиватори найбільш поширені, і це пов'язано з характером роботи на ґрунтах різного складу.

Огляд сучасних просапних культиваторів надано в дод. Г.

Провівши аналіз просапних культиваторів вітчизняного та зарубіжного виробництва та зважаючи на завдання дипломної роботи для наступних досліджень обираємо просапний культиватор.

Призначення та будова знаряддя, яке модернізується

Призначення просапного культиватора

Просапний культиватор – це сільськогосподарська машина, призначена для обробітку міжрядь просапних культур (кукурудзи, соняшнику, цукрових буряків тощо). Це універсальні та ефективні інструменти для догляду за просапними культурами, автоматизації багатьох процесів і підвищення врожайності.

Основні завдання культиватора:

Розпушення ґрунту: Забезпечує аерацію кореневої системи рослин. Покращує поглинання води.

Знищення бур'янів: Видаляє бур'яни між рядами культур.

Підживлення рослин: Вносить добрива в прикореневу зону.

Збереження ґрунтової води: Руйнує ґрунтову кірку, що зменшує випаровування.

Формування гребенів: При потребі виконує підгортання рослин.

Будова просапного культиватора

Сучасні просапні культиватори мають універсальну конструкцію, яка дозволяє виконувати кілька операцій одночасно. Основні елементи:

1. Рама. Є основою культиватора, на якій закріплюються всі робочі органи. Зазвичай виготовляється зі сталі для забезпечення міцності. Оснащена вузлами регулювання ширини міжрядь.

2. Робочі органи

Лапи: Плоскорізальні або стрілчасті. Використовуються для розпушення ґрунту та підрізання бур'янів.

Дискові ножі: Застосовуються для розрізання ґрунту і бур'янів.

Ротаційні зірочки: Для розпушення поверхневого шару ґрунту.

Підгортачі: Використовуються для формування гребенів і підгортання рослин.

3. Система внесення добрив. Складається з бункера для добрив і пристроїв для точного дозування. Забезпечує локальне внесення добрив у зону кореневої системи рослин.

4. Опорні та ходові колеса. Забезпечують стабільність і правильну глибину обробітку. Мають можливість регулювання висоти.

5. Система кріплення. Забезпечує з'єднання культиватора з трактором. Включає триточкове навішування або причіпний механізм.

6. Механізми регулювання. Регулювання ширини міжрядь. Налаштування глибини обробітку. Механізми для регулювання кута нахилу робочих органів.

Типи просапних культиваторів

1. Навісні:

- закріплюються безпосередньо на тракторі.
- використовуються для обробки полів малої та середньої площі.

2. Причіпні:

- підходять для великих полів.
- мають власні ходові колеса.

3. Самохідні:

- оснащені власним двигуном і системою управління.

Принцип роботи

1. Культиватор закріплюється на тракторі.

2. Робочі органи налаштовуються на потрібну глибину і ширину міжрядь.

3. Під час руху трактора лапи розпушують ґрунт, зрізають бур'яни, а система внесення добрив подає поживні речовини в кореневу зону.

4. Колеса контролюють рівномірність обробки та підтримують стабільність культиватора.

Просапний культиватор (рис. 3.2) – знаряддя начіпне, яке створене на основі бруса, де закріплені такі вузли: замок автозчіпки, 2 несучі колеса, секція робочих органів та пристрій транспортний.

Також має в наявності такі додаткові робочі органи: голчасті ротаційні диски, борінки для прополювання, підгортачі, аричніки, лапи-палички і будиночки-щитки, щоб захистити рослин від засипання їх ґрунтом при роботі на швидкостях від 8 до 9 км/год. Ці допоміжні органи також надають можливість просапному культиватору вносити мінеральні добрива та підгортати рослин.

Завдання, які виконує просапний культиватор, визначається певними робочими органами та налагодженнями, а також тим, що необхідно виконати на певній ділянці.



Рис. 3.2. Просапний культиватор

Спушення ґрунту, коли обробляються міжряддя, виконується робочими органами культиватора.

Робочі органи культиваторів – (рис. 3.3) «...розпушувальні, оборотні розпушувальні лапи, прополювальні, плоскорізальні, однобічні та стрілчасті лапи, списоподібні та голчасті диски та ротаційні борінки і ротори, пруткові та пружинні зуби і т. ін.» [3].

За допомогою допоміжних органів культиватор КРН-5,6 може підгортати рослин та вносити мінеральні добрива.

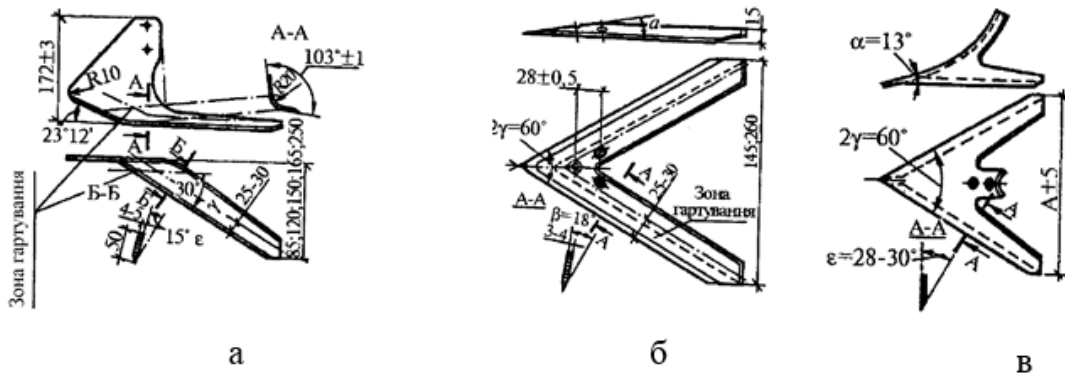


Рис. 3.3. Робочі органи культиваторів: *а* – однобічна плоскорізальна прополювальна лапа (бритва); *б* – стрілчаста плоскорізальна прополювальна лапа; *в* – стрілчаста лапа з хвостовиком; *г* – розпушувальна долотоподібна лапа; *д* – оборотна розпушувальна лапа; *е* – списоподібна розпушувальна лапа; *ε* – пружинні зуби; *ж* – штанговий робочий орган;

Робочі органи просапних культиваторів володіють різними функціями, мають різне призначення, можуть працювати в різноманітних ґрунтово-кліматичних умовах, і кожен з типів має свою конкретну задачу:

- установлена універсальність;
- можливість виконувати одноцільову операцію.

Плоскорізні лапи є універсальними та ефективними в різних ґрунтових умовах, однак їх основним недоліком є швидке затуплення і обмотування рослинними рештками, що негативно впливає на якість виконання агротехнічних операцій. Долотоподібні лапи забезпечують якісне розпушування ґрунту на значних глибинах, але відзначаються високою енергоємністю. Пруткові та пружинні зуби не підходять для ефективного знищення бур'янів.

Через це машини та знаряддя з такими робочими органами не завжди відповідають агротехнічним вимогам і потребують подальшого вдосконалення.

У теоретичних дослідженнях, опублікованих у працях науковців, розглядаються параметри та режими роботи робочих органів культиваторів. Зокрема, визначаються геометричні параметри лап, кути розхилу їх лез, взаємне розташування, зони розпушення, а також енергетичні зусилля для подолання опору ґрунту під час роботи.

На основі цих та інших досліджень були розроблені рекомендації та визначені ключові напрями вдосконалення робочих органів ґрунтообробних машин і знарядь. Основні з них включають: створення енергоощадних робочих органів, інтеграцію різних операцій в межах однієї машини, тобто розробку комбінованих агрегатів, впровадження техніки для протиерозійного обробітку ґрунту, підвищення продуктивності, застосування сучасних матеріалів і автоматизацію технологічних процесів.

Напрямки досліджень нашої дипломної роботи спрямовані на підтвердження результатів даних досліджень.

Щоб підвищити ефективність виконання технологічного процесу та покращити якість обробітку ґрунту, нами пропонується внести такі зміни в конструкцію секцій робочих органів.

Зокрема, для покращення функціональності долотоподібної лапи (рис. 3.4) передбачено встановлення пружної ланки, виготовленої з ресорно-пружинної сталі. За допомогою заклепок на ланці закріплені два односторонні ріжучі леза (праве та ліве), які з'єднані між собою в місцях вертикальних стійок.

Односторонні лапи закріплюються на стійці так, щоб їхня глибина занурення була меншою за глибину ходу долотоподібної лапи, що забезпечує оптимальний обробіток ґрунту.

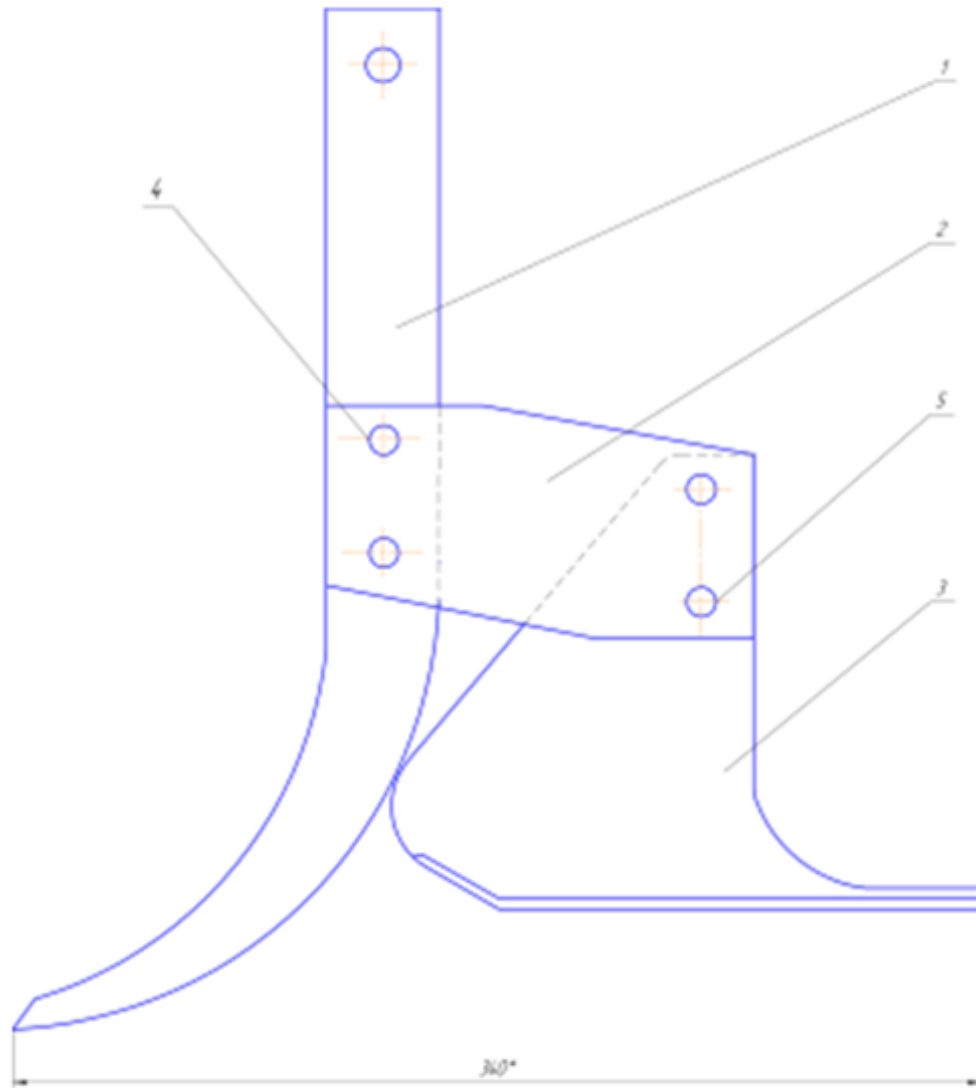


Рис. 3.4. Лапа з пружною ланкою.
1 – лапа-стояк; 2 – пластина пружна; 3 – лапа одностороння

3.2. Аналітичне дослідження існуючих робочих органів культиваторів

Недоліком сучасних культиваторів є їх низька довговічність. Після 3-4 годин роботи в ґрунті леза зношуються і затуплюються, збільшуючи енергоємність операції та вимагаючи подальшого перезаточування і переоснащення. Робочі органи з шаром твердого сплаву (наприклад, Сормайт-2) на лезі, поширені в практиці поверхневого обробітку ґрунту, дещо підвищують довговічність, але мають суттєві недоліки. Це підвищені енерговитрати, викликані поступовим затупленням леза в процесі роботи та збільшенням кута нахилу поверхні леза відносно горизонтальної площини, що

змінює глибину заглиблення робочого органу та погіршує якість обробітку ґрунту.

Дослідження, проведені на кафедрі сільськогосподарського машинобудування Кіровоградського національного технічного університету, показали, що ці недоліки можна зменшити за рахунок покращення технічного стану робочих органів культиватора.

Розглянемо робочу систему лапи та сили, які сприяють переміщенню частинок m ґрунту по її поверхні (рисунок 3.1).

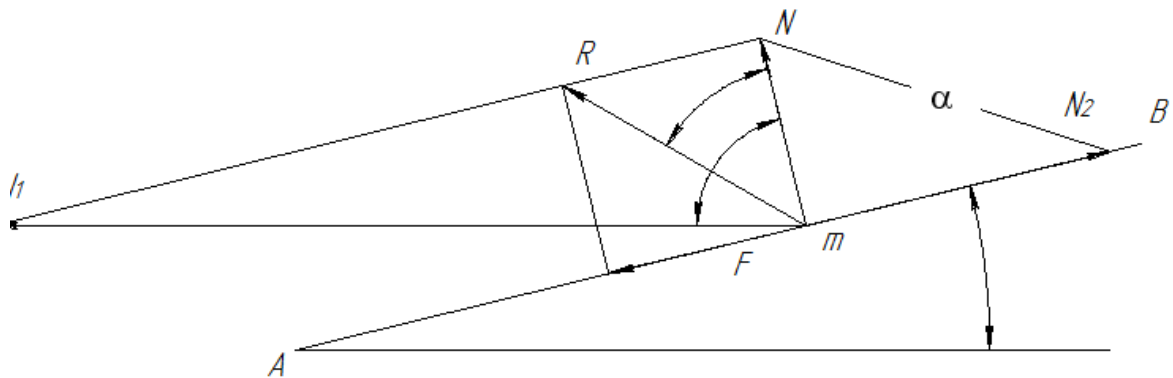


Рис. 3.5. Схема дії сил на частку ґрунту, яка рухається по поверхні лапи.

Ми розділимо нормальну силу N на дві частини: N_1 – по напрямку руху робочого органу; N_2 – вздовж площини AB .

На частинку теж діє сила тертя F . Сили F і N дадуть в сумі силу R , яка відхиляється від сили N на величину кута тертя φ .

З рис. 3.5 бачимо:

$$N_2 = N \cdot \operatorname{tg} \varphi (90^\circ - \alpha)$$

$$\text{а } F = N \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

тобто передумова для руху частинки вздовж площини AB буде такою:

$$N \cdot \operatorname{tg} \varphi (90^\circ - \alpha) > N \cdot \operatorname{tg} \varphi$$

$$\text{або } 90^\circ - \alpha > \varphi \text{ і } \alpha < 90^\circ - \varphi.$$

Наразі тут спостерігаємо різання з ковзанням, тому що сила R перебуває всередині кута γ : $\varphi < \gamma$, де $\gamma = 90^\circ - \alpha$, тобто ковзання частинок ґрунту по поверхні леза робочого органа виникне тоді, коли кут між напрямком руху і нормаллю N стане більшим за кут тертя частинки по площині.

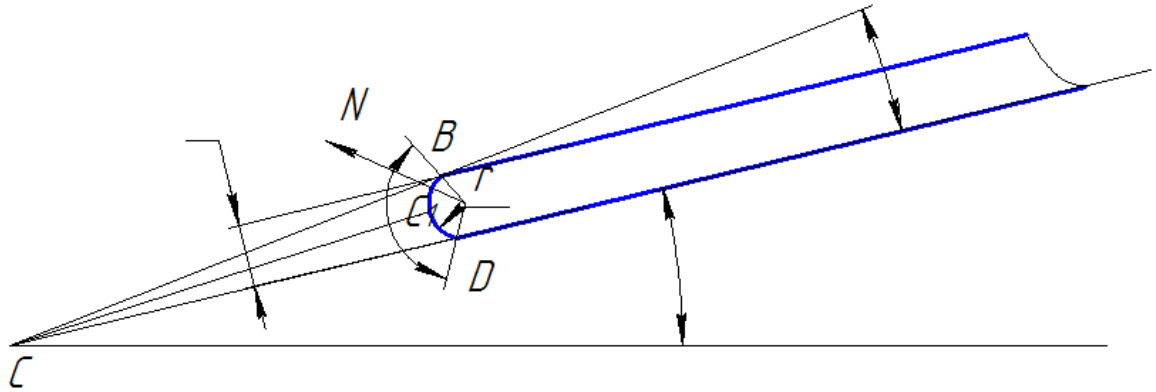


Рис. 3.6. Схема дії сили на затуплене лезо лапи

При процесі різання вершина леза лапи (точка C), швидко набуває округлену форму площини (дуга BC_1D), яка потихеньку з'єднує площину і гострину леза і визначається не кутом загострення i , а товщиною леза δ (рис. 3.7). В.О. Желіговським вважав, що в якості леза повинна бути та частина ножа, за рахунок якої руйнується ґрунт внаслідок зминання, а в якості площини – ті частини його, що розсувають відрізаний шар ґрунту, по якому вона ковзає.

Після певного часу роботи форма поверхні леза лапи змінюється із напівкола на загострену з радіусом r (рис. 3.7). У точці C_1 напрямок нормалі N практично збігається з напрямком руху, тоді $\gamma < \varphi$, і буде вище та нижче за точки C_1 .

Кут γ зростатиме і в т. В і D набуде значення $\gamma = \varphi$, а вище т. В стане: $\gamma > \varphi$. Тобто, ковзання не виникне в межах дуги BC_1D , а товщина леза лапи, яка обмежена кутом 2φ , визначатиметься хордою $BC = \delta$. Із рис. 3.5 бачимо, що $\delta = 2 \cdot r \cdot \sin \varphi$.

Коли працюють лапи культиватора, то можливі два епізоди: а) процес різання шару ґрунту без переміщення її по поверхні леза лапи; б) процес різання з ковзанням частинок ґрунту поверхнею лапи культиватора.

Розглядаємо обидва епізоди (рис. 3.7).

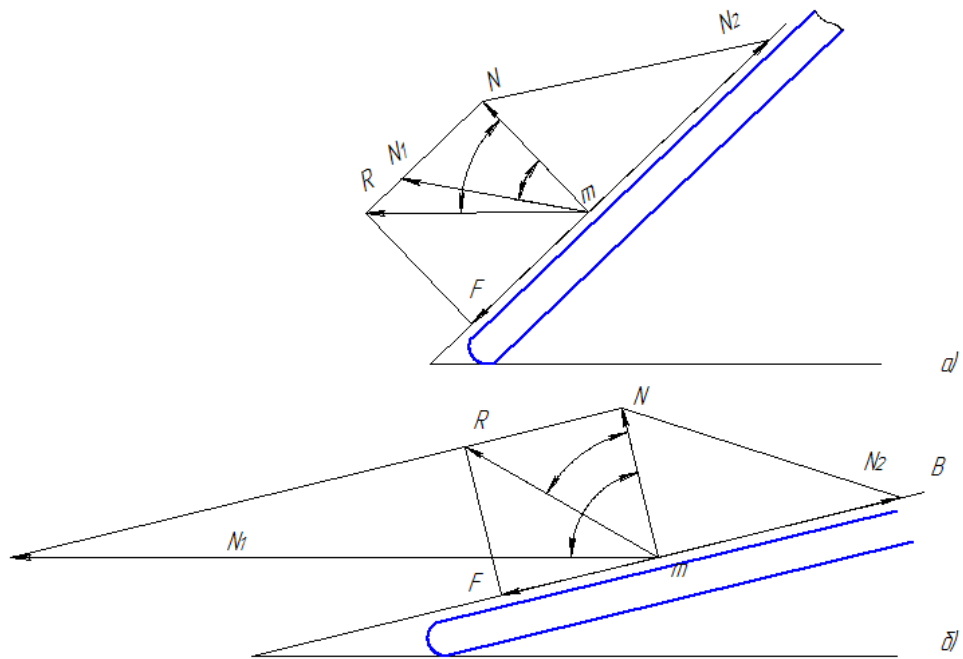


Рис. 3.7. Схеми різання ґрунту лезом лапи культиватора

Епізод а (рис. 3.7, а). У даному випадку сила N_2 буде меншою за силу тертя F ($\varphi > \gamma$). Це забезпечить переміщення частинки ґрунту без ковзання в напрямку впливу сили N_1 (мить зрізання шару).

Епізод б (рис. 3.7, б). Через те, що $\gamma < \varphi$ і $N_2 > F$, то виникне ковзання частинки ґрунту по поверхні леза лапи в напрямку сили R .

При різанні з ковзанням потрібно менше сил, чим, коли використовується різання зминанням, і, коли збільшується ця різниця, то зменшується сила опору ґрунту при виконанні роботи лапами культиватора. Щоб зменшити силу опору різанню можна обрати оптимальний кут розхилу лез лап культиватора.

Сила N може бути представлена так:

$$N = b \cdot q_p, \quad (3.1)$$

тут b – довжина тієї ділянки леза лапи, що має контакт з ґрунтом;

q_p – інтенсивність питомого навантаження, при ньому відбувається різання.

Робота при процесі різання:

$$A = \int_0^{S_k} N dS \quad (3.2)$$

тут S_k – шлях різання.

Залежно від фізико-механічних властивостей ґрунту, його вологості та гостроти леза, величина q_p може змінюватися в доволі широких межах.

Обсяг виконуваної роботи збільшується зі зростанням перерізу ґрунтової скиби. Під час роботи лапи відбувається переміщення ґрунту по її поверхні, при цьому сили, необхідні для цього переміщення, залежать від типу ґрунту, його стану і властивостей. Основним фактором є кут підйому лапи α , як видно з рис. 3.7. Сила N_1 , необхідна для переміщення лапи, визначається за формулою: $N_1 = N \cdot \sin \alpha$. Зі збільшенням кута α з 10 до 35 градусів ця сила зростає в 3,3 рази.

Як зазначалося раніше, при $\gamma > \varphi$ відбувається поздовжнє переміщення ґрунту по робочій поверхні культиваторної лапи. У випадку гострого леза сили тиску R діють паралельно одна одній і спрямовані вгору (рис. 3.8, а).

Для опуклої (затупленої) поверхні леза сили R створюють елементарні сили тиску, які розходяться в різні боки (рис. 3.8, б).

У першому випадку скиба переміщується по поверхні лапи, у другому – відбувається її переміщення із зминанням у підлаповомому просторі. Після проходження робочого органу формується переущільнена підшва глибиною 5-15 см залежно від типу робочого органу та фізико-технологічних властивостей ґрунту. Такий ущільнений шар негативно впливає на процеси коренеутворення, накопичення вологи тощо.

Тому серед основних показників, які характеризують якість розпушування, крім опору ґрунту, слід враховувати твердість ущільненого підлапового шару.

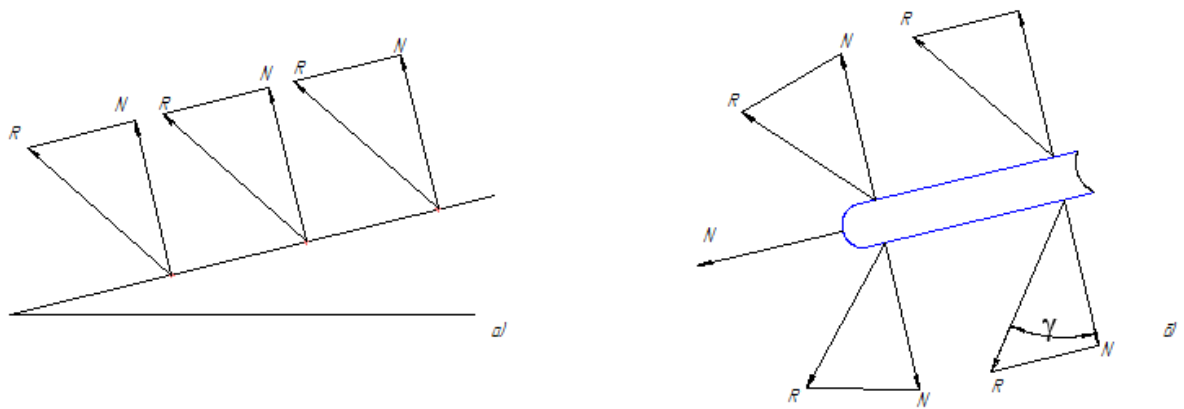


Рис. 3.8. Характер дії сил на скибу різними робочими поверхнями
a – при загостреному лезі; *б* – при затупленому лезі

Рихлення над лапою відбувається внаслідок стискання шару ґрунту та деформації його. Площини стискання розміщені під гострим кутом до вертикальної осі і формуються внаслідок деформації стискання, що сприяє майбутньому досягненню граничних значень напружень стискання.

3.3 Програма і методика експериментальних досліджень

Складність технологічного процесу додаткового розпушування поверхневого шару ґрунту одразу після проходження дискових робочих органів, мінливість властивостей ґрунту та умов роботи, а також обмежені часові рамки для виконання цієї операції ускладнюють точну аналітичну оцінку впливу всіх факторів на показники технологічного процесу.

Для максимально ефективного використання машин важливо встановити взаємозв'язок між умовами роботи, особливостями технологічного процесу та параметрами енергозасобів.

Зважаючи на це, метою експериментальних досліджень є поточнення дійсних значень конструктивних параметрів і режимів експлуатації культиваторної лапи з пружною ланкою.

Завдання експериментальних досліджень, сформульовані в роботі, включають:

1. Визначення тягового опору запропонованої лапи з пружною ланкою та обґрунтування шляхів його зниження.

2. Вивчення впливу параметрів лапи з пружною ланкою на якісні показники кришення ґрунту та видалення рослинних решток, а також визначення їх оптимальних значень.

Загальна структурна схема проведення експериментальних досліджень, реалізованих у два етапи, наведена на рис. 3.9.



Рис. 3.9. Структурна схема досліджень.

Етап 1 – збір попередньої інформації на основі аналізу літературних джерел. Було проведено відбір і уточнення вхідних факторів, визначено рівень їх варіювання, а також характер взаємозв’язку між якісними й енергетичними показниками знаряддя та його конструктивними й експлуатаційними параметрами.

Етап 2 – практична перевірка отриманих значень експлуатаційних режимів роботи та конструктивних характеристик робочих органів. Виконано загальну оцінку ефективності їх використання на культиваторі.

Методика визначення залежності тягового опору робочих органів від їх конструктивних параметрів та режимів роботи.

Мета дослідження – експериментальним шляхом визначити залежність тягового опору лапи з пружною ланкою від її конструктивних характеристик та робочої швидкості агрегату, а також вивчити вплив обраних параметрів на агрегатний склад ґрунту та його твердість і вологість.

Умови проведення дослідів: лабораторний канал кафедри СГМ з ґрунтом максимально однорідного агрофону, при мінімальних коливаннях значень його твердості та вологості, а також з низьким вмістом крупних рослинних решток і інших включень.

Фактори, зареєстровані під час проведення експерименту: склад агрегатний ґрунту обробленого і необробленого, виражений відносним показником C ; опір тяговий робочого органу культиватора R_d , коли той переміщується в ґрунті; та швидкість робоча V_p .

Технічне забезпечення дослідів

Щоб перевірити основні результати теоретичного дослідження

Для перевірки основних результатів теоретичного дослідження експлуатаційних та конструктивних параметрів лапи, на якій закріплено пружну ланку, експериментально ми визначаємо характер залежності якісного показника кришення ґрунту та тягового опору від вибраних параметрів та режимів роботи. Ми вимірюємо тяговий опір агрегату за різних режимів роботи лапи з пружною ланкою і вивіряємо показник якості кришіння ґрунту при різних умовах його роботи. Застосовуючи сучасну апаратуру і прилади, ми маємо можливість отримати надійніші дані коли є можливість зафіксувати інформацію про виконання відповідних процесів в аналоговому вигляді

Рис. 3.10 ілюструє схему пристрою для реєстрації тягового опору робочого органу.

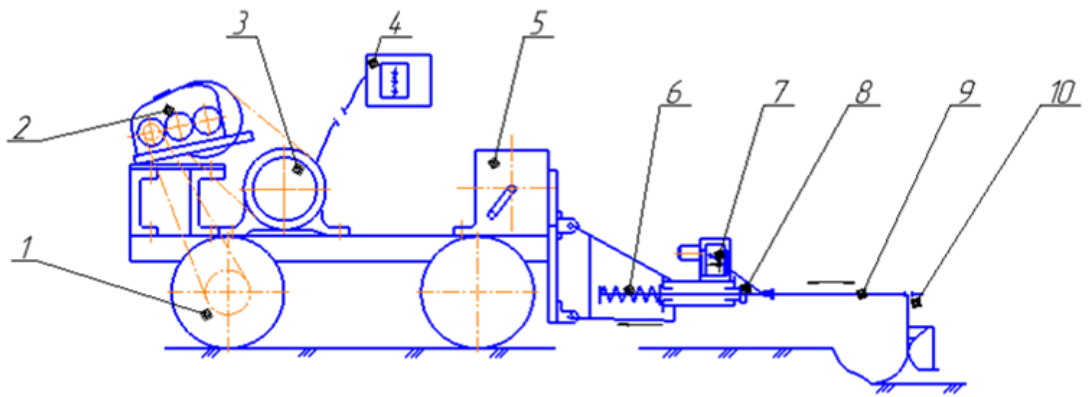


Рис. 3.10. Схема пристрою для дослідження параметрів дії робочих органів ґрунтообробних машин: 1 – колесо приводне; 2 – редуктор; 3 – електродвигун; 4 – панель керування; 5 – механізм регулювання глибини ходу; 6 – пружина; 7 – записуючий пристрій; 8 – корпус; 9 – гряділь; 10 – робочий орган



Рис. 3.11. Загальний вигляд лабораторної установки для дослідження параметрів функціонування лапи з пружною ланкою

Необхідна глибина ходу регулюється за допомогою механізму налаштування. Записувальний механізм заправляється діаграмним папером, на який встановлюється записуючий елемент, що фіксується до системи важелів. Під час переміщення досліджуваного робочого органу, опір, що чиниться з боку ґрунту, передається через гряділь на пружину, що викликає її стискання на певну величину.

Гряділь рухається відносно корпуса-напрямника вправо пропорційно стисненню пружини. Величина його переміщення залежить від опору ґрунту під час проходження робочого органу і передається через систему важелів на

записуючий елемент, що здійснює запис на папері. Папір має рухатись з постійною швидкістю. Відхилення кривої на папері від нульової лінії пропорційне переміщенню гряділя, тобто величині тягового опору. Паперова стрічка з записом значень контрольованого параметра зберігається в ємності до завершення експерименту. Пристрій записує на діаграмний папір інформацію про зміну робочої швидкості одночасно з контролем тягового опору. Після кожного обертання опорного колеса на діаграмному папері ставиться відмітка. Висновки про середню швидкість руху агрегату на заданій ділянці робляться на основі величини відстані між відмітками, використовуючи відповідні формули.

3.6. Наукові висновки

Аналіз просапних культиваторів та їх робочих органів свідчить про те, що сучасне землеробство орієнтоване на мінімізацію використання технічних засобів у процесі вирощування врожаю. Особливо це стосується енергоємних операцій підготовки ґрунту до посіву. Цю проблему можна вирішити шляхом впровадження нових комбінованих ґрунтообробних знарядь та робочих органів оригінальної конструкції. Останнім часом машинобудівна галузь України та інших країн активно виробляє широкий спектр різноманітних ґрунтообробних знарядь, що підтверджує актуальність таких конструкторських розробок.

Саме на вирішення цієї проблеми направлені пропозиції по вдосконаленню робочого органа просапного культиваторі у даній дипломній роботі.

На секції робочих органів нами запропоновано встановити лапу з пружною ланкою, що поліпшує якість обробітку ґрунту.

Відповідно до методик проведення досліджень складено програму проведення їх.

Визначено залежність тягового опору робочих органів від їх конструктивних параметрів та режимів роботи.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

Вирощування цукрових буряків пов'язане з використанням техніки, хімічних препаратів і фізичної праці, тому дотримання правил техніки безпеки є важливим для захисту працівників і зменшення ризиків для здоров'я.

Основні аспекти техніки безпеки

1. Безпека при обробці ґрунту

Використання техніки:

- перед початком роботи перевіряйте стан сільськогосподарських машин (плуги, культиватори, борони, сівалки).
- забороняється проводити ремонт або обслуговування техніки під час її роботи.
- дотримуйтеся правил роботи з тракторами:
 - не перевищуйте швидкість.
 - забезпечуйте видимість оператора.

Особиста безпека:

- використовуйте захисний одяг, взуття та рукавиці.
- уникайте перебування в зоні руху машин.

2. Безпека при роботі з хімічними препаратами

Обробка насіння:

- використовуйте засоби індивідуального захисту (респіратори, окуляри, гумові рукавиці).
- виконуйте роботи на відкритому повітрі або у вентиляованих приміщеннях.

Внесення добрив:

- не допускайте потрапляння добрив на шкіру та слизові оболонки.
- при контакті з хімікатами ретельно промийте уражені ділянки водою.
- уникайте роботи за вітряної погоди для запобігання вдихання частинок добрив.

Застосування засобів захисту рослин (гербіцидів, фунгіцидів, інсектицидів):

- виконуйте роботи у спеціальному одязі.
- строго дотримуйтесь дозувань та інструкцій на упаковці.
- уникайте розпилювання поблизу водойм або населених пунктів.

3. Безпека при сівбі та догляді за рослинами

Посівні роботи:

- забороняється перебувати поблизу рухомих частин сівалок.
- очищення механізмів проводьте лише після їх зупинки.

Міжрядний обробіток:

- забезпечуйте видимість оператора при роботі міжрядкових культиваторів.

Уникайте залишення сторонніх предметів у зоні роботи техніки.

4. Безпека при збиранні врожаю

Використання бурякозбиральної техніки:

- перед початком роботи перевіряйте справність комбайнів.
- не залишайте робочу техніку без нагляду.
- забороняється перебувати біля завантажувальних механізмів під час роботи.

Транспортування коренеплодів:

- дотримуйтесь правил вантаження та розвантаження.
- уникайте перевантаження транспортних засобів.

5. Захист здоров'я працівників

Режим праці та відпочинку:

- організуйте регулярні перерви, особливо при роботі у спеку.
- забезпечте доступ до питної води.

Особиста гігієна:

- мийте руки після роботи, особливо після контакту з хімікатами.
- змінюйте захисний одяг після завершення робіт.

Перша допомога:

- забезпечте аптечки на полі чи місцях робіт.
- проведіть навчання працівників з надання першої допомоги.

6. Екологічна безпека

- уникайте забруднення водою хімічними препаратами.
- залишки хімікатів утилізуйте згідно з інструкціями виробника.
- використовуйте техніку, що мінімізує негативний вплив на ґрунт (глибокорозпушувачі, агрегати з низьким тиском на ґрунт).

Дотримання правил техніки безпеки допомагає уникнути нещасних випадків, зберегти здоров'я працівників і забезпечити екологічну стійкість виробництва цукрових буряків.

Охорона праці при роботі з просапним культиватором включає дотримання правил безпеки, спрямованих на запобігання травмам, збереження здоров'я працівників та забезпечення ефективної роботи техніки.

Основні вимоги охорони праці**1. Підготовка до роботи****Перевірка технічного стану культиватора:**

- огляньте раму, робочі органи, зчіпний пристрій та гідравлічну систему.
- перевірте кріплення деталей та справність механізмів.
- змастіть усі рухомі частини, якщо це передбачено інструкцією.

Інструктаж оператора:

- перед початком роботи проведіть інструктаж з охорони праці.
- оператор має бути ознайомлений із правилами роботи та технічними характеристиками культиватора.

Особистий захист:

- використовуйте захисний одяг: рукавиці, взуття із закритим носком, окуляри для захисту очей від пилу та дрібних частинок.
- забезпечте наявність аптечки першої допомоги.

2. Робота з культиватором

Запуск та налаштування:

- налаштування робочих органів виконуйте тільки після повної зупинки двигуна трактора.
- необхідно відрегулювати глибину обробітку ґрунту залежно від умов роботи.

Управління трактором:

- дотримуйтеся безпечної швидкості руху (зазвичай 5–7 км/год для міжрядного обробітку).
- уникайте різких поворотів або руху заднім ходом без попередньої перевірки зони позаду техніки.

Перебування працівників:

- забороняється перебувати в зоні роботи культиватора, особливо між трактором і агрегатом.
- під час роботи поруч із технікою необхідно підтримувати безпечну відстань (не менше 5-10 м).

3. Обслуговування та ремонт

Зупинка агрегату:

- проводьте технічне обслуговування або ремонт тільки після вимкнення двигуна трактора.
- використовуйте підпори або блокувальні пристрої для запобігання опусканню агрегата.

Інструменти:

- використовуйте справний і відповідний інструмент для ремонту.
- забороняється проводити ремонтні роботи без належного освітлення.

4. Завершення роботи

Очищення культиватора:

- очистіть робочі органи від ґрунту, рослинних залишків після зупинки техніки.
- зберігайте агрегат у спеціально відведеному місці.

Технічна перевірка:

Перевірте стан деталей після завершення робіт.

Усуньте можливі пошкодження перед наступним використанням.

Додаткові правила безпеки

- уникайте роботи під час дощу або на схилах, що може спричинити ковзання техніки.
- забезпечте хорошу видимість у зоні роботи, особливо в ранкові або вечірні години.
- стежте за відсутністю сторонніх предметів у зоні роботи культиватора (каміння, залишки металу).

Дотримання цих правил охорони праці забезпечить безпечні умови для роботи з просапним культиватором та мінімізує ризики травм чи пошкодження техніки.

5. ОБҐРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВДОСКОНАЛЕНЬ

Запропоноване переналаштування просапного культиватора, а саме, встановлення на нього лапи з пружною ланкою підвищить якість обробітку міжрядь; це зменшить опір ґрунту агрегатом.

При цьому зменшиться час на обслуговування технічне запропонованого знаряддя при проведенні культивації цукрових буряків.

Удосконаливши таким чином технологічний процес вирощування цукрових буряків, ми матимемо економію часу при проведенні обробітку, а, значить, і пального, що буде економічно вигідним.

6. ВИСНОВОК

Дипломна робота спрямована на удосконалення просапного культиватора, що використовуються при вирощуванні цукрових буряків.

Проаналізувавши технологію вирощування культури, пропонуємо покращення технологічної схеми вирощування цукрових буряків.

Нами розроблено операційно-технологічну карту на операцію, обрано машинно-тракторний агрегат та розраховано режими його роботи.

Визначено цілі та завдання дослідження.

Розглянувши агротехнічні вимоги до міжрядного обробітку культури, нами обрано для виконання цієї операції просапний культиватор, на секцію робочих органів якого пропонуємо встановити лапу з пружною ланкою. Це дозволить удосконалити технологічний процес вирощування цукрових буряків і тим самим забезпечить підвищення продуктивності та отримання економічної вигоди.

У науковій частині уточнено дійсні значення конструктивних параметрів та експлуатаційних режимів роботи культиватора, обладнаного лапою з пружною ланкою.

Отримані результати досліджень свідчать про ефективність застосування лапи з пружною ланкою на просапному культиваторі, що проявляється у зниженні середнього тягового опору.

Удосконалене знаряддя може бути використане при вирощуванні цукрових буряків при умові справності всіх його робочих органів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бойко А.І., Свірень М.О. Шмат С.І. Нові конструкції ґрунтообробних та посівних машин. Навч. посібник. – К.: 2003. – 202 с.
2. Васильковський О., Лещенко С., Васильковська К., Петренко Д. Основи наукових досліджень. Перші наукові кроки. Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей. Х.: Мачулін. 2019. 164 с.
<http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/bitstream/123456789/10486/1/Підручник%20ОНД%202019.pdf>
3. Васильковський О.М., Лещенко С.М., Васильковська К.В., Петренко Д.І. Підручник дослідника: Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей. Х.: Мачулін. 2016. 204 с.
http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/bitstream/123456789/2898/3/Pidruchnik%20doslidnika_2016.pdf.
4. Войтюк Д.Г., Гаврилюк Г.Р. Сільськогосподарські машини: Підр. – К.: Каравела, 2004. – С. 66-82.
5. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з курсів «Технологія механізованих робіт в рослинництві» та «Машиновикористання в рослинництві» для студентів спеціальностей 208 «Агроінженерія» та 133 «Галузеве машинобудування» / Укладачі: В.М. Сало, С.М. Лещенко, О.М. Васильковський, Д.І. Петренко, П.Г. Лузан – Кропивницький: ЦНТУ, 2018. – 170 с. <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/bitstream/123456789/8095/1/РґРґР Р %28РґР %29%202018%20%28Р·%20PSPsPjPμCЃР°C†C–C”CЃ%29.pdf>.
6. Основи конструювання машин: Підручник для студентів інженерно-технічних спеціальностей вищих навчальних закладів / Рудь Ю.С. – 2-е вид., переробл. – Кривий Ріг: Видавець ФОП Чернявський Д.О., 2015. – 492 с.
7. Охорона праці (Законодавство. Організація роботи): Навч. посіб. / За заг. ред. к.т.н., доц. І.П. Пістуна. – Львів: “Тріада плюс”, 2010. 64. Охорона праці (практикум): Навч. посіб. / За заг. ред. к.т.н., доц. І.П. Пістуна. – Львів: «Тріада плюс», 2011.

8. Охорона праці та промислова безпека: Навчальний посібник / К.Н. Ткачук, В.В. Зацарний, Р.В. Сабарно, С.Ф. Каштанов, Л.О. Мітюк, Л.Д. Третьякова, К.К. Ткачук, А.В. Чадюк; За ред. К. Н. Ткачука і В. В. Зацарного. – К., 2009.

9. Сисолін П.В. та ін. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування: Підруч. для студ. вищ. навч. закл. із спец. «Машини та обладн. с.-г. вир-ва» / За ред. М.І. Черновола. Кн. 1: Машини для рільництва / П.В. Сисолін, В.М. Сало, В.М. Кропівний; За ред. М.І. Черновола. – К.: Урожай, 2001. – 384 с.: іл.

10. Шкрегаль О.М. Стан питання та сучасні розробки робочих органів для поверхневого обробітку ґрунту / О.М., Шкрегаль О.С. Вотченко // Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету. – Луганськ: ЛНАУ, 2008. – Вип. 91. – С. 122- 129.

ДОДАТКИ

ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

Українська індустріальна

Українська індустріальна технологія виробництва цукрових буряків передбачає розміщення їх у ланках з багаторічними травами, зайнятими та чистими парами; напівпаровий або поліпшений спосіб основного обробітку ґрунту; внесення 40-50 т/га гною + $N_{90}P_{120}K_{160}$ восени + N_{70} в підживлення прикореневим способом; використання інкрустованого чи дражованого насіння гібридів цукрових буряків української або спільної з КВС селекції з показниками лабораторної схожості понад 90%, енергії проростання – 80% і більше, одноростковості й вирівняності – не менше 95%; сівбу при фізичній стиглості ґрунту нормою 1,3 п.о. на 1 га; посходову систему захисту з використанням високоефективних посходових гербіцидних композицій (бетанал прогрес ОФ, пірамін турбо, голтікс, карібу, лонтрел, пантера, центуріон та ін.); розпушування ґрунту в міжряддях після сильних дощів та при підживленні; внесення фунгіцидів для боротьби з хворобами листя (борошниста роса, церкоспороз), механізоване збирання врожаю.

Зарубіжна індустріальна. Те ж саме, але використовують дражоване насіння гібридів цукрових буряків іноземної селекції, підживлення азотними добривами здійснюють уразки без загортання в ґрунт, ґрунт у міжряддях не розпушується, використовують комплекс машин іноземного виробництва.

Українська інтегрована (проміжна). Українська інтегрована (проміжна) передбачає розміщення цукрових буряків у ланках з багаторічними травами, зайнятими чистими парами, горохом, кукурудзою; напівпаровий або поліпшений спосіб основного обробітку ґрунту, внесення 30 т/га гною + $P_{60}K_{80}$ восени + N_{80} в підживлення прикореневим способом, сівбу при прогріванні ґрунту на глибині 10 см до 6-7°C нормою висіву 3 п.о. на 1 га, використання протруєного насіння вітчизняних сортів та гібридів з лабораторною схожістю не нижче 80%, одноростковістю й вирівняністю 85%, комбіновану систему захисту від бур'янів (до сходів – ґрунтові гербіциди, по сходах – вибірково лонтрел, пантера, центуріон, бетанал), систему до – і післясходових боронувань, триразове різноглибинне розпушування ґрунту в міжряддях з одночасним присипанням бур'янів у захисній зоні рядків, застосування ручної праці на коригуванні густоти рослин та прополюванні бур'янів, використання фунгіцидів для боротьби з хворобами, механізоване збирання врожаю.

Екстенсивна. Екстенсивна технологія виробництва цукрових буряків передбачає використання задовільних попередників, звичайну оранку на глибину 25-30 см, сівбу в дещо пізніші строки (при проростанні бур'янів) нормою висіву 4 п. о. на 1 га протруєного насіння сортів вітчизняної селекції з лабораторною схожістю 80%, одноростковістю і вирівняністю 85%, без застосування добрив, формування густоти рослин уручну, багаторазові ручні прополювання, механізми на догляді й збиранні врожаю не використовують.

Результати апробації технологій, сортів та гібридів цукрових буряків дають підстави стверджувати, що індустріальні технології дають змогу повніше розкрити потенціал сучасних сортів і гібридів цукрових буряків, який знаходиться в таких межах: урожайність – 500-650 ц/га, збір цукру – 80-110 ц/га (табл. 1).

Таблиця 1

Продуктивність цукрових буряків залежно від технологій вирощування

Технологія	Густота, тис. шт/га	Урожайність, ц/га	Цукристість, %	Збір цукру, ц/га
Українська індустріальна	94	519	15,2	78
Зарубіжна індустріальна	105	512	15,4	81
Українська інтегрована	85	501	14,9	73
Екстенсивна	87	323	14,9	48

Українська інтегрована технологія за показниками врожайності не поступалася індустріальним. Вирощування ж цукрових буряків за екстенсивною технологією зумовлювало недобір 36-38% урожаю коренеплодів і 35-40% збору цукру.

Індустріальні технології потребують виробничих витрат на рівні 3,9-4,1 тис. грн./га, що пов'язано з високими ресурсними витратами (добрива, насіння, засоби захисту рослин). Економічнішою є українська інтегрована технологія, в якій програми удобрення та захисту менш насичені, частково застосовується дешева ручна праця на догляді.

Суттєвим недоліком екстенсивної, а також інтегрованої технологій є їх висока насиченість ручною працею, що в перспективі неминуче призведе до різкого зниження економічних показників виробництва цукрових буряків. За нашими розрахунками, у перспективі з наближенням ціни робочої сили до західноєвропейських стандартів (не менше 5 у.о. за 1 люд.-год.) при вирощуванні цукрових буряків за екстенсивною технологією виробничі витрати і собівартість

продукції зростуть у 12 разів, у зв'язку з чим виробництво виявиться збитковим. Збільшення виробничих витрат та підвищення собівартості продукції (більш як у 1,5 рази) при вирощуванні цукрових буряків за інтегрованою технологією в майбутньому зумовить зменшення маси прибутку в два, зниження рівня рентабельності – у 3,5 рази. Показники ж економічної ефективності при вирощуванні цукрових буряків за індустріальними технологіями залишаються на досить високому рівні: маса прибутку – 3,9-4,2 тис. грн./га, рівень рентабельності – 83-91%.

Отже, у перехідний період на етапі реформування, враховуючи багатокладність аграрного сектора, різне економічне, соціальне становище суб'єктів виробництва, демографічну ситуацію, виробництво цукросировини може вестися за різними технологіями. При цьому переваги мають індустріальні інтенсивні технології, які можливі для великих, економічно спроможних формувань із достатнім забезпеченням енергетичними, матеріальними, технічними та фінансовими ресурсами, що досягли високої культури землеробства, мають висококваліфіковані кадри.

Інтегровані (проміжні) технології найдоцільніші більшості агроформувань з обмеженими енергетичними, матеріальними, фінансовими ресурсами і наявністю трудових ресурсів з навантаженням до 1-1,5 га на одного працівника. Екстенсивні технології як виняток можливі для застосування в перехідний період для дрібнотоварних виробників із незначною площею землеволодіння, дефіцитом коштів та засобів виробництва, при навантаженні до 0,5 га на одного працівника. У перспективі із зростанням продуктивних сил, культури землеробства, оплати праці домінуючими технологіями в буряківництві неминуче стануть індустріальні, інтенсивні.

Інтенсивна механізована технологія

вирощування та збирання цукрових буряків ґрунтується на високій культурі землеробства і застосуванні комплексів високопродуктивних машин, узгоджених з технологією механізованих робіт, шириною захвату (рядністю) і продуктивністю. Так, на основі багаторічних досліджень для бурякосійних господарств науково-дослідний інститут цукрових буряків (НІЦ) рекомендує напівпаровий обробіток ґрунту. Він передбачає дискове лушення стерні в два сліди, глибоку оранку в першій половині серпня ярусними плугами ПНЯ-6-42, ПНЯ-4-40, ПЯ-3-35 і

поверхневий обробіток поля зубовими, дисковим бородами та культиваторами у міру ущільнення ґрунту й появи сходів бур'янів, безполицеве розпушування пізно восени на глибину 16-20 см впоперек оранки.

У кислі ґрунти вносять дефекат, вапнякове або доломітове борошно. Безпосередньо під цукрові буряки або під попередник вносять до 50 т/га органічних добрив розкидачами РУН-Ф-15М, ПРТ-16М, ПРТ-10, МТО-6, РПО-6 та іншими. Мінеральні добрива рекомендується вносити, як правило, в три строки: під глибоку оранку (близько 75-80 %), під час сівби (до 10-15%) і в період вегетації для підживлення рослин (решту). За умови недостатнього зволоження буряки не підживлюють. Добрива вносять лише восени під оранку та весною під час сівби. Для основного внесення мінеральних добрив використовують розкидачі МВУ-16, МВУ-8Б, МВУ-5А, 1РМГ-4Б, МВД-900.

Ранньовесняні роботи починають з розпушення ґрунту широкозахватними агрегатами на базі гусеничних тракторів, зчіпок, важких зубових борін ЗБЗТС-1,0 (перший ряд) і легких борін ЗОР-0,7 або ЗБП-0,6А (другий ряд).

Поверхню ґрунту також вирівнюють агрегатом із шлейф-борін ШБ-2,5А (перший ряд) і легких борін (другий ряд). Добру якість роботи забезпечують вирівнювачі ґрунту ВП-8Б і ВПН-5,6А в агрегаті з тракторами класу 5(4) і 3.

Передпосівний обробіток ґрунту виконують в єдиному технологічному процесі з сівбою. Добру якість на передпосівному обробітку можуть забезпечити просапні культиватори УСМК-5,4Б та широкозахватні беззчіпкові культиватори КШУ-18 і КШУ-12, обладнані вирівнювальними пристроями або комбіновані агрегати типу "Європак".

Для сівби і догляду за посівами буряків використовують комплекси 12-рядних (ССТ-12Б, ССТ-12В, СТВ-12, УПС-12, СУ-12, УСМК-5,4Б, УСМК-5.4В) і 18-рядних машин (ССТ-18Б, КОЗР-8,1-01, КРШ-8,1). Використовують також сівалки іноземного виробництва, зокрема ДжонДір1760, а також культиватори ДД-886. З метою зменшення витрати гербіцидів і поліпшення екології їх вносять стрічковим способом підживлювачем-обприскувачем ПОМ-630-1 одночасно з сівбою або міжрядним обробітком.

Господарства одержують насіння в посівних одиницях (100 тис. насінин), оброблене захисно-стимулюючими речовинами.

Сівалки ССТ-12Б і ССТ-12В обладнують слідоутворювачем та двома щілинорізами і колесами-копірами. Слідоутворювач кріплять між сьомою і восьмою посівними секціями. Місце встановлення щілинорізів залежить від того, з яким трактором агрегатують сівалку. При використанні колісного трактора класу 1,4 з колією 1,8 м їх кріплять між третьою і четвертою та дев'ятою і десятою посівними секціями. Якщо ж сівалку агрегатують з трактором Т-70С, то між третьою і четвертою та восьмою і дев'ятою посівними секціями.

Якщо насіння має лабораторну схожість не менше 90 %, сіють 12-15 шт. на 1 м рядка. У цьому випадку одержують 8-10 сходів і застосовують механізоване формування густоти рослин. При високій культурі землеробства сіють на кінцеву густоту (8-10 насінин на 1 м рядка).

Науково обгрунтованою системою догляду за посівами передбачено виконання таких механізованих операцій: суцільне розпушування ґрунту до появи сходів культиваторами, обладнаними ротаційними робочими органами і роторами без шлейфів; перше розпушування ґрунту в міжряддях і захисних зонах рядків (шаровку) з використанням захисних дисків, односторонніх плоскорізальних лап і ротаційних батарей; формування густоти посівів механічними (УСМП-5,4) і автоматичними (ПСА-2,7, ПСА-5,4) проріджувачами або просапними культиваторами (УСМК-5,4Б); підживлення рослин (у зоні достатнього зволоження) рідкими мінеральними добривами (УСМК-5,4+ПОМ-630-1) і сухими (УСМК-5,4Б); міжрядні обробітки посівів культиваторами, обладнаними спеціальними підгортачами для присипання бур'янів ґрунтом у захисних зонах і рядках; хімічний захист рослин підживлювачами-обприскувачами типу ПОМ-630-1 тощо.

Агрегати водять по борозенці слідоутворювача (до появи сходів) з використанням знятих з сівалки і встановлених на просапний культиватор щілинорізів і коліс-копирів. Це дає змогу своєчасно і якісно обробити посіви, зменшити захисні зони рядка до 5 см, частково або повністю усунути затрати ручної праці.

За рекомендаціями НІЦ на період збирання густота насаджень буряків повинна становити: у районах достатнього зволоження 115-120 тис./га, нестійкого 110-115, а в районах недостатнього зволоження 100-105 тис./га рівномірно розміщених рослин.

За 25-30 днів до початку збирання врожаю посіви доцільно обробити фізіологічне активними речовинами, які збільшують вихід цукру на 3-5 ц/га. Для цього використовують 1,5-2,5 кг/га гідразиду малеїнової кислоти (ГМК-натрій),

розчиненої у 200-300 л води при наземному обприскуванні машинами типу ПОМ-630-1.

Цукрові буряки збирають в основному потоковим і потоково-перевалочним способом без ручного доочищення коренеплодів. Найпоширенішим є потоково-перевалочний спосіб. Якщо відстань перевезення коренеплодів до 15 км, дві третини збиральних машин працюють за потоковим способом, решта - за перевалочним; якщо ж відстань до 16-20 км – половина машин збирає потоковим, а половина – перевалочним; до 21-30 км і більше перевагу віддають перевалочному способу. При достатній кількості транспортних засобів і чіткій організації роботи урожай доцільно збирати потоковим способом.

Цукрові буряки можна збирати сучасними комплексами машин за такими технологічними схемами:

- гичка збирається у транспортні засоби, коренеплоди у бункер коренезбиральної машини з наступним навантаженням у транспортні засоби чи на краю поля або ж з подачею коренеплодів у транспорт, що рухається поруч (машини БМ-6Б і КБ-6);

- гичка збирається у транспортні засоби, коренеплоди викопуються і укладаються у валок з наступним їх підбиранням, доочищенням і навантаженням у транспортні засоби (машини БМ-6Б, КВЦБ-1,2 , ПНБВ-1,6);

- гичка збирається у транспортні засоби або розкидається по полю, коренеплоди викопуються машиною і укладаються у валок з наступним підбиранням їх, доочищенням і подачею в транспортні засоби (машини КСН-6, ППК-6).

- гичка розкидається по полю, коренеплоди у бункер комбайна з наступним навантаженням у транспортні засоби чи укладанням у бург на полі (комбайн Лектра V-2 , фірма Моро). Вибір того чи іншого способу збирання цукрових буряків залежить від потреби в гичці, агрокліматичних умов, наявності транспорту та інших факторів.

Орієнтовний склад комплексів машин для вирощування та збирання цукрових буряків на площі 1000 га наведено в табл. 2.

Склад комплексів машин для вирощування та збирання цукрових буряків.

Урожайність коренеплодів – 500 ц/га, гички – 200 ц/га

Техніка		Кількість машин у комплексі, обґрунтованому за критерієм	
Вид	Марка	Затрат робочого часу	Приведених затрат
Трактори	К-701	9	-
	ХТЗ-200	5	7
	ДжонДір 8100	5	-
	ХТЗ-120	-	4
	Дойтц 4,78	5	-
	ЮМЗ-8080	11	-
	ЮМЗ-6АКЛ	-	19
Автомобілі	КамАЗ-5320	-	21
	КрАЗ-250	24	-
	УЗСА-40	1	1
Причепи	2ПТС-6	4	-
	2ПТС-4-887А	-	6
	ГКБ-8350	21	-
Навантажувачі	ПЭ-Ф-1А	2	2
	ПКУ-0,8А	1	1
Плуги	ПНЯ-6-42	6	-
	ПНЯ-4-40	-	7
Борони	БЗТС-1,0	105	72
	ЗБП-0,6А	48	35
Коток	СКГ-2	12	12
Вирівнювач ґрунту	ВП-8Б	5	5
Зчіпки	СГ-21Б	5	-
	СП-16А	4	-
	С-11У	-	5
	СП-11А	-	8
Машини для внесення добрив	МВУ-16	2	-
	МВУ-5А	-	3
	ПРТ-16	3 ¹	-
	МТО-6	-	4 ¹
	ЗЖВ-Ф-3,2	2	2
Машини для захисту рослин	АПЖ-12	2	2
	Харді TZ	4	-
	ПОМ-630-1	4	9
Сівалки	ДжонДір 1760	5	-
	УПС-12	-	8
Проріджувач сходів	УСМП-5,4	5	5
Культиватори	ДжонДір 856	5	-
	УСМК-5,4Б	-	10
Збиральні машини	Лектра V2	2	-
	КСН-4	-	4
	ППК-4	-	4
Буряконавантажувач	СПС-4,2А	2	2
Буртовкривач	БН-100А	1	1

Примітки: 1. На 30 % площі. 2. Співвідношення між потоковим і перевалочним способами збирання 60 : 40%.

Технологічний розрахунок

Розміщують культиваторні лапи на знарядді так, щоб не заклинювалися бур'янами сусідні лапи. При цьому поле повинно бути оброблене без огріхів.

Щоб виконати вказані вимоги робочі органи культиваторів розміщують у 2 або 3 ряди. Відстань між сусідніми лапами прийнято так, щоб забезпечити певне перекриття зон деформації ґрунту під дією робочих органів. Тобто, величина відстані між сусідніми робочими органами та їх рядами обирається з умов поширення зони деформації ґрунту при дії на нього робочих органів культиватора.

Дворядне розміщення робочих органів забезпечить повне підрізання бур'янів і попередження забивання їх. Використання лапи з пружною ланкою дає змогу отримати більш рівномірну глибину обробітку і рівномірну поверхню ґрунту. Отримуємо відстань між лапами на ходу

$$L = \frac{S}{\operatorname{tg}[90 - (\gamma + \varphi')]},$$

де 2γ – кут розходження леза лапи, $\gamma=30^\circ$;

φ' – кут тертя ґрунту об метал, $\varphi'=15^\circ$.

$$L = \frac{0.70}{\operatorname{tg}[90 - (30 + 15)]} = 0,43.$$

Перекриття між полільними лапами обираємо з умов забезпечення повного підрізання бур'янів

$$C = L \operatorname{tg} \delta$$

де δ – кут випадкового відхилення культиватора від прямої лінії, $\delta=7...10^\circ$

$$C = 0,43 \cdot \operatorname{tg} 7^\circ = 0,037 \text{ м.}$$

Схема розміщення лап при обробці міжрядь на рис. 1.

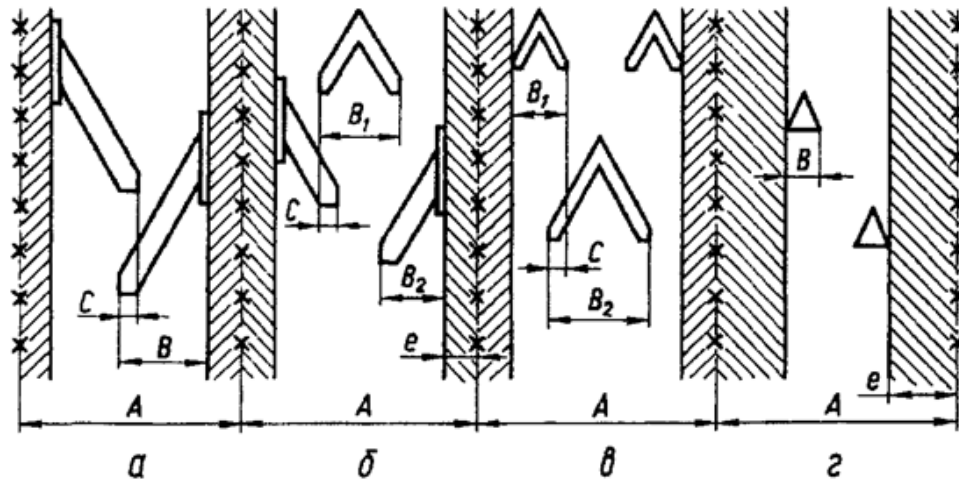


Рис. 1. Схема розміщення лап на просапному культиваторі

Стрілчасті лапи звичайно розміщують попереду однобічних, тому що у цьому випадку одержують більш рівномірну глибину обробітку та рівну поверхню. Лапи з пружними ланками розташовують попереду односторонніх так у цьому випадку проходить більш рівномірна глибина обробітку. Ширина захисної зони складає 9...12 см. Ширина захвату лап b_1 та b_2 пов'язана співвідношенням

$$b_1 + \frac{1}{2} b_2 = \frac{1}{2} S - (c - \Delta b),$$

де Δb – захисна зона, $\Delta b = 0,1$ м

$$b_1 + \frac{1}{2} b_2 = \frac{1}{2} 0,7 - (0,037 - 0,10) = 0,41;$$

з конструктивних міркувань приймаємо

$$b_1 = 270 \text{ мм}$$

$$b_2 = 330 \text{ мм.}$$

При стандартних розмірах лап ширина захисної зони

$$\Delta b = \frac{1}{2} S + c - b_1 - \frac{1}{2} b_2 ,$$

$$\Delta b = \frac{1}{2} 700 + 370 - 132 - \frac{1}{2} 330 = 423 \text{ мм.}$$

Енергетичний розрахунок. Визначення тягового опору

Енергоємність процесу обробітку ґрунту культиваторами значно менша, ніж плугами. Тому їх тяговий опір визначають, як правило, орієнтовними розрахунками за формулою:

$$R_x = K_k B_m$$

де K_k – питомий опір культиватора; при глибині обробітку 10-12 см $K_k = 1,1-1,4$ кН/м;

B_m — ширина захвату культиватора.

$$R_x = 1,5 \cdot 5,6 = 8,4 \text{ кН/м.}$$

При міжрядному обробітку, тобто для просапних культиваторів:

$$R_x = (A - 2e)nK_k$$

де n – кількість міжрядь, які одночасно обробляє культиватор;

A – величина міжряддя;

e – величина захисної зони.

$$R_x = (0,7 - 0,15) \cdot 8 \cdot 8,4 = 36,96 \text{ Н.}$$

По тяговому опору культиватора вибираємо трактор МТЗ-80.

Розрахунок поздовжньої стійкості агрегату

Поздовжня стійкість машинно-тракторного агрегату визначається умовами перекидання трактора. У начіпних агрегатів на стійкість впливає:

- положення начіпної машини;
- положення агрегату (транспортне чи робоче);
- напрям сили тяги;
- розміщення центра ваги і точки причеплення щодо задньої осі трактора.

Перекидання трактора в поздовжній площині можливе при русі на підйом і під час спуску.

Для колісних начіпних агрегатів (рис. 2) критерієм повздовжньої стійкості трактора X_H , що являє собою відношення обертаючого моменту, утворюваного вагою начіпного знаряддя, піднятого у транспортне положення, до моменту, здатного викликати відрив від землі передніх коліс трактора.

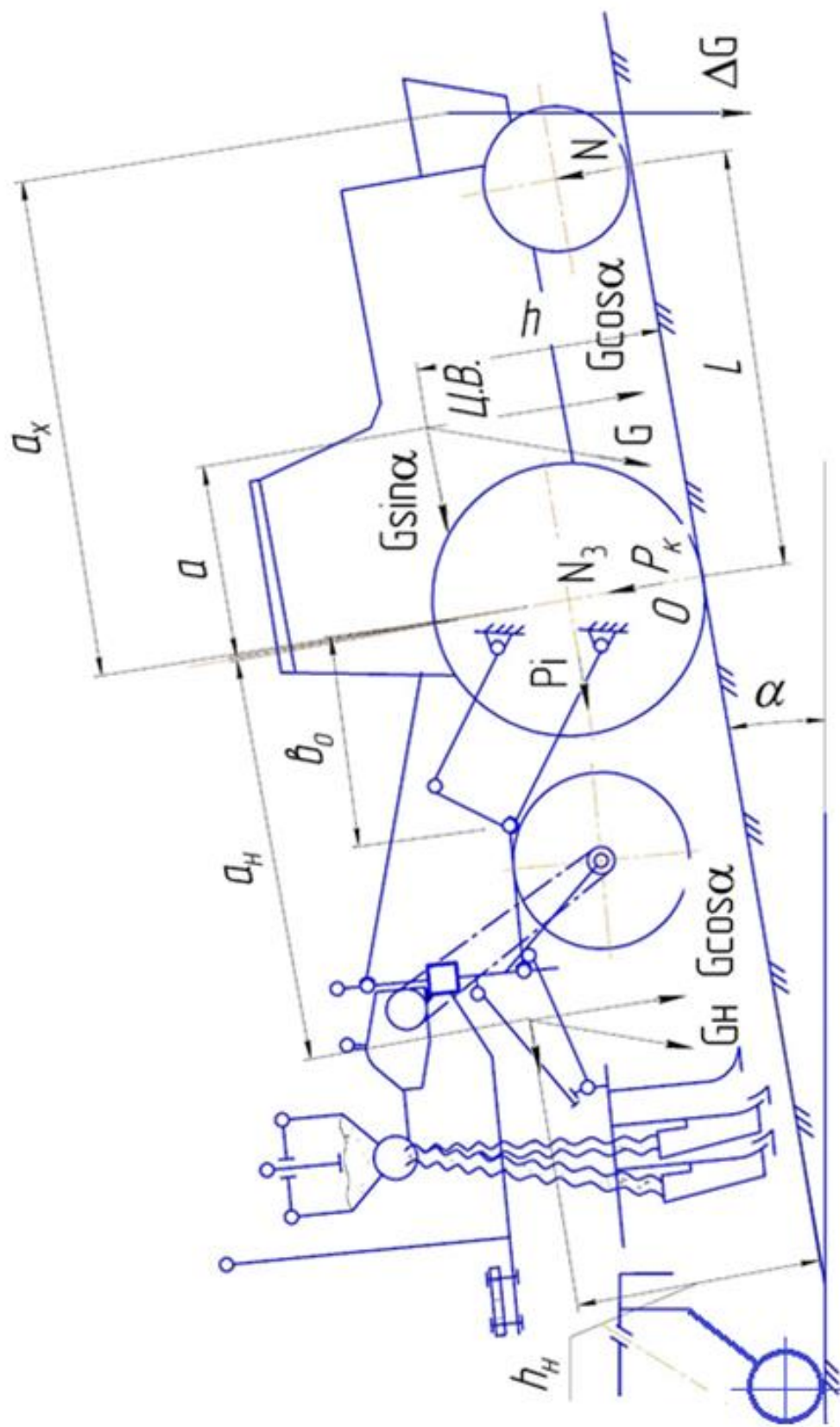


Рис. 2. Розрахункова схема сил, які діють на колісний трактор, що рухається на підйом з націпною машиною.

$$X_H = \frac{M_M}{M_e},$$

де $M_M = G_M b,$

тобто $X_H = \frac{G_M b}{G_T Q}.$

$G_T=36000$ Н – експлуатаційна вага трактора;

$G_M=8800$ Н – експлуатаційна вага навісного знаряддя;

$Q=0,24$ м – поперечна координата центра тяжіння трактора відносно осі ведучих коліс;

$b=0,65$ м – виліт центра тяжіння піднятого в транспортне положення знаряддя відносно осі ведучих коліс трактора;

$L=2,7$ м – поперечна база трактора.

При $X \leq 0,4$ будуть забезпечені задовільна керованість та поперечна стійкість навісного агрегату.

$$M_e = G_T Q,$$

При статичному положенні навантаження на передні та задні колеса трактора МТЗ-80:

$$R_1 = \frac{G_T a - G_M b}{2}.$$

$$R_1 = \frac{36000 \cdot 0,724 - 8800 \cdot 0,965}{2} = 8786 \text{ Н}.$$

$$R_2 = G_T + G_M - R_1.$$

$$R_2 = 36000 + 8800 - 8786 = 36010 \text{ Н}.$$

При рухові агрегату

$$R_1 = \frac{G_T a - G_M b - G_{\text{заг}} \tau f}{L},$$

де $G_{\text{заг}} = G_T + G_M$

$$G_{\text{заг}} = 36000 + 8800 = 44800 \text{ Н};$$

τ – радіус проколювання ведучих коліс, $\tau=0,4$;

f – коефіцієнт, який враховує переколювання, $f=0$,

$$R_{1p} = \frac{36000 \cdot 0,724 - 88000 \cdot 0,965 - 44800 \cdot 0,64 \cdot 0,1}{2,37} = 6270 \text{ Н}.$$

$$R_{2p} = G_T + G_M - R_{1p}.$$

$$R_{2p} = 36000 + 8800 - 6270 = 38530 \text{ Н}.$$

Найбільше значення $R_1 = 6270$ Н $R_{1p} = 38530$ Н не перевищують максимальну вантажопідйомності усіх шин трактора, який входить до складу агрегату

$R'_1 = 12000\text{Н}$ і $R_2 = 39700\text{Н}$, тобто:

- передня вісь $R'_{1b} = 24000\text{Н}$;
- задня вісь $R'_{2b} = 49400\text{Н}$.

Коефіцієнт повздовжньої стійкості агрегату

$$X'_H = \frac{G_M \cdot b}{G_m a}.$$

$$X'_H = \frac{8800 \cdot 0,965}{36000 \cdot 0,724} = 0,326.$$

Повздовжня стійкість та задовільна керованість агрегату забезпечуються.

Розраховуємо критичний кут підйому агрегату, що рухається вгору

$$\text{tg}\alpha_{\text{кр}} = \left(\frac{\text{tg}\alpha_{\text{пр}}(1 - X'_H)}{1 + \tau_H} \right) - f,$$

де $\alpha_{\text{к}}$ – критичний кут підйому, град.

$$\text{tg}\alpha_{\text{пр}} = \frac{Q}{h}.$$

$$\text{tg}\alpha_{\text{пр}} = \frac{0,724}{0,821} = 0,881.$$

$$\tau_H = \frac{G_M}{G_T}.$$

$$\tau_H = \frac{8800}{36000} = 0,24.$$

h – вертикальна координата центра тяжіння трактора, $h=0,821$.

$$\text{tg}\alpha_{\text{кр}} = \left(\frac{0,881 \cdot (1 - 0,33)}{1 + 0,24} \right) - 0,1 = 0,376.$$

$$\alpha_{\text{кр}} = \text{arctg}0,376 = 0,36.$$

Розрахунок агрегату на поперечну стійкість

Конструкція культиватора виконана так, аби центр тяжіння його (рис. 3) при начіпленні на трактор міг розташовуватися на осі симетрії трактора.

Коли агрегат рухається на поперечному рельєфі поля з поперечним ухилом, може виникнути небезпека щодо можливого його перекидання чи зісковзування вбік, особливо при агрегуванні з начіпними машинами.

Крайній поперечний кут нахилу рельєфа поля при розвороті агрегата:

$$\operatorname{tg} \alpha_{\max} < \frac{\left(G_a^2 (B+b) - P_{\text{ц}} \sqrt{G_a^2 (B+b)^2 + 4(G_a^2 - P_{\text{ц}}^2) h_c} \right)}{2(G_a^2 - P_{\text{ц}}^2) h_c},$$

де G_a – вага агрегату, кН;

$$G_a = G + G_k.$$

G ; G_k – вага трактора та культиватора відповідно, Н;

$$G_a = 36000 + 8800 = 4,48 \cdot 10^4 \text{ кН};$$

$B = 1,35$ м – ширина колії трактора;

$b = 0,7b_{\text{ш}} = 0,7 \cdot 0,394 = 0,2786$ – для колісного трактора;

$b_{\text{ш}} = 0,394$ м – ширина шини колеса трактора.

$P_{\text{ц}}$ – відцентрові сили усіх частин агрегату, які виникають при рухові його на повороті, кН.

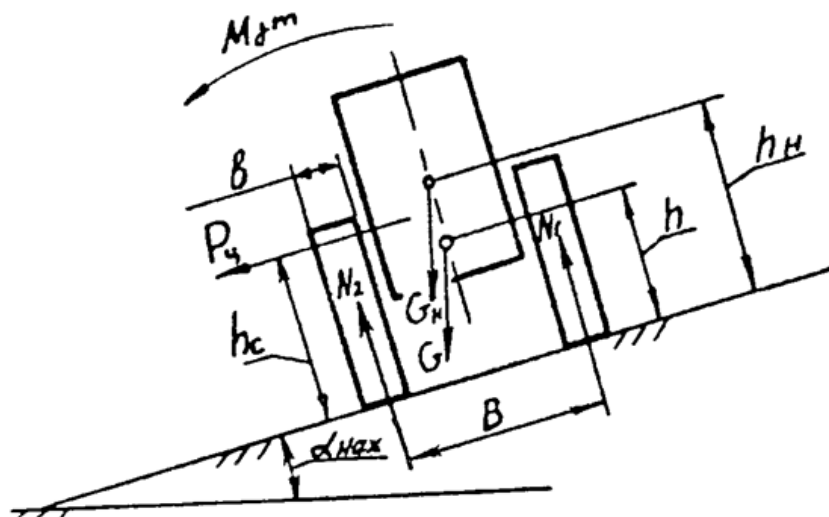


Рис. 3. Розрахункова сема сил, які діють на агрегат на поперечному схилі

$$P_{\text{ц}} = \frac{G_a V^2}{gR}.$$

$$P_{\text{ц}} = \frac{44800 \cdot 2,36^2}{9,8 \cdot 6,0} = 4244 \text{ Н},$$

тут $V = 2,36$ м/с – швидкість агрегату;

$g = 9,8$ м/с² – прискорення сили тяжіння;

$R = 6,0$ м – радіус повороту агрегату.

$$h_c = 0,5(h_T + h_H).$$

$$h_c = 0,5 \cdot (0,821 + 0,966) = 0,893.$$

h_c – вертикальна координата центра тяжіння трактора і культиватора, який піднято в транспортне положення.

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{(44800^2 \cdot (1.35 + 0,276) - 2462 \sqrt{44800^2 \cdot (1.35 + 0,276)^2 + 4 \cdot (44800^2 - 4282^2) \cdot 0,91^2})}{2 \cdot (44800^2 - 4282^2) \cdot 0,893}$$

$$\alpha_{\text{нах}} = \operatorname{arctg} 0,982 = 44^\circ 48'.$$

Приймаємо $\operatorname{tg}\alpha_{\text{нах}} = 0,98$.

По наступному співвідношенні $\operatorname{tg}\alpha_{\text{нах}} \geq f_c$,

Після перевірки впливу ґрунту схилу на характер нестійкого положення агрегату, визначаємо, що настане раніше для агрегату: перевертання чи сповзання агрегату зі схилу.

де $f_c = 0,4$ – коефіцієнт зчеплення з вологим ґрунтом

$$\operatorname{tg}\alpha_{\text{нах}} > f_c.$$

$$0,98 > 0,4.$$

Визначили, що раніше настане сповзання.

Для сухого ґрунту $f_c = 1,1$,

$$\operatorname{tg}\alpha_{\text{нах}} < f_c.$$

$$0,98 < 1,1.$$

визначили, що раніше відбудеться перевертання.

Огляд сучасних просапних культиваторів

Універсальний культиватор для просапних культур Gaspardo HL 8×70 використовують для знищення бур'янів на посівах кукурудзи, соняшників, буряків, сої, городніх культур, а також для розпушення ґрунту та одночасного внесення добрив (рис. 1).



Рис. 1 . Культиватор міжрядний для просапних культур
Gaspardo HL 8×70 (Італія)

Культиватор простий та міцний за конструкцією, має підвищену продуктивність, може бути використаний на роботі з різними відстанями у міжряддях. Система розподілу добрив у культиваторі Gaspardo HL 8×70 дає можливість досить точно дозувати добрива, має легке регулювання, та низьке пошкодження гранул.

Просапний культиватор GALILEO (рис. 2) використовують для обробітку міжрядь будь-яких культур на полях з різних рельєфами.



Рис. 2 . Міжрядні просапний культиватор GALILEO

Лінійки культиваторів GALILEO оснащуються різними варіантами для робочих елементів, існує можливість локалізації добрив при використанні спеціального розподільника.

Для обробітку ґрунту просапних культур з міжряддями 45 см на різних стадіях зростання посівів ефективно використовується культиватор УСМК-5,4 (рис. 3), який має функцію розподілу сухих добрив. Його застосування дає можливість якісного догляду за посівами: розпушення міжрядь, забезпечення доступу вологи, повітря, поживних речовин до кореневої системи культурних рослин; нарізання наливних борозен; внесення добрив та перемішування їх із ґрунтом, видалення паростків бур'янів.

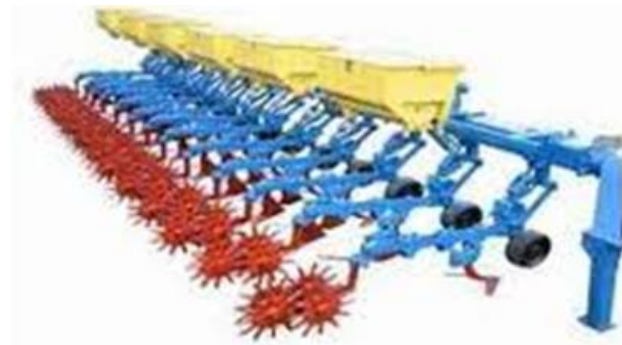


Рис. 3 . Культиватор УСМК-5,4 (з підживленням рослин)

Для міжрядного обробітку посівів з одночасним внесенням мінеральних добрив використовується культиватор John Deere 825 (рис. 4). Проста та надійна конструкція культиватор максимально спрощує процес подальшого використання та обслуговування.



Рис. 4 . Культиватор John Deere 825

Просапний культиватор Hatzenbihler (рис. 5) (Австрія).



Рис. 5 Культиватор просапний (Hatzenbihler)

У культиваторі застосовано технологію високоточної культивації без застосування гербіцидів та внесення рідких добрив.

Для проведення міжрядного обробітку культур з міжряддям 40-45 см у всіх фазах розвитку рослин використовують просапний культиватор "SKR" (рис. 6). Одна з переваг даного знаряддя – у можливості швидкого і нескладного переналагодження під виконання інші операції для інших культур.



Рис 6 Просапний культиватор "SKR" (Hatzenbichler)

Для догляду за посівами кукурудзи, соняшнику, сої, буряків використовують просапний культиватор A3Tech FIGHTER (рис. 7) з системою внесення добрив чи гербіцидів та системою точного розміщення по в рядках із шириною міжрядь 30-75 см.



Рис. 7 Просапний культиватор A3Tech FIGHTER

Культиватора КНРФ 5.6-06 (рис. 8) використовується для міжрядного обробітку посівів просапних культур з одночасним внесенням рідких комплексних добрив.



Рис. 8 Культиватор КНРФ 5.6-06

Проаналізувавши ряд просапних культиваторів вітчизняних та зарубіжних виробників та виходячи з умов завдання на виконання магістерської роботи для подальшого дослідження обираємо просапний культиватор.

Технічна характеристика просапного культиватора

№ п/п	Найменування показника	Одиниця вимірювання	Числове значення показника
1	Продуктивність за 1 год основного часу,	га/год	3,4-5,6
2	Робоча швидкість руху на основних операціях	км/год	5-10
3	Робоча ширина захвату	м	5,6
4	Ширина міжрядь	см	70
5	Глибина обробітку: — полільними лапами — розпушувальними лапами	см	6-10 10-16
6	Глибина внесення добрив, не більше	см	16
7	Захисна зона з однієї сторони рядка при обробітку ґрунту в міжряддях: — полільними лапами — розпушувальними лапами	см	9-16 12-20
8	Число персоналу по професіям, необхідного для обслуговування операцій, безпосередньо пов'язаних з роботою машини — основного — допоміжного	люд.	1 1
9	Маса машини, не більше — суха конструктивна з комплектом робочих органів для культивації (з лапами полільними односторонніми і стрілочастими) — суха конструктивна з повним комплектом робочих органів (і пристосувань) ЗІП	кг	880± 26 1420±28
10	Габаритні розміри, в робочому положенні — ширина — довжина — висота в транспортному положенні — ширина — довжина — висота	мм	6500 2100 1700 2090 7465 2025
11	Основні показники якості виконання технологічного процесу: — підрізання (знищення) бур'янів — пошкодження культурних рослин — перекриття між полільними лапами, не менше на змінних операціях робочих органів на одній секції робочих органів	% % мм	100 0-1,5 50 30
12	Строк служби	рік	8
13	Середньозмінний оперативний час технічного обслуговування	люд./год.	0,17
14	Дорожній просвіт, не менше	мм	300
15	Транспортна швидкість, не більше	км/год	15

Агротехнічні вимоги до просапних культиваторів

Просапні культиватори є важливими засобами для обробітку ґрунту та підтримання його в гарному стані для вирощування рослин. Агротехнічні вимоги до просапних культиваторів можуть включати:

Культиватор повинен мати можливість налаштування глибини обробітку для різних культур та умов ґрунту.

Важливо, щоб культиватор забезпечував рівномірний обробіток ґрунту по всій ширині робочого органу.

Культиватор повинен мати систему для регулювання робочих органів в залежності від типу ґрунту та завдань.

Якщо це можливо, культиватор повинен бути сумісний з технологіями точного землеробства для ефективного використання ресурсів.

Культиватор повинен бути легким у керуванні та достатньо маневреним для зручного обробітку поля.

Забезпечення безпеки оператора та оточуючих важливо. Це включає в себе захист від аварій, правильне розташування керуючих елементів та ізоляцію небезпечних деталей.

Конструкція культиватора повинна бути надійною, і його деталі мають бути стійкими до зносу та корозії.

Важливо, щоб культиватор був сумісним із сучасними тракторами і відповідав їхнім технічним характеристикам.

Ефективність використання енергії важлива. Культиватор повинен витратити мінімум енергії на одиницю обробленої площі.

У культиваторів можуть використовуватися гідравлічні системи для регулювання тиску та глибини обробітку.

Культиватор повинен бути адаптований до різних типів ґрунту, та здатний працювати в різних кліматичних умовах.

Легкий доступ до деталей для обслуговування та ремонту робить використання культиватора більш зручним.

Ці агротехнічні вимоги визначають ефективність та безпеку використання просапних культиваторів у сільському господарстві.

Розрахунок на міцність стояка культиваторної лапи

До стояків закріплюються лапи, які сприймають зусилля від опору оброблюваного шару ґрунту

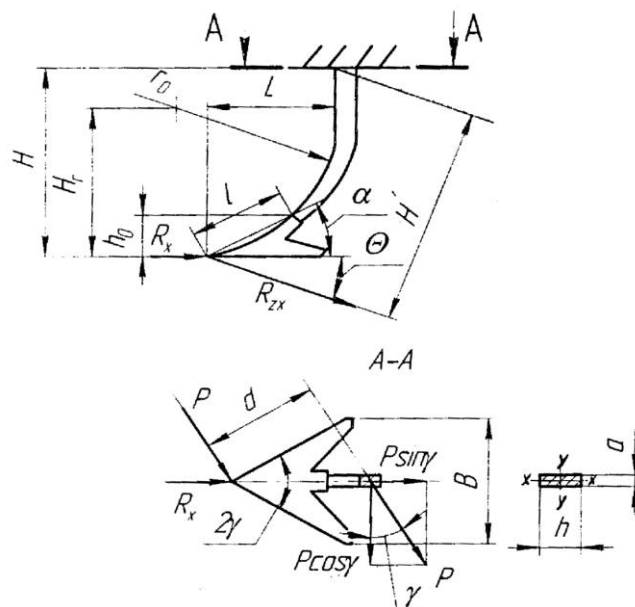


Рис.1. Розрахункова схема стояка

Профіль стояка культиватора характеризується радіусом r_0 вильотом L та висотою H (рис. 2).

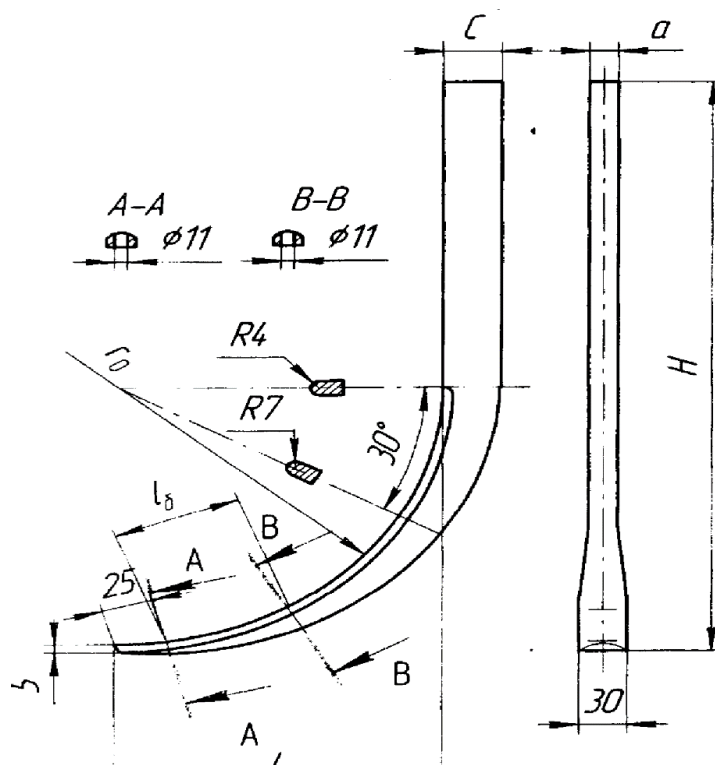


Рис. 2. Схема для побудови стояка лапи.

Значення радіуса r_0 визначаємо з виразу

$$r_0 = \frac{H_r - \ell \sin \alpha}{\cos \alpha},$$

де $H_r = 2h_0$, h_0 – максимальна глибина ходу лапи, $h_0 = 120$ мм];

$H_r = 2 \cdot 120 = 240$ мм;

де ℓ – довжина прямої ділянки лапи (рис. 3);

α – кут піднімання лапи.

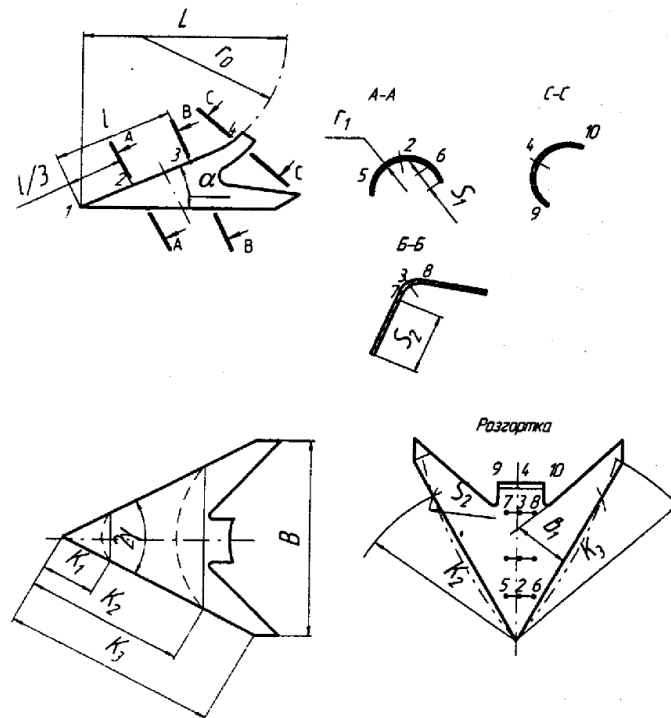


Рис. 3. Схема побудови проєкцій стрільчастої лапи із хвостовиком та її розгортки.

Кут піднімання лапи α є похідним від значень кутів γ та β , який визначають із тригонометричних співвідношень:

$$\alpha = \arctg(\sin \gamma \cdot \tg \beta).$$

$$\alpha = \arctg(\sin 35^\circ \cdot \tg 18^\circ) = 40^\circ.$$

Довжину ℓ прямої ділянки лапи визначаємо за формулою

$$\ell = b_1 \frac{\sin \beta}{\cos \alpha}.$$

де b_1 – ширина крила лапи;

β – кут кришення.

$$\ell = 85 \cdot \frac{\sin 18}{\cos 40} = 96 \text{ мм.}$$

Тоді

$$r_0 = \frac{240 - 96 \cdot \sin 40}{\cos 40} = 282 \text{ мм.}$$

Виліт L розраховуємо за формулою

$$L = r_0(\ell - \sin \alpha) + \ell \cos \alpha.$$

$$L = 282 \cdot (96 - \sin 40^\circ) + 96 \cdot \cos 40^\circ = 2,68 \cdot 10^4 \text{ мм.}$$

Висоту стояка (відстань від опорної поверхні лапи до низу рами) знаходимо з умови запобігання забиванню культиваторів:

$$H = H_1 + h_0,$$

де H_1 – відстань від низу рами до поверхні ґрунту, $H_1 = 320$ мм.

$$H = 320 + 120 = 440 \text{ м.}$$

Проводимо розрахунок стояка лапи на згин.

Діюче на лапу зусилля R_{zx} при розрахунках перетину стояків слід подвоювати із-за нерівномірності навантажень, які прикладаються до лап.

Згинальний момент у небезпечному перетині А-А (рис. 4) дорівнює:

$$M_3 = R_{zx} H';$$

де

$$R_{zx} = R_x / \cos \Theta = 10^{-3} KB / \cos \Theta.$$

K – питомий опір культиватора; $K = 1,7$ кН/м [8];

Θ – кут нахилу рівнодіючої до горизонту, $\Theta = 10^\circ$;

Підставляючи значення R_{zx} у формулу (4.51), одержуємо:

$$M_3 = 2 \cdot 10^{-3} \cdot K \cdot B \cdot H' / \cos \Theta,$$

$$M_3 = 2 \cdot 10^{-3} \cdot 1,7 \cdot 330 \cdot 320 / \cos 10^\circ = -427,9 \text{ Н·м.}$$

Підбираємо перетин стояка за максимальним згинальним моментом шляхом обчислення необхідного моменту опору:

$$W = \frac{M_3}{[\sigma_{-1}]}.$$

Оскільки стандартні стояки лап у перетині мають прямокутну форму, то моменти опору відносно осей перетину будуть:

$$W_x = \frac{ha^2}{6}; \quad W_x = \frac{ah^2}{6}.$$

$$W_x = \frac{16 \cdot 45^2}{6} = 5,4 \cdot 10^3 \text{ мм}^3.$$

$$W_y = \frac{45 \cdot 16^2}{6} = 1,92 \cdot 10^3 \text{ мм}^3.$$

Матеріал стояків приймаємо сталь Ст. 5 по ГОСТ 380-71 з характеристиками $\sigma_B=500\dots640$ МПа, $\sigma_T=290$ МПа, $\tau_T=170$ МПа, $\sigma_{-1}=(0,4\dots0,5)\sigma_B$; $\sigma_B=28 \text{ кг/мм}^2=280$ МПа, $\tau_{-1}=(0,2\dots0,3)\sigma_B$, $\psi_\sigma=0$, $\psi_\tau=0$.

Під час випадкових поворотів агрегату із заглибленими лапами у стояках виникають напруження від кручення та згину. Вони досягають значних величин і тому їх необхідно враховувати при розрахунках стояків на міцність.

Максимальне напруження виникає при навантаженні, яке прикладене до кінця леза або носка залежно від розміщення стояка відносно лапи.

Крутний момент:

$$M_{кр}=Pd;$$

де P – сила опору;

d – відстань від точки прикладання сили до центру перетину стояка

$$P_{max}=R_x=10^{-3}KB=10^{-3} \cdot 1,7 \cdot 330=0,561 \text{ Н};$$

$$M_{кр}=0,561 \cdot 0,180=100,98 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Визначаємо максимальні моменти від складових сили P :

$$M_x=PH\sin\gamma.$$

$$M_y=PH\cos\gamma.$$

$$M_x=0,561 \cdot 320 \sin 35 = -76,867 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

$$M_y=0,561 \cdot 320 \cos 35 = 162,23 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Визначаємо приведені моменти

$$M_{\text{пр}_x} = \sqrt{M_{\text{кр}}^2 + M_x^2} = R_x \sqrt{d^2 + H^2 \sin^2 \gamma}.$$

$$M_{\text{пр}_y} = \sqrt{M_{\text{кр}}^2 + M_y^2} = R_x \sqrt{d^2 + H^2 \cos^2 \gamma}.$$

$$M_{\text{пр}_x} = \sqrt{100.98^2 + (-76.867)^2} = 126.907 \text{ Нм.}$$

$$M_{\text{пр}_y} = \sqrt{100.98^2 + 165.23^2} = 193.644 \text{ Нм.}$$

Перетин стояка визначаємо за максимальним значенням приведенного моменту:

$$W = \frac{M_{\text{пр}_{\text{max}}}}{[\sigma_{-1}]}.$$

$$W = \frac{19364}{28} = 691 \text{ мм}^3.$$

$$\frac{193.64}{280} = 0.692.$$

ГРАФІЧНА ЧАСТИНА

Механізація вирощування цукрових буряків з удосконаленням просапного культиватора

Мета дослідження: підвищення ефективності розпушення та рихлення ґрунту шляхом обґрунтування параметрів лапи з пружною ланкою

Задачі дослідження: 1. Визначення тягового опору запропонованої лапи з пружною ланкою та обґрунтування напрямків його зменшення.

2. Дослідження впливу параметрів лапи з пружною ланкою на якісні показники кришення ґрунту та знищення рослинних решток та встановлення їх раціональних значень.

Об’єкт дослідження: Агрегатний склад обробленого і необробленого ґрунту.
Предмет дослідження: Параметри культиваторної лапи з пружною ланкою

Технологічна карта

Культура – цукрові буряки

Площа – 70 га

Урожайність – 460 ц/га

МВЦБ 00.001 ТЧ

Назва технологічних операцій	Обсяг робіт	Склад агрегату		Обслуговуючий персонал						Змінна	Витрати
		трактор, комбайн	с.-г. машина, знаряддя	трактористи			робітники ручної праці			норма	праці
				кількість	розряд	тарифна ставка	кількість	розряд	тарифна ставка	виробітку	люд.год
Підвезення води для приготування розчину гербіцидів, до 8 км	12 т	МТЗ-80	ЗЖВ-18	1	II	0,71	-	-	-	8,4 т	10,01
Навантаження та розвантаження гербіциду	0,5 т	вручну		-	-	-	1	II	0,67	8 т	0,42
Приготування робочого розчину і заправка агрегату	12 т	вручну		-	-	-	1	III	1,02	12 т	7,0
Внесення гербіцидів	30 га	ЮМЗ-6/1	ПОМ-630	1	III	0,86	-	-	-	23 га	9,10
Основний обробіток ґрунту	100 га	T-150	КВК-3,5	1	V	1,52	-	-	-	13,48	35,34
Підготовка мінеральних добрив	30 т	-	ИСУ-4	1	III	0,86	1	II	0,67	36 т	11,27
Завантаження мінеральних добрив	30 т	ЮМЗ-6/1	ПФ-0,5	1	II	0,86	-	-	-	42 т	9,66
Транспортування мінеральних добрив до 8 км	30 т	ЮМЗ-6/1	2ПТС-4	1	II	0,86	-	-	-	12 т	33,81
Внесення мінеральних добрив	100 га	МТЗ-80	просапний культиватор	1	IV	1,06	-	-	-	25,12 га	27,87
Передпосівна культивация на глибину 10-12 см	100 га	T-150	КПС-4, БЗСС-1,0	1	IV	1,06	-	-	-	35 га	20
Протруєння насіння	1,0 т	ПС-10А		-	-	-	2	IV	1,21	4,0т	0,18
Завантаження насіння	1,0 т	вручну		-	-	-	2	II	0,67	8 т	0,91
Транспортування насіння в поле, до 10 км	24 т	автомобілі		-	-	-	-	-	-	-	-
Підготовка мінеральних добрив	5 т	вручну		-	-	-	4	II	0,67	8 т	4,41
Транспортування мінеральних добрив у поле, до 10 км	5 т	автомобілі		-	-	-	-	-	-	-	-
Сівба з внесенням добрив	100 га	МТЗ-80	ССТ-12	1	IV	1,06	-	-	-	14,5 га	48,3
Довсходове борошування	100 га	МТЗ-80	БЗСС-1,0	1	III	0,84	-	-	-	58 га	17,5
Підвезення води для приготування розчину, до 10 км	40 т	автомобілі		-	-	-	-	-	-	-	-
Приготування робочого розчину і заправка агрегату	40 т	вручну		-	-	-	2	III	0,87	12	23,31
Оприскування всходів	100 га	ЮМЗ-6	ПОМ-630	1	III	0,86	-	-	-	23га	30,45
Перший міжрядний обробіток	100 га	МТЗ-80	просапний культиватор	1	III	0,84	-	-	-	27,87га	48,3
Сапання з прориванням	100 га	вручну		-	-	1,82	-	-	-	0,14	5000
Другий міжрядний обробіток	100 га	МТЗ-80	просапний культиватор	1	IV	1,06	-	-	-	21,3 га	32,86
Зрізання гички	100 га	МТЗ-80	БМ-6А	1	IV	1,06	-	-	-	14,5 га	29,17
Викопування буряків	100 га	РКМ-6		1	V	1,52	-	-	-	7,8	23,33
Транспортування до місця зберігання	1500т	автомобілі		-	-	-	-	-	-	-	3000
Укладання буряків в бурти	3000т	вручну		-	-	-	-	-	-	15 т	1400
Транспортування гички до 10 км	1200т	автомобілі		-	-	-	-	-	-	-	800
Транспортування буряків на завод	1500	автомобілі		-	-	-	-	-	-	-	3000

МВЦБ 00.001 ТЧ									
Пит. Адам	ІІ. Адам	ІІІ. Адам	ІІІІ. Адам	ІІІІІ. Адам	ІІІІІІ. Адам	ІІІІІІІ. Адам	ІІІІІІІІ. Адам	ІІІІІІІІІ. Адам	ІІІІІІІІІІ. Адам
Розроб.	Стор. А.А.	Літ.	Літ.	Літ.	Літ.	Літ.	Літ.	Літ.	Літ.
Літ.	Літ.	Літ.	Літ.	Літ.	Літ.	Літ.	Літ.	Літ.	Літ.
Літ.	Літ.	Літ.	Літ.	Літ.	Літ.	Літ.	Літ.	Літ.	Літ.
Літ.	Літ.	Літ.	Літ.	Літ.	Літ.	Літ.	Літ.	Літ.	Літ.
Літ.	Літ.	Літ.	Літ.	Літ.	Літ.	Літ.	Літ.	Літ.	Літ.
Літ.	Літ.	Літ.	Літ.	Літ.	Літ.	Літ.	Літ.	Літ.	Літ.
Літ.	Літ.	Літ.	Літ.	Літ.	Літ.	Літ.	Літ.	Літ.	Літ.
Літ.	Літ.	Літ.	Літ.	Літ.	Літ.	Літ.	Літ.	Літ.	Літ.

Комп'ютер

Формат А1

Операційна карта на міжрядний обробіток

МВЦБ 00.001 ГЧ

НАЗВА ГРУП ТА ПОКАЗНИКІВ	ПАРАМЕТРИ, ВИМОГИ, НОРМАТИВ	СХЕМИ
Умови роботи	Площа – 70 га Довжина гонів – 1000 м Величина підйому – 3% Глибина культивуції – 10 см	
Агротехнічні вимоги	1. Обробіток міжрядь у фазі 5-7 листків проводять на глибину 10-12 см з одночасним знищенням бур'янів у рядках полівними борінками. Захисна зона при цьому повинна бути 13 см (відхилення понад 2-3 см не допускається). 2. При досягненні рослинами висоти 35-40 см ґрунт розпушують на глибину 6-7 см з одночасним присипанням бур'янів у рядках шаром ґрунту за допомогою загортачів. Відхилення фактичної глибини розпушування ґрунту в міжряддях повинно бути не більше 1 см. 3. Поверхня ґрунту в міжряддях після обробітку має бути рівною без грудок. На поверхню поля не повинен виноситись нижній вологий шар ґрунту. Глибина борозен після проходу робочих органів допускається до 3 см. 4. Підрізання усіх бур'янів у міжряддях, знищення полівними борінками не менше 65-70% однорічних бур'янів шляхом присипання шаром ґрунту із застосуванням загортачів не менше 90%. Пошкодження рослин соняшнику під час обробітку міжрядь не повинно перевищувати 1%.	
Склад агрегату і підготовка його до роботи	Трактор МТЗ-80, прорісний культиватор Робоча ширина захвату – 5,6 м Мінімальний радіус повороту – 3,6 м Кінематична довжина агрегату – 4,04 Підготовка агрегату: 1. Провести щозмінний технічний огляд трактора, перевірити комплектність і технічний стан культиватора. 2. Змінюючи довжину центральної тяги механізму націпки трактора дрис культиватора встановити у горизонтальне положення. 3. Підібрати необхідні робочі органи відповідно до заданого обробітку ґрунту, встановити їх у тримачах і закріпити стояки лопаток стопорними гвинтами або скодами.	 Схема прорісного культиватора
Швидкість руху	Робоча передача – IV враховуючи дуксування, робоча швидкість $V_r = 7,38$ км/год	
Підготовка поля	До початку міжрядного обробітку на полі відмічають вішкою перше від краю стикове міжряддя, яке повинно бути стиковим при обробітку міжрядь. З поля прибирають усі зайві предмети, особливо метали. Якщо перешкоди неможливо прибрати, її відмічають вішкою. Ширина поворотної смуги – 7,34 м Оптимальна ширина загінки – 36,4 м Кількість загінки – 28	
Показники організації процесу	1. Тривалість циклу – 0,27 год 2. Технічна продуктивність за цикл – 1,06 га/ц 3. Змінна продуктивність агрегату – 23,1 га/зм 4. Кількість циклів за зміну – 22 5. Витрати палива на 1 га – 4,2 кг/га 6. Витрати палива за зміну – 97,02 га/зм Спосіб руху – безпелтьовий з перекриттям	
Контроль за якістю	1. Відхилення глибини від заданої не повинно перевищувати ± 4 см. 2. Знищення бур'янів в міжряддях більше 90% 3. Пошкодження та зрізання рослин соняшнику – до 2% 4. Гребенистість поверхні ґрунту в міжряддях – до 3 см	

МВЦБ 00.001 ГЧ			
Пит. Адам	ІР. Адам	Підп. Адам	Підп. Адам
Розробл.	Сторж. А.А.	Відп. А.А.	Відп. А.А.
Лектор	Шевчук В.А.	Відп. В.А.	Відп. В.А.
Г. викон.			
Наказано	Мокан В.В.	Відп. В.В.	Відп. В.В.
Затв.	Володимир В.В.	Відп. В.В.	Відп. В.В.

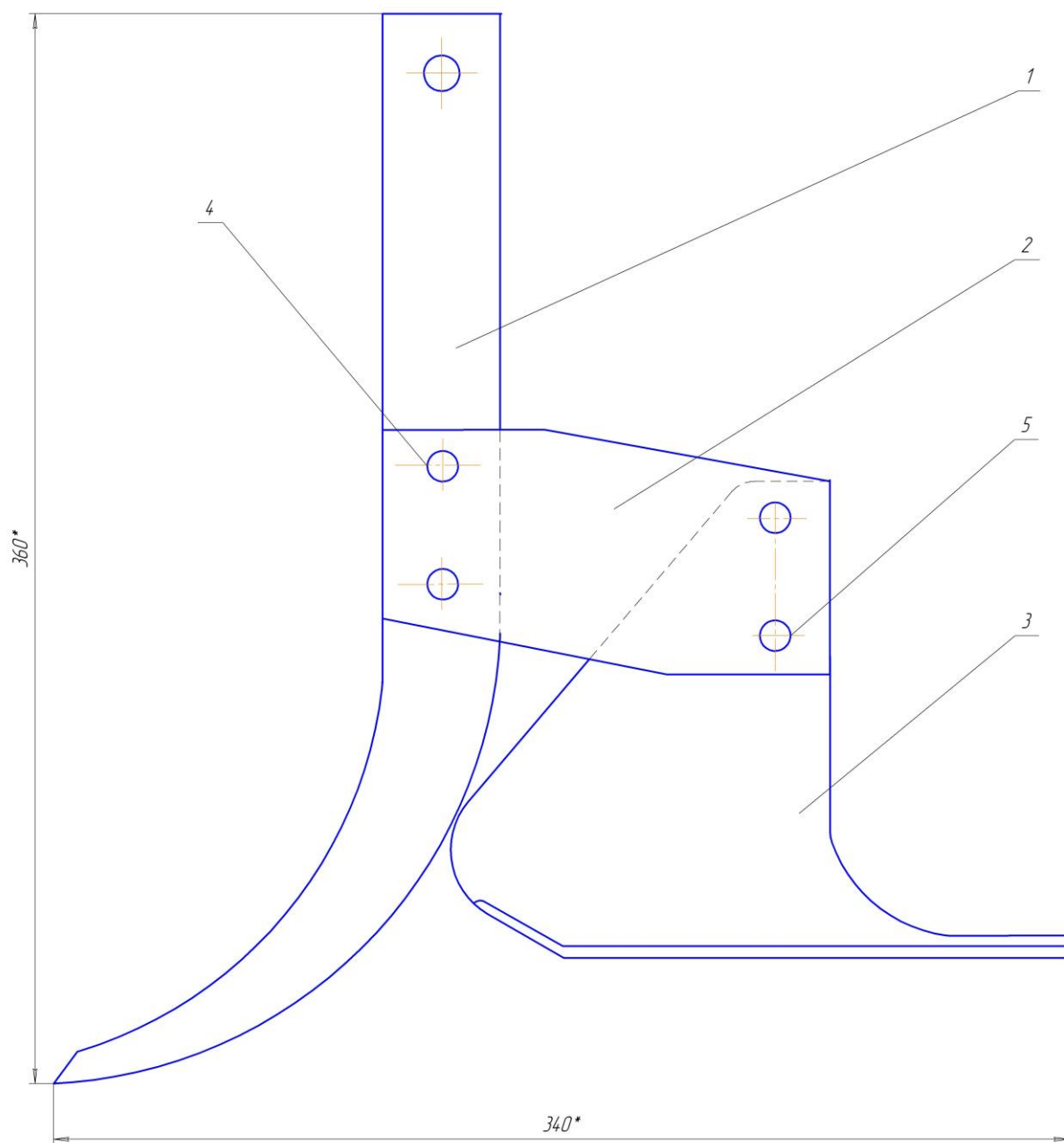
Операційна карта
на міжрядний обробіток

Автори: Т. Адамчук, Т. Адамчук

ЦНТУ
гр. АІ-23М-1

Формат А1

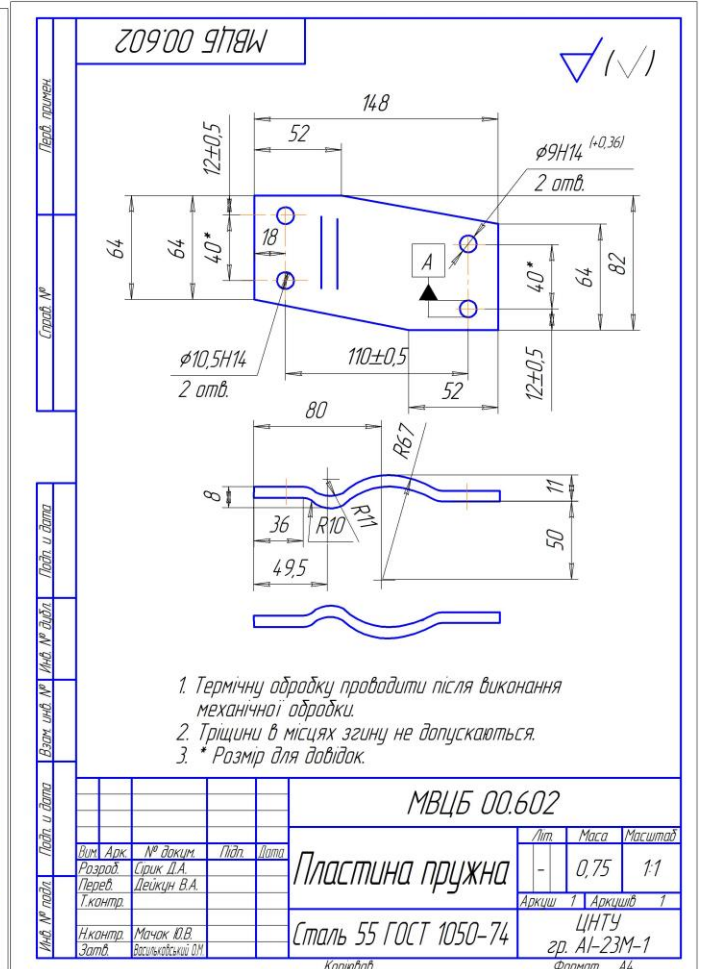
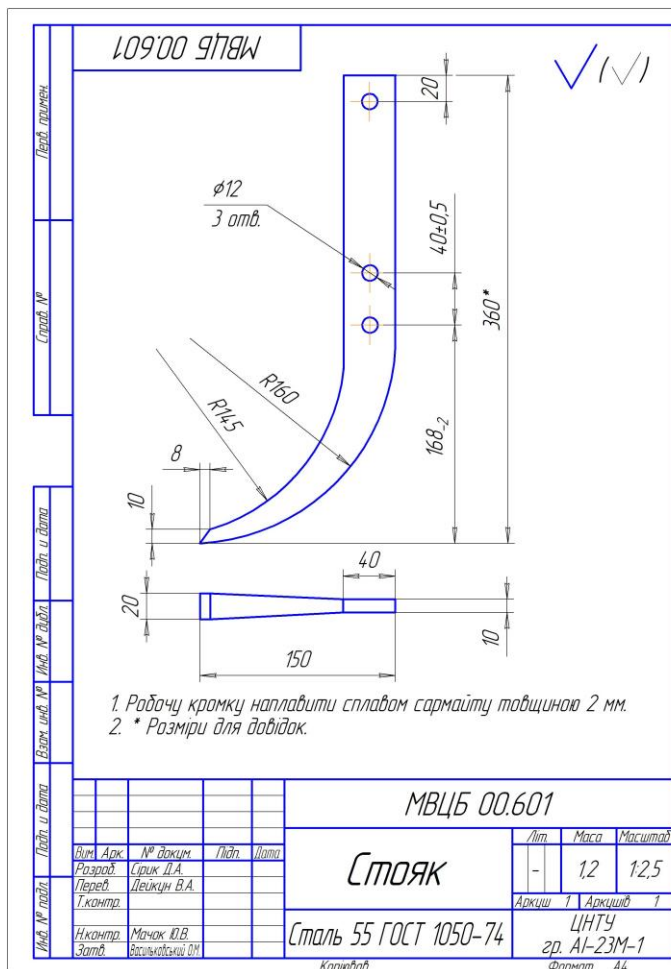
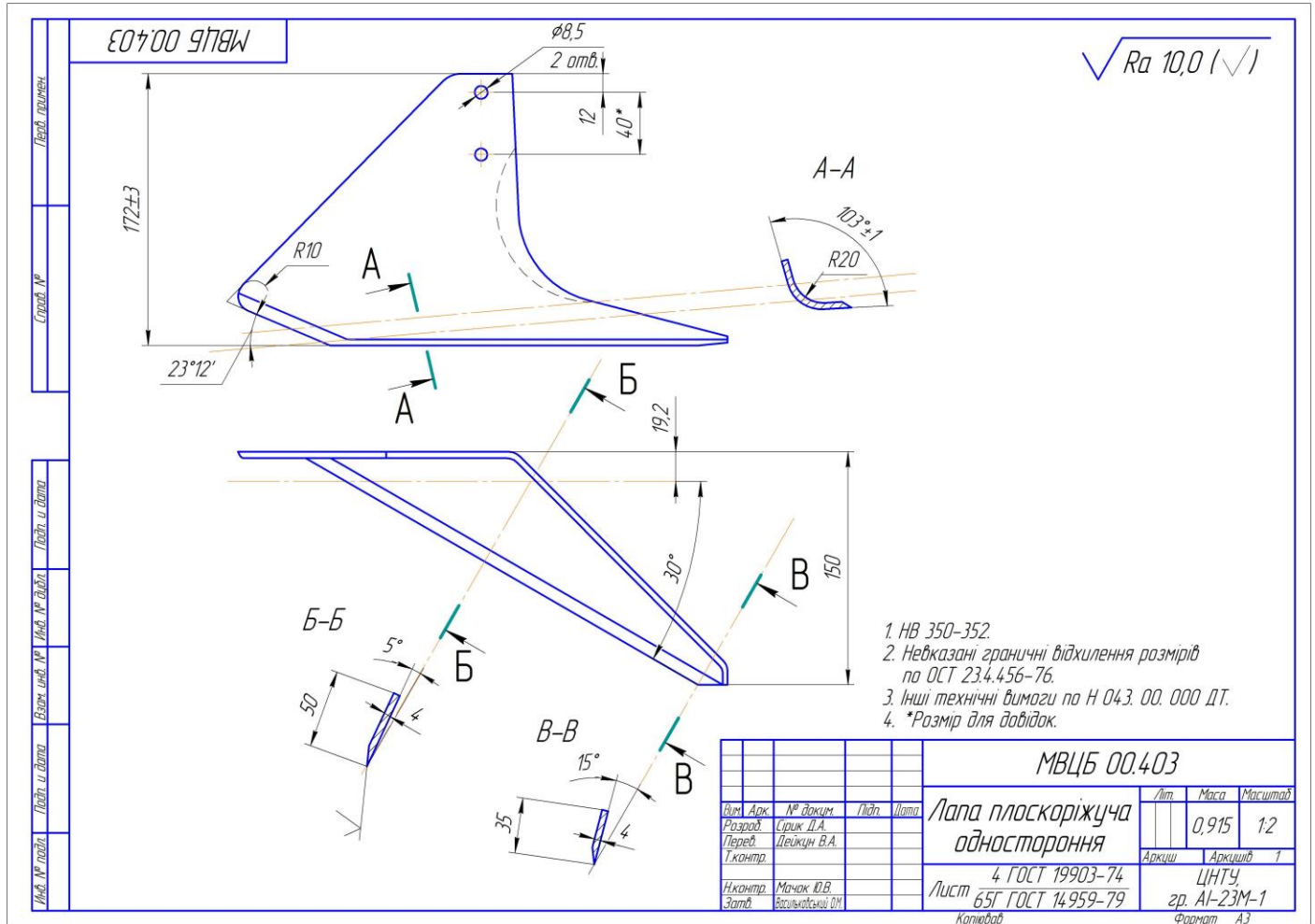
Изд. № изд.	Изд. № изд.	Изд. № изд.	Изд. № изд.
Полн. и дана	Полн. и дана	Полн. и дана	Полн. и дана
Всего, шт.	Всего, шт.	Всего, шт.	Всего, шт.
Страна	Страна	Страна	Страна
Период, период	Период, период	Период, период	Период, период



1. * Розмір для довідок.

2. Заклепкові з'єднання виконувати згідно ОСТ 231-54.

						МВЦБ 00.110 СК			
Вит. Арк.	№ докум.	Підп.	Датум			Лист		Маса	Масштаб
Розарб.	Служ. Д.А.					-		4,8	1:1
Перев.	Лейкун В.А.					Архив		1	Архив
Уконтр.									ЦНТУ
Нконтр.	Мачок Ю.В.					---			гр. АІ-23М-1
Затв.	Васильченко Ю.М.					Копіював		Формат А2	



[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

