

Міністрество освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)
Технічної механіки та сільськогосподарських машин
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Обґрунтування параметрів робочих органів
культиватора КОР-4,2 для міжрядного обробітку картоплі

Виконав (ла) студента (ка) 6 курсу групи МСМ-61
спеціальності _____

133 Галузеве машинобудування

(шифр і назва спеціальності)

_____ Борис І.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник _____ Хомик Н.І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль _____ Довбуш А.Д.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри _____ Бабій А.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Тернопіль
2022

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Кафедра Технічної механіки та сільськогосподарських машин

(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Бабій А.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

20__ р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування

(шифр і назва спеціальності)

студенту Борису Івану Михайловичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Обґрунтування параметрів робочих органів культиватора КОР-4,2 для міжрядного обробітку картоплі

Керівник роботи Хомик Надія Ігорівна, к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 23 » березня 2022 року № 4/7-174

2. Термін подання студентом завершеної роботи 26 травня 2022 року

3. Вихідні дані до роботи ширина захвату культиватора 4,2 м; робоча швидкість – до 9 км/год; продуктивність за годину чистої роботи – 3,78 га/год; питомий опір ґрунту – 2,2 кН/м; опір агрегату на поворотах – 3,97 кН; коефіцієнт використання тягового зусилля – 0,88; агрегатуються з тракторами класу – 1,4; кінематична довжина культиватора – 3,4 м.

4. Змість роботи (перелік питань, які необхідно розробити)

Реферат Вступ. 1. Аналіз особливостей об'єкту проектування .

2.. Обґрунтування параметрів удосконаленого культиватор.

3. Дослідження культиваторних лап удосконаленої конструкції.

4. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях. Загальні висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

1. Схеми розміщення робочих органів культиватора КОР-4,2 базової конструкції (1А1).

2. Культиватор КОР-4,2 з удосконаленими робочими органами. Складальне креслення (1А1).

3. Робочий орган культиватора КОР-4,2М. Складальне креслення (1А1). 4. Схема встановлення удосконалених робочих органів культиватора КОР-4,2М (1А2). Деталювання (1А2).

5. Деталювання (1А1). 6-8. Розрахункові схеми (3А1)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	Окіпний І.Б., зав.каф. МТ		
	Клепчик В.М., ст. викл.		

7. Дата видачі завдання

23 березня 2022 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз особливостей об'єкту проектування	до 02.05.22	
2	Обґрунтування параметрів удосконаленого культиватора	до 08.05.22	
3	Дослідження культиваторних лап удосконаленої конструкції	до 10.05.22	
4	Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	до 12.05.22	
5	Реферат. Вступ. Загальні висновки.	до 15.05.22	
6	Графічна частина. Специфікації.	до 15.05.22	

Студент

_____ (підпи)

Борис І.М.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Хомик Н.І.

_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Автор роботи – Борис Іван Михайлович

Тема роботи – «Обґрунтування параметрів робочих органів культиватора КОР-4,2 для міжрядного обробітку картоплі»

Робота виконана на кафедрі технічної механіки та сільськогосподарських машин Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

Керівник роботи – Хомик Надія Ігорівна, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин.

Структура роботи. Робота складається зі вступу, 4 розділів, висновків, переліку посилань (38 найменувань), 4 додатків. Загальний обсяг текстової частини – 77 сторінок, на яких є 27 рисунків, 5 таблиць. Додатки розміщені на 10 сторінках. Графічна частина складається з 8 аркушів формату А1.

Актуальність теми роботи

Для догляду за посівами просапних культур за сприятливих погодних умов та низької забур'яненості кількість міжрядних обробітків та їх глибину можна скоротити підбравши відповідним чином ґрунтообробні знаряддя. Переважно – це просапні культиватори, які доцільно обладнати або дообладнати різними робочими органами з врахуванням ширини захисної зони та фаз росту і розвитку культурних рослин.

У даній дипломній роботі запропоновано удосконалити базову конструкцію начіпного культиватора овочевого рослинопідживлювача КОР-4,2. Це знаряддя призначене для догляду за посівами і посадками овочевих культур на рівній поверхні, гребнях та формування їх, і для розпушування ґрунту з підрізанням бур'янів у міжряддях, присипання рослин ґрунтом з метою знищення бур'янів на грядках і підживленні мінеральними добривами.

Удосконалені робочі органи до культиватора КОР-4,2М виконані у вигляді стрілчастих лап з хвостовиком і криволінійною формою леза. На стояках стрілчастих лап закріплюють плоскорізні лапи-бритви, які створюють крила. Встановлюють їх у тримачі секцій базової конструкції і

розміщують на задану ширину міжрядь. Культиватор з такими робочими органами можна використовувати для обробітку різних просапних культур.

Мета роботи

Дослідження параметрів удосконаленого культиватора-рослинно-підживлювача для міжрядного обробітку картоплі, що забезпечує розпушування ґрунту та підрізання бур'янів у міжряддях і на гребенях.

Завдання дипломної роботи магістра:

- проаналізувати агротехнічні вимоги до вирощування картоплі;
- виконати огляд конструкцій культиваторів для міжрядного обробітку;
- проаналізувати конструкцію культиватора КОР-4,2 на можливість удосконалення;
- обґрунтувати зміни внесені у конструкцію культиватора КОР-4,2;
- розрахувати конструктивні параметри культиватора для міжрядного обробітку ґрунту, а саме, спроектувати стрілчасті та односторонні полільні лапи культиватора;
- виконати розрахунок на міцність кріплення стійки культиваторної лапи;
- визначити тяговий опір агрегата для міжрядного обробітку ґрунту у складі трактора МТЗ-80 і культиватора КОР-4,2М;
- виконати експлуатаційні розрахунки культиватора КОР-4,2М;
- виконати дослідження кутів тертя культиваторних лап;
- виконати дослідження стрілчастої культиваторної лапи з криволінійним лезом
- виконати дослідження напружено-деформівного стану тримача культиваторної лапи та проаналізувати результати проектування тримача;
- розробити правила техніки безпеки під час роботи з культиватором КОР-4,2М;
- розробити заходи дезактивації культиватора та інших видів техніки після радіоактивного зараження.

Об'єкт, методи та джерела дослідження

Об'єкт дослідження. Конструктивні елементи культиватора-рослинно-підживлювача для міжрядного обробітку картоплі посаженої на гребенях.

Предмет дослідження. Конструктивні, силові, енергетичні розрахунки та розрахунки на міцність конструктивних елементів культиватора-рослиннопідживлювача удосконаленої конструкції.

Методи дослідження. Теоретико-емпіричний, теорії міцності, графічний, порівняльний, математичного моделювання.

Наукова новизна отриманих результатів.

Доведено можливість використання культиватора-рослинно-підживлювача з удосконаленими робочими органами, який забезпечує якісний міжрядний обробіток картоплі посаженої на гребенях.

Практичне значення отриманих результатів.

Використання культиватора-рослиннопідживлювача з удосконаленими робочими органами забезпечує кращу якість обробітку ґрунту у міжряддях і на гребенях, зменшує кількість бур'янів, покращує процес обробітку ґрунту, створює оптимальні умови для росту і розвитку культурних рослин (картоплі), сприяє скороченню коефіцієнта використання робочого часу зміни. Застосування лап з криволінійним лезом дає кращі агротехнічні показники: зменшується залипання лап ґрунтом та обволікання підрізними бур'янами; покращується самоочищення лап, підвищується їх стійкість; зменшується спрацювання поверхні лап та витрати палива під час обробітку. Культиватор з такими робочими органами можна використовувати для обробітку різних просапних культур.

Апробація. Окремі результати роботи доповідались на VIII Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» (Тернопіль, ТНТУ, 27-28 листопада 2019 року).

Ключові слова: культиватор, стрілочасті лапи, плоскорізні лапи, міжрядний обробіток ґрунту, криволінійне лезо лапи.

ЗМІСТ

	стр.
ВСТУП	9
1. АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ОБ'ЄКТУ ПРОЄКТУВАННЯ.....	10
1.1. Агротехнічні вимоги до вирощування картоплі.....	10
1.2. Огляд конструкцій культиваторів для міжрядного обробітку.....	13
1.3. обґрунтування теми дипломної роботи	22
2.. ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ УДОСКОНАЛЕНОГО КУЛЬТИВАТОРА.....	26
2.1. Зміни внесені у конструкцію культиватора КОР-4,2М.....	26
2.2. Розрахунок конструктивних параметрів культиватора для міжрядного обробітку ґрунту.....	29
2.2.1. Проектування стрілочастих лап культиватора.....	29
2.2.2. Проектування односторонніх поліельних лап культиватора.....	33
2.3. Розрахунок на міцність кріплення стійки культиваторної лапи.....	36
2.4. Тяговий опір агрегата для міжрядного обробітку у складі трактора МТЗ-80 і культиватора КОР.-4,2М.....	39
2.4.1. Взаємодія ріжучого периметру лапи з ґрунтом.....	39
2.4.2. Визначення оптимального тягового режиму трактора МТЗ-82.....	43
2.5. Експлуатаційні розрахунки культиватора КОР-4,2М.....	48
3. ДОСЛІДЖЕННЯ КУЛЬТИВАТОРНИХ ЛАП РОЗРОБЛЕНОЇ КОНСТРУКЦІЇ.....	52
3.1. Дослідження кутів тертя культиваторних лап.....	52

3.2.	Дослідження стрілчастих лап з криволінійною формою леза	57
3.3.	Розрахунок напружено-деформівного стану тримача культиваторної лапи.....	62
3.4.	Аналіз результатів проєктування тримача культиваторної лапи.....	64
4.	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	66
4.1.	Правила техніки безпеки під час роботи з культиватором КОР-4,2М.....	66
4.2.	Заходи дезактивації культиватора та інших видів техніки після радіоактивного зараження.....	69
	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	73
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	74
	ДОДАТКИ.....	78

ВСТУП

Способи обробітку ґрунту і технології вирощування сільськогосподарських культур мають велике значення для підбору засобів механізації, включно із знаряддями для підготовки ґрунту під посів чи садіння, догляд за посівами з врахуванням особливостей вирощуваних культур, збирання врожаю. На застосування таких машин і знарядь, їх можливу модернізацію чи удосконалення робочих органів найбільше впливають ґрунтово-кліматичні умови, але також потрібно враховувати й економічні чинники для забезпечення низької собівартості вирощеної продукції.

Догляд за просапними культурами, а особливо овочевими, потребує складніших знарядь і є затратнішим як за часом, так і за ресурсами, особливо паливно-мастильними матеріалами.

Під час догляду за посівами просапних культур основними знаряддями є культиватори для міжрядного обробітку. Робочі органи таких знарядь дуже різноманітні; під час їх конструювання необхідно враховувати особливості оброблюваних культур, їх фази росту та розвитку, ширину міжрядь, ширину захисних зон, необхідність внесення добрив та ін. Важливими є також ґрунтово-кліматичні умови, тип ґрунту, механічний склад, вологість і твердість ґрунту, видовий склад бур'янів.

Протягом останніх років простежується також суттєва зміна погодних факторів: малосніжні зими, посушливий весняно-літній період, високі літні температури. Тому через недостатню кількість опадів зростають площі угідь із примусовим поливом. А це, окрім додаткових затрат, спричиняє погіршення стану ґрунту – ущільнення поверхневого шару, утворення поверхневої кірки та інтенсивне випаровування вологи із верхніх шарів. Все це призводить до зниження родючості ґрунту і до поступового зниження врожайності, особливо овочевих культур і картоплі. Тому удосконалення ґрунтообробних знарядь для догляду за посівами є актуальним завданням.

1. АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ОБ'ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ

1.1. Агротехнічні вимоги до вирощування картоплі

Для отримання високих врожаїв картоплі велике значення має своєчасний і ретельний догляд за посівами. На відміну від інших культур, досходовий період у картоплі залежить від погодних умов та характеру підготовки бульб до садіння, терміни садіння тривають від 15...20 до 30 і більше днів.

Для успішної боротьби з бур'янами на посівах картоплі необхідним є своєчасний до і після сходовий обробіток. Знаряддя та способи догляду за посівами вибирають з урахуванням особливостей ґрунтово-кліматичної зони, механічного складу і фізичного стану ґрунту, способів садіння, погодних умов, забур'яненості та інших факторів.

Мілке садіння картоплі в попередньо нарізаних гребенях дає змогу нарощувати їх після садіння до 4...5 разів, присипаючи шаром ґрунту 2...3 см при кожному обробітку. Після останнього присипання висота гребенів досягає 17...19 см, що створює оптимальні умови для формування врожаю. За період догляду за посівами проводять 2...3 міжрядних обробітків до і 2...3 після появи сходів картоплі [3, 10,11, 13, 22, 23, 24, 26].

Під час застосування сітчастих борін на досходових обробітках потрібно враховувати глибину загортання бульб. При мілкому садінні, щоб не допустити вигортання їх, перший обробіток проводять оберненою стороною борони, з короткими тупими зубами довжиною 3...4 см.

На культиваторах КОН-2,8М полотно сітчастих борін встановлюють так, щоб воно було з перекосом 20 см до осьової лінії руху агрегату. За цих умов відстань між сусідніми слідами зубів не перевищує 1,5 см і вся поверхня ґрунту обробляється бороною.

У тому випадку, коли на поверхні гребенів утворилася міцна ґрунтова кірка, для інтенсивнішого розпушення ґрунту та знищення сходів бур'янів, сітчасту борону можна довантажити посівними борінками БП-0,6А.

Для кращого розпушення ґрунту гребенів використовують ротаційні борони БРУ-0,7. Конструктивно осі борін кріплять до кронштейна так, що кут атаки можна змінювати від 0 до 30°, а кут нахилу осі від 0 до 15° у вертикальній площині для обробітку гребенів різного профілю.

Для підвищення ефективності обробітку полів зайнятих картоплею використовують комбіновані агрегати з ротаційними боронами БРУ-0,7 та БРГ-1,4, особливо на перезволожених ґрунтах [3, 10,11, 13, 22, 23, 24, 26].

На перезволожених ґрунтах, дуже засмічених бур'янами, ротаційні борони з кільцями-очисниками у процесі роботи самоочищаються і автоматично попереджається залипання роторних борін.

Під час догляду за посадками картоплі формують гребені трапецієподібної форми. Висота гребені 16...18 см, виконують їх такими, щоб бульби, які утворюються повністю були у гребені. Дотримання цих умов під час садіння картоплі забезпечить під час її збирання кращу роботу комбайнів. Тобто на конвеєри буде потрапляти мінімальна кількість ущільненого ґрунту, що створить легші умови під час процесу збирання.

Для посадок картоплі глибину першого обробітку рекомендують – 7...10 см. Під час подальших розпушувань глибину потроху збільшують. Глибоке розпушування може призвести до вивертання брил з нижнього, більш зволоженого шару ґрунту, чого допускати не можна. Ширина захисної смуги 15 см [3, 10,11, 13, 22, 23, 24, 26].

Щоб запобігти під час обробітку посадок картоплі зміні оптимальних параметрів гребенів та вигортанню бульб чи пошкодженню паростків, на культиваторах взамін стрілочастих лапи встановлюють лапи-підгортачі з регульованими відкрилками. Останні піднімають у максимальне верхнє положення, щоб уникнути ущільнення ним схилів гребенів. Кращу якість роботи забезпечує комбінований робочий орган, який складається з дискового підгортача і секції ротаційної борони БРУ-0,7. Д

Добрі результати показує на догляді за посівами фрезерний культиватор КГФ-2,8. Перший досходовий обробіток проводять не пізніше як у сьомий день опісля посадки бульб. Плантації картоплі обробляють 2...3 рази ще до

появи сходів, а опісля появи – ще двічі. Потрібно уникати роботи агрегатів на перезволожених ґрунтах.

Підгортання – ефективний засіб боротьби з бур'янами у рядках картоплі. Для цього використовують ґрунтообробні знаряддя такі як культиватори та розпушувачі. Їх обладнують різними робочими органами, наприклад лапами-підгортачами,. Використовують також знаряддя, які мають дискові підгортачі, ротаційну борону БРУ-0,7 зі знятою циліндричною частиною. Кінцеве підгортання рослини виконують за умови висоти рослин 20...25 см тобто перед початком бутонізації.

Для зменшення ущільнення ґрунту в гребнях картоплі під час обробітку від садіння до збирання, використовують трактори з вузькими шинами або гусеницями.

Операції з догляду за картоплею виконують при фізичній спілості ґрунту. Боротьба з бур'янами на посівах картоплі – обов'язковий захід для вирощування високих врожаїв. На забур'янених полях не можна отримати максимального ефекту від застосування мінеральних та органічних добрив, використання високоякісного садивного матеріалу, меліоративних та інших заходів.

Провідне місце у боротьбі з бур'янами належить агротехніці, зокрема системі підготовки ґрунту при правильному чергуванні культур у сівозміні та системі механізованого догляду за картоплею.

Застосування гербіцидів у поєднанні з агротехнічними заходами забезпечує найвищий ефект у боротьбі з бур'янами. Роль їх значно зростає при впровадженні прогресивної технології виробництва картоплі. Згубна дія гербіцидів на бур'яни залежить від багатьох умов, зокрема від якості підготовки ґрунту. На обробленому ґрунті рівномірніше розподіляються в поверхневому шарі [3, 10,11, 13, 22, 23, 24, 26].

Під час роботи з ґрунтовими препаратами треба враховувати механічний склад ґрунту та вміст гумусу. На легких ґрунтах застосовують менші норми гербіцидів.

У літньо-осінній період бур'яни посилено нагромаджують поживні речовини в кореневій системі. Тому гербіциди в цей час краще проникають у корені бур'янів, викликаючи їх виснаження та відмирання.

1.2. Огляд конструкцій культиваторів для міжрядного обробітку

Знаряддя для культивації міжрядь просапних культур обов'язкова мають паралелограмну підвіску робочих органів, що дозволяє копіювати нерівності поверхні ґрунту в зоні дії робочих органів і глибину обробітку з відхиленням ± 1 мм.

Шарнірне з'єднання паралелограмного чотирикутника, що застосовується практично у всіх просапних культиваторів, має високу агротехнічну надійність, тобто механізм копіювання забезпечує жорсткі агротехнічні вимоги до глибини обробітку з допустимим відхиленням у межах ± 1 мм. Кращий ефект спостерігається під час роботи на підвищених швидкостях.

Залежно від оброблюваної культури та ґрунтово-кліматичних умов і забур'яненості просапні культиватори можуть бути обладнані прополювальними, розпушувальними та спеціальними робочими органами, для обробітку картоплі застосовують ще й підгортачі [2, 16, 18, 19].

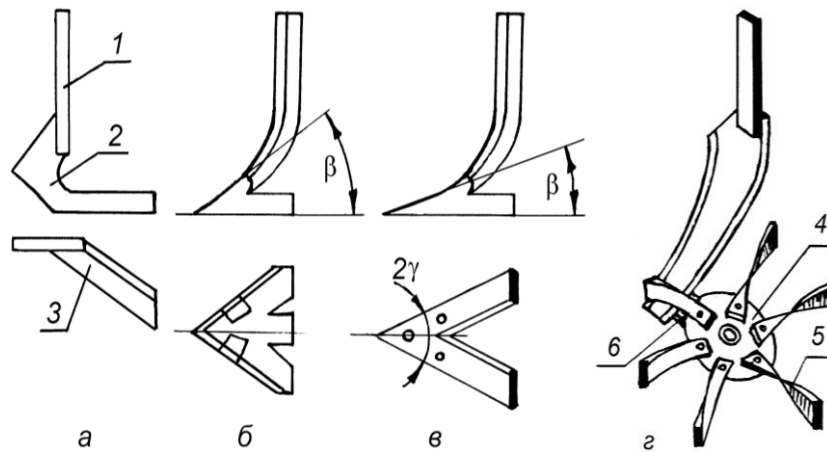
Як прополювальні робочі органи використовують односторонні плоскоріжучі лапи (бритви), стрілчасті плоскоріжучі лапи, стрілчасті універсальні лапи.

Односторонні плоскоріжучі лапи (рисунок 1.1а) можуть бути ліві і праві. Ширина захвату їх 85, 120, 150, 165 і 250 мм. Лапи заточують зверху з кутом загострення 8...10° до товщини леза не більше 0,5 мм. При роботі лапа підрізає бур'яни і частково спускає ґрунт [2, 16, 18, 19].

Стрілчасті плоскоріжучі лапи (рисунок 1.1в) виготовляються з шириною захвату 145, 150, 160, 220, 250 мм. До стійки лапи прикріплено двостороннє лезо з кутом між ріжучими краями $2\gamma=60...70^\circ$. Кут нахилу

леза до дна борозни $\beta=15...18^\circ$, що забезпечує слабке кришіння ґрунту. Глибина обробітку такими лапами – 4...8 см.

Стрілчасті універсальні лапи (рисунок 1.1б) на відміну від плоскоріжучих, мають кут $\beta=25...30^\circ$, що забезпечує крім підрізання бур'янів інтенсивне розпушування ґрунту. Лапи виготовляють з кутом $2\gamma=60...65^\circ$ і шириною захвату 220...385 мм.



а – одностороння плоскоріжуча лапа; б – стрілчаста універсальна лапа; в – стрілчаста плоскоріжуча лапа; г – прополювальні диски; 1 – стійка; 2 – щока; 3 – лезо; 4 – диск; 5 – ніж; 6 – кронштейн.
Рисунок 1.1 – Прополювальні робочі органи

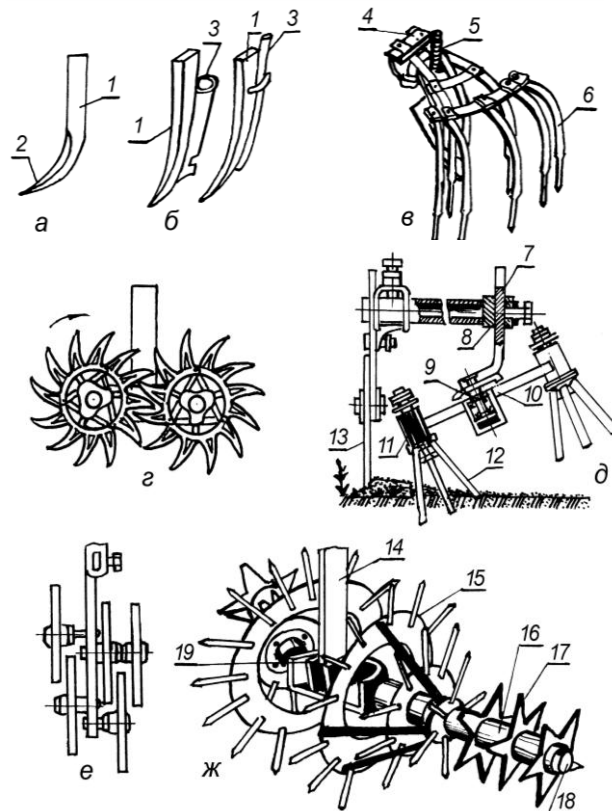
Прополювальні диски (рисунок 1.1г) застосовують для обробки захисних зон при добре розвиненій листковій частині культурних рослин.

Рихлячі робочі органи культиваторів (рисунок 1.2) поділяють на долотоподібні лапи, підживлюючі ножі, пружинні прополювальні борінки, ротаційні голчасті диски, ротори прополювальні, ротаційні батареї, ротаційні борони.

Борозноутворювальні робочі органи (корпуси) (рисунок 1.3) застосовують для отримання гребеня вздовж осі рядка, знищення бур'янів у міжряддях і присипання їх у захисній зоні.

Борозноутворювальні корпуси бувають з циліндричною робочою поверхнею (на жорсткій або пружинній стійках), з універсальною стрілчастою лапою, диском, прутком на пружинній С-подібній стійці, у вигляді ярусних лап. До підгортаючих робочих органів можна віднести лапи-підгортачі і сферичні диски. Відзначимо підгортач зі стрілчастою

лапою (рисунок 1.3б), який має стійку, двохсторонню полицю 4 з гратчастими крилами і носок у вигляді стрілкової лапи 5. Подібно виготовлений і працює підгортач на С-подібній стійці (рисунок 1.3г), що має пруткову полицю 11.



а – долотоподібні лапа; б – підживлюючий ніж; в – пружинна борона;
 г – ротаційні голчасті диски; д – прополювальний ротор; е – ротаційна батарея;
 ж – ротаційна борона;
 1, 7, 14 – стійка; 2 – носок; 3 – підживлююча трубка (воронка); 4, 8 – тримач;
 5 – пружина; 6 – зуб; 9, 18 – вісь; 10 – диск; 11, 16 – втулка; 12 – розпушувач;
 13 – щиток; 15 – ротор конічний; 17 – ротор циліндричний; 19 – рамка
 Рисунок 1.2 – Рихлячі робочі органи культиваторів

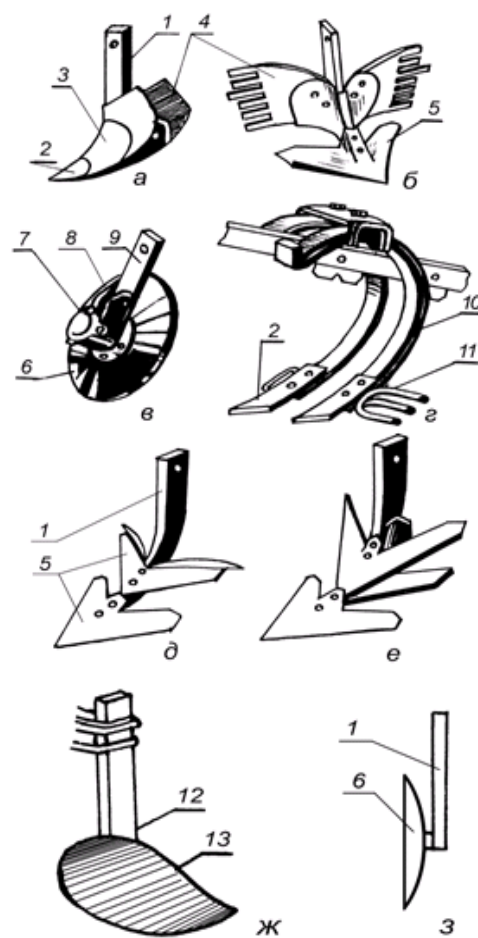
Кріплення підгортачів на пружинних стійках знижує пошкодженість полиці на кам'янистих ґрунтах. Такі підгортачі застосовують на культиваторах КОР-4,2.

Дискові підгортачі (рисунок 1.3в) застосовують на культиваторі КОР-4,2 під час роботи на кам'янистих ґрунтах разом з встановлюваною спереду універсальною стрілковою лапою.

Він складається зі сферичного диска 6 з віссю встановленою в маточину 7 на підшипниках кочення. Разом з маточиною виконаний сектор 8, до якого кріпиться стійка 9 підгортача. Зміною положення стійки по

сектору регулюють кут нахилу диска у вертикальній площині і висоту гребеня утвореного підгортачем.

Лапи-підгортачі (рисунок 1.3ж) застосовують при обробці бур'янів на посівах овочевих культур, коли рослини малі для підгортання, а бур'яни набирають силу. До стійки 12 лапи прикріплені на невелику полицю 13 з криволінійною поверхнею і гострими краями. Встановлюють лапи-підгортачі на відстані 25...27 см від осі рядка. Рухаючись у ґрунті на глибині до 6 см, підгортачі зрізують шар ґрунту і відкидають його в захисну зону, присипаючи бур'яни [2, 16, 18, 19].



а – підгортач з циліндричною робочою поверхнею;
 б – підгортач із стрілкою; в – дисковий підгортач;
 г – прутковий підгортач; д, е – двох- і трьохярусний підгортач;
 ж – лапа- підгортач; з – сферичний диск;
 1, 9, 10, 12 – стійка; 2 – носок; 3, 11, 13 – полиця; 4 – крило;
 5 – стрільчата лапа; 6 – диск; 7 – маточина; 8 – сектор
 Рисунок 1.3 – Борозноутворювальні робочі органи

Приєднання робочих органів до культиватора здійснюють за допомогою жорстких і пружних стійок. Короткий огляд робочих органів,

що монтуються на просапні культиватори, дозволяє зробити висновок, що вони в певній мірі забезпечують якісний обробіток просапних культур [2, 16, 18, 19].



Рисунок 1.4 – Культиватор-овочевий рослинопідживлювач КОР-4,2

Виконаємо патентний огляд робочих органів просапних культиваторів.

Метою авторського свідоцтва № 1389697 (рисунок 1.5) є підвищення якості обробітку ґрунту в міжряддях просапних культур. Знаряддя складається з центрального бруса 1, до якого з двох сторін приєднані планки 4. Планки 4 зв'язані між собою поперечною планкою з можливістю регулювання кута їх встановлення. На кожній планці закріплені зуби 5, які можна регулювати по висоті. До центрального бруса приєднують стійку стрілочастих лап 7 і копіюючих лап 8. Лапи 7 та 8 встановлюють на секції культиватора. Кожна планка виконана трубчастою формою. Одна з вертикальних стінок кожної планки 4, направлена до центрального бруса, має отвори для фіксації зубів 5. При обробці розвинутих рослин центральний брус встановлюють в нижнє положення так, що планки 4 лежать на поверхні ґрунту. При русі зуби 5 розпушують ґрунт і вичісують рослинні рештки. Планки 4 вирівнюють поверхню і підгортають рослини. Наявність зазору між планками 4 та центральним

брусом виключає грудкуватість ґрунту. Наявність накладки виключає залипання планок 4 ґрунтом.

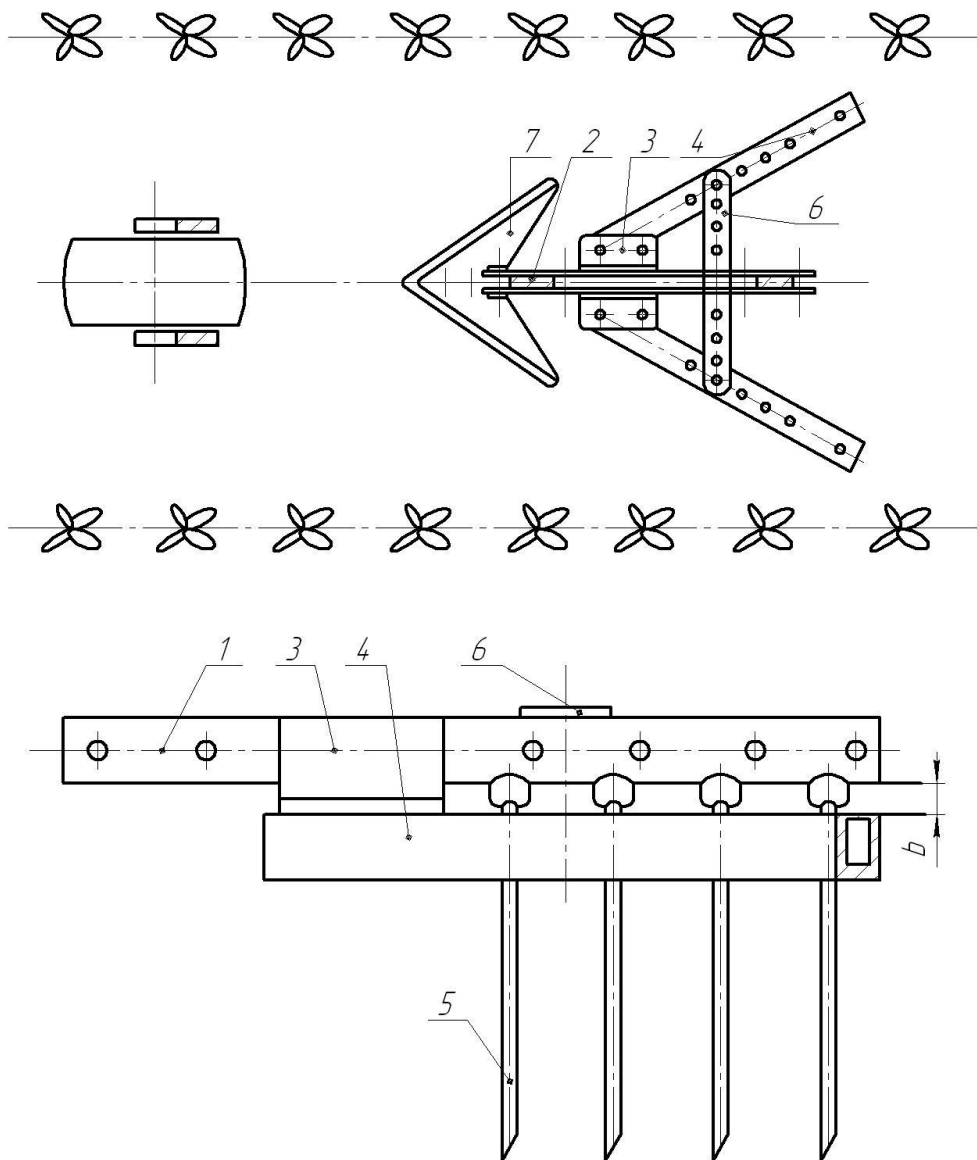


Рисунок 1.5

На рисунку 1.6. зображено культиватор для обробітку ґрунту у міжряддях, згідно авторського свідоцтва №1611237.

Мета винаходу – підвищення якості обробітку ґрунту в міжряддях. Культиватор складається з рами 1, опорних коліс 2 і лиж 3, розпушуючих лап 4 і дисків 5 з робочими елементами, виконаними у вигляді зубів. Розташування на рамі 1 послідовно одне за одним опорних коліс 2, рухомих лиж 3 та розпушувальних лап 4, а також розташування кожної з лап 4 між двома дисками 5 покращує якість обробітку ґрунту, зберігає

повздовжню і поперечну стійкість знаряддя і захищають рослини від засипання ґрунтом.

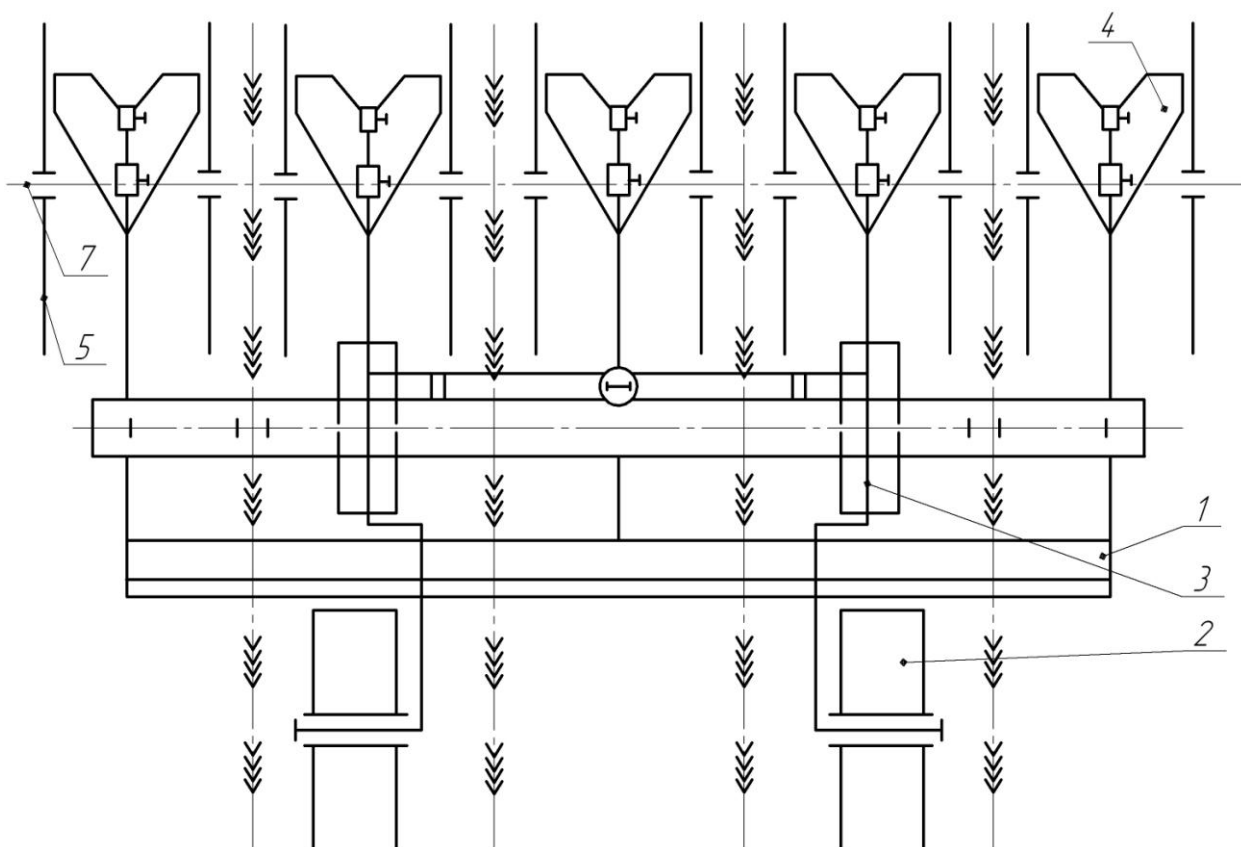


Рисунок 1.6

Культиватор працює наступним чином. У процесі роботи лапи 4 і зубів 6, дисків 5 виконують розпушення ґрунту між рядками рослин, при цьому суцільні диски розташовані по бокових сторонах кожної розпушувальної лапи 4, захищають рослини від засипання ґрунтом.

При русі культиватора встановлені спереду опорні колеса 2 готують прикочене ложе для лиж, що йдуть слідом, надійно утримуючи робочі органи на попередньо заданій глибині, зберігають поздовжню і поперечну стійкість знаряддя, покращуючи тим самим якість обробітку посівів. При цьому розпушувальні лапи 4, розміщені за кожних з опорних коліс, виконують розпушення ґрунту, ущільненого опорними колесами і лижами. Завдяки цьому покращується якість обробітку ґрунту в міжряддях.

Авторське свідоцтво № 1657081 (рисунок 1.7). Спосіб боротьби з бур'янами в захисних зонах рослин просапних культур.

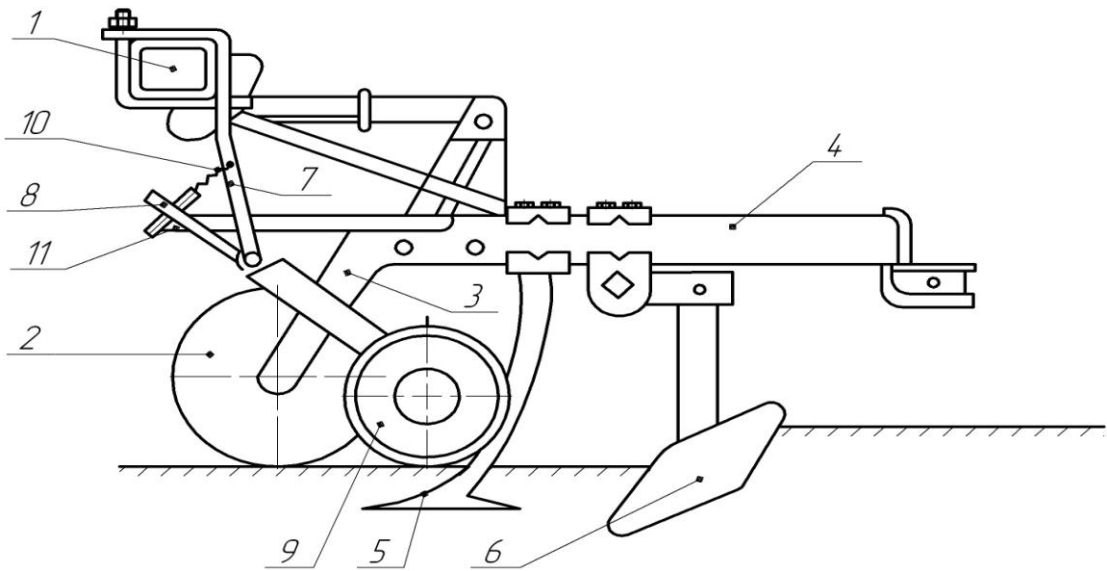


Рисунок 1.7

Мета винаходу – зниження вкорінення бур'янів. Перед присипанням бур'янів ґрунтом їх стебла піддають дії зминання і травмування. Пристрій для обробітку захисної зони виконано у вигляді встановленого на рамі 1 з допомогою пружного повідка 8 котка 9. Останній має на ободі встановлені під кутом до напрямку руху ріжучі пластини 12. При роботі коток 9 рухаючись в захисній зоні, зминає і травмує стебла бур'янів.

Пристрій для виконання такого способу обробітку має раму культиватора 1, опорні колеса 2 зі стійками 3, гряділь 4, на котрому встановлена стрілочаста лапа 5 і розташовані на ній лапи-полиці 6. На рамі 1 закріплені кронштейни 7, що мають можливість переміщення в поперечному напрямку. До кронштейнів 7 кріпиться важіль 8. На нижньому кінці важеля 8 встановлений коток 9, верхній кінець підтримується пружиною 10. За допомогою пружини регулюють ступінь тиску котка на ґрунт використовуючи регульовальний гвинт 11.

Ширина обода котка рівна ширині захисної зони. На ободі котка, під кутом до напрямку руху, встановлені ріжучі пластини 12. Отже, застосування запропонованого способу малорічних бур'янів скоротилася до одного на 1m^2 проти чотирьох штук при відомому способі.

Авторське свідоцтво № 1424750 (рисунок 1.8). Пристрій для знищення бур'янів у рядках рослин.

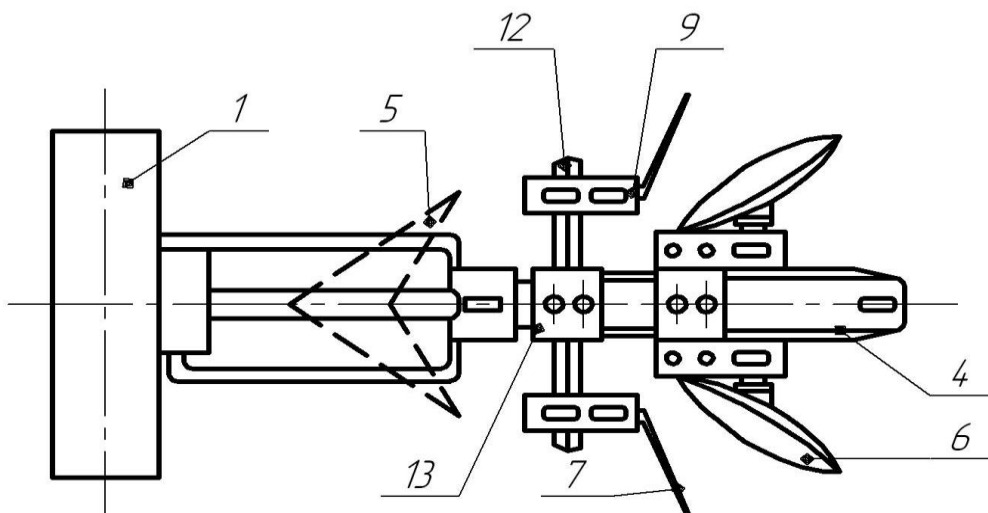


Рисунок 1.8

Мета винаходу – збільшення щільності, знищення бур'янів. Пристрій для знищення бур'янів у рядках рослин має встановлені на рамі 1 плоскоріжучий робочий орган 5, пружні елементи 7 та розташовані далі загортачі 6. Елементи 7 розміщені так, що мають зміщення на величину яка дорівнює половині ширини захоплення плоскоріза 5. Зміщення у поперечному напрямку. Під час руху міжряддями пружні елементи 7 згинають бур'яни, нахиляючи їх до ґрунту. Загортаючі елементи 6 присипають бур'яни ґрунтом. Для регулювання висоти встановлення пружних елементів 7 є кронштейни 8, які встановлені у тримачах 9. Зроблено це гвинтами 10. Скоби 11 закріплюють тримачі 9 на поперечній штанзі 12. Це забезпечує переміщення тримачів вздовж штанги. Штангу 12 разом з призмою 13 встановлюють на гряділь 4 так, щоб була можливість переміщення штанги по грядлі у поздовжньому напрямку. Щоб відбувалося нахилення рослин пружними елементами 7 вибирають відповідну жорсткість пластин. Під час руху культиватора з такими робочими органами плоскоріз 5 знищує бур'яни, які ростуть у міжряддях. Пружні елементи 7 нахиляють бур'яни, які проросли у захисних зонах рядків, а дискові загортачі 6 присипають їх ґрунтом. Культурні рослини на зазнають пошкоджень і нахилення завдяки фізико-механічним властивостям своїх стебел, так як їх жорсткість на час обробітку набагато більша за жорсткість стебел бур'янів.

1.3. Обґрунтування теми дипломної роботи

Догляд за посівами просапних культур – це підтримання ґрунту у міжряддях у розпушеному і чистому від бур'янів стані.

На кількість, глибину і терміни розпушування міжрядь найбільше впливають біологічні особливості вирощуваних культурних рослин, швидкість їх росту та тривалість вегетаційного періоду, способи сівби, ширина міжрядь, характер забур'яненості, кліматичні умови, властивості ґрунту, зокрема, його щільність на період вегетації культурних рослин.

Важливою є глибина розпушування, яка має бути різною під час кожної із культивацій, щоб запобігти утворенню ущільненого шару ґрунту. Глибока культивація спричиняє непродуктивні втрати вологи, особливо у посушливих умовах, і підрізання коріння культурних рослин, яке призводить до зниження врожайності.

Для кожної сільськогосподарської культури необхідно розробляти систему основного обробітку ґрунту у сівозміні з врахуванням термінів збирання попередника та характеру і рівня забур'яненості поля. Потрібно враховувати і внесення добрив. Щодо основного обробітку ґрунту, то під просапні культури після внесення добрив і масової появи бур'янів доцільно виконувати глибоку полицеву оранку у системі основного обробітку ґрунту при достатньому зволоженні. За інших умов необхідно застосовувати інші прийоми обробітку, наприклад плоскорізний.

Для догляду за посівами просапних культур за сприятливих погодних умов та низької забур'яненості кількість міжрядних обробітків та їх глибину можна скоротити підібравши відповідним чином ґрунтообробні знаряддя. Переважно – це просапні культиватори, які доцільно обладнати або дообладнати різними робочими органами з врахуванням ширини захисної зони та фаз росту і розвитку культурних рослин.

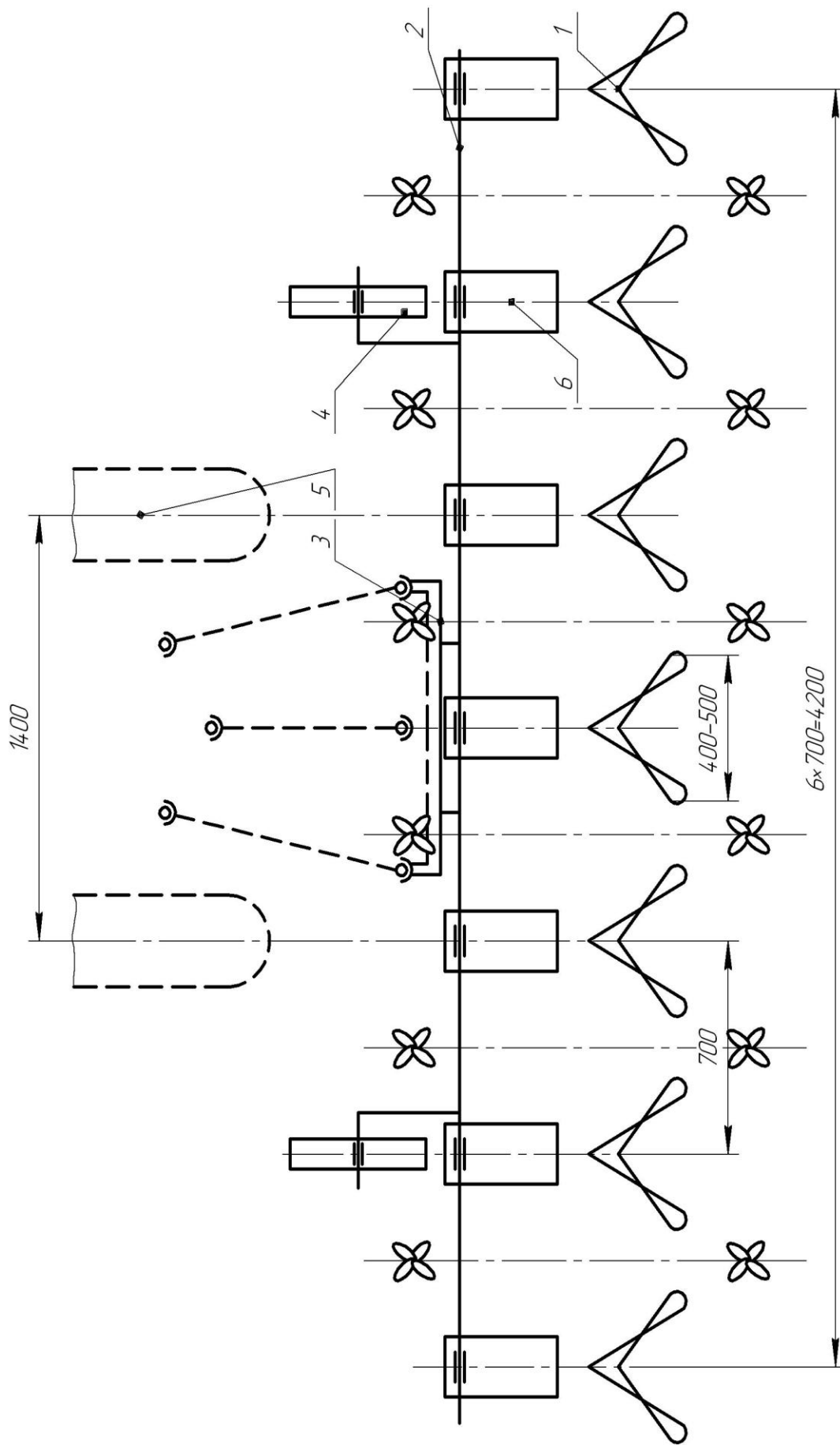
У дипломній роботі пропонуємо удосконалити знаряддя для міжрядного обробітку просапних культур – культиватор КОР-4,2, який застосовують у різних у різних фазах росту і розвитку культурних рослин.

Культиватор овочевий рослинорозпушувач КОР-4,2 начіпний призначений для догляду за посівами і посадками овочевих культур на рівній поверхні, гребнях та формування їх, і щоб розпушувати ґрунт підрізаючи бур'яни, які проросли у міжряддях, а також присипати рослини ґрунтом щоб знищити бур'яни на грядках. Можна їх застосовувати і для підживлення мінеральними добривами культурних рослин. Створений він на базі просапного культиватора КРН-4,2. Відрізняється окремим замком автозчеплення СА-1 з перехідною рамкою; встановленням чотирьох кронштейнів – знижувачів секцій для роботи на гребнях; спеціальними односторонніми лапами для обробки схилів; встановленням секцій робочих органів культиваторів КРН-4,2 з важільними механізмами для групового регулювання глибини розпушування і подовженими квадратними тримачами для роботи в міжряддях шириною 90 см; комплектами робочих органів.

Культиватором КОР.-4,2 можна обробляти на рівній поверхні дев'ять рядків при міжряддях 45 см, шість рядків при міжряддях 50, 60, 62, 70, 80, 90 см і чотири – при міжряддях у 60+120 см; шість рядків на гребнях при міжряддях 60 і 70 см; на трьох грядках дев'ять рядків і чотири борозни при міжряддях 32+32+76 см або шість рядків і чотири борозни між грядками при міжряддях 50+90 см.

Культиватор КОР-4,2 базового виконання (рисунок 1.9) укомплектований 7 секціями робочих органів: 12 зубами; 12 стійками з лапами шириною 165 мм, 7 стійками з лапами шириною 220 мм, 4 стійками з лапами шириною 330 мм та 14 стійками, які мають лапи шириною 270 мм;; дванадцятьма лапами-полицями. Може мати також корпуси щоб обробляти гребені та комплект додаткового обладнання щоб обробляти міжряддя шириною 45 см.

Культиватор КОР-4,2 має брус з двома опорно-приводними пневматичними колесами, а також секції робочих органів і підставку. Паралелограмний механізм навіски секції робочих органів забезпечує копіювання рельєфу поля і зберігає постійний кут нахилу робочих органів.



1 – робочий орган (підгортач); 2 – рама; 3 – начіпний механізм;

4 – опорне колесо; 5 – опорно-привідні колеса трактора; 6 – копівальне колесо

Рисунок 1.9 – Культиватор овочевий рослинороздільювач КОР-4,2

Колеса секції робочих органів перекочуються в міжряддях, підтримуючи постійну глибину обробітку ґрунту. Ширина захвату – 4,2 м. Продуктивність за годину чистої роботи – 3,78 га/год. Робоча швидкість – до 9 км/год. Глибина обробітку: польовими лапами 5...12 см, розпушувальними лапами 10...16 см, підживлюючими ножами до 16 см. Вага (маса) конструкції (з повним комплектом) – 1033 кг. Вага (маса) конструкції з туковисівним пристосуванням – 236 кг. Агрегатується з тракторами типу МТЗ-80/82.

Удосконалені робочі органи до культиватора КОР-4,2М повинні відповідати агротехнічним вимогам. Встановлюють їх у тримачі секцій базової конструкції і розміщують на задану ширину міжрядь. Вони складаються з 7 секцій: 12 зубів; 12 стійок з лапами шириною 165 мм, 7 стійок з лапами шириною 220 мм, 4 стійок з лапами шириною 330 мм та 14 лап на ширину 270 мм зі стійками; 12 полиць-лап; корпусів, щоб обробляти гребені; додаткового комплекту знарядь, щоб обробляти міжряддя шириною 45 см. Працюють так: під час руху в ґрунті крила, встановлені по ширині захвату, глибину обробітку і кут атаки, який відповідає фазам росту культурних рослин, забезпечують підрізання бур'янів на схилах гребенів, рихлення міжрядь.

Культиватор з такими робочими органами можна використовувати для обробітку різних просапних культур.

Запропоноване удосконалення конструкції культиватора необхідно обґрунтувати відповідними конструктивними та міцнісними розрахунками, довести доцільність розробки та розробити заходи з охорони праці під час його використання.

Конструктивні розробки відобразити у графічній частині.

2. ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ УДОСКОНАЛЕНОГО КУЛЬТИВАТОРА

2.1. Зміни внесені у конструкцію культиватора КОР-4,2М

Культиватор КОР-4,2М базової конструкції (див. рис.1.9) обладнаний сімома секціями робочих органів: дванадцятьма зубами; дванадцятьма стійками з лапами шириною 165 мм, сімома стійками з лапами шириною 220 мм, чотирма стійками з лапами шириною 330 мм і чотирнадцятьма стійками з лапами шириною 270 мм; дванадцятьма лапами-полицями; корпусами для обробітку гребенів; додатковим комплектом обладнання для обробітку міжрядь шириною 45 см. Використовують такий культиватора для догляду за посівами і посадками овочевих культур на рівній поверхні, на гребенях, та для розпушування ґрунту з підрізанням бур'янів у міжряддях, присипання рослин ґрунтом з метою знищення бур'янів на грядках і підживленні мінеральними добривами.

У конструктивні частині дипломної роботи запропоновано удосконалити культиватор базової моделі обладнавши його робочими органами для роботи у міжряддях просапних культур з можливістю їх використання у різних фазах росту і розвитку просапних культур.

Удосконалені робочі органи встановлюють в тримачі секцій і розставляють на задану ширину міжрядь.

Робочі органи культиватора мають відповідати таким вимогам [2, 16]:

- дотримання захисних зон рядків посівів культурних рослин відповідно до агротехнічних вимог з врахуванням віку рослин і рельєфу поля. На момент прополювання ширина захисної зони $a=8...16$ см (рисунки 2.1 і 2.2) під час розпушування міжрядь відповідно ширини захисної зони – $a=10...25$ см;

- перекриття зон деформації ґрунту долотоподібними лапами – 3...5 см;

- відстань між лезом однієї лапи і найближчою точкою другої лапи – не менше 3 см. Такий стан лап знижує забивання їх зрізаними бур'янами;

- перекриття Δb сусідніх проходів полівними лапами повинно бути не менше 3...5 см, що забезпечить повне підрізання бур'янів і розпушування ґрунту;

- долотоподібні лапи вздовж гряділя встановлюють на максимально можливій відстані одну від одної, щоб уникнути волочіння ґрунту;

- прополювальні борінки комплектують зубами залежно від того, де вони будуть працювати – у міжряддях або в захисній зоні. При роботі в міжряддях схема розстановки зубів 2+2+5, в захисній зоні – 2+2+2 [2, 16].

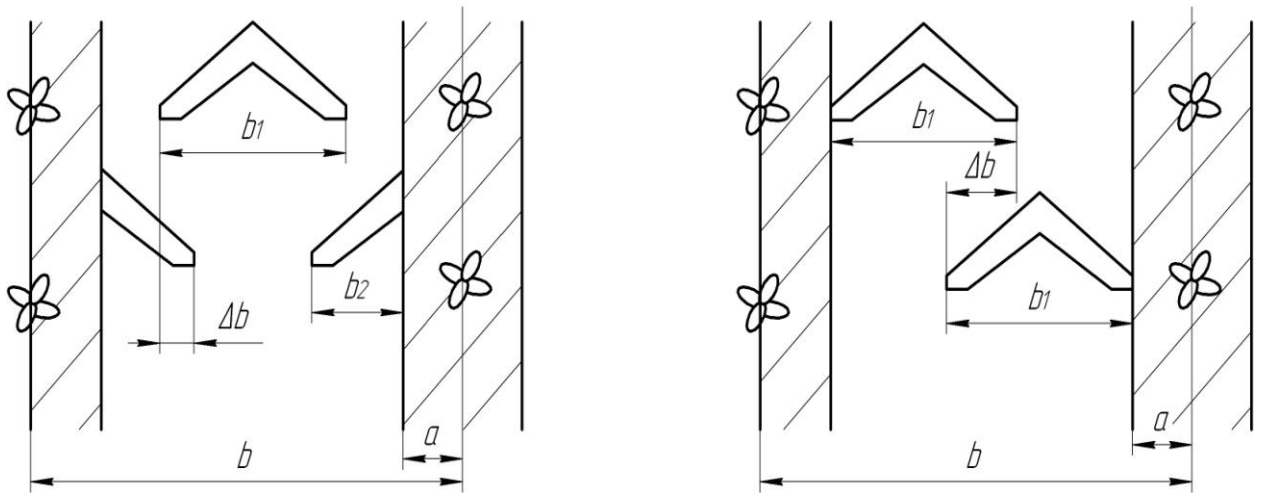
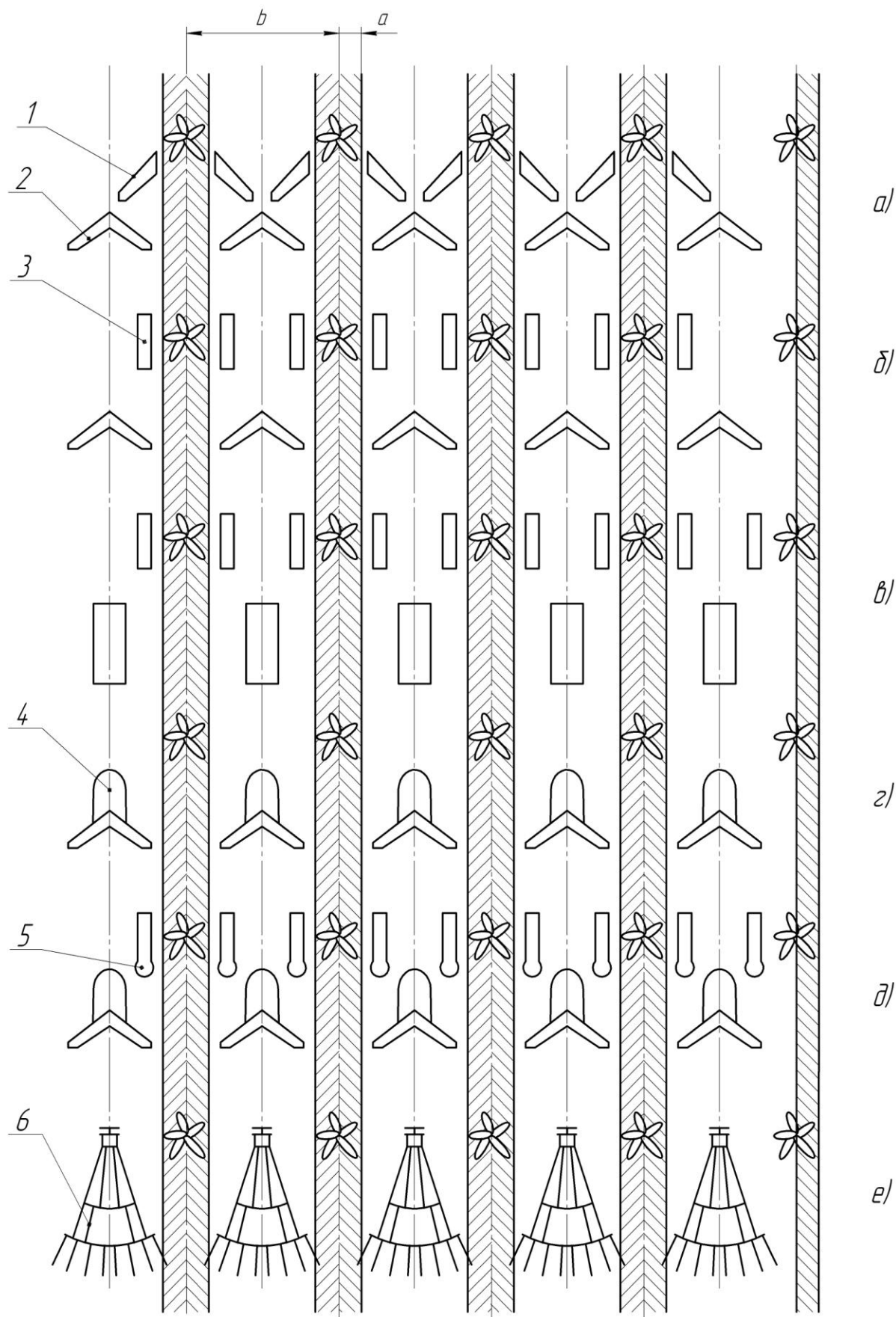


Рисунок 2.1 – Схема розміщення робочих органів культиватора КОР-4,2М

На схемі (див. рис. 2.2) зображено: а) підрізання бур'янів і розпушування ґрунту; б) глибоке розпушування ґрунту та підрізання бур'янів; в) глибоке розпушування ґрунту; г) підгортання; д) глибоке розпушування ґрунту з внесенням добрив і підгортанням; е) боронування; є) присипання бур'янів у захисній зоні; ж) підрізанням бур'янів і розпушуванням захисної зони;

Удосконалені у дипломній роботі робочі органи виконанні так: на стійці стрічатої лапи є крила, виконані у вигляді право- і лівосторонніх бритвених лез. Їх можна регулювати по пластині вертикально і по ширині захвату за допомогою гвинта, чим регулюють глибину обробітку.



1 – одностороння плоскоріжуча лапа; 2 – стрілочаста лапа; 3 – долотоподібна лапа; 4 – підгортач; 5 – підживлюючий ніж; 6 – пружинна прополювальна борона

Рисунок 2.2 – Схема розміщення робочих органів культиватора КОР-4,2М

Крила закріплені на стійці з можливістю регулювання кута атаки їх за допомогою тримача з розміщеними на ньому по колу отворами. Кріплення лез в отворах здійснюються гвинтом. Кут нахилу крил дорівнює куту нахилу гребеня.

Удосконалені робочі органи культиватора працюють так. Під час руху у ґрунті крила, встановлені на ширину захвату, глибину обробітку і кут атаки, відповідно з фазою росту і розвитку культурних рослин, забезпечують підрізання бур'янів на схилах гребенів та рихлення міжрядь.

Культиватор з такими робочими органами може використовуватись для обробітку різних просапних культур.

2.2. Розрахунок конструктивних параметрів культиватора для міжрядного обробітку ґрунту

2.2.1. Проектування лап культиватора

Культиватори для суцільного обробітку ґрунту комплектують полільними і розпушувальними лапами. Полільні лапи призначені для знищення бур'янів так, що забезпечують підрізання їх коренів у горизонтальному перетині.

Основні робочі органи просапних культиваторів-розпушувачів - стрілочасті лапи. Розмір і форма стрілочастих лап (рисунки 2.3, 2.4) характеризуються такими параметрами: кутами розхилу 2γ і кришіння β , шириною захвату b , шириною на початку b_1 , і в кінці крила b_2 лапи, окреслення грудей лапи, що визначаються кутами 2θ і α .

Проектуючи стрілочасті лапи до культиватора для міжрядного обробітку КОР-4,2М, який удосконалюється у дипломній роботі, необхідно визначити параметри лапи побудовою бокової проекції і плану лапи (рисунок 2.4).

При малих значення кута α можливі випадки, коли нахил прямої AK (див. рис. 2.3) не буде відповідати прийнятій формі профілю хвостовика і

стійки лапи. За такого нахилу неможливо правильно розташувати під лапами гайки гвинтів, які кріплять лапи до стійок.

Кут γ потрібно вибрати таким, щоб бур'яни підрізалися лапами різанням ковзання, а підрізані корені зісковзували вздовж леза. Якщо така умова не виконується, то відбувається обмотуванням лез лап: непідрізані стебла і корені бур'янів, що перегнулися на лезі і, які затримуються силами тертя, накопичуються на крилах лап, через що лапи перестають підрізати бур'яни і виглиблюються з ґрунту [2, 9, 16, 18].

Збільшення підйому грудей лап можна досягнути відповідним вибором форми перерізу грудей і хвостовика лап. Проілюструємо це на прикладі конструювання лап культиватора КОР-4,2. Переріз проводимо по нормалях до кривої AK_1CD через точки E , K_1 , і C (рисунок 2.4). Точку E приймаємо на відстані $1/3$ від носка лапи (точка A); положення точки C вибираємо залежно від розмірів хвостовика. Кут θ_1 в перерізах 1-1 і 2-2 (див. рис. 2.4) може бути визначений графічно або аналітично [2, 9, 16, 18].

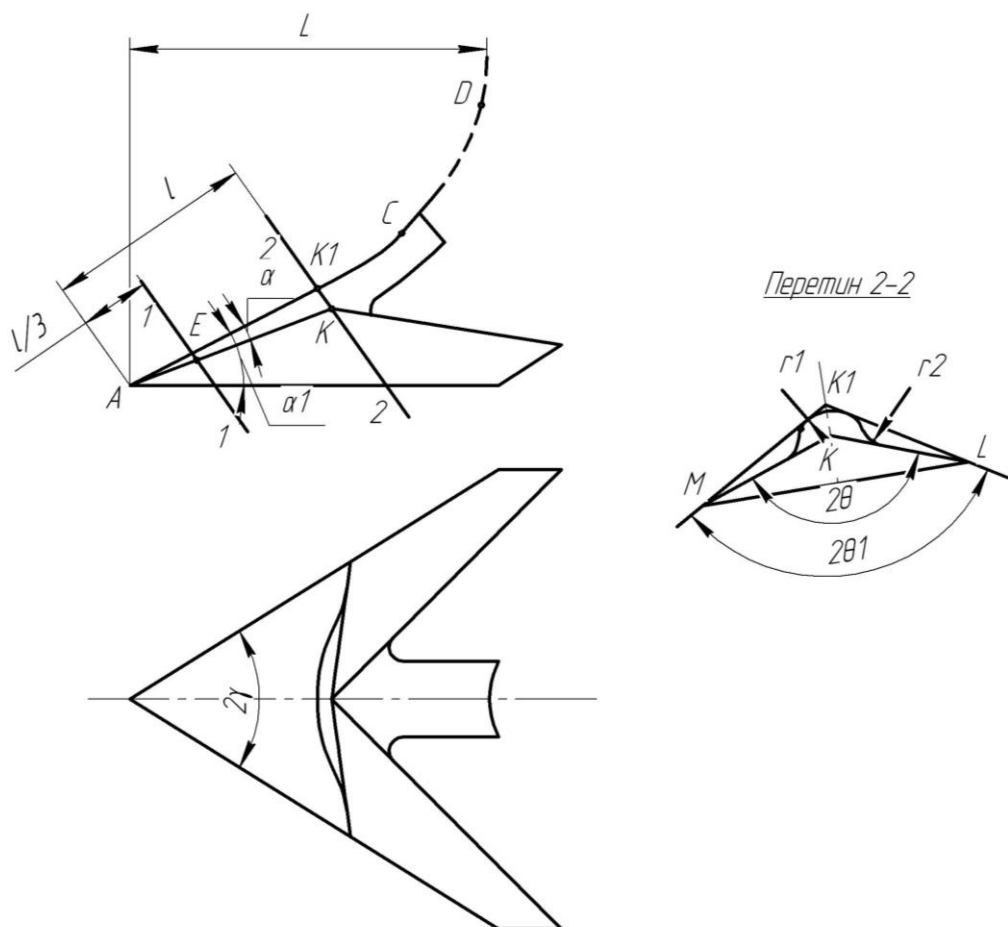


Рисунок 2.3 – Схема побудови проекції стрілкової лапи з хвостовиком

З рисунка 2.3 можна записати:

$$\operatorname{tg} \theta_1 = \frac{MN}{K_1 N} \quad \text{і} \quad \operatorname{tg} \theta_1 = \frac{MN}{KN}, \quad (2.1)$$

звідси
$$\operatorname{tg} \theta_1 = \frac{KN}{K_1 N} \operatorname{tg} \theta; \quad (2.2)$$

$$KN = K_1 N - KK_1, \quad (2.3)$$

де
$$KK_1 = K_1 N \frac{\operatorname{tg} \psi}{\operatorname{tg}(\alpha + \psi)}. \quad (2.4)$$

Тоді
$$KN = K_1 N \left[1 - \frac{\operatorname{tg} \psi}{\operatorname{tg}(\alpha + \psi)} \right]. \quad (2.5)$$

Враховуючи вираз (2.5), рівняння (2.2) можна записати так:

$$\operatorname{tg} \theta_1 = \operatorname{tg} \theta \left[1 - \frac{\operatorname{tg} \psi}{\operatorname{tg}(\alpha + \psi)} \right]. \quad (2.6)$$

$$\operatorname{tg} \theta_1 = \frac{MN}{KN} = \frac{\operatorname{tg} \gamma}{\sin \alpha}. \quad (2.7)$$

Якщо
$$MN = l \cos \alpha \cdot \operatorname{tg} \gamma,$$

$$KN = l \cos \alpha \cdot \sin \alpha,$$

то
$$\psi = \alpha_1 - \alpha. \quad (2.8)$$

Підбираючи радіуси заокруглення надають форму, яка відповідатиме перетину стійок лапи і особливостям їх кріплення.

Для повноти уявлення про конструкцію стрілочастих лап культиватора КОР.-4,2, що удосконалюється у даній роботі, виконують побудову розгортки лапи (рисунк 2.4): від точки I на осьовій лінії відкладаємо відрізки $I3$ – положення точки $б$ і l – положення точки II . На перпендикулярах до осьової лінії, проведених через точки $б$ і II , відкладаємо

довжину відповідних дуг $a_1b_1c_1$ і $a_2b_2c_2$. Отримаємо точки 5, 7, 10 і 12. З точки 1 проводимо коло радіусом k_1 , а з точок 5 і 7 – кола радіусом s_1 . Перетин цих кіл дає точки 4 і 8. Аналогічно визначаємо положення точок 9 і точки 13. Задній контур полиць лап визначаємо прийнятими значеннями b_1 і b_2 відповідно з таблицями ГОСТ.

Виконуємо побудову розгортки хвостовика лапи. По осьовій лінії розгортки від точки 11 відкладаємо відрізок, який дорівнює довжині хвостовика лапи, отримуємо точку 17. На перпендикулярі до осьової, поставленому з точки 17, відкладаємо довжину дуги перерізу хвостовика. Носок лапи і гострі кути розгортки закруглюємо відповідними радіусами.

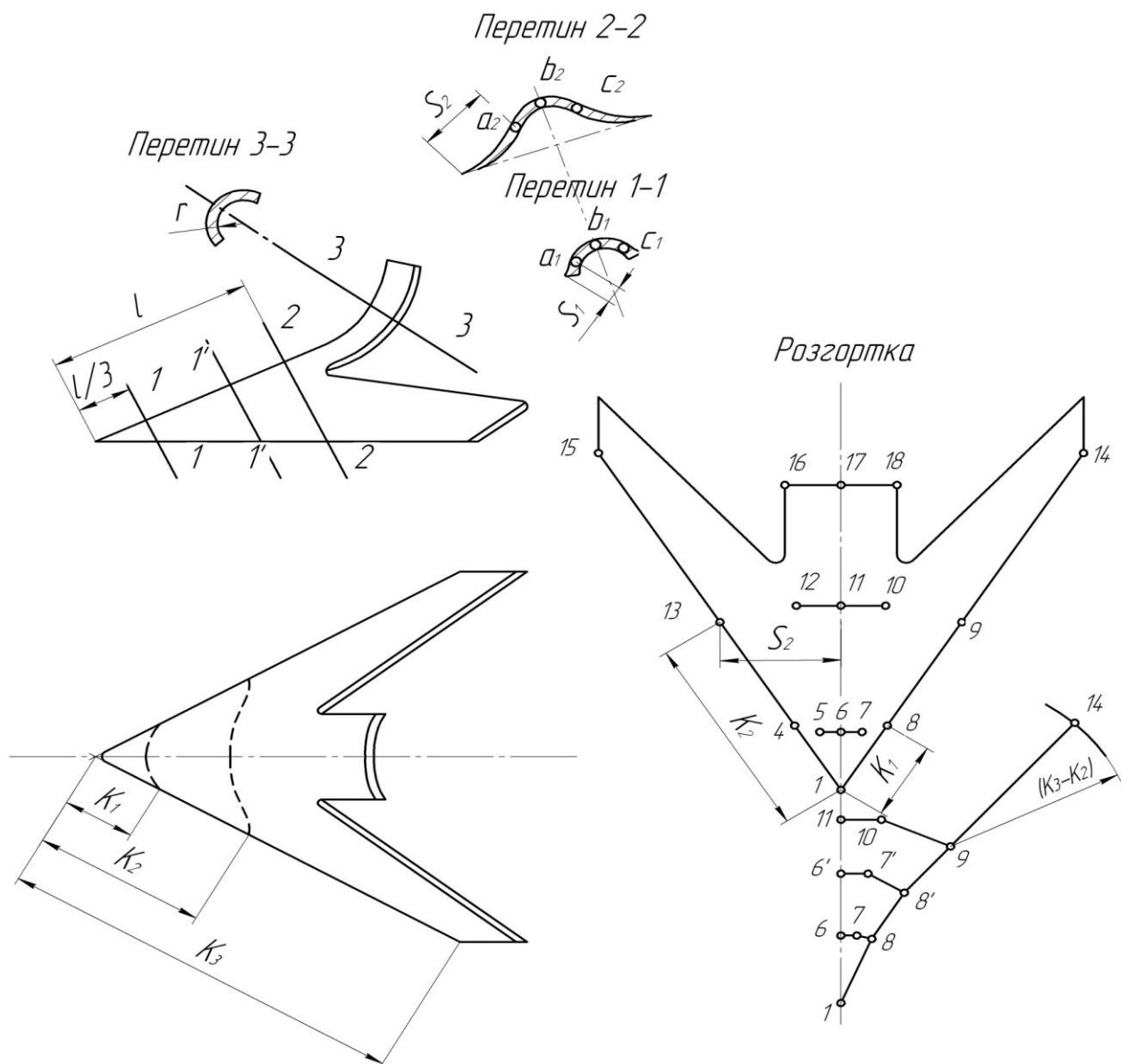


Рисунок 2.4 – Проектування стрілкової лапи з хвостовиком
культиватора КОР-4,2М

2.2.2. Проектування односторонніх полільних лап культиватора

Простуючи односторонні полільні лапи культиватора КОР-4,2М, що удосконалюється, задаємося такими параметрами: кут нахилу леза щитка до горизонту ψ ; кут скосу леза полиці ε ; зовнішній радіус спряження полиці лапи зі щитком; ширина захвату лапи B ; висота леза щитка лапи H ; ширина полиць лапи b_1 і b_2 ; товщина матеріалу δ ; кут заточки леза лапи i ; кут кришіння β [2, 9, 16, 18]

Величина кута Ω , утвореного перетином ліній леза полиці і леза щитка в розгортці, повинна бути рівна 180° (рисунок 2.5).

Кута Ω визначаємо із залежності

$$\Omega = 180 + \varepsilon_0 - (\psi + \alpha), \quad (2.9)$$

Він має дорівнювати 180° , тому необхідно, щоб виконувалася умова

$$\varepsilon_0 = \psi + \alpha. \quad (2.10)$$

тоді $\cos \varepsilon_0 = \cos \alpha \cdot \cos \varepsilon.$ (2.11)

Значення кута α визначаємо з рівняння, де кут ε позначений через γ , тобто

$$\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} \beta \cdot \sin \varepsilon. \quad (2.12)$$

Отримане значення α підставляємо в рівняння (2.10) і визначаємо ε_0 .

Перевіряємо значення кутів ε і β . Отримане значення підставляємо в рівняння (2.12).

Тоді $\operatorname{tg} \alpha_1 = \operatorname{tg} 13 \cdot \sin 30 = 0,1155.$

$$\alpha_1 = 6^\circ 30'.$$

$$\operatorname{tg} \alpha_2 = \operatorname{tg} 15 \cdot \sin 32 = 0,1420.$$

$$\alpha_2 = 8^\circ 5'.$$

Прийнявши $\psi = 24^\circ$ і $\alpha = 8^\circ$, визначимо, що $\varepsilon_0 = \psi + \alpha = 32^\circ$.

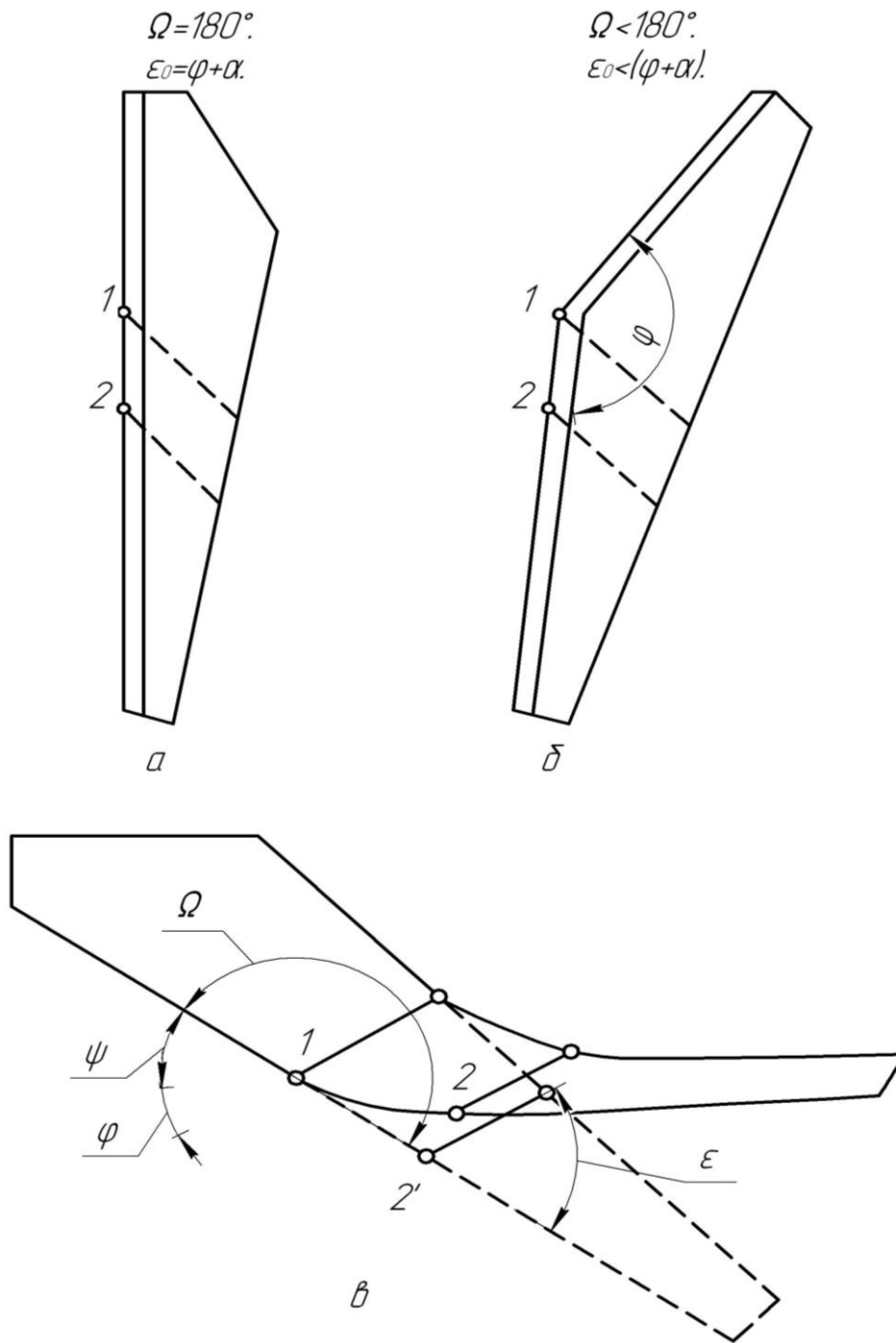


Рисунок 2.5 – Побудова проєкції полиці полільної лапи культиватора КОР-4,2М

Підставивши знайдені значення в (2.11) отримаємо залежність

$$\cos \varepsilon = \frac{\cos \varepsilon_0}{\cos \alpha}, \quad (2.13)$$

$$\cos \varepsilon = \frac{\cos 32^\circ}{\cos 8^\circ} = 0,856.$$

Для повного обґрунтування параметрів робочих органів удосконалюваного культиватора виконаємо побудову розгортки односторонньої плоскоріжучої лапи (рисунок 2.6).

Кут β визначимо із залежності

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\sin \varepsilon}, \quad (2.14)$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{\operatorname{tg} 8^\circ}{\sin 31^\circ 05'} = 0,2722.$$

Звідки $\beta = 15^\circ 14'$.

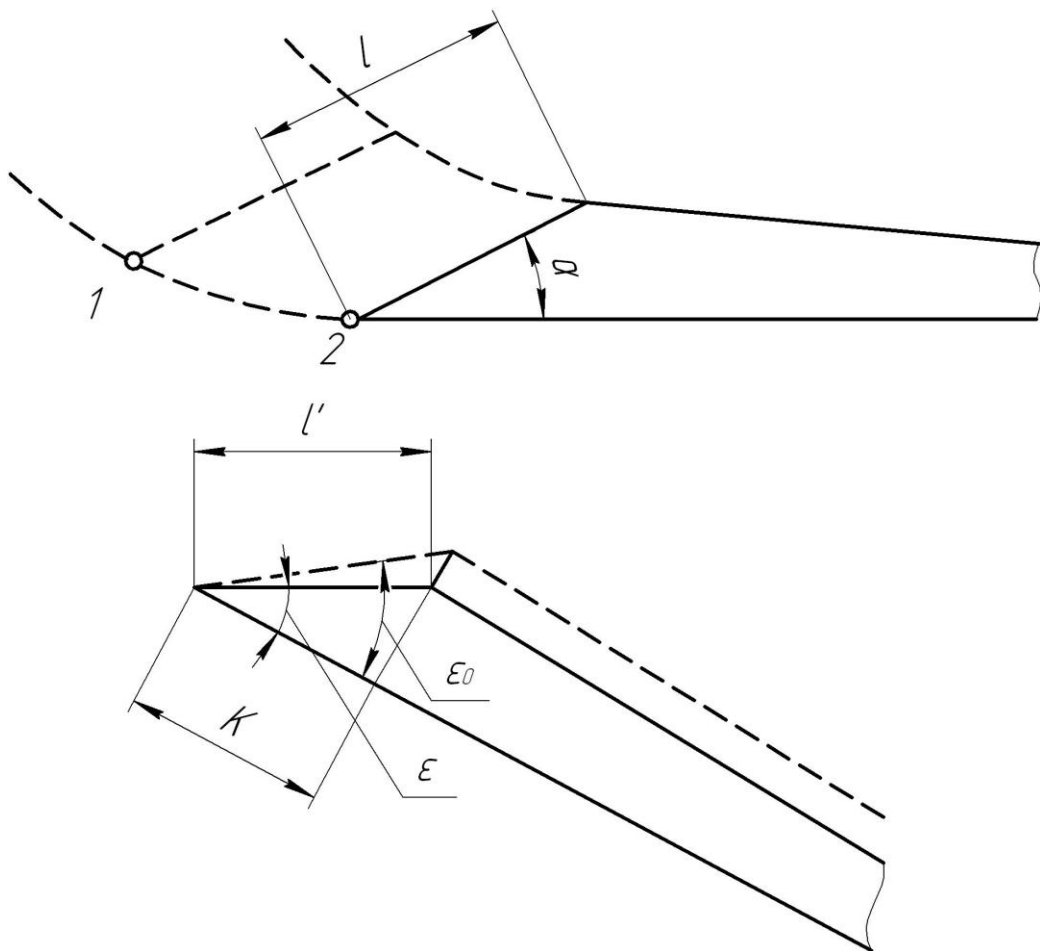


Рисунок 2.6 – Схема побудови проекції односторонньої плоскоріжучої лапи культиватора

Отримане значення кута β перевищує рекомендовані межі, тому необхідно повторити розрахунок. Відповідно приймаємо такі значення кутів: $\psi = 25^\circ$ і $\alpha = 8^\circ$, тоді $\varepsilon_0 = 33^\circ$.

Визначаємо значення решти кутів.

$$\cos \varepsilon = \frac{\cos \varepsilon_0}{\cos \alpha}, \quad (2.15)$$

$$\cos \varepsilon = \frac{\cos 33^\circ}{\cos 8^\circ} = 0,847.$$

Значить $\varepsilon_0 = 32^\circ 07'$.

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\sin \varepsilon}, \quad (2.16)$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{\operatorname{tg} 8^\circ}{\sin 32^\circ 07'} = 0,2643.$$

Відповідно $\beta = 14^\circ 48'$.

Отриманні значення кутів ψ , ε і β входять у встановлені межі.

За таких значень виконується необхідна умова для кута Ω

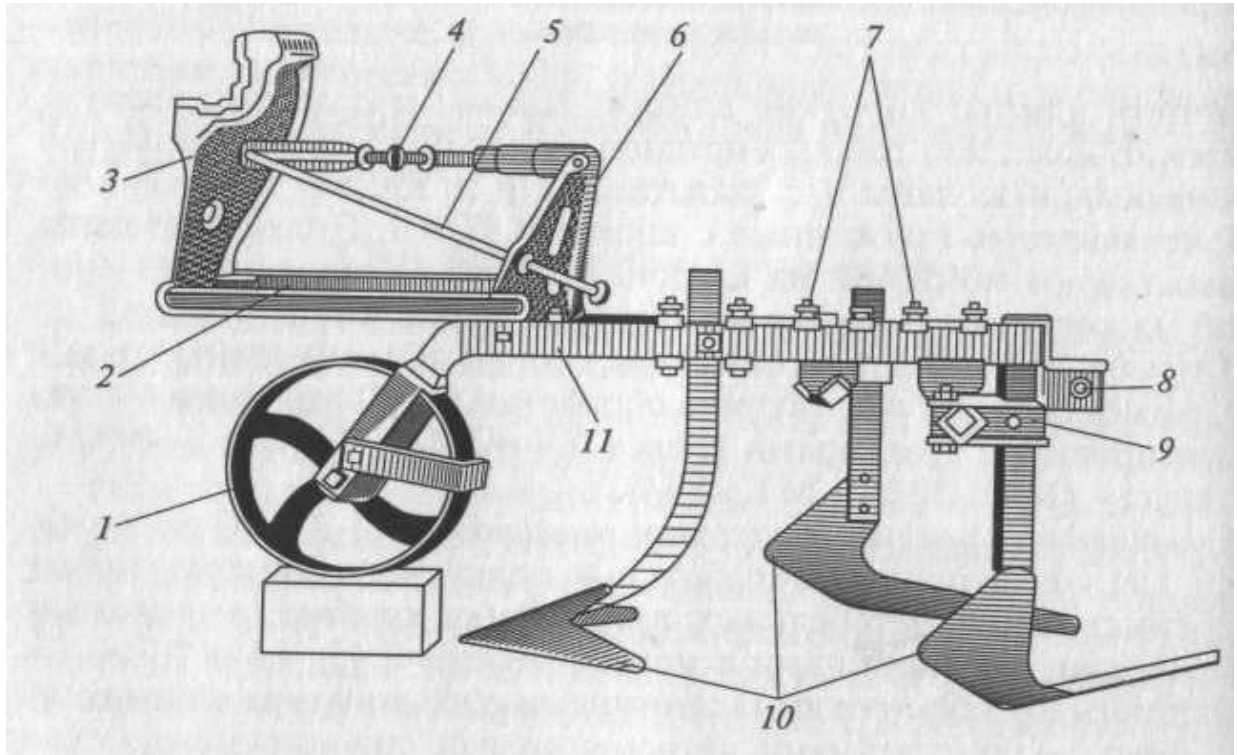
$$\Omega = 180 + \varepsilon_0 - (\psi + \alpha) = 180 + 32,30 - (25 + 7,30) = 180^\circ.$$

2.3. Розрахунок на міцність кріплення стійки культиваторної лапи

У дипломній роботі виконуємо обґрунтування параметрів основних робочих органів культиватора для міжрядного обробітку просапних культур КОР.-4,2 не змінюючи основної несучої конструкції.

Оскільки у роботі запропоновано нові конструкції робочих органів культиватора – лап стрілочастих і плоскорізних, то доцільно розглянути міцність кріплення лап зі стійками до рами культиватора. Необхідно підібрати болти для кріплення стійок.

Конструктивну схему кріплення робочих органів культиватора показано на рисунку 2.7.



1 – копіювальне колесо; 2 – нижня ланка паралелограмного механізму; 3 – передній кронштейн; 4 – верхня ланка паралелограмного механізму (тяги); 5 – обмежувач опускання секції; 6 – задній кронштейн; 7– накладки; 8 – задній тримач; 9 – боковий тримач; 10 – робочі органи; 11– гряділь

Рисунок 2.7 – Схема кріплення лап до рами культиватора КОР-4,2М

Матеріал стійок лапи і рами культиватора КОР-4,2М – Сталь Б-20 ГОСТ 10705-80.

Проектний діаметр болта визначаємо з умови міцності на зріз [4, 14, 20]

$$d > 3 \sqrt{\frac{4k_C \cdot F_K}{\pi \cdot [\tau_D]}}, \quad (2.17)$$

де F_K – колове зусилля від сили опору, кН;

k_3 – коефіцієнт запасу з'єднання;

$[\tau_{3P}]$ – допустиме напруження зрізу матеріалу болта,

$$[\tau_{3P}] = (0,6..0,8)[\tau_P] \text{ МПа};$$

$[\tau_P]$ – допустиме напруження на розтяг матеріалу болта, $[\tau_P] = 70$ МПа.

Колове зусилля визначають так [14, 20]

$$F_K = f_l \cdot F_T, \quad (2.18)$$

де f_l – коефіцієнт тертя між стійкою лапи та рамою, $f_l = 0,2$;

F_T – зусилля затягування болта, кН.

Зусилля затягування болта можна визначити користуючись залежністю

$$F_T = \frac{2L \cdot F_{PO1}}{z \cdot l_C}, \quad (2.19)$$

де F_{PO1} – сила опора одного корпусу культиватора;

L – відстань від умовної точки прикладання сили до болтів кріплення,

$$L = 0,6 \text{ м};$$

z – кількість болтів кріплення, $z = 2$;

l_C – середня відстань між болтами кріплення стійки, $l_C = 0,10$ м.

приймаємо найбільш навантажений режим роботи $F_{PO1} = 3$ кН [14].

тоді $F_T = 2 \cdot 0,60 \cdot 3 / 2 \cdot 0,10 = 18$ кН.

З умови міцності на розрив визначимо діаметр болтів для кріплення стійок культиваторних лап

$$d > \sqrt[3]{\frac{4 \cdot 1,3 \cdot 18000}{3,14 \cdot 70}} = 7,2 \text{ мм.}$$

Враховуючи значення рекомендованого коефіцієнта запасу міцності для різьбових з'єднань $k=1,5$ приймаємо болти М12-6g.

2.4. Тяговий опір агрегата для міжрядного обробітку у складі трактора МТЗ-80 і культиватора КОР-4,2М

2.4.1. Взаємодія ріжучого периметру лапи з ґрунтом

Для оптимізації конструктивних параметрів культиватора КОР-4.2М з удосконаленими робочими органами за величиною тягового опору розглянемо процес взаємодії ріжучого периметра лапи з ґрунтом. Тяговий опір культиватора у загальному вигляді визначають за формулою [3, 9, 12, 17]

$$P = (P_C + P_N + 2P_B + P_3 + P_V), \quad (2.20)$$

де P_C – тяговий опір від сколювання ґрунту в поздовжньому напрямку, кН;

P_N – тяговий опір від сил тертя і тиску ґрунту на поверхню робочого органу, кН;

P_B – тяговий боковий опір від сколювання ґрунту у поперечно-вертикальному напрямку, кН;

P_3 – тяговий опір, що враховує вплив величини площини затуплення, кН;

P_V – тяговий опір, що враховує швидкість різання, кН.

Площа сколювання ґрунту, величина якої визначає найбільшу складову опору P_C , – це поверхня зрізаного конуса з параметрами [3, 9, 12, 17]:

верхній еліпс

$$r_B = \sqrt{[a \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_2) + a_1 \cdot \operatorname{ctg} \alpha]^2 \cdot \cos^2 t + [(a - a_1) \cdot \operatorname{tg} \varphi_2 + 0,5 \cdot b]^2 \cdot \sin^2 t}, \quad (2.21)$$

нижній еліпс

$$r_H = \sqrt{[a_1 \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_2) + a_1 \cdot \operatorname{ctg} \alpha]^2 \cdot \cos^2 t + 0,25 \cdot b^2 \cdot \sin^2 t}, \quad (2.22)$$

де r_B, r_H – миттєві радіуси кривизни;

φ_2 – кут внутрішнього тертя;

t – поточний параметр.

Площу сколювання можна визначити за формулою [3, 9]

$$A_C = \int_0^{0,5\pi} (r_B + r_H) \cdot \sqrt{(a - a_1)^2 + (r_B + r_H)^2} \cdot dt + \\ + 0,5 \cdot a_1 \cdot (b - b_1) \cdot ctg \alpha \cdot tg(\alpha + \varphi_2), \quad (2.23)$$

З урахуванням (2.20) та відповідно зі схемою, тяговий опір від сколювання ґрунту [3, 9]

$$P_C = C_{ПИТ} \cdot \sin(\alpha + \varphi_2) \cdot \left[\int_0^{\pi/2} \sqrt{(a - a_1)^2 + (r_B + r_H)^2} \cdot (r_B + r_H) \cdot \cos t dt + \right. \\ \left. + 0,5 \cdot a_1 \cdot (b + b_1) \cdot ctg \alpha \cdot tg(\alpha + \varphi_2) \right]. \quad (2.24)$$

де $C_{ПИТ}$ – питоме зчеплення часток ґрунту, що визначається за довідковими таблицями залежно від кількості ударів твердоміра ДорНДІ.

Складову сил тертя і тиску на поверхню лапи культиватора визначаємо за формулою [3, 9]

$$P_N = 0,5a \cdot \rho \cdot [(a_2 - a_1)(b_2 + b_1) + a_1(b_1 + b)] \times \\ \times (tg \varphi_1 \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha) \cdot ctg \alpha \cdot \cos \alpha, \quad (2.25)$$

де ρ – питома вага ґрунту.

Силу опору від сил тертя і тиску на бокову стійку культиватора визначаємо за формулою

$$P_3 = 0,5\rho \cdot (a - a_1) \cdot c \cdot \left[tg \left(45^\circ - \frac{\varphi_2 + \varepsilon_C}{2} \right) \cdot tg \varepsilon_C \right]^2 \times \\ \times (tg \gamma \cdot \cos \varepsilon_C + tg \varphi_1 \cdot \cos \alpha \cdot \cos \gamma) \cdot \cos \varepsilon_C, \quad (2.26)$$

де ε_C – кут нахилу площини стійки, $\varepsilon_C = arctg \cdot (tg \delta \cdot \cos \gamma)$.

Стрілчасті лапи культиватора кріплять до вертикальних стійок прямокутного поперечного перерізу. Кожна така лапа у горизонтальній площині – це два тригранних клина.

Поздовжню складову R_X тягового опору стрілчастих лап можна

виразити такою залежністю [3, 9]

$$R_X = R_l + R_n + R_c, \quad (2.27)$$

де R_l і R_n – опір ґрунту переміщенню відповідно лівого і правого крил, кН;

R_c – опір ґрунту переміщенню по стійці, кН.

Поздовжню складову R_X тягового опору одного з крил лапи можна визначити за методикою Г. Н. Синєокова [3, 9]

$$R_X = R_{3x} + R_{Dx} + R_{Gx} + R_{Fx}, \quad (2.28)$$

де R_{3x} – опір ґрунту заглибленню леза, $R_{3x} = 2,73$ кН;

R_{Dx} – опір ґрунту деформації, кН;

R_{Gx} – опір тригранного клина, обумовлений вагою скиби, кН;

R_{Fx} – опір тригранного клина, обумовлений силою інерції скиби, кН.

До опору ґрунту заглибленого гострого леза R_{3x} при роботі клина в ґрунті, який не має каміння і міцних коренів, може бути включений опір ґрунту деформації R_{Dx} , оскільки ні розрахунковим, ні експериментальним шляхом цей вид опору визначити неможливо. З чотирьох складових тягового опору клина теоретично можна визначити лише дві: R_{Gx} і R_{Fx} , тому в кожному з конкретних випадків значення сили R_x , необхідно визначати дослідним шляхом.

Залежність між товщиною скиби a і силою R_{Dx} приймаємо лінійною, і визначаємо за формулою [3, 9]

$$R_{Dx} = k_\Gamma \cdot a_K \cdot b_K, \quad (2.29)$$

де k_Γ – коефіцієнт, що враховує властивості ґрунту і геометричну форму

клина, визначають дослідним шляхом, $k_\Gamma = 0,4$;

a_K – глибина обробітку, м;

b_K – ширина робочої поверхні клина, м.

Складові тягового опору R_{Gx} і R_{Fx} тригранного клина визначають за формули [3, 9]

$$R_{Gx} = a_K b_K l_K \rho_\Gamma \frac{\sin \beta + f(\cos \gamma \cdot \operatorname{ctg} \gamma + \sin \gamma \cdot \cos \beta)}{\cos \beta - f \sin \beta \cdot \sin \gamma}, \quad (2.30)$$

$$R_{Fx} = a_K b_K \rho_\Gamma \frac{V^2 \sin^2 \gamma \left[\sin \beta + f \sin \gamma (\cos^2 \gamma + \cos \beta) \right]}{g(\operatorname{ctg} \beta - f \sin \gamma)}, \quad (2.31)$$

де l_K – довжина робочої поверхні клина, м;

ρ_Γ – питома вага ґрунту, $\rho_\Gamma = 26,58$ кН/м³;

β – кут кришення лапи, $\beta = 14^\circ$, (див. п. 2.2.2.(2.16));

f – коефіцієнт тертя ґрунту об робочу поверхню, $f = 0,6$;

γ – кут скосу леза лапи, $\gamma = 32^\circ$;

g – прискорення вільного падіння, м/с²;

V – швидкість руху клина, $V = 2,2$ м/с.

Підставивши дані, отримаємо:

$$R_{G\tilde{o}} = 0,1 \cdot 0,15 \cdot 0,45 \cdot 26,58 \frac{\sin 14^\circ + 0,6 \cdot (\cos 32^\circ \cdot \operatorname{ctg} 32^\circ + \sin 32^\circ \cdot \cos 14^\circ)}{\cos 14^\circ - 0,6 \sin 14^\circ \cdot \sin 32^\circ} =$$

$$= 0,1 \cdot 0,15 \cdot 0,45 \cdot 26,58 \frac{0,24 + 0,6 \cdot (0,85 \cdot 1,6 + 0,53 \cdot 0,97)}{0,97 - 0,6 \cdot 0,24 \cdot 0,52} = 0,28 \text{ кН};$$

$$R_{F\tilde{o}} = 0,1 \cdot 0,15 \cdot 26,85 \frac{2,2^2 \sin^2 32^\circ \left[\sin 14^\circ + 0,6 \sin 32^\circ (\cos^2 32^\circ + \cos 14^\circ) \right]}{9,81(\operatorname{ctg} 14^\circ - 0,6 \sin 32^\circ)} =$$

$$= 0,1 \cdot 0,15 \cdot 26,85 \frac{4,84 \cdot 0,28 [0,24 + 0,6 \cdot 0,53(0,7 + 0,97)]}{9,81(4,01 - 0,6 \cdot 0,53)} = 0,012 \text{ кН};$$

$$R_{Dx} = 0,4 \cdot 0,1 \cdot 0,15 = 0,006 \text{ кН};$$

$$R_x = 2,73 + 0,006 + 0,012 + 0,28 = 3,028 \text{ кН.}$$

2.4.2. Визначення оптимального тягового режиму трактора МТЗ-82

Вихідні дані:

- номінальна потужність трактора, $N_e = 44,2$ кВт;
- номінальна частота обертів вала двигуна трактора, $n_e = 1750$ хв⁻¹;
- питома витрата палива, $g_e = 253$ г/кВт-год;
- силовий радіус коліс трактора, $R_K = 0,95$ м;
- швидкість руху трактора, $V_T = 2,2$ м/с;
- ккд трансмісії, $\eta = 0,88$;
- тиск у шинах, $P_K = 150$ кПа;
- коефіцієнт кочення коліс, $f_k = 0,11$;
- передаточне число трансмісії, $u = 62$.

Визначаємо номінальний крутний момент двигуна трактора [3, 9, 17]

$$M_e = \frac{9,81 \cdot 30 \cdot 102 \cdot 44,2}{\pi \cdot n_e}, \quad (2.32)$$

Підставивши дані, отримаємо

$$M_e = \frac{9,81 \cdot 30 \cdot 102 \cdot 44,2}{3,14 \cdot 1750} = 241 \text{ Нм.}$$

Максимальний крутний момент двигуна відповідно

$$M_{e \max} = 1,05 \cdot M_e; \quad (2.33)$$

де 1,05 – коефіцієнт пристосування двигуна за навантаженням;

$$M_{e \max} = 1,05 \cdot 241 = 253 \text{ Нм.}$$

Частота обертів вала двигуна для максимального крутного моменту

$$n_{eM} = n_e \cdot 1,5^{-1}, \quad (2.34)$$

$$n_{eM} = 1750 \cdot 1,5^{-1} = 1167 \text{ хв}^{-1}.$$

Максимальна частота обертів вала двигуна трактора при $M = 0$

$$n_{max} = n_e \cdot 0,92^{-1}, \quad (2.35)$$

$$n_{max} = 1750 \cdot 0,92^{-1} = 1842 \text{ хв}^{-1}.$$

Визначаємо потужність двигуна при максимальному крутному моменті за формулою [3, 9, 17]

$$N_{em} = \frac{\pi \cdot M_{e \max} \cdot n_{eM}}{9,81 \cdot 30 \cdot 102}, \quad (2.36)$$

тобто

$$N_{em} = \frac{3,14 \cdot 253 \cdot 1167}{9,81 \cdot 30 \cdot 102} = 30,88 \text{ кВт}.$$

Потужність двигуна при $M = 0$ дорівнює нулю.

Годинну витрату палива при $M = M_e$ визначаємо за формулою [3, 9, 13]

$$G_e = g_e \cdot N_e, \quad (2.37)$$

$$G_e = 253 \cdot 44,2 \cdot 10^{-3} = 11,2 \text{ кг/ год}.$$

Годинну витрату палива при $M = M_{e \max}$, визначаємо як:

$$G_e = g_e \cdot N_{em}; \quad (2.38)$$

при $M = 0$

$$G_e = G_{em}; \quad (2.39)$$

Тоді

$$G_{em} = 253 \cdot 30,88 \cdot 10^{-3} = 7,81 \text{ кг/ год}.$$

Отримані розрахункові дані вносимо у таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 – Розрахункові дані

Частота обертів вала двигуна, хв ⁻¹		Крутний момент, Нм	
позначення	величина	позначення	величина
n_e	1750	M_e	241
n_{eM}	1167	$M_{e\ max}$	253
n_{max}	1842	M_{eM}	0

Визначаємо максимальну силу тяги T_{max} з умови буксування рушія [3, 9, 17]

$$\delta = A \left(\frac{T_{max}}{9,81 \cdot G_M} \right) + B \left(\frac{T_{max}}{9,81 \cdot G_M} \right)^n = 1, \quad (2.40)$$

де T_{max} – максимальна сила тяги, кН;

δ – коефіцієнт буксування;

A, B, n – коефіцієнти, які залежать від умов ґрунту, типу рушія.

Розкладаємо рівняння (2.35) в ряд Фур'є і обмежувачись першими п'ятьма членами розкладу знаходимо, що $T_{max} = 36$ кН.

Будуємо криву буксування коліс (рисунок 2.11), як функцію сили тяги машини.

Для цього розділяємо максимальне значення сили тяги T_{max} на i -ту кількість рівних частин і для кожного T_i визначаємо величину коефіцієнта буксування.

Отриману залежність будуємо у вигляді діаграм. Розрахунки не приводимо, а результати вносимо у таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 – Значення коефіцієнта буксування

T_i , кН	$T_1=5$	$T_2=10$	$T_3=15$	$T_4=20$	$T_5=25$	$T_{max}=30$
δ_i	$\delta_1=0,018$	$\delta_2=0,038$	$\delta_3=0,066$	$\delta_4=0,14$	$\delta_5=0,38$	$\delta_{max}=1$

Розрахуємо силу опору коченню коліс машини і відкладаємо отримане значення опору зліва від початку координат в масштабі сили T (рисунок 2.8).

$$P_f = 9,81 \cdot G_M \cdot f_K, \quad (2.41)$$

$$P_f = 9,81 \cdot 3,33 \cdot 0,11 = 3,59 \text{ кН.}$$

$$P_0 = \frac{M_e \cdot u \cdot \eta}{R_K}, \quad (2.42)$$

$$P_0 = \frac{241 \cdot 10^{-3} \cdot 62 \cdot 0,88}{0,95} = 14 \text{ кН.}$$

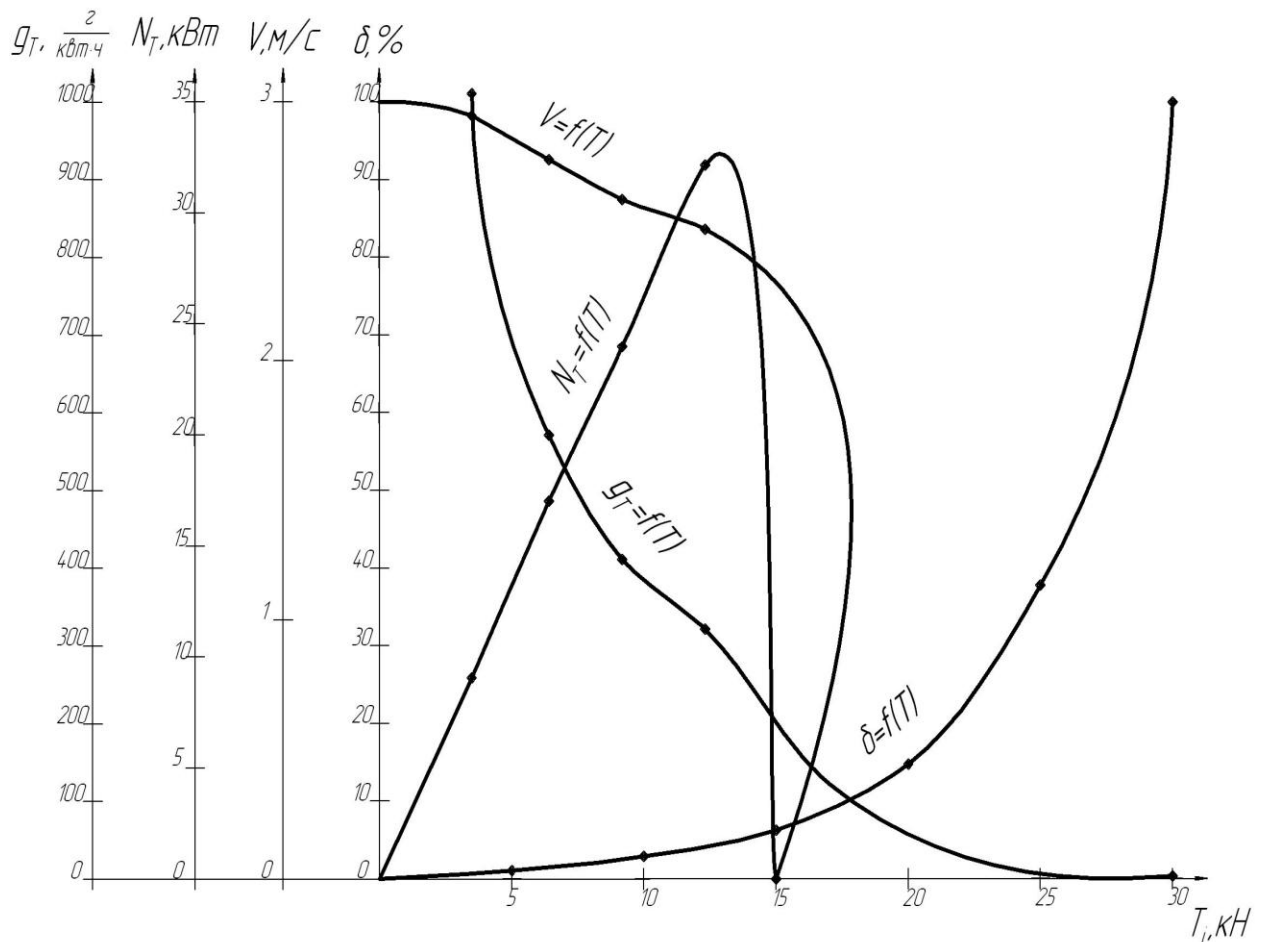


Рисунок 2.8 – Крива буксування коліс трактора

Дійсні швидкості руху машини визначаємо за формулою [3, 9, 17]

$$V_{gi} = \frac{\pi \cdot R_K \cdot n_i \cdot (1 - \delta_i)}{30 \cdot u} \quad (2.43)$$

Отримані результати вносимо у таблицю 2.3.

Таблиця 2.3 – Дійсні швидкості руху

T_i , кН	$T_1=3$	$T_2=6$	$T_3=9$	$T_4=12$	$T_5=15$	$T_{max}=30$
V_i , м/с	$V_1=2,9$	$V_2=2,8$	$V_3=2,74$	$V_4=2,68$	$V_5=0$	$V_{max}=0$

При $T=0$, $\delta=0$ – $V_g=V$.

При $T=T_{max}$, $\delta=1$ – $V=0$.

Визначаємо величину тягової потужності N_{Ti} за формулою [3, 9, 17]

$$N_{Ti} = T_i \cdot V_{gi} \quad (2.44)$$

Криву залежності витрати палива g_T від сили тяги T будемо, використовуючи формулу

$$g_{Ti} = \frac{1000 \cdot G_{Ti}}{N_{Ti}}, \quad (2.45)$$

де G_{Ti} – годинна витрата палива, яку визначають із графіка регуляторної характеристики двигуна, кг/год.

Визначаємо оптимальні значення:

$$\delta = 0,045; \quad V_g = 2,4 \text{ м/с}; \quad g_T = 328 \text{ г/кВт}\cdot\text{год}; \quad N_T = 33 \text{ кВт}; \quad T_H = 12,9 \text{ кН}.$$

Перевіряємо трактор на оптимальний тяговий режим по зчепленню з ґрунтом за умовою

$$T_H \geq \sum W, \quad (2.46)$$

де $\sum W$ – допустиме відхилення повинно бути $\pm 10\%$

Результати розрахунків вносимо у таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 – Розраховані величини тягової потужності і витрати палива

T_i , кН	$T_1=3$	$T_2=6$	$T_3=9$	$T_4=12$	$T_5=15$	$T_{max}=30$
N_{Ti} , кВт	$N_{T1}=8,7$	$N_{T2}=16,8$	$N_{T3}=24,6$	$N_{T4}=32,16$	$N_{T5}=0$	$N_{Tmax}=0$
g_{Ti}	$g_{T1}=1011$	$g_{T2}=571$	$g_{T3}=410$	$g_{T4}=332$	$g_{T5}=\sim$	$g_{Tmax}=\sim$

Отже, $12,9 \text{ кН} > 12,83 \text{ кН}$, що задовольняє умову. Відхилення не перевищує 2 %.

2.5. Експлуатаційні розрахунки культиватора КОР-4,2М

Визначимо прогнозовану продуктивність модернізованого агрегату.

Робота агрегата у складі трактора МТЗ-82 та культиватора КОР-4,2М з удосконаленими робочими органами характеризується кількома основними показниками, основний з яких – продуктивність. Продуктивність – це кількість роботи, яку виконує агрегат за одиницю часу (га/год, га/зміну, га/сезон).

Годинна продуктивність (га/год) характеризує роботу агрегату за годину і цей показник потрібен для нормування витрат праці та порівняльного аналізу однотипних агрегатів. Годинну продуктивність визначають за формулою [3, 9, 17]

$$W_{год} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot \tau, \quad (2.47)$$

де B_p – робоча ширина захвату, $B_p = 4,2 \text{ м}$;

V_p – робоча швидкість поступального руху агрегату, км/год.;

τ – коефіцієнт використання робочого часу зміни.

Для зміни коефіцієнт використання робочого часу визначають за формулою

$$\tau = \frac{T_P}{T_{3M}}, \quad (2.48)$$

де T_P – чистий робочий час зміни, год;

T_{3M} – час зміни, год.

Відповідно до законодавства України робочий час зміни складає 8 годин. Для визначення чистого робочого часу зміни відповідно до нормативних документів назначаємо:

T_X – час холостого ходу на переїздах, $T_X = 0,05$ год;

$T_{ПЗ}$ – підготовчо-заключний час, $T_{ПЗ} = 0,06$ год;

$T_{ТО}$ – час, що витрачається на технічне обслуговування, $T_{ТО} = 0,25$ год;

$T_{ТУ}$ – час, що витрачається на зупинки з технічного огляду, $T_{ТУ} = 0,05$ год;

$T_{СМ}$ – час, що витрачається на усунення технологічних відмов,

$$T_{СМ} = 0,1 \text{ год};$$

$T_{ПЕР}$ – час переїздів агрегату у межах зміни, $T_{ПЕР} = 0,3$ год;

$T_{ВДП}$ – час відпочинку, $T_{ВДП} = 0,3$ год;

$T_{ПР}$ – додатковий час на зупинки з організаційних причин, $T_{ПР} = 0,07$ год.

З урахуванням цього, чистий робочий час зміни

$$T_P = 8 - 0,05 - 0,06 - 0,25 - 0,05 - 0,1 - 0,3 - 0,3 - 0,07 = 6,82 \text{ год.}$$

Коефіцієнт використання робочого часу зміни

$$\tau = \frac{6,82}{8} = 0,85.$$

Продуктивність агрегату за годину

$$W_{год} = 0,1 \cdot 4,2 \cdot 4,5 \cdot 0,85 = 1,6 \text{ га/год.}$$

Продуктивність агрегату за зміну

$$W_{3M} = 1,6 \cdot 8 = 12,8 \text{ га/зм.}$$

Продуктивність спроектованого агрегата залежить від таких факторів:

- ефективного використання потужності трактора;
- умов використання агрегату (рельєф поля, його конфігурація та ін.);
- організаційні фактори.

Важливим резервом підвищення продуктивності є організація двозмінної роботи.

Витрати паливно-мастильних матеріалів

Удосконалений у даній дипломній роботі агрегат складається з культиватора КОР-4,2М і трактора МТЗ-82. З урахуванням конструктивних особливостей спроектованої машини вважаємо, що режим роботи двигуна завжди буде наближеним до оптимального. Витрати паливно-мастильних матеріалів для такого режиму визначаємо за формулою [3, 9, 17]

$$q = \frac{Q_P \cdot T_P + Q_X \cdot T_X + Q_O \cdot T_O}{0,1 \cdot B_P \cdot V_P \cdot T_P}, \quad (2.49)$$

де q – питомі витрати паливно-мастильних матеріалів, кг/га;

Q_P – часові витрати пального у робочому режимі, кг;

Q_X – часові витрати пального на холостих переїздах, кг;

Q_O – часові витрати пального на зупинках, кг;

T_P – час роботи у номінальному режимі, год;

T_X – час на холості переїзди, год;

T_O – час роботи на зупинках, год.

Підставивши дані, отримаємо

$$q = \frac{7 \cdot 6,82 + 5 \cdot 0,05 + 5 \cdot 0,05}{0,1 \cdot 4,2 \cdot 4,5 \cdot 6,82} = 3,8 \text{ кг/га.}$$

У результаті розрахунків за формулою (2.49) отримано, що прогнозовані витрати пального повинні складати $q = 3,8$ кг/га.

Під час роботи агрегатів витрати праці характеризують рівень механізації виробничого процесу. Вони значною мірою визначають собівартість виконаних робіт.

Визначаємо їх для спроектованого агрегату

$$Z_n = \frac{n_M}{W_{ГОД}}, \quad (2.50)$$

де n_M – кількість механізаторів;

тоді
$$Z_n = \frac{1}{1,6} = 0,62 \text{ чол.год./га.}$$

Проведені розрахунки підтверджують доцільність використання культиватор КОР-4,2М удосконаленої конструкції.

3. ДОСЛІДЖЕННЯ КУЛЬТИВАТОРНИХ ЛАП РОЗРОБЛЕНОЇ КОНСТРУКЦІЇ

3.1. Дослідження кутів тертя культиваторних лап

Міжрядний обробіток посівів і посадок просапних культур – обов'язкова технологічна операція у технологіях їх вирощування. Основна мета її – знищення бур'янів підрізанням у міжряддях і присипання шаром ґрунту у захисних зонах рядків. Ще одне важливе завдання, яке вирішує міжрядний обробіток – розпушування поверхневого шару ґрунту для запобігання випаровування вологи, яку можуть використати культурні рослини під час росту.

Виконують міжрядний обробіток просапними культиваторами. Здебільшого вони обладнані стрілочастими лапами з хвостовиком та іншими допоміжними робочими органами. Щодо стандартних культиваторних лап, то під час роботи у міжряддях на них намотуються корені та рослинні рештки, особливо на кінці крил. Через це погіршується якість обробітку. Знижується стабільність руху лап, а це призводить до зниження або перевищення рекомендованої глибини обробітку. Зменшується, через обволікання лап, кількість підрізаних бур'янів. Наслідок зменшення глибини обробітку – це зменшення кількості підрізаних бур'янів, а в результаті збільшення пошкоджуються корені культурних рослин.

Змінюючи конфігурацію робочих органів ґрунтообробних знарядь, необхідно виконати дослідження деяких з їх параметрів для певності у покращенні конструкції. Для культиваторних лап важливим є дослідити кути тертя типових бур'янів. Тут потрібно враховувати охоплення лап бур'янами. Варто також дослідити рух ґрунту та бур'янів на лезах лап зміненої конфігурації.

Визначення коефіцієнта тертя найбільш поширених бур'янів та кута тертя по лезу лапи, враховуючи його охоплення, можна виконувати за відповідною методикою [16]. Досліджені параметри подані у таблиці 3.1.

Проводячи теоретичні дослідження руху ґрунту і бур'янів по лапі культиватора необхідно задатися певною умовою. А саме, приймають, що потік ґрунту, який рухається на кінцях крил стрілочастих лап не може зсунути бур'яни.

Результати теоретичних досліджень руху ґрунту на культиваторних лапах з прямолінійним лезом такі. Потік ґрунту частково відбивається від стінки борозни, яку утворює лапа. Згодом у зоні застою виникає пристінне явище. Це можна описати залежністю [16]

$$b_s = \frac{b \cos^2 \gamma_o \sin \gamma_o}{2 \cos \alpha r \operatorname{ctg} \cos^2 \gamma_o}; \quad (3.1)$$

де b_s – зона застою, ширина, м;

γ_o – розкриття крил лап, кут, град;

b – половина ширини захоплення лап, м.

Рух ґрунту, а саме його швидкість, $v_2(\eta)$, знижується через зону застою (рисунки 3.1, 3.2, 3.3). Через це бур'яни зависають на стояках і сходять кінцями лап.

Коли бур'яни рухаються по лезу лапи, по перебувають під дією таких сил:

- динамічний напір, Н

$$D_2 = \rho r_1^2 v_2^2 S_T \cos^2 E, \quad (3.2)$$

- тертя, Н

$$T_2 = \rho f_2 S_H v^2 \sin^2 \gamma_o \sin^2 \alpha; \quad (3.3)$$

- защемлення (виникає у проміжку дна борозни і леза лапи), Н

$$Q = K v_2; \quad (3.4)$$

де ρ - густина ґрунту, кг/м³; щільність ґрунту, кг/м³;

α - кут кришіння ґрунту, град;

r_1 - коефіцієнт, що характеризує розпушування ґрунту;

S_T - площа бур'янів, які потрапляють під ґрунт, що рухається потоком, м²;

ξ - кут, під яким ґрунт поступає на поверхні лапи, $\xi = 1,08 \gamma_o$;

f_2 - тертя, тобто коефіцієнт тертя, залежить від контактуючих матеріалів, бур'яни і сталь;

v - швидкість, визначає рух лапи, м/с;

K – коефіцієнт, описує кількість ґрунту, що є на лезі лапи, кг/с.

Таблиця 3.1 – Значення кутів та коефіцієнтів тертя типових бур'янів по металу

Види бур'янів	Коефіцієнт тертя		Кут тертя, град		Діаметр кореня, мм
	покою	ковзання	спокою	ковзання	
Амброзія полинолиста	0,97	0,70	44° 00"	35°	1,7
Берізка польова	0,96	0,73	43° 45"	36°	1,5
Лобода біла	0,89	0,75	41° 30"	37°	3,5
Мишій сизий	0,99	0,70	44° 40"	35°	3,8
Осот рожевий	0,95	0,75	43° 20"	37°	3,4
Щириця звичайна	0,91	0,73	42° 25"	36°	4,3

Щоб розробити модель руху бур'янів по лезу культиваторних лап необхідно задатись певними умовами. Можна прийняти, що бур'яни масою m скупчуються на межі контакту леза. Тут діє затискаюча сила Q . Перед носком леза є ущільнений ґрунт. Бур'яни під впливом діючих на них сил будуть рухатися. Цей рух можна описати у вигляді диференціальних рівнянь [16, 26]

$$m \frac{d^2 v_2}{dt^2} = \rho r_1^2 v_2^2 S_T \cos^2 \xi - K v_2 - \rho f_3 S_H v^2 \sin^2 \gamma_o \sin^2 \alpha . \quad (3.5)$$

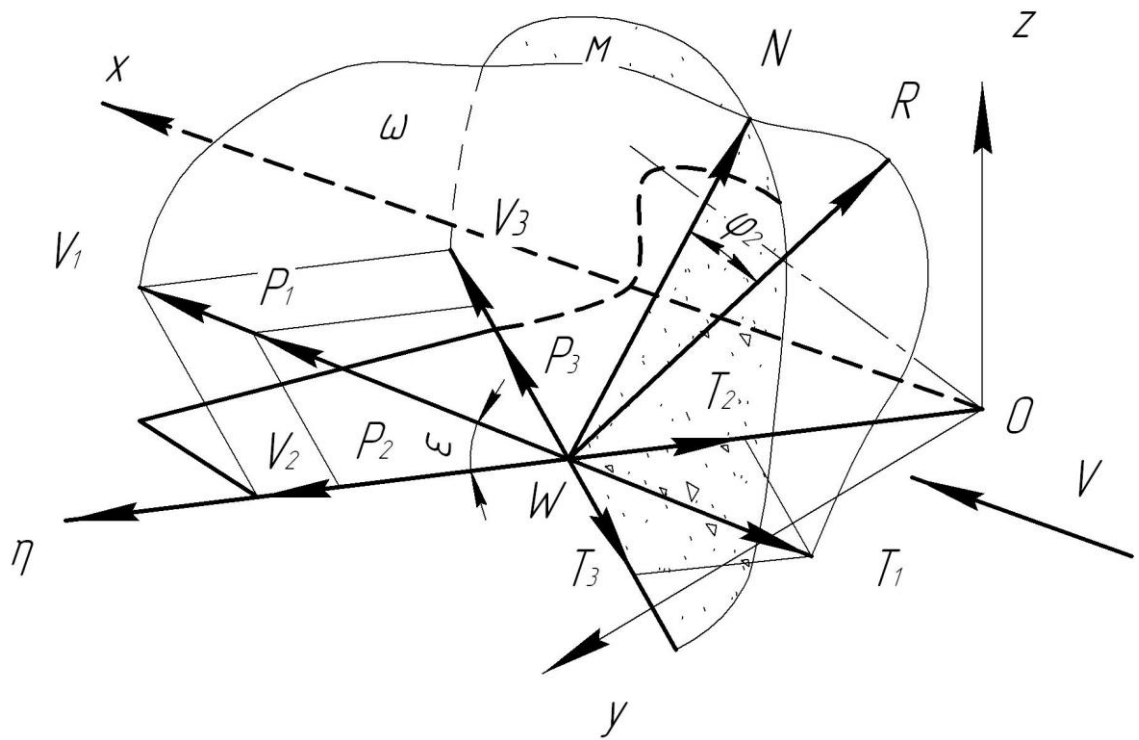


Рисунок 3.1 – Схема дії сил на бур'яни культиваторною лапою

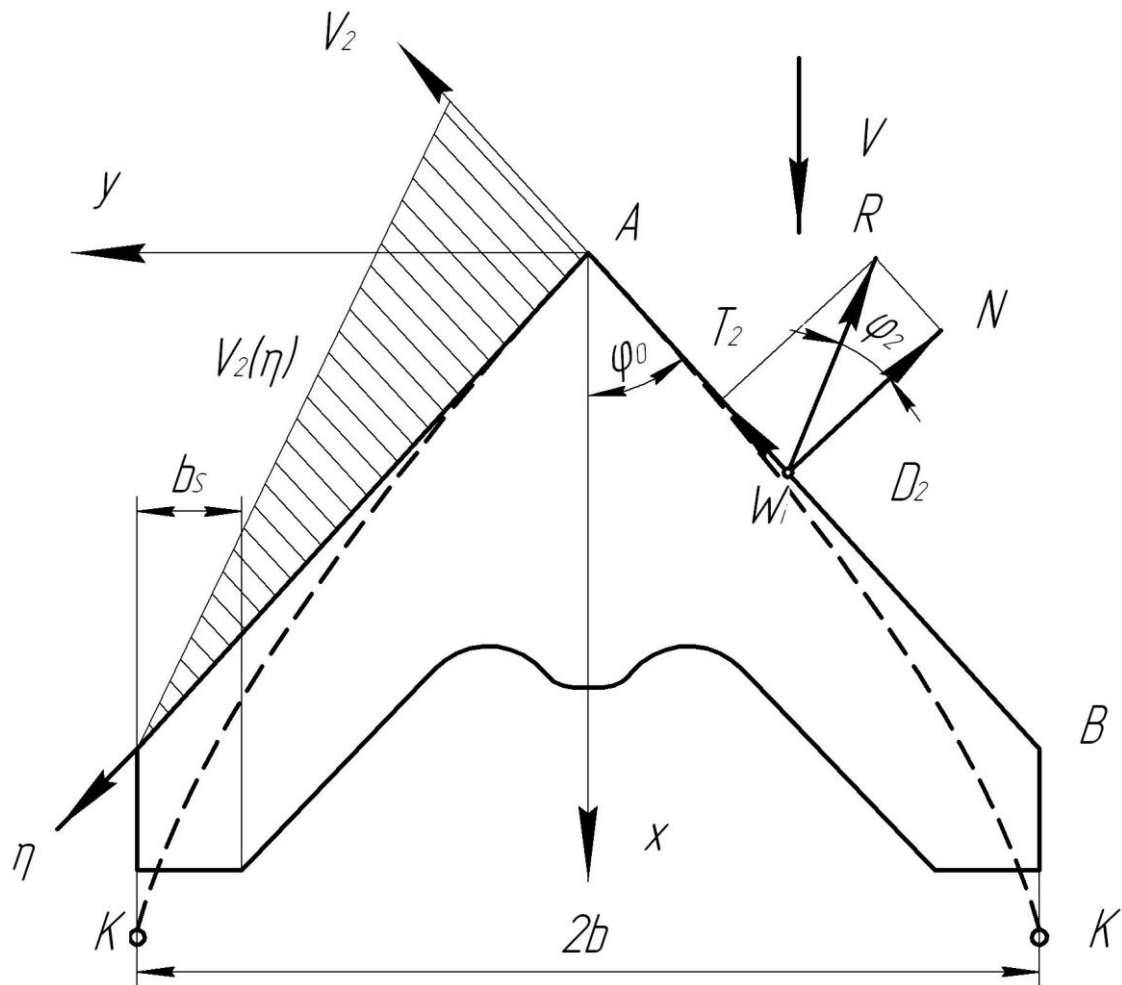


Рисунок 3.2 – Схема пристінного явища на лопі культиватора

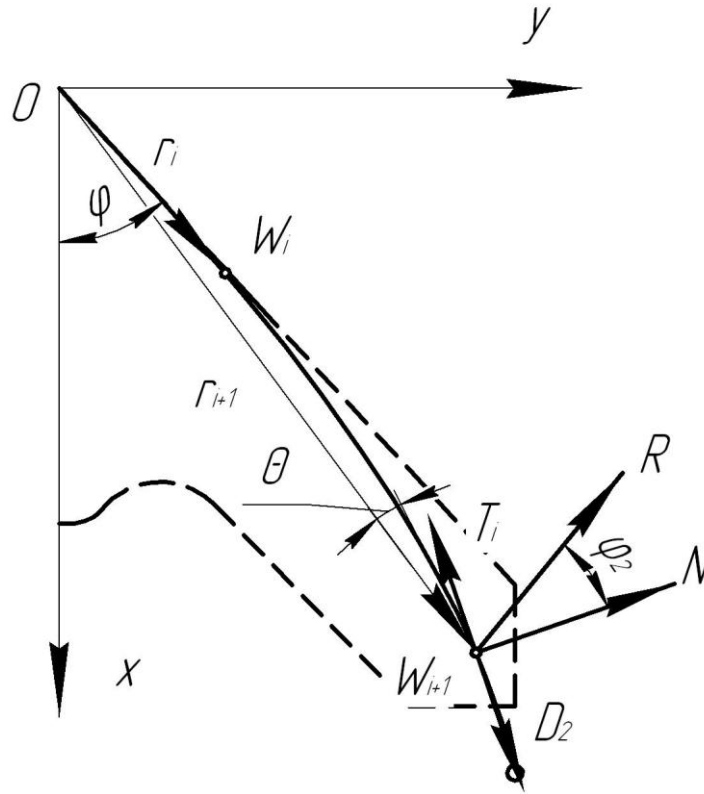


Рисунок 3.3 – Схема руху бур'янів по криволінійному лезу культиваторної лапи

Загальне рівняння при початкових значеннях: $v_{20} = v \cdot \cos \gamma_0$, $\eta_0 = 0$, має вигляд [16, 26]:

$$\eta(v_2) = \frac{m}{2A} \ell_n \left| Av_2^2 - K_1 v_2 - T_2 \right| + \frac{mK}{AB} \operatorname{arctg} \frac{2Av_2 - K}{B} + C; \quad (3.6)$$

тут
$$c = \frac{m}{2A} \ell_n \left| Av_{20}^2 - Kv_{20} - T_2 \right| - \frac{mK}{AB} \operatorname{arctg} \frac{2Av_{20} - K}{B};$$

$$A = \rho r_1^2 S_T \cos^2 \xi; \quad B = \sqrt{4AT_2 - K^2};$$

Користуючись отриманою залежністю (3.6), можна побудувати графічні залежності швидкості переміщення бур'янів v_2 . будувати їх доцільно як функцію довжини леза лапи η . Через пристінне явище бур'яни перестають рухатися. Вони не доходять до кінця крил лап, так сила динамічного напору дорівнює силі тертя і затискання. Координату, яка показує переміщення визначають на точці, де перетинаються графіки $D_2(\eta)$ та $(Q + T_2)(\eta)$ (рисунок 3.4).

Щоб забезпечити сходження з лез лап бур'янів необхідно прийняти таку умову. Наростання ґрунту D_2 перед лапами стається на постійну величину, яка пропорційна переміщенню η

$$\Delta D_2 = D \cos \Delta \varphi; \quad (3.7)$$

тут $\Delta \varphi$ - для радіус-вектора точки W_i , збільшення кута, рад (рисунок 3.5).

Із досліджень випливає, що коли зменшується кут γ_0 , меншою стає ширина застійної зони b_s , зникає пристінне явище і бур'яни переміщуються лапами.

Щоб забезпечити зростання зусилля динамічного потоку D_2 доцільно леза лап виготовляти у вигляді логарифмічної спіралі.

Рівняння логарифмічної спіралі має різний запис у різних системах координат [16, 26]:

- для полярної

$$r = r_0 e^{\varphi \operatorname{ctg} \theta}; \quad (3.8)$$

- для декартової

$$\sqrt{x^2 + y^2} = r_0 \cdot e^{\operatorname{ctg} \theta \arctg \frac{y}{x}}; \quad (3.9)$$

тут r_0 - радіус-вектор початковий, м;

r - для логарифмічної спіралі радіус, м;

θ - кут, який розташований між радіус-вектором і дотичною, град;

φ - кут полярний, рад.

3.2. Дослідження стрічастих лап з криволінійною формою леза

Аналітичним і диференціально-геометричним методами досліджень на міцність отримано залежність, якою можна описати лезо лап. Лезо мало би мати конічну поверхню і вигляд логарифмічної спіралі.

Для конічної поверхні наведемо рівняння, яке описує її форму [16, 26, 29, 30, 31]

$$\frac{y - y_s}{x - x_s} = \frac{y(u)(z - z_s)}{z_s(x - x_s)}; \quad (3.11)$$

тут x_s, y_s, z_s - для поверхні лапи координати її вершини, м;

$y(u)$ - для леза лапи – це рівняння кривої у горизонтальній площині;

u - параметр лінії, тобто кривої, що описує лезо лапи.

Основу утворення лапи дає конічна поверхня. Це відбувається завдяки руху у просторі прямолінійної твірної δ .

Для конічної поверхні рівняння

$$\frac{x - x_s}{x(u) - x_s} = \frac{y}{y(u)} = \frac{z - z_s}{-z_s}; \quad (3.12)$$

тут $x(u), y(u)$ - для напрямної кривої її координати;

u - параметр, що визначає криву.

Проекції твірної можна записати рівняннями:

для площини O_{yz}

$$z = \frac{z_s}{x_s - x(u)}(x - x_s) + z_s; \quad (3.13)$$

для площини O_{xy}

$$y = \frac{y_s}{x_s - x(u)}(x - x_s) + y_s; \quad (3.14)$$

для площини O_{xz}

$$z = \frac{z_s}{y(u)}(y - y_s) + z_s. \quad (3.15)$$

Форму поверхні культиваторної лапи, можна отримати задавши координати кривої $x(u), y(u)$, що є лезом і координати поверхні $S(x_s, y_s, z_s)$.

Конструювати робочі поверхні культиваторних лап можна у такому порядку [3, 9, 16, 26]:

- задати початкові (вихідні) параметри: γ_o - для лапи початковий кут розгину, град; b - ширина захвату, м; θ - кут між поточним радіус-вектором і дотичною, град;

- визначають для початкового радіус-вектора кут відхилення, град

$$\mu = \operatorname{arctg} \left(\frac{\operatorname{ctg} \theta \operatorname{tg} \varphi_k - 1}{\operatorname{tg} \gamma_k + \operatorname{ctg} \theta} \right);$$

- визначають для радіус-вектора кінцевий кут повороту, град

$$\varphi_k = \gamma_o - \gamma_k;$$

- визначають початковий радіус-вектор, м

$$r_o = \frac{b}{e^{\varphi_k \operatorname{ctg} \theta} \cos(\varphi_k - \mu) - \cos \mu};$$

- розраховують координати полярного центра, м:

$$x_c = r_o e^{\varphi_k \operatorname{ctg} \theta} \cos(\varphi_k - \mu);$$

$$y_c = r_o e^{\varphi_k \operatorname{ctg} \theta} \sin(\varphi_k - \mu).$$

- визначають для леза лапи декартові координати, м:

$$x_i = x_c - r_o e^{\varphi_i \operatorname{ctg} \theta} \cos(\varphi_i - \mu);$$

$$y_i = y_c - r_o e^{\varphi_i \operatorname{ctg} \theta} \sin(\varphi_i - \mu),$$

де φ_i - для радіус-вектора полярний кут повороту, завдяки якому утворюється крива леза лапи, рад. Визначають його так

$$\varphi_i = \varphi_{i-1} + \Delta\varphi, (i = 1, 2, \dots, n),$$

тут $\Delta\varphi$ - для полярного кута приріст, він залежить від кількості

точок n ривої леза, $\Delta\varphi = \varphi_k / n$, рад;

- для кінчної поверхні лапи призначають координати її вершин $S(x_s, y_s, z_s)$. Так як лапа є симетричною, то вершина знаходиться у

площині її симетрії. Тобто координати будуть такі: $y_s = 0$, $x_s = (0,5 - 1,0)l$, тут l - довжина лапи, м; $z_s = x_s \operatorname{tg} \beta$, тут $\beta = 20 \dots 30 = 20 \dots 30^\circ$;

- будують, при допомозі твірних g_i каркас поверхні лапи. Твірні переходять через вершину поверхні S , а також i -ту точку леза лапи, яка має координати $i(x_i, y_i)$;

- переходять до побудови лобового контура лапи. Через точки, що утворюються завдяки перетину лобового контура лапи з твірними можна побудувати бічну та горизонтальну проекції лапи;

- будують розгортку культиваторної лапи за отриманими проекціями.

За запропонованим алгоритмом [9, 16, 26] можна конструювати форму культиваторних лап, приклад побудови лапи для удосконалюваного культиватора показано на рисунку 3.4.

Агротехнічне оцінювання якості роботи культиваторних лап можна виконати за кількома показниками. Кількість знищених бур'янів, налиплисть ґрунту та намотування бур'янів; спрацювання (стирання) поверхні; стійкість роботи під час заглиблення у ґрунт; кількість витраченого пального.

Для досліджень (моделювання процесу взаємодії лап із ґрунтом) потрібно обумовити показники ґрунту: тип ґрунту – чорнозем звичайний середньо суглинковий (або інший тип), вологість – $20 \dots 26$ %, твердість $453 \dots 465$ кПа (або інша залежно від типу та вологості); кількість бур'янів - мінімальна 4, максимальна 90 шт/м².

Важливими є також самоочищення, зношування та стійкість культиваторних лап у вертикальній площині.

Розглядаючи, як спрацьовуються звичайні культиваторні лапи на площині леза, можна навести дві зони, де спрацювання є найбільшим - на носку лапи і на хвостовику крила лапи.

Лапи просапних культиваторів, які мають криволінійні леза, зазнають спрацювання в одній зоні – носок лапи. Завдяки меншому спрацюванню наробіток криволінійних лап до чергового заточування більший у $1,5 \dots 2$ рази порівняно із стандартними, орієнтовно $60 \dots 80$ га [16, 26].

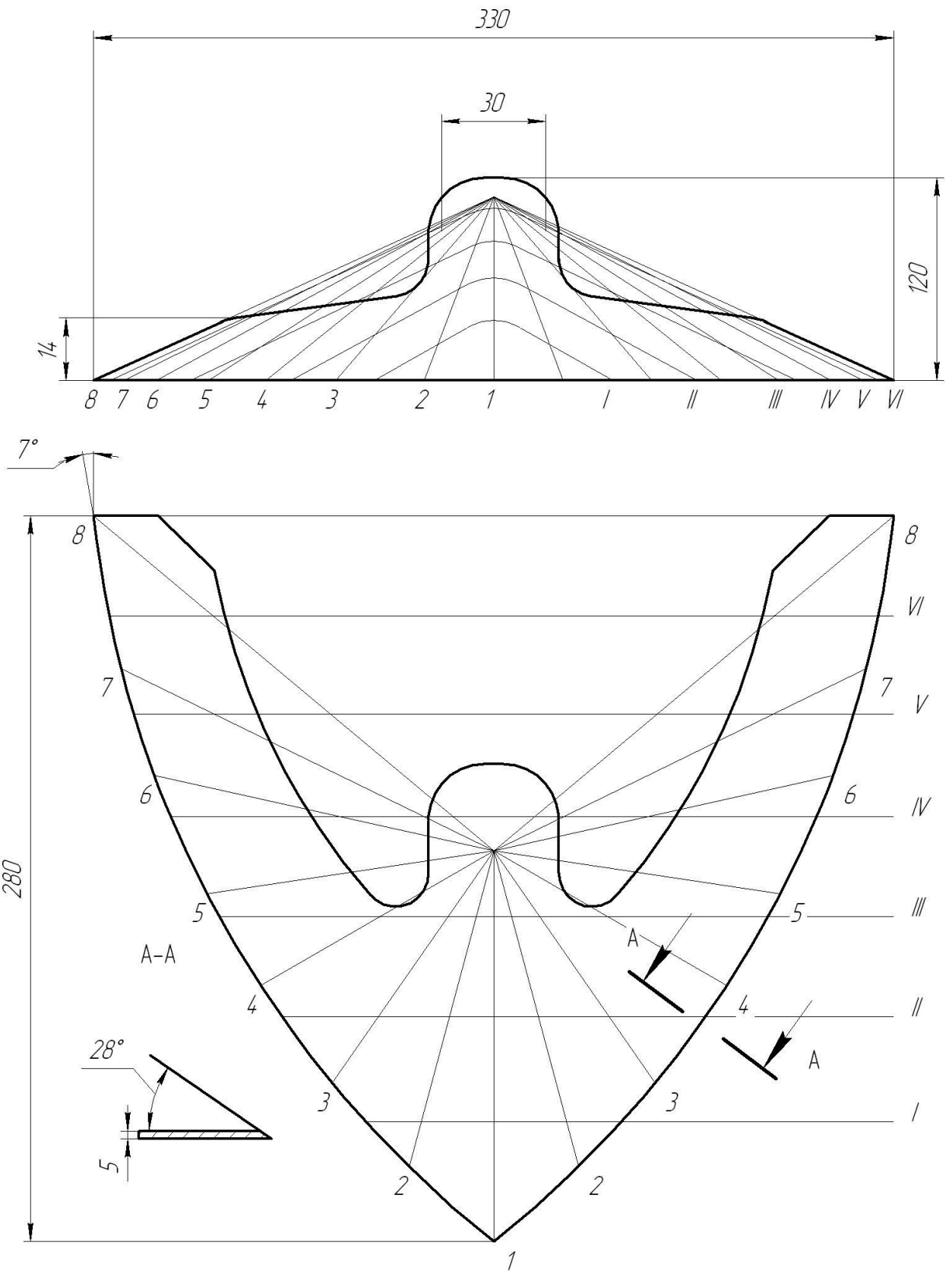


Рисунок 3.4 – Загальний вигляд культиваторної лапи з криволінійним лезом шириною захвату 330 мм

3.3. Розрахунок напружено-деформівного стану тримача культиваторної лапи

Виконаємо розрахунок напружено-деформівного стану тримача лапи культиватора для міжрядного обробітку ґрунту, а саме схилів гребенів картоплі.

3D модель тримача (рисунок 3.5) розроблена з використанням програми КОМПАС-3D V13 Home. Тримач закріплений болтовим з'єднанням через планку до стійки лапи культиватора. Він утримує ліву і праву лапи-бритви, регулює їх кут встановлення у поздовжньо-вертикальній площині.

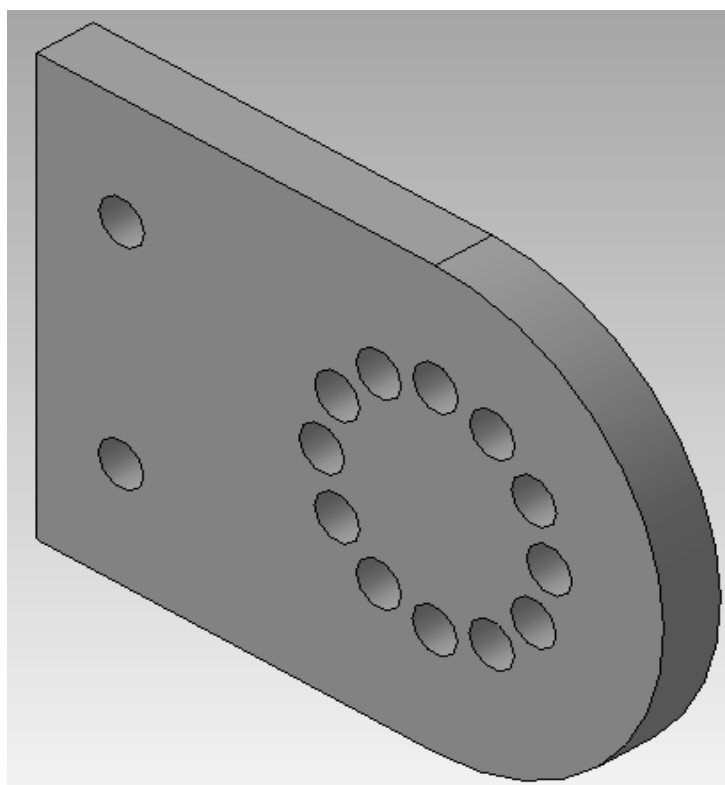


Рисунок 3.5

Застосовуючи систему міцнісного аналізу АРМ FEM для КОМПАС-3D V13 Home, виконуємо закріплення тримача по двох отворах і навантажуюмо зусиллям $P=6,056\text{кН}$ (рисунок 3.6, див. пункт 2.4.1).

Створену модель тримача розбиваємо на кінцево-елементарну сітку (рисунок 3.7)

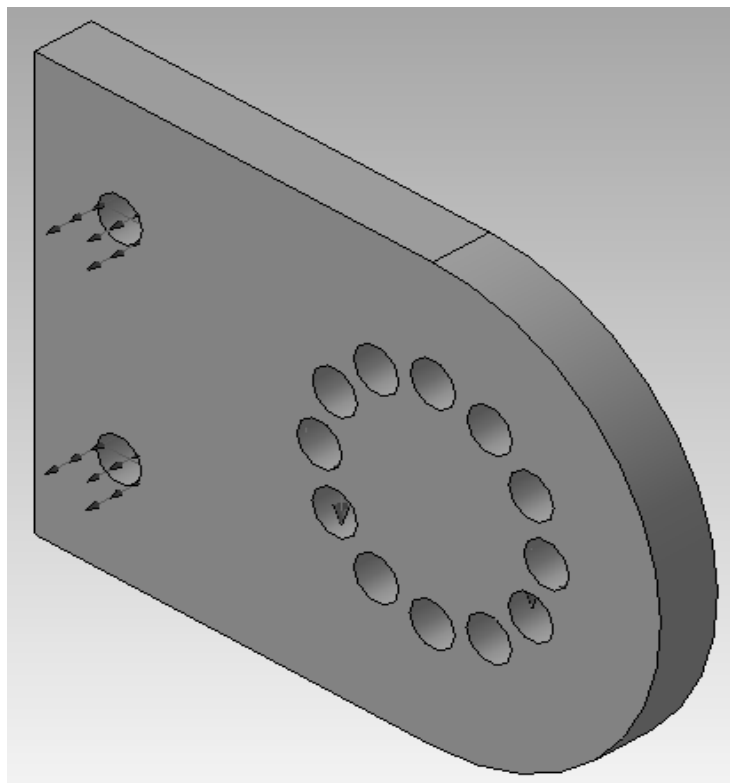


Рисунок 3.6 – Закріплення і навантаження тримача

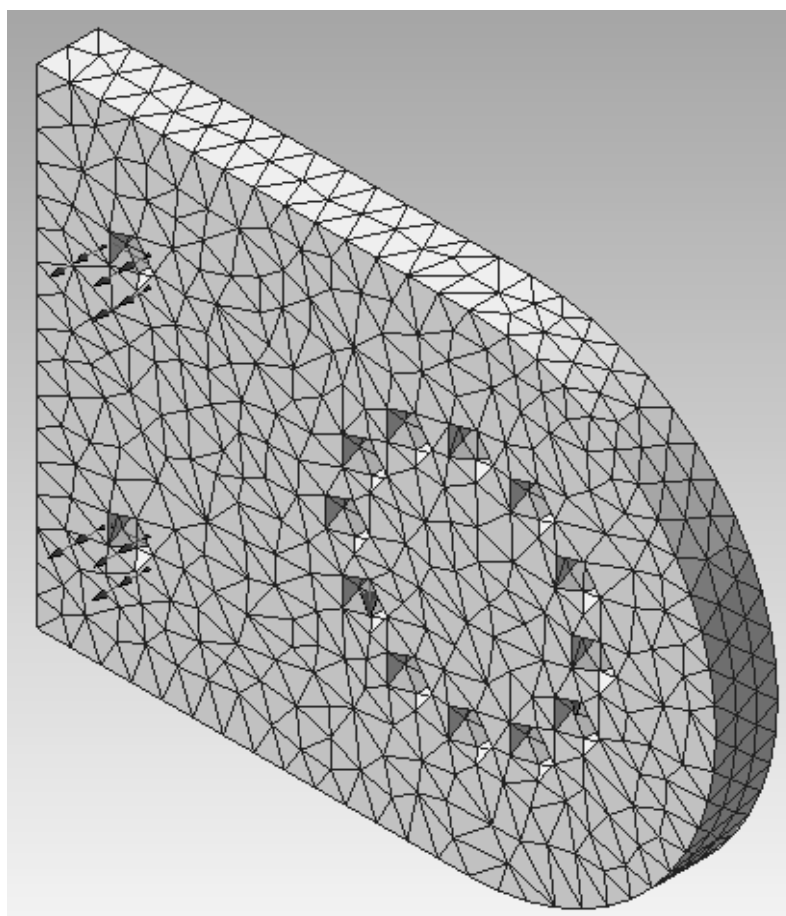


Рисунок 3.7

Максимальна довжина сторони елемента моделі – 5 мм, максимальний коефіцієнт згущення на поверхні – 1, коефіцієнт розрідження в обсязі – 1,5.

3.5. Аналіз результатів проєктування тримача культиваторної лапи

Використовуючи метод кінцевих елементів за допомогою АРМ FEM для КОМПАС-3D V13 Home виконуємо розрахунок напружено-деформівного стану тримача культиваторної лапи, переміщення опорних точок та коефіцієнта запасу міцності [28].

Ізограма напружень зображена на рисунку 3.8. Максимальні напруження ≈ 49 МПа.

Переміщення точок тримача наведено на рисунку 3.9. Максимальне переміщення становить 0,02105 мм.

Розподіл коефіцієнта запасу міцності показано на рисунку 3.8. Максимальне значення становить 4,866.

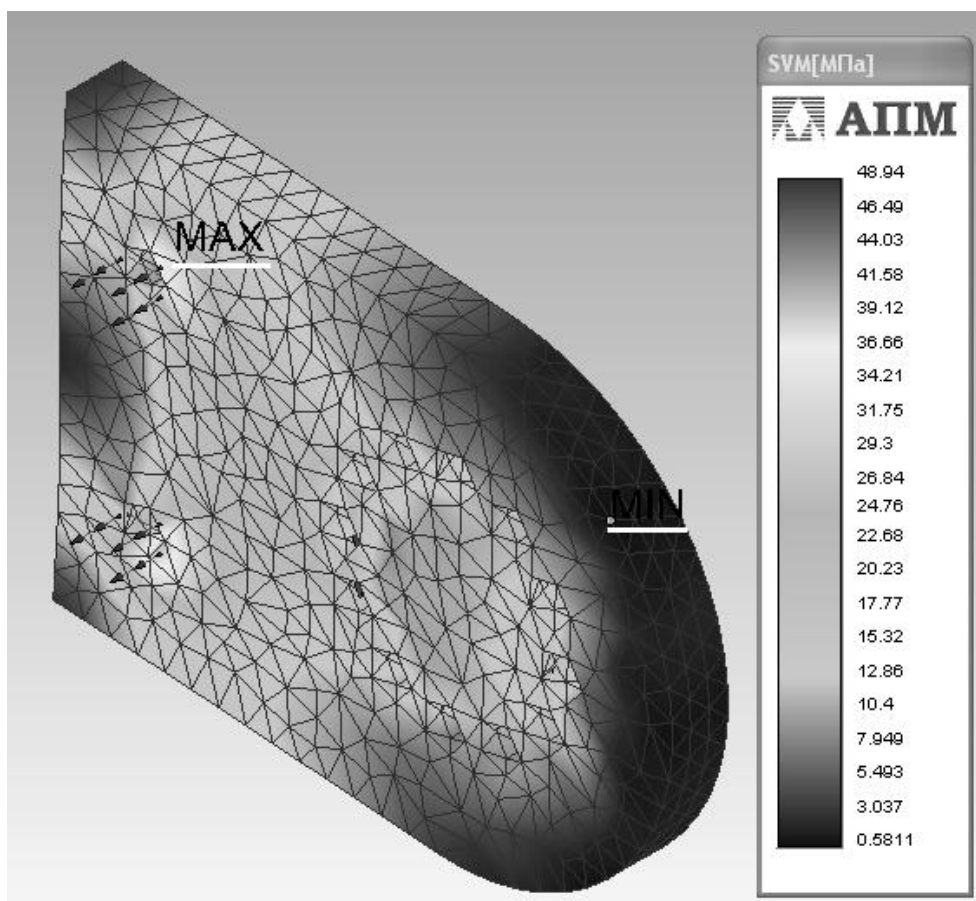


Рисунок 3.8 – Напружено-деформівний стан тримача культиваторної лапи

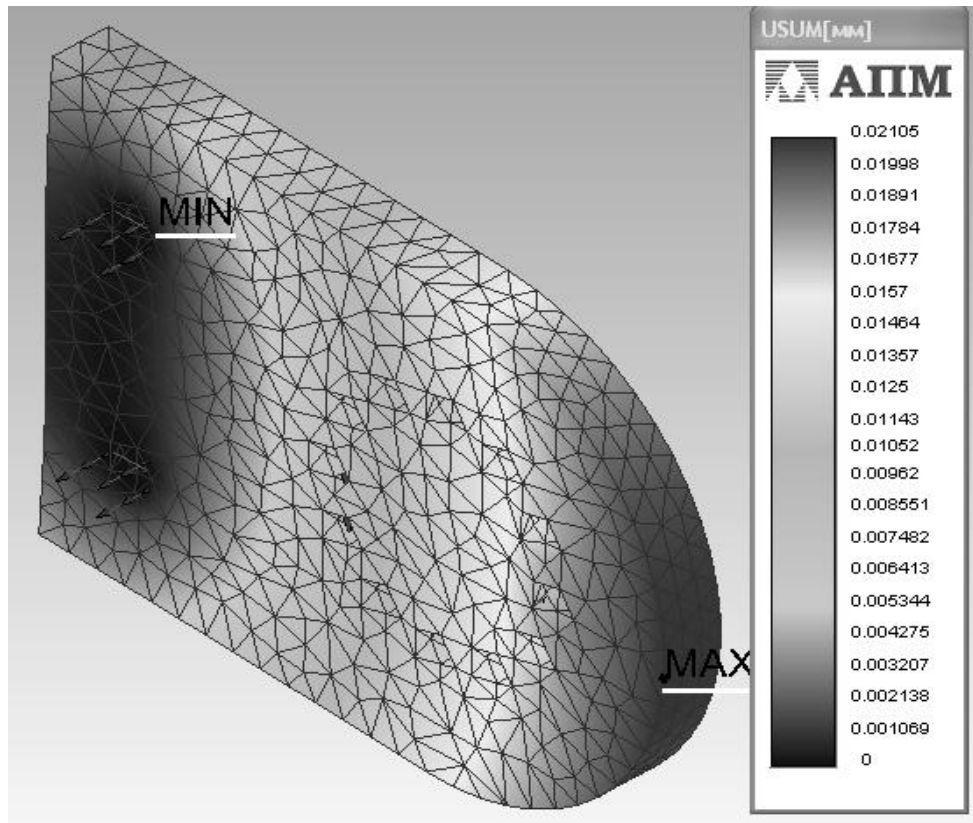


Рисунок 3.9 – Розрахунок переміщення точок тримача

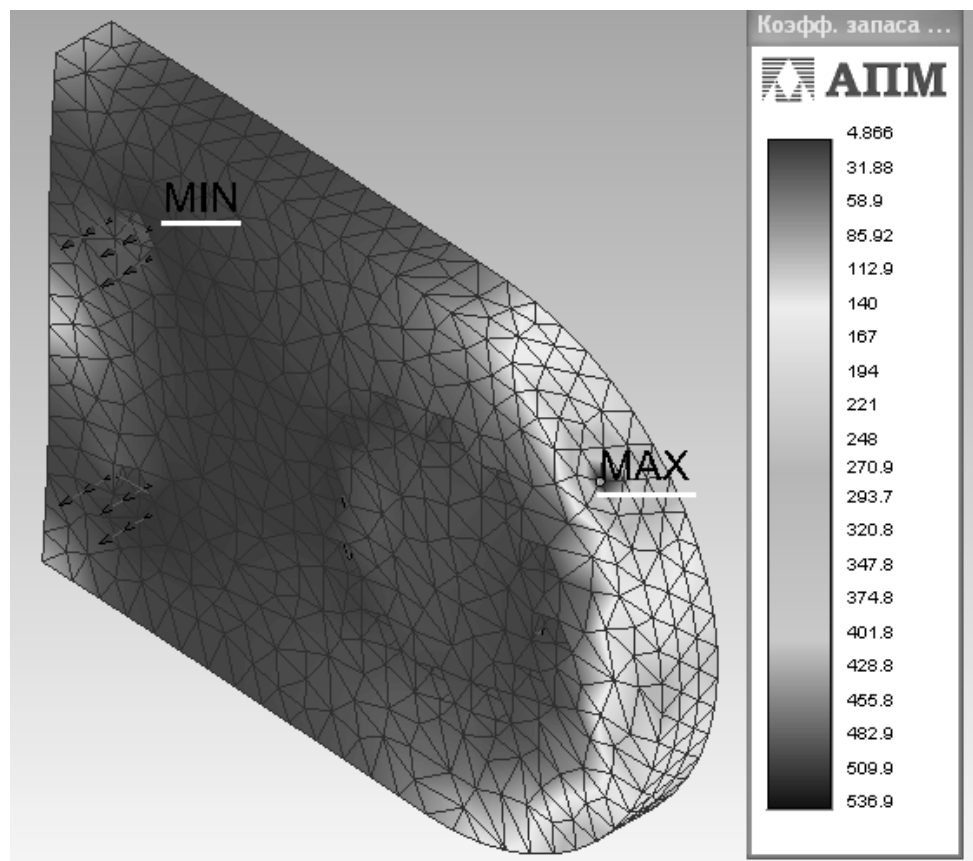


Рисунок 3.10 – Розподіл коефіцієнта запаса міцності

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Правила техніки безпеки під час роботи з культиватором КОР-4,2М

Сільськогосподарські агрегати з колісними еногразасобами повинні мати навантаження на керовані колеса не менше 0,2 від експлуатаційної маси енергозасобу.

Зміщення центру тиску відносно середини поверхні опорної гусениці на базі гусеничного енергозасобу не повинно перевищувати 0,2 довжини опорної поверхні гусениць.

Для забезпечення повздовжньої стійкості і необхідного навантаження на керовані колеса допускається встановлення баластових вантажів, маса кожного не повинна перевищувати 20 кг.

Причіпні, напівпричіпні машини у відчепленому стані повинні зберігати стійкість при застосуванні до тих зусиль не менше 200 Н.

Одноосні причіпні машини повинні мати регульовану опору на спиці.

Вимоги до габаритів агрегатів згідно з ГОСТ 12.2.019.

Агрегати, ширина яких перевищує габарити енергозасобу, обладнують світлоповертачами; задні світлоповертачі повинні бути червоного кольору,

передні – білого кольору. Допускається замість світлоповертачів нанесення на елементи конструкції кругів, трикутників або прямокутників червоного, чи білого кольорів, вписаних у коло діаметром 100 мм. Допускається також нанесення на елементи конструкції машини чергування червоних та білих або жовтих та чорних смуг під кутом 45° до вертикалі, які чергуються з відстанню між ними 50 мм. Вони можуть наноситися також на сигнальні щитки розміром не менше 250x250 мм. Смуги та фігури повинні бути виконані із світловідбивних матеріалів (фарба, плівка).

Причіпні та напівпричіпні машини повинні мати жорсткі причіпні пристрої.

Машини, які при агрегуванні з енергозасобом, закривають прилади світлової сигналізації цього енергозасобу, повинні бути обладнані власними приладами світлової сигналізації [1, 5].

Агрегати та робочі органи повинні бути обладнані механічними фіксаторами, які утримують їх у транспортному положенні.

Елементи конструкції агрегатів повинні забезпечувати безпечний та зручний підхід до них при монтажі, технічному обслуговуванні та ремонті.

Елементи конструкції агрегатів не повинні обмежувати оператора огляд з робочого місця об'єктів постійного спостереження.

При розташуванні точок змащування у важкодоступних місцях повинні бути застосовані пристрої дистанційного, централізованого подання мастила або забезпечене одноразове змащення підшипників на весь міжремонтний термін роботи вузла.

Місця розташування точок змащення повинні бути позначені кольоровими покажчиками, які відрізняються від загального кольору агрегату.

Машини повинні бути забезпечені комплектом інструменту, що відсутній у комплекті енергозасобу, відповідно з нормативно-технічною документацією, та мати спеціальний ящик або сумку для його зберігання.

Причіпні машини повинні бути укомплектовані противідкатними упорами під колеса.

Кольорове оформлення та фарбування агрегатів має відповідати таким вимогам [1, 5]:

- загальний фон кольору машини повинен відрізнятися від основного фону, на якому вона експлуатується (кольору приміщення, площадок, перероблюваних технологічних матеріалів та ін.);

- кольори частин машин, поверхні панелей, пульта та поста керування, органів керування та елементів, які повинні знаходитися у полі зору операторів, повинні бути контрастними до іншого фону;

- зовнішні поверхні машин, які у процесі експлуатації повинні постійно знаходитися у полі зору операторів з їх робочих місць, потрібно

покривати фарбою з матовою або з напівматовою фактурою, яка виключає появу відбитих відблисків на робочих місцях.

Для загальної безпеки роботи слід дотримуватись наступних правил та вимог роботи [1, 5]:

- не допускаються до роботи працівники без прав тракториста-машиніста, а також ті, що не пройшли інструктажу з правил техніки безпеки;
- не допускається ремонт та технічне обслуговування агрегату при працюючому двигуні;
- при ремонті та ТО використовувати справні інструменти та приспособлення;
- нові машини, а також після ремонту або тривалої стоянки, перед роботою необхідно обкатувати під керівництвом бригадира або механіка;
- заправляти трактори і самохідні машини паливно-мастильними матеріалами рекомендується за допомогою механізованих заправних агрегатів, що дають можливість заправляти закритим способом у польових умовах.

Для регулювання та заміни робочих органів культиватор встановлюють на регулювальній площадці. Під опорні колеса начіпного культиватора підставляють дерев'яні бруски потрібної товщини залежно від глибини обробітку поля. Це значно полегшує регулювання і забезпечує безпеку праці.

Комплектування і налагодження МТА виконує тракторист-машиніст під керівництвом одного із спеціалістів служби механізації.

Культиватор з'єднують з трактором жорстким зчіпним пристроєм. Для безпечного з'єднання агрегату з трактором необхідно заднім ходом під'їхати так, щоб кутові втулки тяг розмістилися проти відповідних точок з'єднання на рамі знаряддя. Для надійного включення автозчіпки не допускається відхилення знаряддя від осі трактора понад 120мм, а їх замків вперед чи вбік не більше 15мм.

Для роботи групи машин призначають старшого з найбільш досвідчених трактористів-машиністів, який відповідає за роботу агрегатів у загінці, стежить, щоб відстань між тракторами була в межах 30...40 м. Якщо причіпні машини обслуговують кілька працівників, то один з них відповідає

за пуск і зупинку даного агрегату. Робітників, що обслуговують такі агрегати, необхідно забезпечити справними інструментами та відповідним спецодягом.

До роботи на ґрунтообробних машинах допускають осіб віком не менше 18 років, що пройшли навчання та інструктаж з техніки безпеки, а також оволоділи практичними навичками у роботі. Працівників забезпечують спецодягом та іншими засобами індивідуального захисту.

Перед культивацією перевіряють технічний стан культиваторів, кріплення гряділів, стояків робочих органів, вилок для піднімання. Перед початком і періодично у роботі потрібно перевіряти надійність гальм і сигналізацію.

До початку польових робіт поле оглядають, засипають ями, перешкоди позначають віхами, відбивають контрольні борозни і поворотні смуги.

Перед початком руху необхідно переконатись у відсутності людей поблизу і подати звуковий сигнал.

Під час роботи не робити крутих поворотів, якщо робочі органи заглиблені у ґрунт.

Перед заміною робочих органів у польових умовах зупинити агрегат, виключити двигун, підставити під раму машини надійні підставки.

4.2. Заходи дезактивації культиватора та інших видів техніки після радіоактивного зараження

Радіоактивне зараження – це забруднення поверхні деталей і вузлів культиватора та іншої техніки радіоактивними речовинами, що випали із хмари ядерного вибуху. Основне джерело радіоактивності під час ядерних вибухів: продукти ділення речовин, які складають ядерне паливо (200 радіоактивних ізотопів, 36 хімічних елементів).

Радіоактивне зараження має ряд особливостей, які відрізняють його від інших вражаючих факторів ядерного вибуху.

Масштаби і ступінь радіоактивного зараження місцевості, де знаходиться техніка, залежать від потужності і виду вибуху, метеорологічних умов, рельєфу місцевості. Найбільш сильне зараження місцевості при наземних і неглибоких підземних вибухах, у результаті яких показується потужна хмара із радіоактивних речовин. При наземному ядерному вибуху потужністю 1 Мт випаровується і входить у вогняний шар біля 20 тис.т. ґрунту. Радіоактивна хмара досягає максимальної висоти підйому за 10 хв і переміщається під дією вітру. Частина радіоактивних речовин випадає на поверхню землі у районі вибуху, а решта (більша частина) випадає по мірі руху хмари, лишаючи на поверхні так званий радіоактивний слід [25].

Більша частина радіоактивних опадів, яка викликає радіоактивне зараження техніки, випадає із хмар за 10...20 год. після ядерного вибуху. До того моменту і закінчується формування радіоактивного сліду хмари. Однаково на тій чи іншій ділянці місцевості, над яким проходить радіоактивна хмара, випадання радіоактивних осадів продовжується від декількох хвилин до 2 год і більше [25].

Будь-яка сільськогосподарська техніка може зберігатися на відкритих майданчиках, а також більше часу перебуває у полі. Тому радіоактивні речовини, попадаючи на поверхню будь-якого вузла чи деталі культиватора або іншої техніки, всмоктуються і руйнують поверхню, що призводить до іржавіння деталей і виникнення тріщин. Особливо це зношення відбувається на деталях, виготовлених із маловуглецевих сталей.

Ступінь зараження місцевості радіоактивними речовинами характеризується рівнем радіації R . Рівень радіації – це потужність дози гамма-випромінювання. Рівень радіації показує дозу опромінення, яку може одержати працюючий за одиницю часу і вимірюється у рентгенах за годину ($R/\text{год.}$).

Дезактивація сільськогосподарської техніки – це видалення радіоактивних речовин із забруднених поверхонь до допустимих розмірів зараження, безпечних для людини. Всі вузли та деталі культиватора, що забруднені радіоактивними речовинами, підлягають дезактивації.

При частковій дезактивації техніки видаляють радіоактивні речовини з усієї поверхні методом обмітання або обтирання.

Повна дезактивація проводиться за межами зараженої території, на станціях знезараження транспорту, які складаються на базі миючих окремих приміщень, станціях обслуговування сільськогосподарської техніки, а також на площадках дезактивації.

Станція знезараження техніки – це комплекс спеціально призначених приміщень і площадок. У приміщенні для знезараження техніки встановлюють одну або декілька поточних ліній. Кожна лінія складається з послідовно розміщених двох-трьох робочих постів, на яких обробляється сільськогосподарська техніка. Паралельно потокам встановлюють столи для обробки складальних деталей та інструментів. Злив зараженої води виконується через прийомник у відстійник, а потім в проміжні канали. На робочих постах знаходяться також ємності для приготування дезактивуєчих речовин, ящики, щітки та інші інструменти, які потрібні при обробці заражених вузлів і деталей сільськогосподарської техніки [25].

Культиватор, доставлений до станції знезараження, поступає на площадку для заражених машин і техніки, де дозиметристи визначають ступінь зараження. Місця, заражені найбільш сильно, відмічаються і в подальшому підлягають більшій обробці. Потім культиватор очищають від залишків ґрунту, рослинних решток, зокрема, робочі органи (лапи). І після цього культиватор поступає на перший робочий пост, де знімають опорні колеса, робочі органи, знімають лапи із стояками і передають їх на столи, призначені для обробки знімних деталей.

Там же машину очищають від бруду і густого мастила скребками, щітками, водою, після чого проводять дезактивацію за допомогою струменів води (пари). Після цього визначають повноту дезактивації і проводять монтаж раніше знятого обладнання. Частину деталей або вузлів, які заражені вище допустимих норм, повертають для повторної дезактивації [25].

Оброблений культиватор та іншу техніку пересувають на площадку для знезараження, де протирають, змазують і підготовляють до виїзду в поле.

Повна дезактивація сільськогосподарської техніки може здійснюватися такими методами:

- змивання радіоактивних речовин водою під тиском;
- знищення радіоактивних речовин газокраплинним потоком;
- змивання радіоактивних речовин дезактивуючим розчином, водою і розчинниками з одночасною обробкою забрудненої поверхні щітками дегазаційних машин і пристосувань;
- знищення радіоактивних речовин методом пиловідкачування.

Проводячи часткову дезактивацію сільськогосподарської техніки, особливу увагу приділяють замасленим поверхням, з якими може контактувати обслуговуючий персонал, наприклад при дезактивації трактора – на обробку дверей, капота, горловини і кришки бака для палива, а також внутрішньої поверхні кабіни, сидіння, важелів і педалей керування.

Метод дезактивації культиватора вибирають відповідно до виду забруднення. Для полегшення дезактивації користуються також дезактивуючими розчинами, що виготовляються на базі порошків СФ-2 (СФ-2У) чи при їх відсутності пральними порошками, промисловими відходами, які необхідні для пом'якшення води, що дає можливість краще змити з поверхні бруд разом з радіоактивними речовинами.

Радіоактивне зараження і проникаюча радіація практично можуть вплинути на виробничу діяльність культиватора через дію на працівників, викликаючи їх радіаційне зараження.

На стійкість роботи культиватора в умовах надзвичайних ситуацій впливають такі фактори:

- надійність захисту обслуговуючого персоналу;
- захищеність культиватора від вторинних вражаючих факторів (пожеж, вибухів, зараження ОР) під час зберігання;
- надійність забезпечення техніки всім необхідним для роботи (змащувальними матеріалами, комплектуючими вузлами і деталями та ін.).

Підвищення стійкості роботи агрегату залежить ще й від своєчасного та якісного технічного обслуговування та контрольно-вимірювальних робіт.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У дипломній роботі запропоновано робочі органи до культиватора КОР-4,2, що мають забезпечити відповідні агротехнічні вимоги під час обробітку посадок картоплі на гребенях.

Розроблено стрілчасті лапи з хвостовиком і криволінійним лезом та односторонні плоскоріжучі лапи, які кріплять до стояків стрілчастих лап. Вони призначені для боротьби з бур'янами на схилах гребенів картоплі. Застосування таких робочих органів забезпечить покращення обробітку ґрунту у міжряддях і на гребенях, розпушуючи ґрунт та знищуючи бур'яни.

Запропоновані до культиватора КОР.-4,2 робочі органи монтують так – закріплюють їх у тримачах секцій та розташовують на потрібну ширину міжрядь. Удосконалені робочі органи містять 7 секцій. 12 зубів, 12 стійок, що мають лапи шириною 165 мм; 7 стійок, що мають лапи шириною 220 мм; 4 стійки, на яких є лапи шириною 330 мм; 14 стійок, що мають лапи шириною 270 мм; 12 лап-полиць; корпуси, щоб обробляти гребені та додатковий комплект обладнання для обробітку просапних культур з міжряддями 45 см.

Односторонні плоскорізні лапи закріплені на стійках стрілчастих лап. Встановлюють їх на відповідну глибину обробітку, ширину захвату та кут атаки. Також враховують фази росту та розвитку культурних рослин. Під час руху таких робочих органів серединою міжрядь картоплі відбувається рихлення міжрядь та підрізання бур'янів на схилах гребенів.

Запропонована конструкція забезпечує кращу якість обробітку ґрунту у міжряддях і на гребенях, зменшує кількість бур'янів, покращує процес обробітку ґрунту, створює оптимальні умови для росту і розвитку культурних рослин (картоплі) сприяє скороченню коефіцієнта використання робочого часу зміни. Застосування лап з криволінійним лезом дає кращі агротехнічні показники: зменшується залипання лап ґрунтом та обволікання підрізаними бур'янами; покращується самоочищення лап, підвищується їх стійкість; зменшується спрацювання поверхні лап та витрати палива під час обробітку.

Культиватор КОР-4,2М з удосконаленими робочими органами в оптимальному тяговому режимі, можна агрегатувати з тракторами типу МТЗ-82, як за потужністю двигуна так і за зчепленням з ґрунтом.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Автухов І.В., Гряник Г.М. Охорона праці в сільському господарстві. К.: Вища школа, 1970. 216 с.
2. Василенко П.М., Бабий П.Т. Культиватори. Конструкція, теорія і расчет. К.: УАСХН, 1961. 239 с.
3. Верещагін М. Збирання та садіння картоплі. М.: Колос, 1988. 205 с.
4. Гевко Р.Б., Хомик Н.І., Жаровський О.С., Довбуш Т.А Деталі машин та основи автоматизованого конструювання: навчальний посібник до лабораторних робіт Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2021. 256 с.
5. Гогіташвілі Г.Г., Лапін В.М. Основи охорони праці. Львів: Новий світ, 2000. 230 с.
6. Довбуш А.Д. Прикладна механіка і основи конструювання: навчально-методичний посібник до розрахунково-графічної роботи / А.Д. Довбуш, Т.А. Довбуш, Н.А. Рубінець. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2015. 116 с.
7. Довбуш Т.А. Методи проектування сільськогосподарських машин: навчально-методичний посібник до курсового проектування /Т.А. Довбуш, Н.І. Хомик, А.Д Довбуш. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2019. 72 с.
8. Довбуш Т.А. Опір матеріалів: навчальний посібник до виконання розрахунково-графічних робіт і самостійної роботи / Т.А. Довбуш, Н.І. Хомик, А.В. Бабій, Г.Б. Цьонь, А.Д. Довбуш. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2022. 220 с.
9. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. В 4-х томах. Ч.1. Харків: Око, 2002.
10. Зіневич Л.Л. Довідник агронома. К.: Урожай, 1985. 196 с.
11. Козаченко Б.О., Кононученко В.В. Механізація виробництва картоплі. Довідник. К.: Урожай, 1991. 176 с.
12. Мартиненко В.П., Чайка П.М. Довідник машиніста-тракториста. К.: Урожай, 1988. 40 с.

13. Медведовський О.К., Іваненко П.І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. К.: Урожай, 1988. 208 с.
14. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин. К.: Вища школа, 1993. 560 с.
15. Писаренко С. Опір матеріалів. К.: Вища школа, 1974. 302 с.
16. Сисолін П.В., Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини. К.: Урожай, 2001. 382 с.
17. Типові норми виробітку і витрачання палива на механізовані польові роботи. К.: Урожай, 1991. 325 с.
18. Хайлис Г.А. Основы теории и расчета сельскохозяйственных машин. Киев: Издательство УСХА, 1992. – 240с.
19. Хомик Н.І. Вступ до фаху: навчальний посібник для студентів спеціальності 208 «Агроінженерія» / Н. І. Хомик, Г. Б. Цьонь, Т. А. Довбуш, І. Й. Блозва, А. Д. Довбуш. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2022. 348 с.
20. Хомик Н.І. Деталі машин. Курс лекцій для студентів заочної форми навчання. / Н.І. Хомик, А.Д. Довбуш., О.П. Цьонь. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2016. 160 с.
21. Хомик Н.І. Методичний посібник до виконання дипломної роботи для здобуття освітнього ступеня «магістр» для спеціальності 133 Галузеве машинобудування /Н.І. Хомик, М.Я.Сташків, В.П.Олексюк. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2018. 164 с.
22. Хомик Н.І. Основи агрономії: навчальний посібник (курс лекцій) / Н. І. Хомик, Г.Б. Цьонь, Т.А.Довбуш, В.П. Олексюк. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2021. 232 с.
23. Хомик Н.І., Цьонь Г.Б., Довбуш Т.А., Антончак Н.А. Основи агрономії: навчальний посібник до практичних занять та самостійної роботи Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2021. 320 с.

24. Хомик Н.І. Технологія виробництва і переробки сільськогосподарської продукції: курс лекцій / Н.І.Хомик, Н.Б. Гаврон, Н.А. Рубінець. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2016. 248 с.
25. Цивільна оборона. Підручник / За редакцією В.С. Франчука. Київ: Знання, 2001. 256 с.
26. Шкруда Р.І. Операційні технології вирощування культур. К.: Урожай, 1993. 184с.
27. Шмат К.І., Бондарев Є.І., Мігальов О.В. Випробування і сертифікація техніки АПК. Херсон: ОЛДІ-плюс, 2004.268 с.
28. Stashkiv M. and Matsiuk O. nCode GlyphWorks Software Use for Test Data Processing. INFORMATION TECHNOLOGIES:THEORETICAL AND APPLIED PROBLEMS (ITTAP-2021) The 1st International Workshop, 2021.
29. Babii, A. Dovbush T., Khomuk N., Dovbush A., Tson A., Oleksyuk V. Mathematical model of a loaded supporting frame of a solid fertilizers distributor *Procedia Structural Integrity* 36, 203-210. <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2022.01.025>
30. Andreikiv, O.E., Babii, A.V., Dolinska, I.Y. *et al.* Determination of the Residual Life of the Spraying Boom of a Field Sprinkler in the Maneuvering Loading Mode. *Mater Sci* 56, 112–118 (2020). <https://doi.org/10.1007/s11003-020-00404-2>
31. Hevko R.B., Tkachenko I.G, Khomyk N.I., Gumeniuk Y.P, Flonts I.V., Gumeniuk O.O. Determination of technical-and-economic indices of root crop conveyer-separator during their motion on curved path. *ИММАТЕН: Agricultural engineering.* 2020.Vol. 61, no 2. PP. 175-182. Bucharest/Romania.
32. Борис І.М. Удосконалення гичкоріза гичкозбиральної машини /Актуальні задачі сучасних технологій: зб. тез доповідей VIII міжнародної наук.-техн. конф. Молодих учених та студентів, (Тернопіль, 27-28 листопада 2019) / Засадзінський Р.Ю., Борис І.М./ Тернопіль: ТНТУ, 2019. Том 1. С.87-88

33. Бабій А.В., Коноваленко С.І., Бабій М.В., Хомик Н.І. Причіпний пристрій широкозахватної машини. Деклараційний патент на корисну модель 138418 А01В 59/06 (2006.01). Заявлено 22.05.2019, u201905538 опубліковано 25.11.2019, бюл. № 22.
34. Alexander Nanka, Ivan Morozov, Vladimir Morozov, Mykola Krekot, Anatolii Poliakov, Ivan Kiralhazi, Mykhailo Lohvynenko, Konstantin Sharai, Andriy Babiy, Mykola Stashkiv. Improving the efficiency of a sowing technology based on the improved structural parameters for colters. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. Vol. 4. No. 1 (100) (2019) *Engineering Technological Systems*. P. 33 – 45.
35. Бабій А.В., Коноваленко С.І., Бабій М.В., Цепенюк М.І. Причіпний пристрій широкозахватної машини. Деклараційний патент на корисну модель 140142 А01В 59/06 (2006.01). Заявлено 24.06.2019, u201907015 опубліковано 10.02.2020, бюл. № 3/2020.
36. Бабій А.В. Дослідження процесу роботи енергозберігаючого ґрунтообробного робочого органу / А.В. Бабій, С.І. Коноваленко, А.Р. Миколаєвич // Актуальні задачі сучасних технологій : зб. тез доповідей VII Міжнар. наук.-техн. конф. Молодих учених та студентів, 2018. С.46.
37. Бабій А.В., Коноваленко С.І., Бабій М.В. Дослідження автоколивного процесу при переміщенні культиваторної лапи в ґрунті. Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій : матеріали Міжнародної науково-технічної конференції до 100-річчя з дня заснування НАН України та на вшанування пам'яті Івана Пулюя (100-річчя з дня смерті), Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2018. С.77-78.
38. Leshchak, R.L., Babii, A.V., Barna, R.A. *et al.* Corrosion Resistance of Steel of the Frames of Boom Sprayers. *Mater Sci* **56**, 425–431 (2020). <https://doi.org/10.1007/s11003-020-00446-6>

ДОДАТКИ