

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

**Інженерно-технологічний факультет**

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

**П о я с н ю в а л ь н а   з а п и с к а**

до дипломної роботи

освітнього ступеня "Бакалавр" на тему:

**Удосконалення процесу механізації поверхневого  
обробітку ґрунту з модернізацією робочого органу  
культиватора КПС-4**

**Виконав:** студент 4 курсу, групи МС-4-20  
за спеціальністю 208 "Агроінженерія"

\_\_\_\_\_Бакатов Дмитро Олексійович

**Керівник:** \_\_\_\_\_Пугач Андрій Миколайович

**Рецензент:** \_\_\_\_\_

Дніпро 2023



## 5. Перелік демонстраційного матеріалу

1. Огляд існуючих конструкцій. 2. Загальний вигляд машини (вузла) 3. Складальне креслення 4. Деталювання 5. Економічні показники. 6. Висновки

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Пугач А.М., професор		
2	Пугач А.М., професор		
3	Пугач А.М., професор		
4	Деркач., доцент		
5	Пугач А.М., професор		
нормоконтроль	Теслюк Г.В., доцент		

7. Дата видачі завдання: 12.09.2022 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	до 28.09.2022 р.	Виконав
2	Технологічний	до 30.10.2022 р.	Виконав
3	Конструкційний	до 28.02.2023 р.	Виконав
4	Охорона праці	до 31.03.2023 р.	Виконав
5	Економічний	до 28.04.2023 р.	Виконав
6	Графічна частина	до 31.15.2023 р.	Виконав

Студент

\_\_\_\_\_.  
( підпис )

\_\_\_\_\_.  
( прізвище та ініціали )

Керівник роботи

\_\_\_\_\_.  
( підпис )

\_\_\_\_\_.  
( прізвище та ініціали )



## АНОТАЦІЯ

Бакатов Дмитро Олексійович Удосконалення процесу механізації поверхневого обробітку ґрунту з модернізацією робочого органу культиватора КПС-4 / Випускний кваліфікаційний проєкт на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія» - ДДАЕУ, Дніпро, 2023.

**У першому розділі** представлено аналіз діяльності базового господарства.

**У другому розділі** проведено огляд існуючих конструкцій та технічних рішень за темою проєкту.

**У третьому розділі** представлено обґрунтування технологічного процесу та конструкції.

**У четвертому розділі** приведено основні заходи з охорони праці при роботі з розробленою конструкцією.

**У п'ятому розділі** приведено оцінку економічної ефективності від впровадження.

Дипломний проєкт виконано на 55 сторінках машинописного тексту, що включає 14 малюнків, 7 таблиць, містить 21 джерел використаної літератури.

**Ключові слова:** суцільний обробіток, робочий орган культиватора, технологічний процес.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 КОРОТКА ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА.....	8
Висновки.....	10
2 АНАЛІЗ СПОСОБІВ І ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ПЕРЕДПОСІВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ.....	11
2.1 Агротехнічні вимоги до процесу.....	11
2.2 Огляд існуючих конструкцій.....	12
2.3 Патентний огляд.....	17
Висновки.....	23
3 ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ.....	25
3.1 Опис розробленої конструкції.....	25
3.2 Рекомендації по використанню модернізованого культиватора.....	26
3.3 Розрахунок пружних елементів.....	28
3.4 Розрахунок пружного запобіжника.....	36
Висновки.....	42
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА...43	
Висновки.....	46
5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЄКТУ.....	47
Висновки.....	51
ВИСНОВКИ	ТА
ПРОПОЗИЦІЇ.....	52
СПИСОК	ВИКОРИСТАНИХ
ДЖЕРЕЛ.....	54
ДОДАТКИ.....	56

## ВСТУП

У Дніпропетровській області більше 70% ґрунтів зазнають того чи іншого ступеня деградації. На підготовку ґрунту припадає 62-64% усіх енерговитрат. Ущільнення нижніх шарів ґрунту зросло більш ніж у 2,5 рази. Система обробітку ґрунту не відповідає науково обґрунтованим вимогам до використання з урахуванням місцевих ґрунтово-кліматичних умов окремої території; не дозволяє активізувати процеси мінералізації органічної речовини, накопичення рухомих форм азоту, накопичення осінніх опадів, створення найбільш збалансованого живлення та забезпечення рослин вологою, мінералізації органічної речовини, накопичення рухомих форм азоту, накопичення атмосферних опадів, що створює найбільш збалансоване живлення та забезпечення рослин вологою. Тому проблему удосконалення технологій і технологічних засобів основного і поверхневого обробітку ґрунту необхідно вирішувати й надалі.

Інтенсифікація сільськогосподарського виробництва диктує комплексне вирішення питання основного обробітку ґрунту з урахуванням усіх важливих факторів з метою повного задоволення потреб виробництва сільськогосподарської продукції.

Зменшення питомої ваги оранки серед відомих способів основного обробітку є наслідком її високої енерговитратності, швидкого прогресу нетрадиційних методів, значного поширення нульового обробітку ґрунту у зв'язку з розповсюдженням хімічних засобів боротьби з шкідниками та бур'янами сільськогосподарських культур.

Традиційна система поверхневого обробітку ґрунту зазнає значних змін

Зміни з'явилися конструкції нових культиваторів, які дають змогу отримати значні переваги при їх використанні в певних умовах. Однак

розробити універсальну конструкцію, придатну для роботи скрізь і в будь-яких умовах, неможливо. У результаті ґрунтообробні машини розроблені для конкретних ґрунтово-кліматичних умов.

## **1 КОРОТКА ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА**

Територія землекористування базового підприємства розміщена у Солонянському районі Дн-ської області.

Підприємство знаходиться на території смт. Солоне. Транспортний зв'язок забезпечується автомобільними дорогами з твердим покриттям.

Основним напрямком діяльності підприємства є рослинництво.

Клімат – помірно-континентальний і характеризується такими даними.

Середньомісячна температура влітку складає + 20; 22° С, взимку – 5; – 7° С. Підприємство розташоване в третій кліматичній зоні по вітру і ожеледі.

В окремі роки за весняні місяці випадає дуже мала кількість опадів, що також завдає великої шкоди молодим культурам.

На території господарства основним типом ґрунту є чорноземи звичайні мало гумусні. Дані ґрунти є найбільш цінними у виробничому відношенні.

Рельєф території господарства взагалі водяно-ерозійного типу, який включає наступні підтипи:

- вузькохвильвий;
- широко хвильовий.

Всі ґрунти господарства поділені на чотири категорії:

- чорноземи середньо змиті;
- чорноземи не змиті і слабо змиті;
- чорноземи намиті;

Таблиця 1.1 - Структура посівних угідь за роки аналізу

Культура	2021 рік	2022 рік	2023 рік
Озима пшениця	350	400	400
Озимий ріпак	200	40	40
Ярий ячмінь	100	170	170



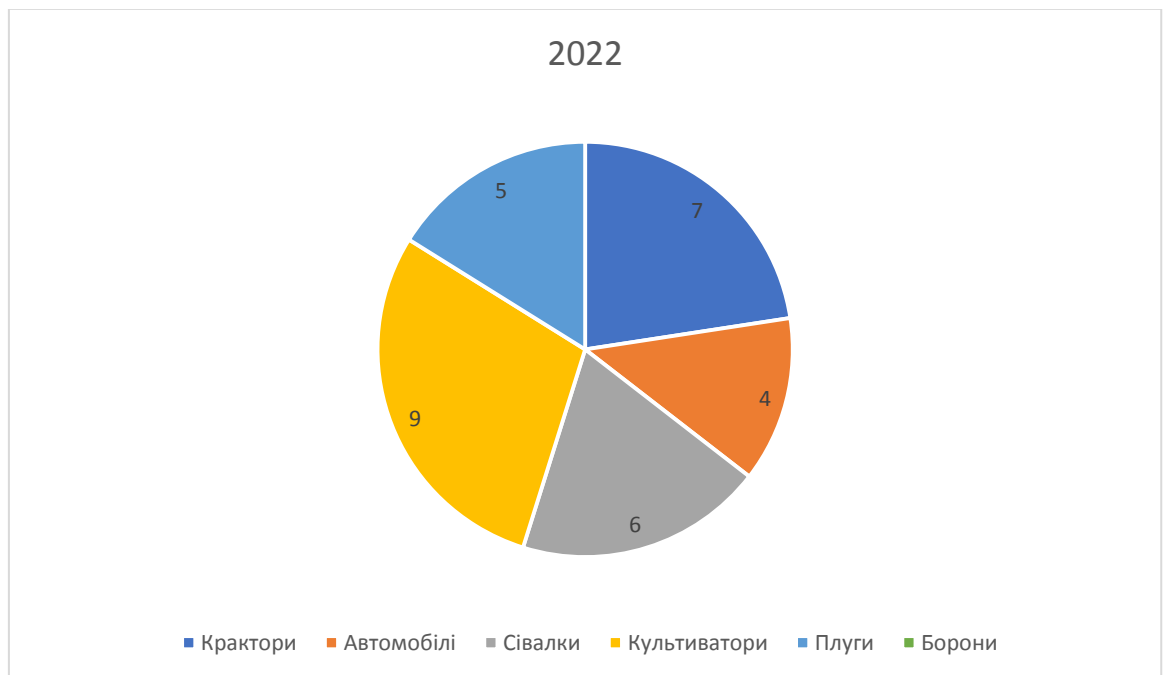
Соняшник	473	496	496
Кукурудза на зерно	150	300	300
Овес	50	80	80

Структура земельного фонду значно коливається по роках враховуючи різну кількість земельних ділянок орендованих у володарів земельних сертифікатів.

Враховуючи фінансовий стан господарства і фактичні ціни на мінеральні добрива і кількість гною, система використання мінеральних добрив повинна бути мінімальна по витратам і максимальна по ефективності одержання надбавки врожаю.

Як бачимо, кліматичні умови господарства досить сприятливі для вирощування більшості районованих культур.

Склад машино-тракторного парку та наявність техніки приведений на графіку 1.1.



Аналіз свідчить про те, що площі під озиму пшеницю і яровий ячмінь за роки аналізу орієнтовно однакові і деяка різниця пояснюється в основному розмірами полів сівозміни.

Врожайність основних сільськогосподарських культур за 2020...2022 роки приведена в табл. 1.3.

Достатньо високі і стійкі врожаї зернових культур в минулі роки пояснюються головним чином повним виконанням всіх вимог технології, внесенням повної дози мінеральних добрив в необхідному співвідношенні N, P, K з врахуванням виносу основних елементів живлення попередником.

Таблиця 1.3 - Врожайність основних сільськогосподарських культур

Культура	2020 рік	2021 рік	2022 рік
Озима пшениця	37	33,7	20,5
Озимий ріпак	-	9,2	10,4
Ярий ячмінь	18	15,4	20,1
Соняшник	23,4	33,3	19,9
Кукурудза на зерно	39,8	46,7	34,1
Овес	21,8	-	23,7

Аналіз даних, які представлені доводить, що затрати достатньо високі і коливання їх по роках аналізу пов'язані з врожайністю, типом гібриду, що вирощується, вологістю насіннєвого матеріалу, що збирається, необхідністю додаткового очищення і т. ін.

## **Висновки**

Виконаний аналіз показує, що спрямованість діяльності підприємства, наявність техніки та основні ґрунтово-кліматичні умови потребують впровадження сучасного ґрунтообробного агрегату.

Нами встановлено, що незважаючи на ту велику різноманітність технічних засобів ще і на сьогоднішній день проблема поверхневого обробітку ґрунту відповідно до агротехнічних вимог залишається актуальною.

Виходячи з цього в даному проекті нами прийнято рішення про удосконалення механізації поверхневого обробітку ґрунту з розробкою конструкції лапи культиватора КПС-4 для роботи на підвищених швидкостях.

## **2 АНАЛІЗ СПОСОБІВ І ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ПЕРЕДПОСІВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ**

### **2.1 Агротехнічні вимоги до процесу**

Виходячи з аналізу ґрунтово-кліматичних умов регіону, аналізу агротехнічних вимог до обробітку ґрунту різними ґрунтообробними агрегатами, нами розроблено вимоги до розробленого агрегату.

Призначення – поверхневий обробіток ґрунту з доведенням шару до стану, що виключає додатковий обробіток.

Створюваний агрегат повинен відповідати загальним технічним вимогам до машин даного класу за технічним рівнем та рівнем техніки безпеки.

Впровадження агрегату не повинно ускладнювати технологічний процес вирощування сільськогосподарських культур.

Агрегат повинен забезпечувати:

1. Глибину обробітку до 12 см з можливістю плавного її регулювання без виносу нижніх шарів на поверхню;
2. Стрільчасті лапи повинні стало працювати на встановленій глибині, відхилення від встановленого значення не повинні перевищувати  $\pm 2$  см;

Поверхня поля після проходу агрегату повинна бути рівною, гребенистість у межах 1...2 см по сліду стрільчастих лап і 2...3 см по сліду агрегату в цілому;

3. Стояки не повинні забиватися рослинними рештками;
4. Відхилення від ширини захвату не більше 2 см;
5. Огріхи не допускаються;
6. Обумовлена якість повинна бути забезпечена при абсолютній вологості 20...30%, твердості ґрунту до 3,5 МПа.;
7. Коефіцієнт різнозернистості структурованих агрегатів в межах 40...90;
8. Ступінь подрібнення у верхньому шарі 40...50, загальна до 20 (за методикою проф. Панченка А.М)

## **2.2 Огляд існуючих конструкцій**

Для різних умов на культиваторах встановлюються відповідні робочі органи. Лапи за призначенням поділяються на полольні і розпушувальні. Стрільчасті лапи призначені для підрізування бур'янів і розпушування ґрунту без обороту шару ґрунту.

Ширина захвату лапи 145, 150, 190, 220, 270, 330, 370 мм. Кут загострення 8...12°, товщина ріжучої кромки 0,3...0,5 мм.

Ріжучі периметри кріпляться до просапної машини за допомогою жорстких і еластичних стійок. Коротке ознайомлення з робочими інструментами, встановленими на просапних машинах, дозволяє зробити висновок, що можна досягти певної якості обробітку ґрунту.

Чизельний культиватор FG (рис. 2.1) - це універсальний культиватор з міцною рамою і спеціальними ґрунтообробними лапами для суцільного обробітку ґрунту на глибину 2-8 см і 10-20 см. Рама FG-18.30 складається з п'яти секцій, які встановлюються в транспортне положення за допомогою дистанційного гідроциліндра. Поперечна структура рами забезпечує

оптимальне копіювання поверхні поля та оранку на задану глибину. Ріжучі периметри розташовані в чотири ряди, з робочою шириною 18,3 м.

Культиватор-чизель FG (HORSCH) (рис. 3.1) – це універсальний культиватор із спеціальними культиваторними лапами, встановленими на досить міцній рамі для суцільного обробки ґрунту на глибину 2-8 та 10-20 см.

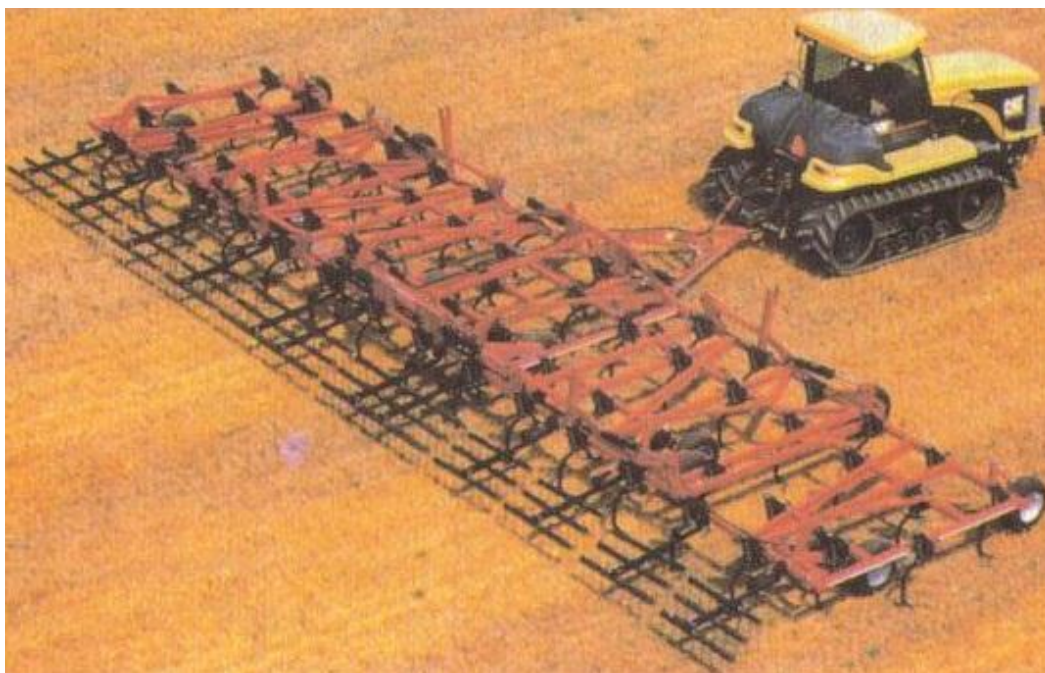


Рисунок 2.1 - Чизель-культиватор

Конструкція КПГ-2.2 (рис. 2.2) використовується для основної безполицевої оранки та паро розпушування на глибину 25-30 см. Вона має дві лапи 14 з шириною захвату 110 см, бункер 6 місткістю 650 л, корпусний висівний апарат 7 і вентилятор 5.

Сівалка приводиться в дію карданним валом 15 і ланцюговою передачею від опорного колеса 16. Колесо вентилятора обертається за допомогою гідравлічного двигуна. Лапи обладнані системою підземного внесення добрив, що включає змішувач 10, тукопроводи 9, повітропроводи 8 і розподільник 11.

Культиватор переводиться гідроциліндром 2 в робоче і транспортне положення, а глибина оранки і внесення добрив, до глибини 12-17 см, регулюється поворотом гвинтових стяжок на регуляторі 3.

Конструкція КПШ-9 (рис. 2.3) – напівнавісний гідрофільний культиватор, призначений для основної парової обробки та передпосівної оранки на глибину до 18 см, що забезпечує збереження врожаю зернових культур на поверхні ґрунту та захист його від вітрової ерозії.

Культиватор-плоскоріз складається з рами, опори 6, двох самовстановлюваних коліс з механізмом підйому і опускання робочого органу 1 і гідравлічної системи.

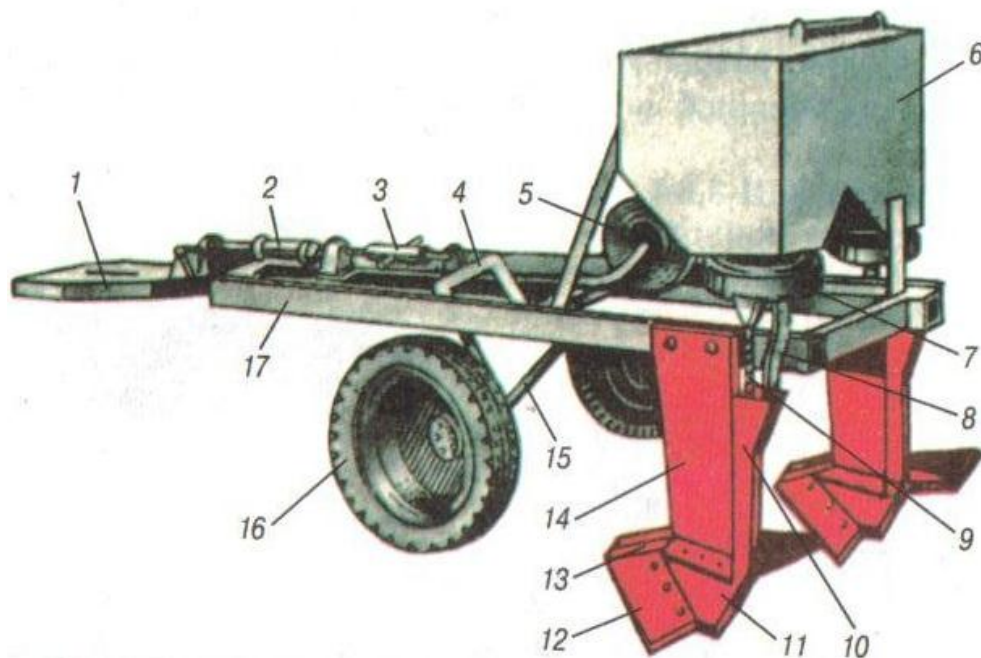


Рисунок 2.2 - КПГ-2,2

Рама має три секції: середню 11, ліву 5 і праву 10. Середня секція обладнана автомобільним зчпним пристроєм 7 для з'єднання з навісною системою трактора. Поздовжні балки бічних секцій мають обмежувачі та отвори для кріплення робочого органу. За допомогою стопорів регулюється положення робочого органу в поздовжньо-вертикальній площині.

Опорні колеса 6 середньої секції мають пневматичні шини і з'єднані з рамою за допомогою гвинтового механізму для регулювання робочої

глибини. Самовирівнювальне колесо 2 з паралелограмним механізмом 3 є опорою бічної секції і служить для підйому культиватора з робочого положення в транспортне і опускання з транспортного положення в робоче.

Конструкція КЕ-3,8 (рис. 2.4) призначений для передпосівного та основного обробітку ґрунту на глибину 5-16 см зі збереженням стерні та інших поживних решток на ділянках, де ґрунт схильний до вітрової ерозії. Культиватор обладнаний штанговим пристроєм.

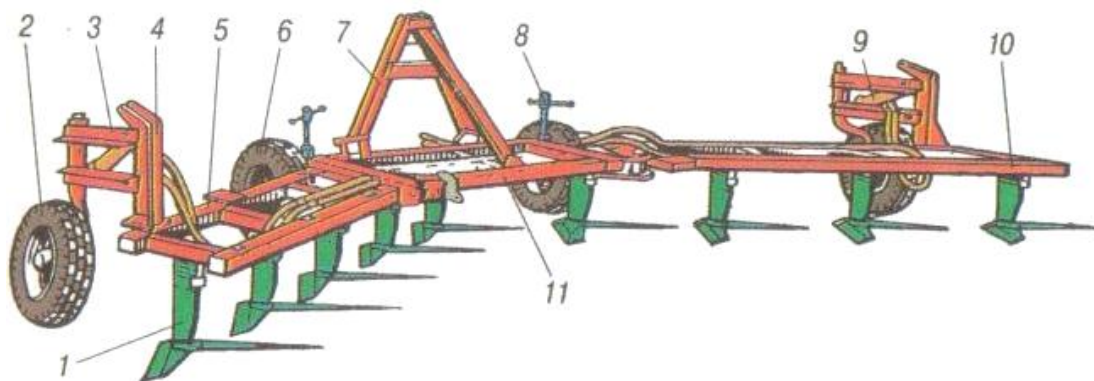


Рисунок 2.3 - КПШ-9

Складається з рами 12, двох ходових коліс 11 з шинами пневматичними гребнів з робочими органами 10 і механізму підйому і опускання робочих органів.

Рама являє собою зварену прямокутну конструкцію з трьома горизонтальними брусами, на яких в три ряди встановлені лапи з робочими органами 10. На передній рамі змонтований складаний багатопроменевий висівний апарат з підйомним пристроєм.

Висівний апарат з робочими органами складається з литого кронштейна, стояка зі стрілочастими лапами і двох пружин. Стояк лап підпружинений і поворотний до литого кронштейну з упорними болтами для регулювання кута входження лап в ґрунт.

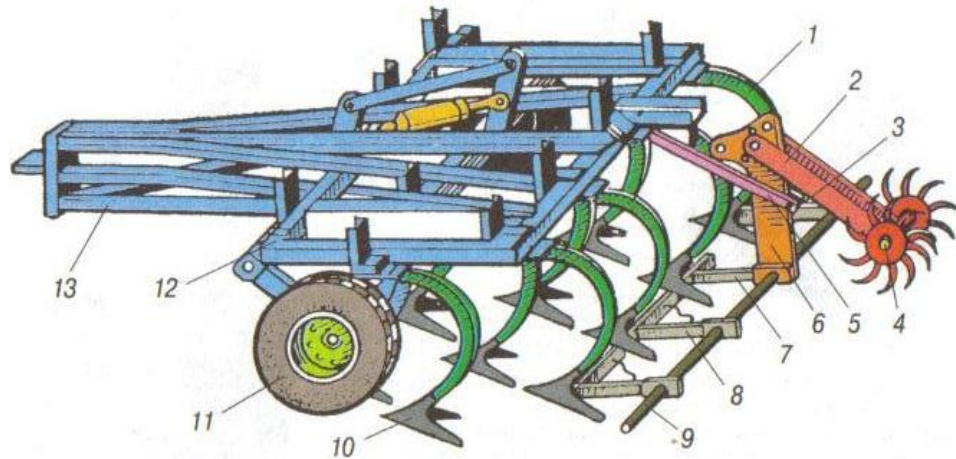


Рисунок 2.4 - КПЕ-3,8А

Конструкція ГРН-3,9 (рис. 2.5) призначена для поверхневого (на глибину до 16 см) і основного (на глибину 20-30 см) обробітку ґрунту. При цьому заповнювач зрізає верхню частину ґрунту та інтенсивно її дробить і подрібнює, вирівнює поверхню поля та частково ущільнює її.

До складу агрегату входять рама, опорні колеса зі стопорними цапфами, робочі органи (стріли і ножі), голчасті ролики, гребінці, петлі. Основним несучим вузлом агрегату є зварний каркас замкнутого типу, зварений з прямокутних труб. Між передньою, середньою і задньою поперечиною закріплено 6 виступів.

Робочі органи у вигляді важких культиваторних лап з'єднані болтами з підйомною лінією. Голчасті ролики з'єднані з рамою пальцями. Робочими органами голчастого котка є голчасті елементи, які додатково подрібнюють і вирівнюють ґрунт. Інтенсивність подрібнення ґрунту регулюється зміною ступеня стиснення натискних пружин.

Гребінці також кріпляться до рами на тих же пальцях, що і голчасті валики. Поверхнєве копіювання здійснюється за допомогою пружин. Волокуша додатково вирівнює ґрунт.



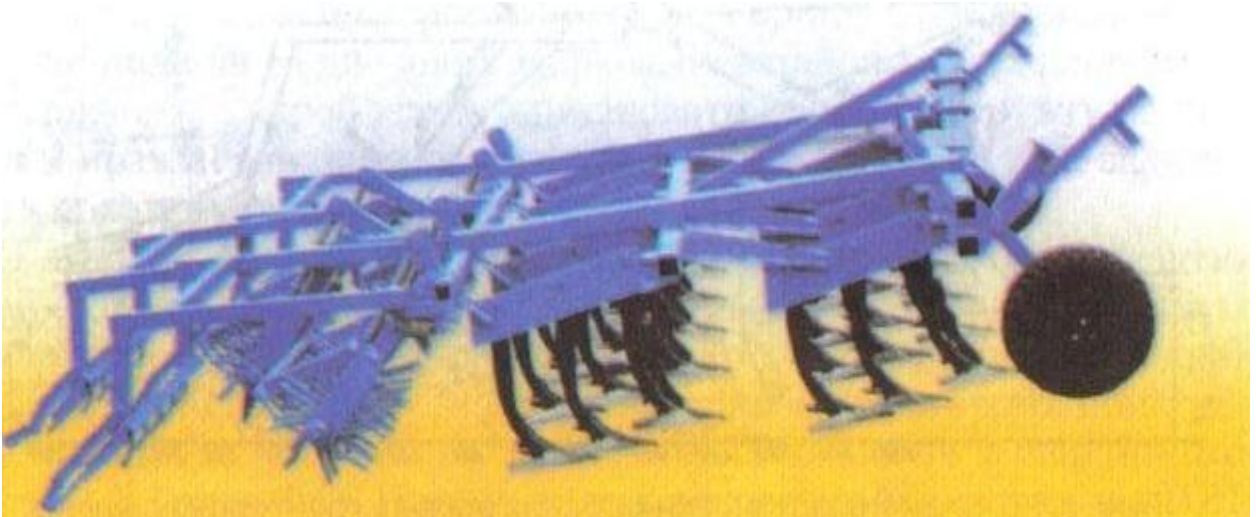


Рисунок 2.5 - ГРН-3,9

### 2.3. Патентний огляд

Патент № 37551 (рис. 2.6)

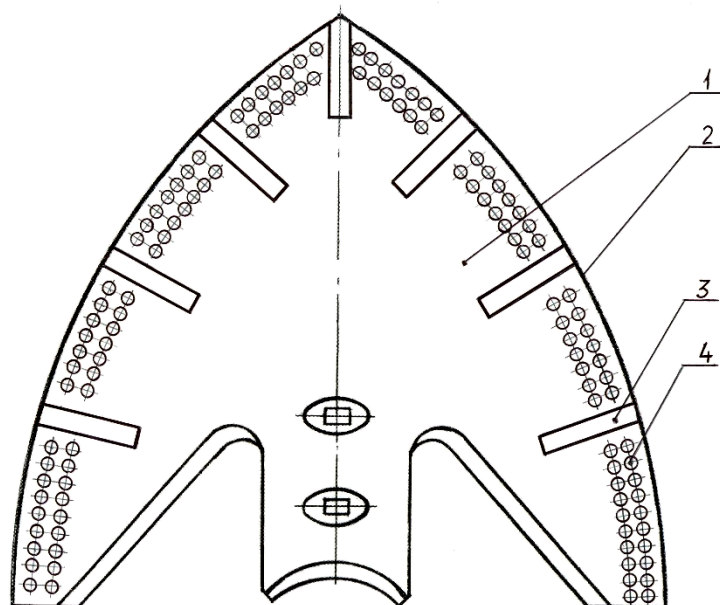


Рисунок 2.6 - № 37351

Метою винаходу є оптимізація режиму різання.

Поставлена задача вирішується тим, що перпендикулярно лезу нанесенні смуги зносостійкого матеріалу, а в міжсмуговому просторі виконанні ряди отворів. Отвори можуть бути виконанні безпосередньо в процесі штамповки.

Робочий орган культиватора включає стрілочасту лапу 1 з криволінійним лезом 2, на яке нанесені смуги зносостійкого матеріалу 3, між якими виконані отвори 4.

Робочий орган культиватора працює в такий спосіб.

Стрілочаста лапа рухаючись у ґрунті зазнає поступово зносу. Між смугами формуються зубці більшого профілю, а між отворами в межах зубців – відповідно меншого профілю. Зменшення зносу робочого органу дозволяє підвищити його робочий ресурс, покращити якість підрізання кореневої системи бур'янів.

Патент № 37404 (рис. 2.7)

Метою винаходу є зменшення номенклатури комплектуючих в процесі виготовлення та збільшення пристосованості до конкретних умов використання.

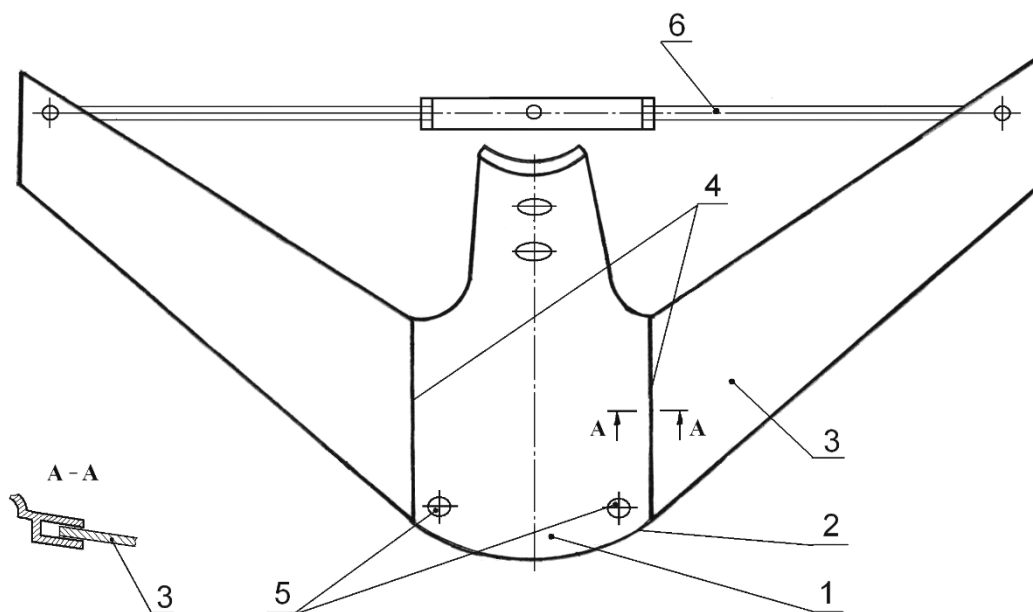


Рисунок 2.7 - № 37404

Цей технічний результат досягається тим, що крила шарнірно кріпляться до носка лапи.

Робочий орган культиватора має складову поверхню, що складається з носка 1, що виконаний у вигляді циліндричної поверхні, розташованої опуклістю 2 у напрямку руху, а крила 3, виконані у вигляді площин, які є дотичними і спряжені з циліндричною поверхнею носка по твірним 4. Крила 3 шарнірно з'єднанні з носком 1 за допомогою гвинтів 5. Ширину захвату можливо змінювати за допомогою регулювального гвинта 6.

Робочий орган культиватора працює таким чином.

Після розпушування ґрунту носком лапи крила розпушують залишок ґрунту і працюють у режимі напіввільного різання. Шарнірне з'єднання носка з крилами дозволяє змінювати ширину захвату у відповідних межах. Це дає можливість використовувати робочий орган в різні фази вегетації рослин та при різних схемах використання робочого органу на культиваторах.

Патент № 33018 (рис. 2.8)

Метою винаходу є зміна геометрії леза для сприяння більш сталому проходу розпушеного ґрунту по поверхні стрілкової лапи.

Цей технічний результат досягається тим, що поверхня робочого органу утворена радіус-вектором, полюс якого зменшує висоту свого положення від максимального значення по осі робочого органу до мінімального на обрізі крила.

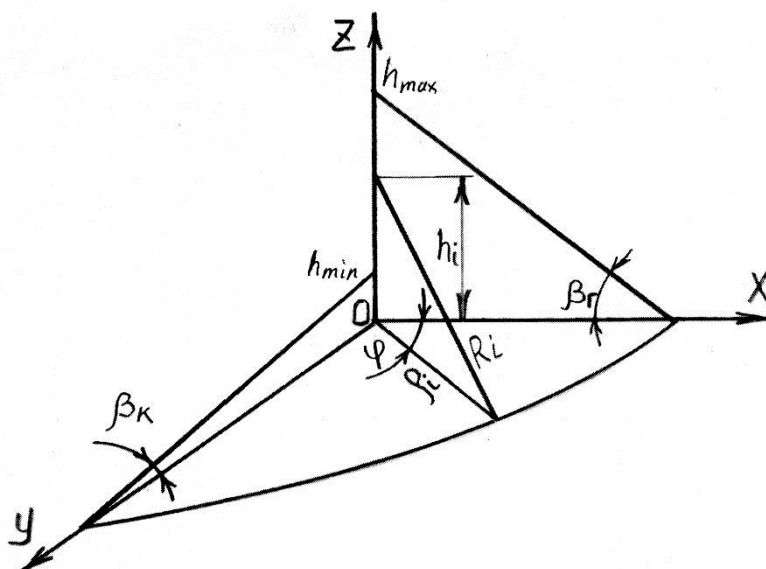


Рисунок 2.8 - № 33018

На рис 2.8. зображено принципову схему формування поверхні робочого органу. Поверхня утворена радіус-вектором  $R_i$  та полярним кутом  $\varphi$ .

При полярному куті  $\varphi = 0$ , кут нахилу радіус-вектора до горизонтальної площини становить максимальне значення  $\beta_G$ , що відповідає куту підйому груді стрілкової лапи, при  $\varphi = \pi/2$  – відповідно  $\beta_K$ , що відповідає куту нахилу обрізу крила лапи. При цьому полюс радіус-вектора змінює своє положення від  $h_{max}$  до  $h_{min}$ . Закон залежності  $h$  від  $\varphi$  визначає форму робочої поверхні робочого органу.

Робочий орган працює наступним чином. При переміщенні робочого органу в напрямку осі  $X$  бур'яни завдяки кривизні леза, що збільшується, будуть рухатись відносно леза с прискоренням. Зменшення кута підйому крила лапи від осі до обріза буде сприяти зменшенню вспучення ґрунту перед лапою.

Патент № 31616 (рис. 2.9)

Метою винаходу є інтенсифікація підрізання кореневої системи.

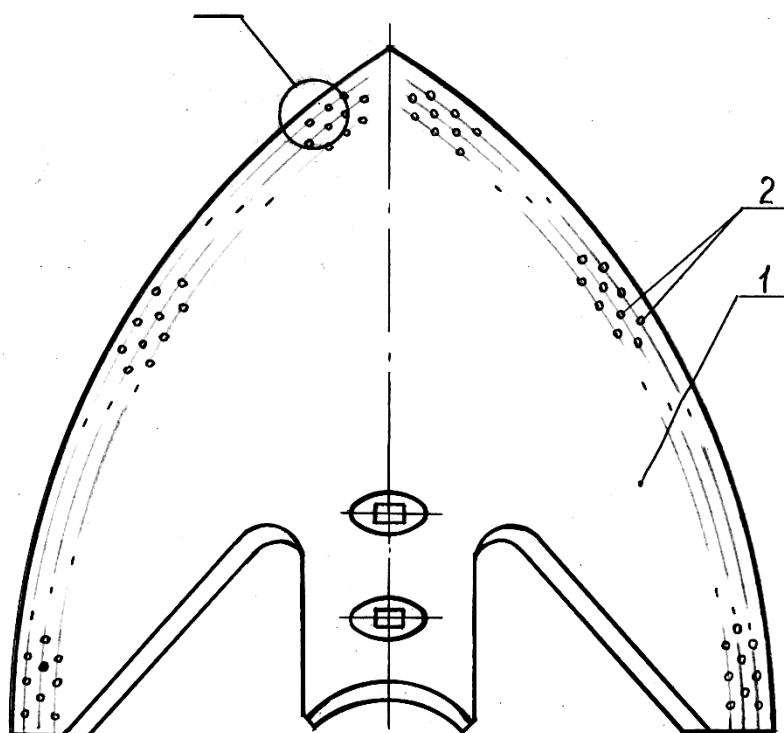


Рисунок 2.9.(а) - № 31616

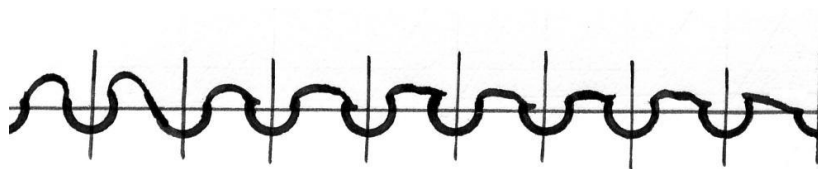


Рисунок 2.9.(б) - № 31616

Поставлене завдання вирішується тим, що поверхня лапи стріли з криволінійним лезом, яка виконана у вигляді кривої лінії, кривизна якої збільшується від початку леза до кінця, а кут між дотична і напрямком руху зменшується, виготовляється змінної зносостійкості, надаючи поверхні леза ребристий профіль. Останнє може здійснюватися безпосередньо в процесі штампування робочого органу, при цьому ребра можуть бути сформовані у вигляді отворів, що дозволяє формувати зубці різної форми в процесі абразивного зношування поверхні.

Корисна модель пояснюється графічно, де на малюнку 2.9(а) показано робочий орган культиватора, вид зверху, на малюнку 2.9(б) показано профіль зносу леза між отворами.

Робочий орган культиватора виконаний у вигляді двох прямих, які утворюють вершину трикутника, який розташований симетрично по лінії руху лапи і є носком лапи. На поверхні крил 1 зроблені ряди отворів 2.

Робочий орган культиватора працює наступним чином. Лапа стріли заглиблена на агротехнічно визначену глибину, і в процесі поступового руху її лезо зношується. У момент руйнування перемички між лезом і отвором утворюється зубчастий профіль, що збільшує підрізання кореневої системи.

Патент № 29371 (рис. 2.10)

Метою винаходу є зміна геометрії леза для сприяння сходженню бур'янів.

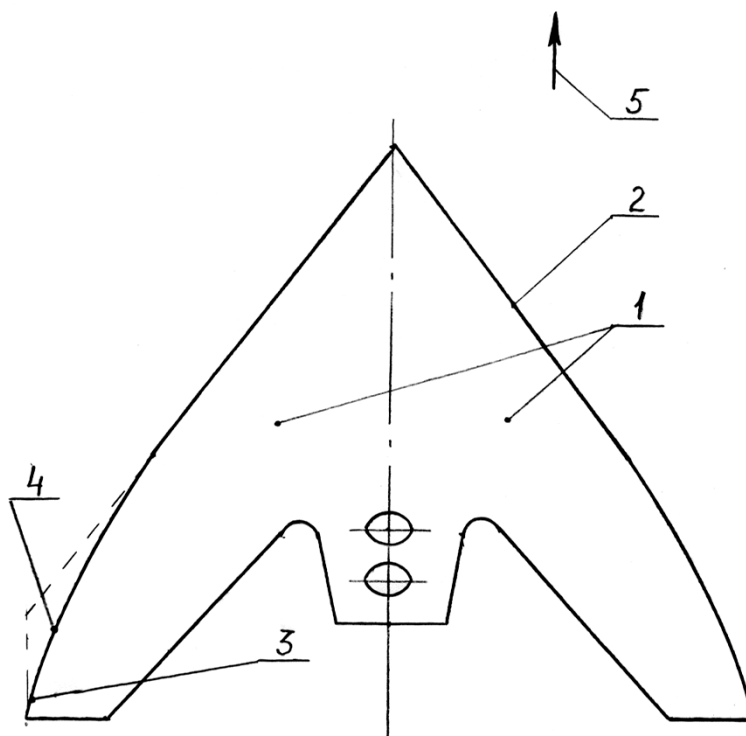
Зазначений технічний результат досягається тим, що лезо на кінцях лапи виконано у вигляді кривої лінії, опуклості якої спрямована в напрямку руху робочого органу.

До складу робочого органу культиватора входять крила 1 з діжучою крайкою 2, які на кінцях 3 виконані у вигляді криволінійної поверхні 4, опуклості якої спрямована в напрямку руху 5 робочого органу.

Робочий орган працює наступним чином. Зрізаний і висмикнутий бур'ян нависає над ножем 2 і рухається по ньому під дією потоку розпушеного ґрунту від початку ножа до кінця 3. Оскільки кінець ножа 3 виконано в формі кривої, опуклості якої спрямована в бік руху робочого органу 5,

розпушеного ґрунту уздовж зміцнюється, забезпечує бур'янів з кінця леза.

потоку ґрунту, лопаті що сходження лапи від



### Рисунок 2.10 - № 29371

Робочі органи цих культиваторів можуть бути виготовлені без додаткових витрат будь-яким виробником і можуть бути багаторазово відремонтовані.

Патент № 29561 (рис. 2.11)

Метою винаходу є зміна геометрії робочої поверхні для зниження зносу робочого органу культиватора.

Цей технічний результат досягається тим, що поверхня робочого органу культиватора виконана складовою, причому носок робочого органу виконаний у вигляді циліндричної поверхні, розташованої опуклістю по напрямку руху робочого органу, а площини крил є дотичними і спряжені з циліндричною поверхнею носка по твірним.

На рис. 2.6. зображено робочий орган культиватора, вид зверху.

Робочий орган культиватора має складову поверхню, що складається з носка 1, що виконаний у вигляді циліндричної поверхні, розташованої опуклістю 2 у напрямку руху, а крила 3, виконані у вигляді площин, які є дотичними і спряжені з циліндричною поверхнею носка по твірним 4.

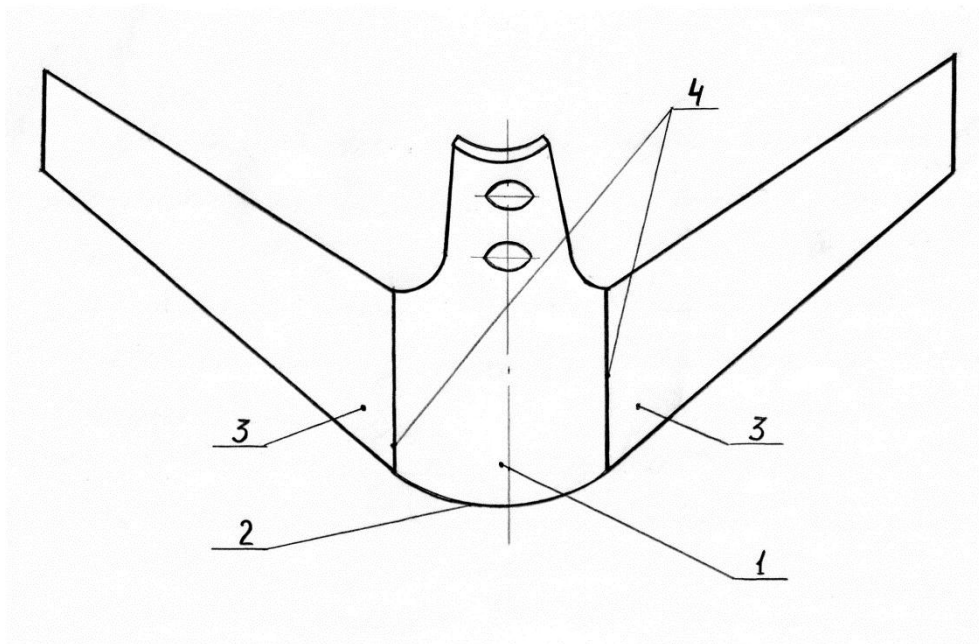


Рис 2.11. Робочий орган культиватора № 29561

Робочий орган культиватора працює таким чином.

Так як носок робочого органу має опуклість, то процес тріщиноутворення буде протікати рівномірно по всьому контуру циліндричної поверхні носка, що значно зменшує навантаження, і як слідство знос поверхні носка. Після розпушування ґрунту носком лапи крила розпушують залишок ґрунту і працюють у режимі напіввільного різання, який теж знижує навантаження підлягають зменшеному зносу. Зменшення зносу носка і крил робочого органу дозволяє підвищити його робочий ресурс.

### **Висновки**

Аналіз патентної та науково технічної літератури показав, що існує ряд технічних рішень направлених на покращення якості обробки ґрунту.

Велика кількість типів культиваторів є наслідком суттєвої диференціації механіко-технологічних властивостей ґрунтів у межах кліматичних зон.

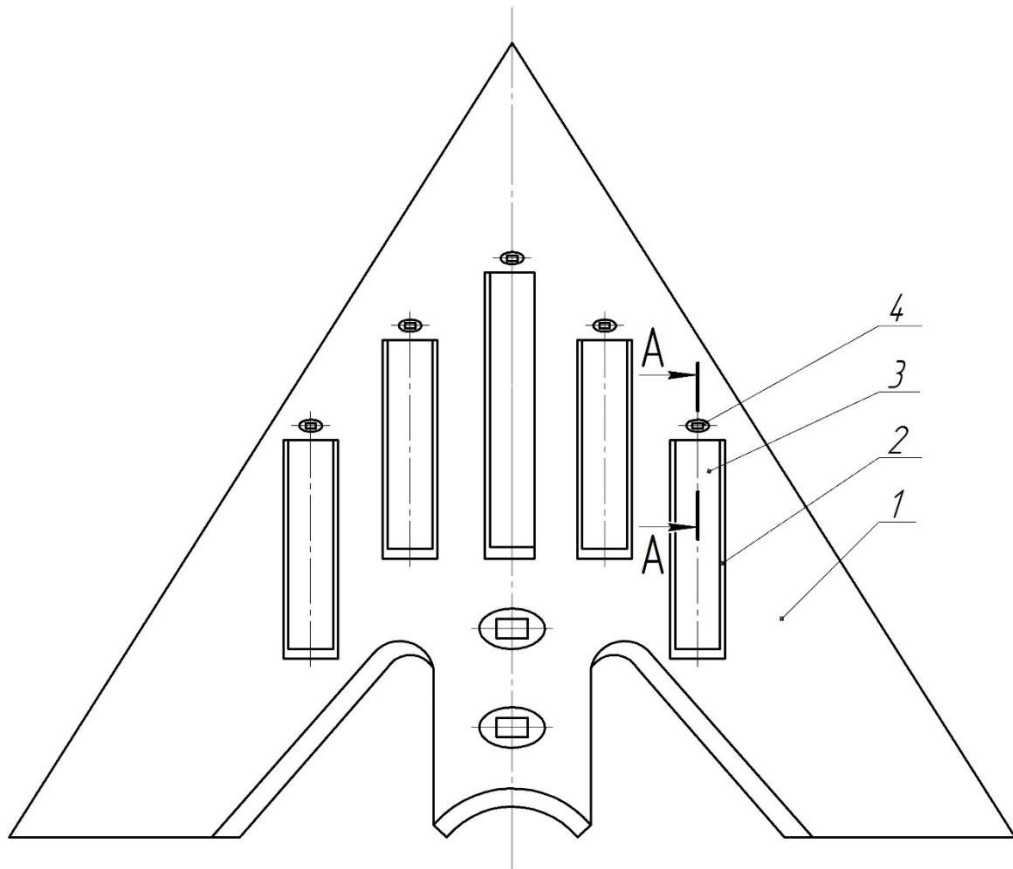


За результатами проведеного огляду існуючих технічних рішень нами прийнято рішення оснастити конструкцію культиватора КПС-4 стрілочастими лапами на базі винаходу № 37351.

### **3 ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ**

### 3.1 Опис розробленої конструкції

На рис. 3.1. зображено робочий орган культиватора, вид зверху.



Вид А (збільшено)

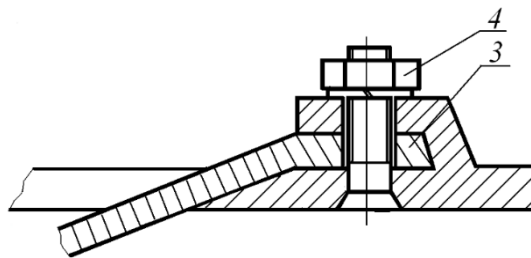


Рисунок 3.1 - Робочий орган культиватора

У поверхні крила 1 виконані пази 2, між якими за допомогою гвинтових з'єднань 4 закріплені пружні елементи 3.

Робочий орган культиватора працює наступним чином. Стрілчасті лапи заглиблюються на агрономічно задану глибину, і в процесі їх поступового

переміщення шар ґрунту передається на пружні елементи 3, де він розпушується, але пружні властивості елементів збільшують їх ґрунтоподрібнюючу дію. Зі збільшенням швидкості оранки сили, що діють на пружні елементи еластичних елементів збільшується, і ця дія призводить до того, що еластичні елементи входять в траншею 2, в результаті чого досягається висока швидкість обробітку ґрунту. Пружні елементи забезпечують концентрований вплив на шар ґрунту, що сприяє підвищенню якості обробітку та зменшенню енергоємності процесу.

Попередні оцінки показали, що конструкція є надійною в експлуатації та технічно обґрунтованою.

### **3.2 Рекомендації по використанню модернізованого культиватора**

Регулюють тиск в шинах задніх коліс в межах 100..120 кПа, передніх 170...190 кПа.

На передню частину рами трактора навішують грузи загальною масою 150 кг.

Культиватор оснащений лапами двох розмірів -270 мм для першого ряду і 330 мм для другого ряду - і розпушувачем з еластичними стояками. Начіпний пристрій складається з чотирьох штанг, прикріплених до рами культиватора і з'єднаних попарно поперечинами. Кожна поперечина має чотири редуктори, до яких кріпиться борона. Спеціальні петлі встановлені на культиватор і використовуються для з'єднання культиваторів між собою в рядах.

Трактор підводять до культиватора так, щоб середина трактора приблизно співпадала з серединою культиватора, при цьому пальці нижніх кронштейнів механізму навіски повинні розташовуватись проти шарнірів повздовжніх тяг трактора. Важіль керування гідро циліндром механізму підйому встановлюють в «Плаваюче» положення.

Надівають шарніри повздовжніх тяг механізму навіски трактора і фіксують їх чеками.

З'єднують штирем центральну раму навішеного на трактор культиватора і фіксують штир.

Поперечне переміщення рами навішеного на трактор культиватора не повинно перевищувати 20 мм як в робочому, так і в транспортному положенні. Досягають цього, регулюючи обмежуючі стяжки механізму навіски трактора. Почергово обертаючи регулювальні гайки, максимально зменшують довжину лівої і правої стяжок.

Культиватор навішений на трактор і укомплектований робочими органами, встановлюють на регулювальному майданчику. В робоче положення так, щоб опорні колеса торкалися поверхні майданчику.

Обертаючи трубу центральної тяги механізму навіски трактора до тих пір, доки верхня площина рами культиватора розташується горизонтально, встановлюють культиватор в робоче положення.

Розташовують гряділі робочих секцій по ширині захвату культиватора. На кожному гряділі закріплюють робочі органи.

Для встановлення робочих органів на задану глибину обробки під колеса культиватора і опорні колеса його робочих секцій підкладають бруски, товщиною на 20...30 мм менше заданої глибини обробки.

Для забезпечення якісної роботи культиватора необхідно дотримуватись наступних вимог:

Необхідно провести випробування культиватора, перевірку встановленої

глибини ходу робочих органів і зубових борін, проїхавши при нормальній робочій швидкості 50 – 100 м. Якщо глибина обробітку не відповідає заданій, механізмом регулювання глибини ходу робочих органів необхідно встановити задану глибину.

Для заглиблення робочих органів причіпного культиватора рукоятку гідро розподільника трактора перевести в положення примусового

опускання до повного виходу штоку гідроциліндра (хід поршня 200 мм), а потім рукоятку необхідно перевести в положення “нейтральне”.

Необхідно працювати з навісним культиватором при положенні рукоятки гідро розподільника в положенні “плаваюче”, при буксуванні коліс трактора або при сильному зануренні коліс культиватора в ґрунт необхідно перейти на “висотний ГСВ”

Не можна допускати забивання робочих органів бур’янами. Очищення проводьте стряхуванням на поворотах і чистиком при зупинках.

Необхідно перевіряти робочі органи і своєчасно заточувати їх.

Необхідно перевіряти всі кріплення культиватора і не менше одного разу за зміну підтягувати гайки. Особливу увагу слід звертати на кріплення робочих органів.

Під час передпосівного обробітку ґрунту, коли на полі в наявності невелика кількість бур’яну то на передньому ряді культиваторів встановлюють лапи шириною захвату 270 мм, а на другому лапи шириною захвату 330 мм. Якщо на полі багато бур’янів, то культиватор обладнується тільки лапами шириною захвату 330 мм.

### 3.3 Розрахунок пружних елементів

В даному розділі буде проведений розрахунок пружних елементів культиваторної лапи. Для спрощення розрахунків пружний елемент представимо як балку защемлену одним кінцем.

Швидкісний натиск ґрунту на клин можливо представити наступним чином

$$R = M_c V$$

(3.1)

де  $M_c = \rho \cdot b \cdot h \cdot V = \frac{\gamma}{g} b \cdot h \cdot V$  - секундна маса

Вважаючи  $R$  розподілений по площі (поверхні пласта) довжиною  $l$  отримаємо

$$q_v = \frac{R}{l} \cos(90^\circ - \alpha) = \frac{R}{l} \sin \alpha = \frac{\gamma}{g} b \cdot h \cdot V^2 \frac{\sin \alpha}{l}$$

(3.2)

Прогин пластини від розподіленого навантаження

$$EJ \frac{d^2 y}{dx^2} = -\frac{q}{2} (l-x)^2$$

$$EJ \frac{dy}{dx} = \frac{q}{2} \int (l-x)^2 d(l-x) + C$$

$$EJ \frac{dy}{dx} = \frac{q}{6} (l-x)^3 + C$$

$$EJy = -\frac{q}{24} (l-x)^4 + Cx + D$$

Для  $x=0$   $Q = \frac{dy}{dx} = 0 \rightarrow C = -\frac{ql^3}{6}$

$$y=0 \rightarrow D = \frac{ql^4}{24}$$

В даному розділі буде проведено розрахунок пружних елементів робочого органу культиватора. Для спрощення розрахунків пружний елемент представимо як балку защемлену одним кінцем рис. 3.2, або шарнірно закріплену, що спирається на пружний елемент рис. 3.3. а, б.



Рисунок 3.2 - Балка защемлена одним кінцем

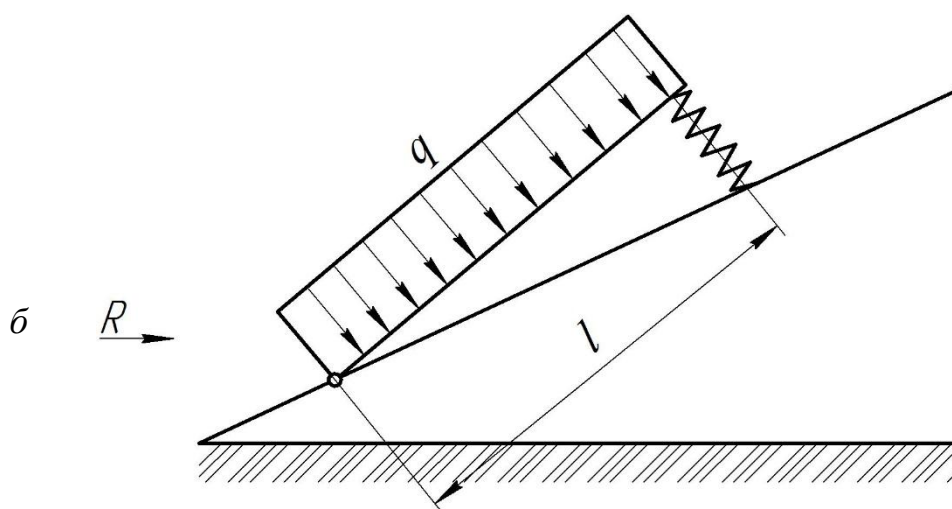
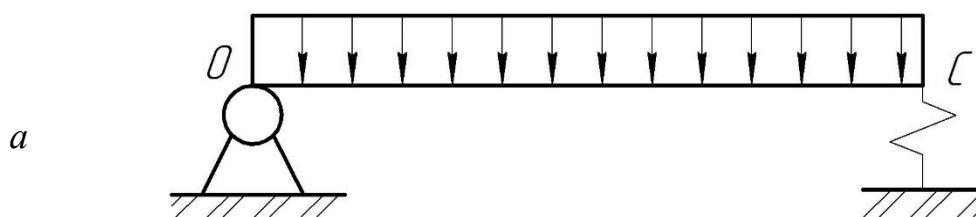


Рисунок 3.3 Балка шарнірно закріплена, що спирається на пружний елемент

$$EJy = -\frac{q}{24}(l-x)^4 - \frac{ql^3}{6}x + \frac{ql^4}{24}$$

(3.3)

$$Y_{max} = -\frac{ql^4}{6EJ} + \frac{ql^4}{24EJ} - \frac{ql^4}{8EJ} \rightarrow EJ = \frac{8Y_{max}}{ql^4}$$

(3.4)

Так як кінець пружного елемента не закріплений, то при побудові епюр будемо розглядати сили, розташовані справа від проведених перерізів; в цьому випадку немає необхідності визначати опорні реакції у защемленні (лівий кінець) рис. 3.4.

Взявши переріз 1 – 1 на ділянці СВ на відстанні  $x_1$  від вільного кінця, бачимо, що правіше перерізу відсутні зовнішні сили, відповідно в перерізі не виникає і внутрішніх зусиль. При значеннях  $x_1$  від нуля до  $x_1 = b$ .

$$Q = 0 \quad \text{і} \quad M_1 = 0 \quad \dots$$

(3.5)

Відстань до перерізу 2 – 2, взято на другій ділянці АС, будемо відкладати від точки прикладення сили  $P$ . Правіше перерізу розташована направлена вгору сила  $P$  і рівномірно розподілене навантаження  $q$  на довжині  $x_2$  з рівнодіючою  $qx_2$ .

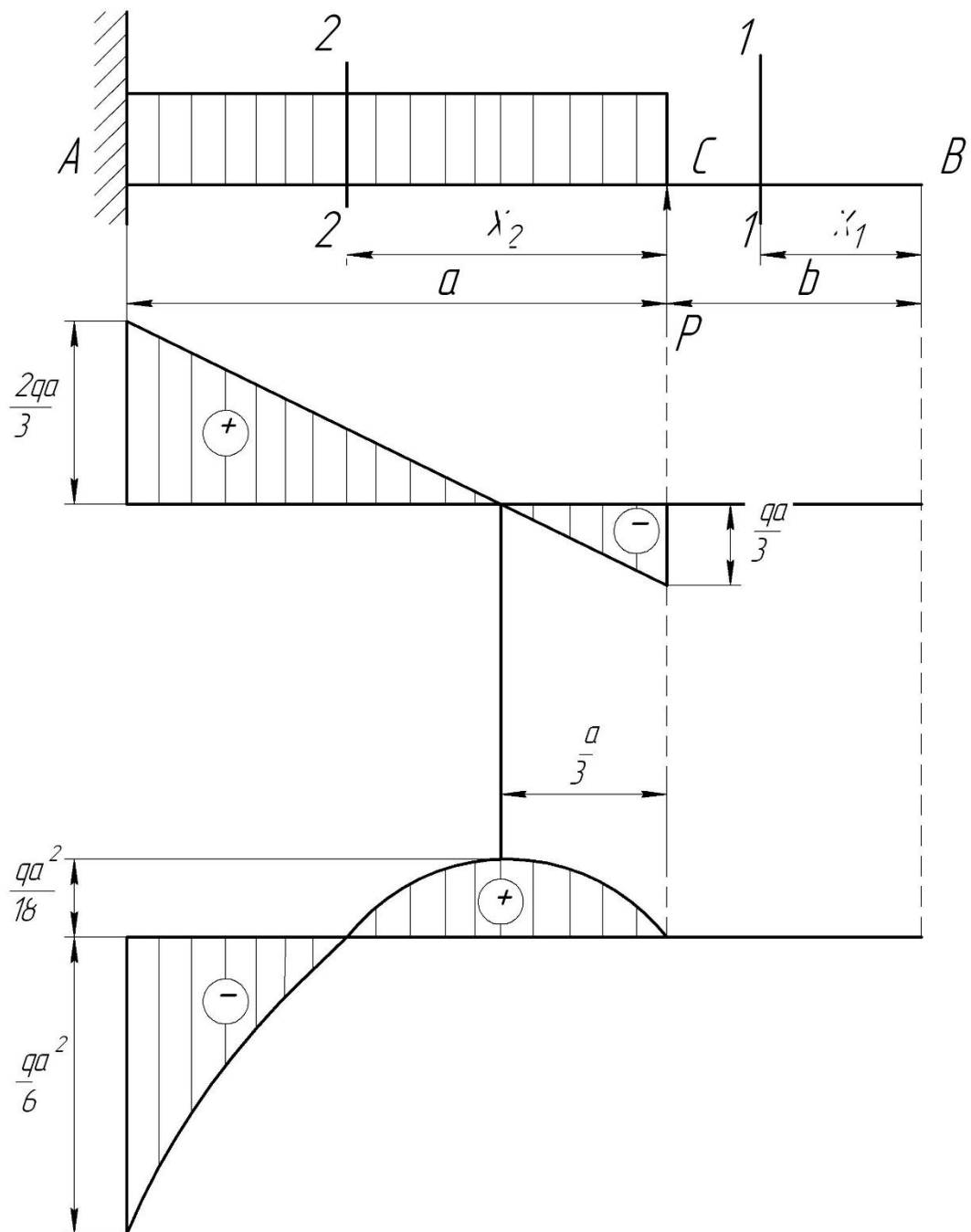




Рисунок 3.4 - Пружний елемент робочого органу культиватора

Представимо зусилля в перерізі 2 – 2 наступним чином:

$$Q_2 = -P + qx_2 \quad (3.6)$$

$$M_2 = Px_2 - \frac{qx_2^2}{2} \quad (3.7)$$

При зміні абсциси від  $x_2 = 0$  до  $x_2 = a$  поперечна сила  $Q_2$  змінюється за законом прямої лінії, а момент  $M_2$  по параболічному закону з максимумом в тому перерізі, де  $Q_2 = dM/dx = 0$ , тобто при  $x_2 = P/q$ .

Виконаємо побудову епюри  $Q$  і  $M$  для підрахунку ординат в загальному вигляді задаємося відношенням між навантаженнями  $P$  і  $q$ .

На першій ділянці довжиною  $b$  ордината епюр  $Q$  і  $M$ , як видно рівні нулю, обидві епюри співпадають з вісями абсцис. На другій ділянці  $AC = a$  ( $0 \leq x_2 \leq a$ ) маємо

$$\text{При } x_2 = 0 \quad (3.8.)$$

$$Q_2 = -P = -\frac{qa}{3}$$

$$M_2 = 0$$

$$\text{При } x_2 = \frac{P}{q} = \frac{a}{3} \quad (3.9)$$

$$Q_2 = 0$$

$$M_2 = \frac{qa}{3} \cdot \frac{a}{3} - \frac{qa^2}{2 \cdot 9} = \frac{qa^2}{18}$$

$$\text{При } x_2 = 0 \quad (3.10)$$

$$Q_2 = -P + qa = \frac{2}{3}qa$$

$$M_2 = Pa - \frac{qa^2}{2} = -\frac{qa^2}{6}$$

Епюри  $Q$  і  $M$  зображені на рис 6.3. З них видно, що найбільші по абсолютному значенню ординати  $Q$  і  $M$  відповідно перерізу в кріпленні рівні

$$Q_{\max} = \frac{2}{3}qa$$

(3.11)

$$M_{\max} = \left| \frac{qa^2}{6} \right|$$

(3.12)

Числове значення величини розподіленого навантаження визначимо виходячи з тягового опору культиваторної лапи.

Для визначення навантаження на пружні елементи розглянемо тяговий опір руху ґрунту на поверхні лапи вгору та тяговий опір руху ґрунту вздовж крил лапи, кН.

Повний розрахунок тягового опору буде представлений в розділі №8.

Визначаємо тяговий опір робочих органів культиватора КПС-4,0.

*Вихідні дані для розрахунку:*

- робоча ширина захвату культиватора 4 м;
- глибина обробки ґрунту 0,12м;
- питоме зчеплення частинок та об'ємна маса ґрунту відповідно складає 1,3кН/м<sup>2</sup> та 1,8т/м<sup>3</sup>.

Швидкість руху агрегату дорівнює 2,8 м/с. Розглянемо випадок, коли глибина обробки ґрунту стрільчатою лапою  $a > a_1$  (рис. 3.4.).

Форма ріжучого периметру стрільчатої лапи – клиновидна. Тоді приведена ширина лапи дорівнює  $b_3 = 0,66 b$ , де  $b$  – ширина захвату стрільчатої лапи, м.

Знаходимо значення  $a_1$ :

- для запропонованої конструкції

$$a_1 = 0,5 \cdot b = 0,5 \cdot 0,27 = 0,135\text{м} \quad (3.13)$$

$$(a < a_1, 0,12 < 0,135);$$

- для стаціонарних лап

$$a_1 = 0,5 \cdot b = 0,5 \cdot 0,33 = 0,165\text{м} \quad (3.14)$$

$$(a < a_1, 0,12 < 0,165);$$

Тяговий опір культивуваці ґрунту срільчатою лапою культиватора при  $a < a_1$  дорівнює:

$$W_{po1} = P_{o1} = P_{p1} \quad (3.15)$$

де  $W_{po1}$  – тяговий опір культивуваці ґрунту срільчатою лапою, кН;

$P_{o1}$  – дотична, що створює опір культивуваці срільчатою лапою, кН;

$P_{p1}$  – тяговий опір розрізанню ґрунту срільчатою лапою, кН;

Лапа має наступні параметри:  $\alpha_p = 35^\circ$ ;  $\alpha = 35^\circ$ ;  $\varepsilon = 25^\circ$ ;  $\Theta = 10^\circ$ ;  $\gamma_o = 30^\circ$ .

Для ґрунтів, що мають кути внутрішнього тертя  $\varphi_2 = 30^\circ$  і зовнішнього тертя  $\varphi_1 = 22^\circ$ , тяговий опір культивуваці ґрунту при  $a < a_1$ , складає:

$$W_{po1} = C_{num} (12,3a^2 + 0,66 b \cdot a) + 9,81 \gamma_2 (0,88 b a^2 + 0,5\delta a^2) +$$

$$+ 5,34 \cdot \gamma_2 \cdot V_p^2 \cdot b \cdot a. \quad (3.16)$$

Тоді питомий коефіцієнт опору культивуваці для лап культиватора знаходимо по формулі:

$$K_1 = W_{po1}/(b \cdot a) = W_{po1}/(2 \cdot a) = C_{num} \cdot 7,15 + 9,81 \gamma_2 (0,88 a +$$

$$+ 0,25\delta) + 5,34 \cdot \gamma_2 \cdot V_p^2. \quad (3.17)$$

Відповідно знаходимо коефіцієнт опору культивуваці для лап запропонованої конструкції:

$$K_1^1 = 1,3 \cdot 7,15 + 9,81 \cdot 1,8(0,88 \cdot 0,12 + 0,25 \cdot 0,02) + 5,34 \cdot 1,8 \cdot 2,77^2 = 8,5 \text{ кН/м}^2.$$

Коефіцієнт опору для стаціонарних лап культиватора:

$$K_1^2 = 1,3 \cdot 7,15 + 9,81 \cdot 1,8(0,88 \cdot 0,12 + 0,25 \cdot 0,02) + 5,34 \cdot 1,8 \cdot 2,77^2 = 8,5 \text{ кН/м}^2.$$

Питомий коефіцієнт культивації культиватора складає:

$$K_1 = (K_1^2 + K_1^1)/2 \quad (3.18)$$

$$K_1 = (85 + 85)/2 = 17 \text{ кН/м}^2.$$

Тяговий опір культиватора:

$$W_{po} = K_1 \cdot B \cdot a = 17 \cdot 4 \cdot 0,12 = 8,6 \text{ кН.}$$

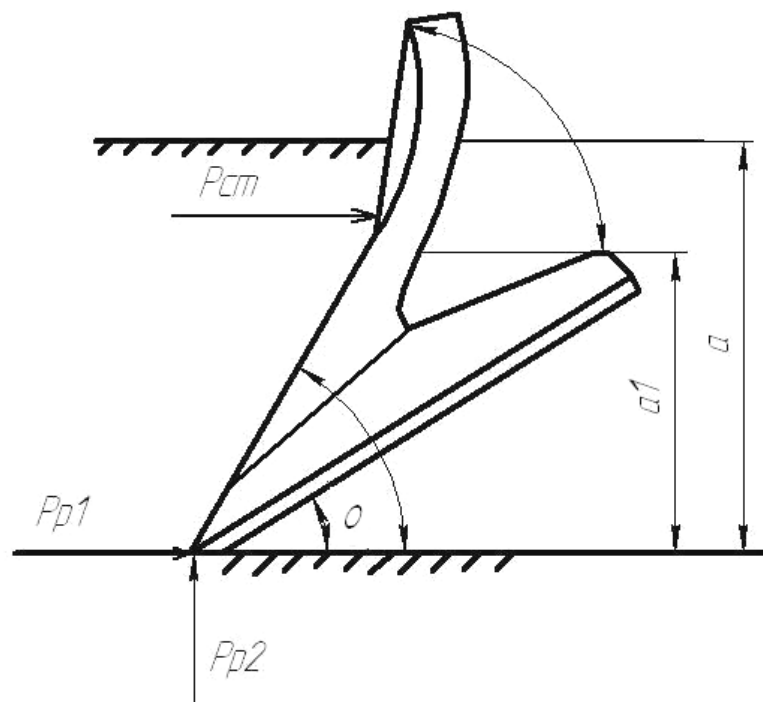


Рисунок 3.4 - Схема сил, що діють на лапу культиватора

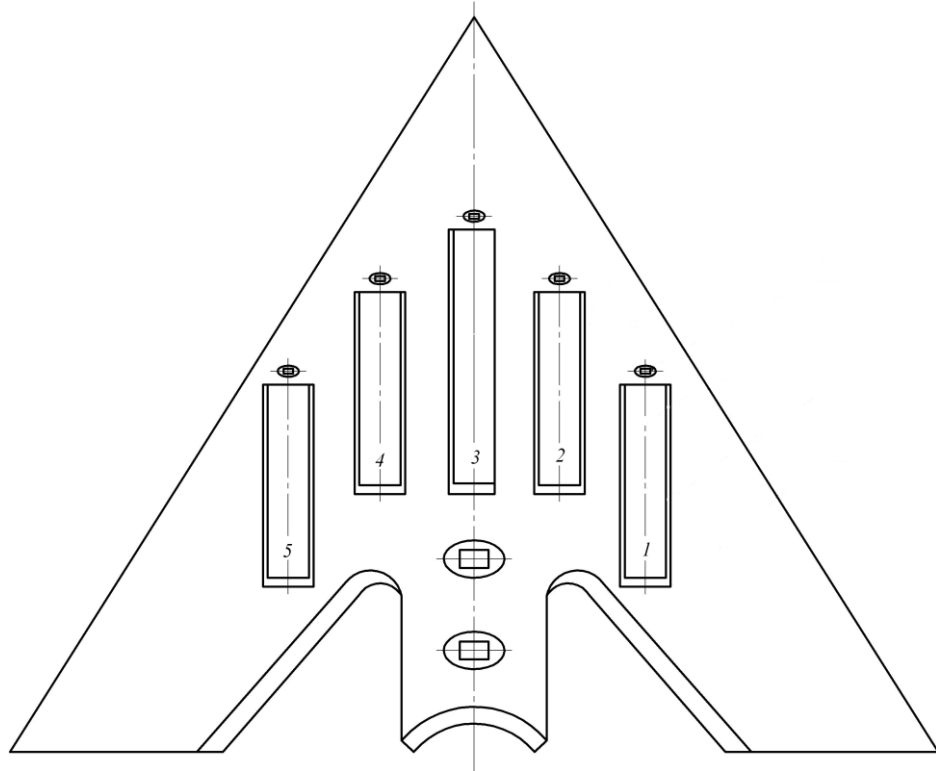


Рисунок 3.5 - Поверхня культиваторної лапи

Площу культиваторної лапи за виключенням пружних елементів визначаємо методом найменших квадратів.

Поверхня культиваторної лапи рис 3.5. має площу  $252 \text{ см}^2$ .

Загальна площа вирізів під пружні елементи лапи становить  $23,3 \text{ см}^2$ .

Вирізи для кожного з п'яти пружних елементів мають ширину 13 мм. (див. креслення). Між пружними елементами і тілом лапи існує зазор 1,5 мм.

Для прикладу приведемо розрахунок для пружного елемента №3 (рис. 3.5).

Навантаження на лапу, згідно з (3.16) становить 0,50 кН.

Визначаємо навантаження на пружні елементи виходячи із загального навантаження.

Підставляючи числові значення отримаємо:

$$252 \text{ см}^2 = 0,5 \text{ кН}$$

$$23,3 \text{ см}^2 = x$$

$$x = 0,046 \text{ кН}$$

Це навантаження буде розподілено по 5 – ти пружних елементах.

Довжина пружного елемента, на яку розповсюджується розподілене навантаження становить 0,07 м. Підставляємо отриманні дані у формулу (3.11)

$$Q_{\max} = \frac{2}{3} 0,0092 \cdot 0,07 = 4,3 \cdot 10^{-4} \text{ кН}$$

$$M_{\max} = \left| \frac{0,0092 \cdot 0,07^2}{6} \right| = 7,51 \cdot 10^{-6} \text{ кН}$$

В защемленому кінці  $Q$  і  $M$  відповідно рівні опорній реакції і опорному моменту

### 3.4 Розрахунок пружного запобіжника

Запобіжники робочих органів служать для попередження деформації стійки робочого органу при наїзді на перешкоду (огріхи при оранці, каміння). Розрізняють жорсткі і пружні запобіжники.

Жорсткий запобіжник встановлюють в місці з'єднання башмака зі стійкою або стійкою з гряділем (рамою) і зрізується при виникненні опору більше допустимого.

Пружинний запобіжник на культиваторах дозволяє повертати робочий орган в початкове положення (рис. 3.6).

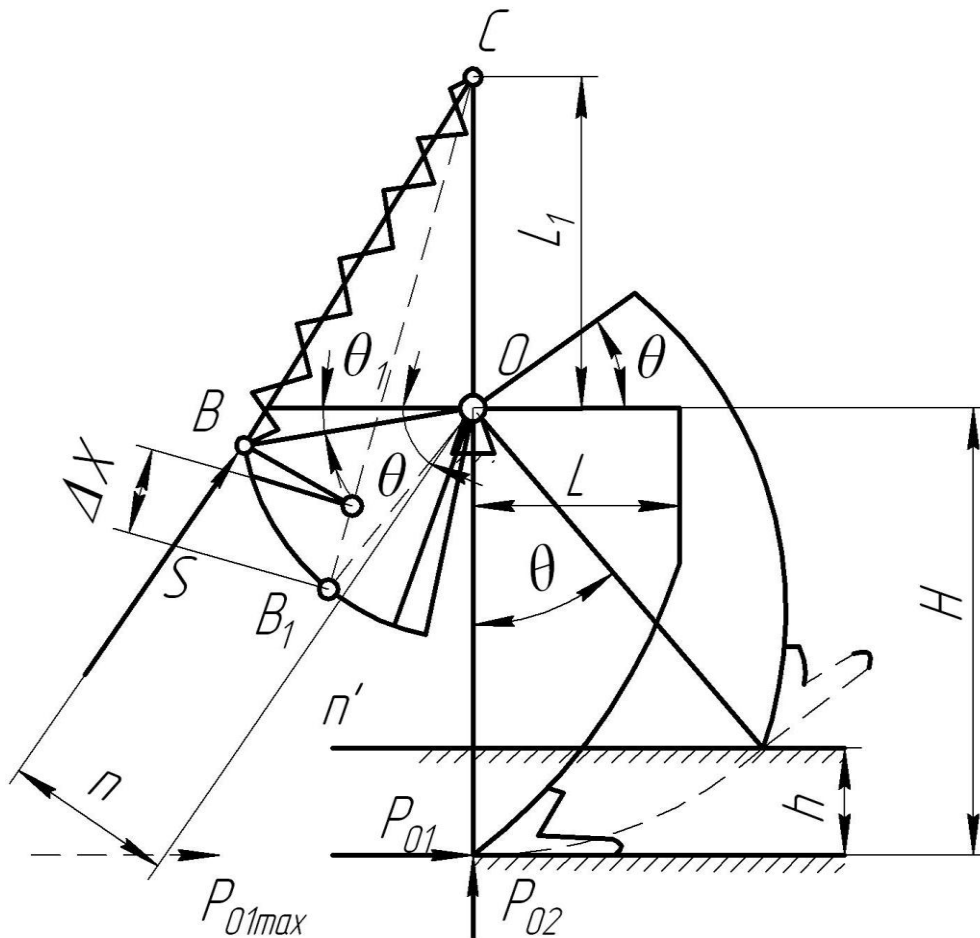


Рисунок 3.6 - Запобіжник

В процесі рихлення ґрунту на лапу культиватора буде діяти дотична складова опору рихленню  $P_{01}$  і  $P_{02}$ .

Дотичну складову  $P_{01}$  визначають за формулою (3.19.)

$$P_{01} = P_{01} = 1.73C_{\delta\alpha}(2,3\delta^2 + b_3 \cdot a) + 14.3b_3 \cdot a^2 \cdot \gamma + 0.4a^2(2C_{\delta\alpha} + 0,6\delta \cdot \gamma) + 0,65b_3 \cdot a \cdot \gamma \cdot V^2 \quad (3.19)$$

де:  $P_{01}$  – дотична складова опору рихленню ґрунту, кН;

$b_3$  – приведена ширина захвату робочого органу, м;

$a$  – глибина обробки, м;

$C_{\gamma\delta}$  – питоме зчеплення часток ґрунту, кН/м<sup>2</sup>;

$\gamma$  – питома маса ґрунту, т/м<sup>3</sup>;

$\delta_p$  – товщина робочого органу, м;

$V$  – швидкість різання, м/с.

Нормальна складова складає

$$P_{02} = 0,2 \cdot P_{01} \quad (3.20)$$

При зустрічі з перешкодою тяговий опір робочого органу збільшується до величини  $P_{01 \max}$ . Максимальний опір, що виключає робочий орган з роботи. Щоб попередити часті спрацювання механізму при зустрічі з мілким камінням, приймають рівним

$$P_{01 \max} = (3 - 5)P_{01} \quad (3.21)$$

Як правило приймають  $P_{01 \max} = 3P_{01}$

Під дією зусилля  $P_{01 \max}$  пружина запобіжника розтягується із зусиллям  $S_p$ , і робочий орган піднімається на висоту  $h$ .

Після спрацювання запобіжника на пружину повинно діяти зусилля  $S_b$ , що повертає лапу в першопочаткове положення. При визначенні сил  $S_p$  і  $S_b$  враховують сили тертя в шарнірах механізму. В робочому положенні сила тертя  $F_p$  допомагає пружині утримувати лапу, при поверненні лапи сила тертя доповнюється натягом пружини.

Силу  $S_p$  визначають з умови рівноваги моментів сил відносно точки  $O$ .

$$P_{01 \max} \cdot H - S_p \cdot n = 0 \quad (3.22)$$



$$S_p = P_{01max} \frac{H}{h} = P_{01max} \cdot i_p$$

(3.23)

де:  $i_3 = H/h$  – передаточне відношення механізму в робочому положенні;

$H$  і  $h$  – відповідно плечі сил.

Враховуючи силу тертя в шарнірах механізму, визначають

$$S_p = P_{01max} \cdot i_p - F_p$$

(3.24)

де:  $F_p = 0,1 \cdot S_p$

По силі  $S_p$  і деформації пружини  $\Delta X$ , що обумовлена кінематикою механізму, підбирають характеристику пружини.

Розміри положення ланок і передаточні відношення в робочому і відхиленому положеннях лап вибирають так, щоб натяг пружини, повертаючий лапу в початкове положення був не менше

$$S_b \geq P_{01} \cdot i_b + F_b = 0,9 \cdot P_{01} \cdot i_b \quad (3.35)$$

де:  $i_b$  – передаточне відношення механізму у відхиленому положенні

$$i_b = h'/H \quad (3.36)$$

$$F_b = 1,1 \cdot S_b \quad (3.37)$$

$$S_b = k \cdot \Delta x \quad (3.38)$$

де:  $k$  – жорсткість пружини, кН/м;

$\Delta x$  – деформація пружини або хід, м.

В культиваторах розрахованих на роботу в різних ґрунтових умовах, передаточне відношення  $i_3$  роблять змінним, змінюючи плече  $h$ .

*Вихідні дані:*

Швидкість різання, м/с – 2,8

Висота робочого органа, м – 0,425

Висота піднятого робочого органа, м – 0,12

Кількість ударів твердоміра – 5

Об'ємна маса, т/м<sup>3</sup> – 1,5

Глибина обробітку, м – 01

*Параметри лапи:*

Ширина, м – 0,27

Кут кришення, град – 30

Кут розтвору, град – 60

*Параметри механізму:*

Q, град – 5

r, м – 0.17

r<sub>1</sub>, м – 0.3

Визначаємо профіль жорсткої стійки лапи (рис 3.7)

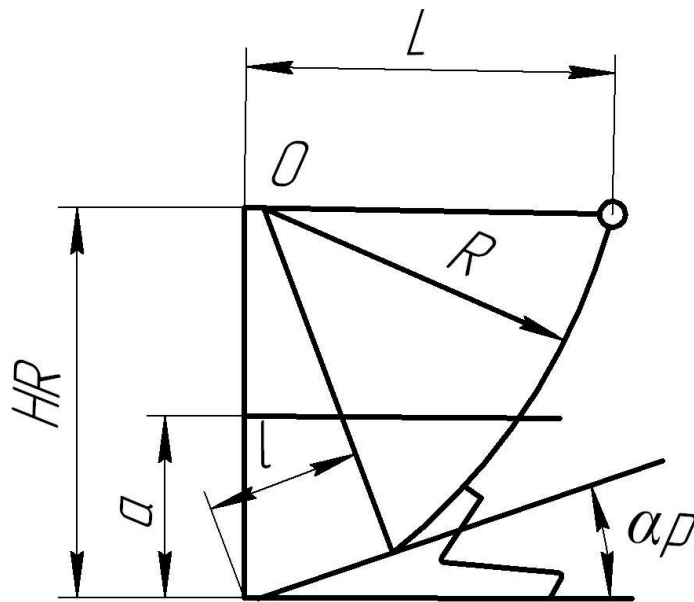


Рисунок 3.7 - Розрахункова схема

Розраховуємо висоту криволінійної частини стійки

$$H_R = (2.5 - 3.0) \cdot a \text{ м} \quad (3.39)$$

$$H_R = 3 \cdot 0,1 = 0,3 \text{ м}$$

Радіус кривизни стійки становить:

$$R = \frac{H_R - l \cdot \sin \alpha_p}{\cos \alpha_p}, \text{ м} \quad (3.40)$$

де:  $l$  – довжина прямої ділянки, м

$$R = \frac{0,3 - 0,1 \cdot 0,45}{0,89} = 0,28, \text{ м}$$

Вильот  $L$  розраховуємо за формулою

$$L = R(1 - \sin \alpha_p) + l \cdot \cos \alpha_p, \text{ м} \quad (3.41)$$

$$L = 0,28(1 - 0,45) + 0,1 \cdot 0,89 = 0,24, \text{ м}$$

Довжина прямої ділянки стрільчастих лап звичайно рівна

$$l = 0,094 - 0,104 \approx 0,1 \text{ м}$$

Для заданої висоти підняття робочого органу  $h$  визначаємо кут повороту робочого органу  $Q$ .

$$Q = \arcsin \frac{\sqrt{H \cdot h - h^2}}{H} \quad (3.42)$$

$$Q = \arctg\left(\frac{H}{L_1 - L}\right) - \arcsin\left(\frac{H - L}{R_1}\right) = \arcsin\left[\operatorname{tg}\left(\frac{H}{L_1 - L}\right) - \sin\left(\frac{H - L}{R_1}\right)\right] \quad (3.43)$$

$$\text{де: } R_1 = \frac{H}{\sin\left[\arctg\left(\frac{H}{L_1 - L}\right)\right]}$$

Розрахувавши зусилля розтягу в пружині запобіжника і деформації пружини по довідковим даним вибираємо характеристику пружини.

В нашому випадку штатна пружина культиватора КПС-4 повністю задовольняє умовам, тому подальший розрахунок не проводимо.

Демпфіруюча властивість конструкції відіграє велику роль в динамічній поведінці механізму. Вона призводить до сильного послаблення власних коливань, суттєвому зниженню амплітуд при

вимушених коливаннях і згладжуванню напруги в зоні концентрації при коливаннях.

## **Висновки**

В даному розділі нами спроектована стрільчаста лапа, що забезпечує активну дію на пласт ґрунту. Представлена конструкція робочого органу культиватора, що забезпечує зміну геометрії робочої поверхні в залежності від швидкості обробітку, дозволяє покращити якість обробки ґрунту, зменшити кількість однолітніх бур'янів.

Висвітлені основні нюанси підготовки трактора, комплектування культиватора, навішування культиватора на трактор, підготовка культиватора до роботи, порядок роботи.

В даному розділі нами був виконаний розрахунок консольно закріпленого пружного елемента стрілкової лапи культиватора.

Розраховані зусилля що сприймаються як лапою так і пружними елементами.

Проведеними розрахунками підтверджено, що модернізовану машину можна агрегатувати з трактором класу 14 кН і при цьому двигун трактора буде працювати у режимі близькому до номінального.

На сталість роботи розробленої конструкції впливають основні механіко-технологічні властивості ґрунту (у порядку вагомості впливу): коефіцієнт питомого зчеплення часток, коефіцієнт внутрішнього тертя, коефіцієнт тертя ґрунту по сталі.

## **4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА**

Зважаючи на те, що суцільний обробіток ґрунту пов'язаний з використанням різноманітної техніки, вимоги охорони праці повинні бути наступними:

- перед початком роботи з механізмами, їх необхідно перевірити на наявність несправностей та відповідність їх функціональних характеристик завданню;
- перед роботою з технікою необхідно переконатися, що вона знаходиться в стабільному стані на рівному місці з достатньою підтримкою і щоб вона не змогла перекинутися під час роботи;
- оператор техніки повинен бути обізнаний з її конструкцією, можливими несправностями та механізмами захисту. Також, він має пройти інструктаж з охорони праці та діагностики техніки;
- перед роботою необхідно встановити на механізмах захисні пристрої, які запобігають контакту робочих елементів машин з ногами і руками оператора;
- під час роботи необхідно носити захисний одяг, який складається з каски, окулярів, рукавиць, відповідного взуття, щоб зменшити ризик травматизму при можливих аварійних ситуаціях;
- місце роботи повинно бути чітко відмежоване від проїжджої частини, а також забезпечене попереджувальною та інформаційною сигналізацією про роботу в цій зоні;
- перед роботою необхідно видалити з місця роботи всі можливі перешкоди та інші предмети, що можуть пошкодити обладнання або призвести до травматичних ситуацій.

Загальні вимоги охорони праці при суцільному обробітку ґрунту можуть включати:

1. Користування безпечних і надійних машин і обладнання: вони повинні бути обладнані захисними пристроями, щоб уникнути контакту оператора з рухомими частинами.
2. Відповідність вимогам до засобів індивідуального захисту: до працівника повинні бути видані засоби захисту органів дихання, засоби захисту органів зору, спецодяг, щоб уникнути контакту зі шкідливими речовинами і захистити працівника від інших небезпек.
3. Навчання працівників з питань безпеки і охорони праці: перед початком роботи працівники повинні бути навчені правильної техніки виконання робіт і використання обладнання, а також знати, як діяти в разі виникнення небезпеки.
4. Забезпечення відпочинку і перерв: під час роботи на суцільному обробітку ґрунту працівникам необхідно дати перерви на відпочинок, оскільки це допомагає зменшити втому і підвищити концентрацію.
5. Дотримання правил пожежної безпеки: в разі використання газового обладнання необхідно дотримуватись правил пожежної безпеки, щоб уникнути пожеж.
6. Підготовка машин та обладнання до роботи: перш ніж розпочати роботу, необхідно перевірити машини і обладнання на наявність пошкоджень і відповідність вимогам безпеки.
7. Управління відходами та відпрацьованою нафтою: відпрацьована нафта і відходи повинні збиратися та утилізуватися належним чином.
8. Перед початком роботи потрібно перевірити техніку на наявність пошкоджень та відповідність її технічним характеристикам.
9. Перед включенням техніки необхідно перевірити, чи немає порожніх люків або накладок, та переконатися, що всі кришки, що закривають доступ до механізмів, зачинені.
10. Роботу машини можна починати лише після того, як всі робочі частини будуть встановлені та закріплені належним чином.

11. Перед початком роботи слід перевірити, чи працює система захисту від ударів і якщо вона не працює, то потрібно відключити машину та відремонтувати або замінити захисний пристрій.
12. Працівник повинен мати на собі захисні окуляри або маску для запобігання попаданню до очей пилу, землі та інших частинок ґрунту, які піднімаються під час обробки.
13. Заборонено зупинятися або заходити на територію, на якій проводиться робота, без дозволу керівника робіт або інженера охорони праці.
14. Працівники повинні носити зручне та відповідне захисне взуття, яке забезпечує захист ніг від забруднення, травм та ушкоджень.
15. Під час роботи на машині потрібно забезпечити надійне кріплення працівника та не дозволяти йому виходити з машини в русі.
16. Забезпечення безпечних умов праці за допомогою відповідного обладнання та інструментів. Робочі місця повинні бути обладнані ефективними засобами індивідуального захисту працівників.
17. Надання робочим інструктажів та навчання щодо безпечного виконання робіт з суцільним обробітком ґрунту, включаючи правила користування обладнанням і заходи профілактики травм.
18. Дотримання правил експлуатації машин та обладнання, у тому числі щодо їхньої перевірки перед початком роботи та регулярного технічного обслуговування.
19. Забезпечення стійкої і надійної роботи машин та обладнання, а також їх безперебійного живлення.
20. Встановлення заходів контролю за безпекою робіт під час суцільного обробітку ґранту.
21. Забезпечення необхідної освітленості робочої зони і відповідного вентиляційного режиму.
22. Забезпечення охорони навколишнього середовища під час проведення робіт з суцільним обробітком ґрунту.

23. Дотримання правил безпеки під час руху машин та обладнання на робочому майданчику. Встановлення відповідної сигналізації, що інформує про рух техніки, та регулювання руху.
24. Забезпечення відпочинку та відновлення сил працівників під час роботи з суцільним обробітком ґрунту.
25. Виконання інших вимог, передбачених законодавством щодо охорони праці та безпеки праці.

## **Висновки**

Основні вимоги охорони праці при суцільному обробітку ґрунту:

Відповідно до здійснюваної роботи, має бути забезпечено використання відповідного знаряддя праці та техніки, що відповідає вимогам безпеки.

Перед початком роботи необхідно провести огляд робочої зони, виявити і видалити всі перешкоди та відходи, що можуть стати причиною травм, а також забезпечити доступність необхідних засобів індивідуального захисту працівників.

Працівникам, що займаються суцільним обробітком ґрунту, необхідно забезпечити індивідуальний захист, який включає спецодяг, рукавиці, захисні окуляри, респіратор, засоби захисту від шуму тощо.

При виконанні роботи необхідно дотримуватися правил безпеки, що передбачають правильну поставу тіла, невелику швидкість рухів, відсутність виконання роботи на висоті, відсутність виконання роботи в одному положенні тіла тривалий час.

Під час роботи зі знаряддями праці необхідно дотримуватися правил їх використання, не допускати падіння знаряддя, не допускати включення або використання ушкоджених знарядь.

Досягнення безпеки праці при суцільному обробітку ґрунту передбачає забезпечення правильної організації робочих місць, забезпечення належної



освітленості, проведення регулярних оглядів техніки та знарядь праці, проведення інструктажів щодо правил виконання роботи

## 5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЄКТУ

Таблиця 5.1- Вихідні значення до розрахунків

№	Показник	Розмірність	Технологічна машина	
			серійна	модернізована
1	Річний обсяг роботи	га	300	300
2	Продуктивність	га/год	3,07	3,26
3	Витрати ПММ	кг/га	4,1	3,9
4	<u>Вартість:</u>	грн.		
	- трактора		800000	800000
	- культиватора		70000	72000
	- всього		870000	872000
5	Кількість обслуговуючого персоналу		1	1

$$\begin{array}{ccc}
 \text{Б} & & \text{П} \\
 K_{\text{НГ}} = \frac{W_{\text{СЕЗ}}}{W_{\text{ГОД}}} = \frac{300}{3,07} = 97,71 \text{ год.} & K_{\text{НГ}} = \frac{W_{\text{СЕЗ}}}{W_{\text{ГОД}}} = \frac{300}{3,26} = 92,02 \text{ год.} & (5.1)
 \end{array}$$

$$\begin{array}{ccc}
 \text{Б} & & \text{П} \\
 V_{\text{П}} = K_{\text{НГ}} \cdot n = 97,71 \cdot 1 = 97,71 \text{ год.} & V_{\text{П}} = K_{\text{НГ}} \cdot n = 92,02 \cdot 1 = 92,02 \text{ год.} & \\
 (5.2) & & 
 \end{array}$$

де: n = 1 – кількість обслуговуючого персоналу.

$$\text{П} = \frac{C_{\text{T}}}{W_{\text{ГОД}}} \cdot K_1 \cdot K, \quad (5.3)$$

де:  $C_{\text{T}}$  – тарифна ставка, грн/год;

$K_1 = 1,2$  – коефіцієнт, що враховує додаткову оплату (20%);

$K_2 = 1,375$  – коефіцієнт, що враховує нарахування на соціальні заходи:

Б	П
$\Pi = 50/3,07 \cdot 1,2 \cdot 1,375 = 26,87$ грн./га	$\Pi = 50/3,26 \cdot 1,2 \cdot 1,375 = 25,30$ грн./га

Відрахування амортизаційні

Тр: $A_{TP} = 800000 \cdot 25/300 \cdot 1550 \cdot 3,07 = 14,01$ грн/га	Б
---	---

$A_{TP} = 800000 \cdot 25/300 \cdot 1550 \cdot 3,26 = 12,86$ грн/га	П
---	---

Культ. $A_M = 70000 \cdot 15/300 \cdot 500 \cdot 3,07 = 2,28$ грн/га	Б
--	---

$A_M = 72000 \cdot 15/300 \cdot 500 \cdot 3,26 = 2,20$ грн/га	П
---	---

Всього:  $A_{\Sigma} = 14,01 + 2,28 = 16,29$  грн/га

$A_{\Sigma} = 12,86 + 2,20 = 15,06$  грн/га

Витрати на ПММ

$V_{ПММ} = Ц_{ПММ} \cdot V_{ПММ} = 50 \cdot 4,1 = 205$ грн./га	Б
--	---

$V_{ПММ} = Ц_{ПММ} \cdot V_{ПММ} = 50 \cdot 3,9 = 195$ грн./га	П
--	---

$$B = \frac{B_B \cdot (\alpha_{ГО} + \alpha_3 + \alpha_{TP})}{100 \cdot K_{НГ} \cdot W_{ГОД}} \cdot K, \quad (5.4)$$

де:  $B_B$  – балансова вартість, грн;

$K$  – коефіцієнт переводу трактора у еталонний.

Тр:

$V_{TP} = 170,68$ грн./га	Б
---------------------------	---

$V_{TP} = 170,67$ грн./га	П
---------------------------	---

Культ.:

$V_M = 6,37$ грн./га	Б
----------------------	---

$V_M = 6,56$ грн./га	П
----------------------	---

Всього по агрегатам:

$$B = B_{\text{ТР}} + B_{\text{М}} = 170,68 + 6,37 = 177,05 \text{ грн./га}$$

$$B = B_{\text{ТР}} + B_{\text{М}} = 170,67 + 6,56 = 177,23 \text{ грн./га}$$

Всього експлуатаційних витрат на 1 га:

$$E_{\text{Б}} = 26,87 + 16,29 + 205 + 177,05 = 425,21 \text{ грн./га} \quad \text{Б}$$

$$E_{\text{Б}} = 25,30 + 15,06 + 195 + 177,23 = 412,59 \text{ грн./га} \quad \text{П}$$

$$\text{Б} \quad \text{П}$$

$$E_{\Sigma} = E_{\text{Б}} \cdot W_{\text{СЕЗ}} = 425,21 \cdot 300 = 127563 \text{ грн.} \quad E_{\Sigma} = 412,59 \cdot 300 = 123777$$

грн.

Капітальні вкладення на 1 га:

$$\text{Тр:} \quad K_{\text{Б}} = \frac{B_{\text{Б}}}{W_{\text{СЕЗ}}} = 800000/300 = 2666,67 \text{ грн./га} \quad \text{Б}$$

$$K_{\text{Б}} = 800000/300 = 2666,67 \text{ грн./га} \quad \text{П}$$

$$\text{Культ.:} \quad K_{\text{Б}} = 70000/300 = 233,33 \text{ грн./га} \quad \text{Б}$$

$$K_{\text{Б}} = 72000/300 = 240 \text{ грн./га} \quad \text{П}$$

Базовий

Проект

$$K_{\text{Б}} = 2666,67 + 233,33 = 2900 \text{ грн./га} \quad K_{\text{Б}} = 2666,67 + 240 = 2906,67 \text{ грн./га}$$

Приведені витрати на 1га:

$$П_{\text{Б}} = E_{\text{Б}} + 0,15 \cdot K_{\text{Б}}$$

$$П_{\text{Б}} = 425,21 + 0,15 \cdot 2900 = 860,21 \text{ грн./га} \quad \text{Б}$$

$$П_{\text{Б}} = 412,59 + 0,15 \cdot 2906,67 = 848,59 \text{ грн./га} \quad \text{П}$$

Приведені витрати на весь обсяг робіт:

$$\Pi_{B\Sigma} = \Pi_B \cdot W_{CE3} = 860,21 \cdot 300 = 258063 \text{ грн.}$$

Б

$$\Pi_{B\Sigma} = \Pi_B \cdot W_{CE3} = 848,59 \cdot 300 = 254577 \text{ грн.}$$

П

Ефект економічний річний

$$E_E = 258063 - 254577 = 3486 \text{ грн.}$$

Строк окупності додаткових капітальних витрат

$$N = 72000 - 70000 / 3486 = 0,57$$

Таблиця 5.2 - Ефективність проекту економічна

№	ПОКАЗНИКИ	Варіант	
		базовий	проект
1	Вид роботи	обробіток парів	
2	Об'єм роботи, га	300	300
3	Склад агрегата: трактор культиватор	МТЗ-80/82 КПС-4	МТЗ-80/82 КПС-4М
4	Продуктивність, га/год	3,07	3,26
5	Кількість нормо-годин у обсязі робіт	97,71	92,02
6	Кількість обслуговуючого персоналу -трактористів-машиністів -допоміжних працівників	1 -	1 -
7	Витрати праці, люд. год/га	97,71	92,02
8	Тарифний розряд роботи	V	V
9	Тарифна ставка, грн/год	50	50
10	Норма витрати пального, кг/га	4,1	3,9
11	Балансова вартість, грн: - трактора - машини	800000 70000	800000 72000
12	Комплексна ціна ПММ, грн/кг	50	50
13	Експлуатаційні витрати, грн/га у тому числі: а. основна і додаткова заробітна плата б. амортизаційні відрахування: -трактор -машина -всього в. витрати на ПММ г. витрати на ТО, ТР, зберігання, -трактор -машина -всього	425,21 26,87 14,01 2,28 16,29 205 170,68 6,37 177,05	412,59 25,30 12,86 2,20 15,06 195 170,67 6,56 177,23
14	Капітальні вкладення, грн/га	2900	2906,67
15	Приведені затрати, грн/га На весь обсяг роботи, грн	860,21 258063	848,59 254577
16	Річний економічний ефект, грн		3486
17	Строк окупності, років		0,57

## **Висновки**

Розрахунок техніко-економічних показників, показав, що удосконалений культиватор дозволяє знизити експлуатаційні витрати по зрівнянню з базовим, при цьому річний економічний ефект його застосування складе 3486 грн., а термін окупності 0,57 роки. Дані розрахунки підтверджують правильність обраного варіанту удосконалення.

## ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. Проведений аналіз стану справ в господарстві, розглянуто аграрно-кліматичні умови вирощування основних сільськогосподарських культур та характеристику машинно-тракторного парку. Аналіз виробничо-фінансової діяльності свідчить, що господарство є в цілому прибуткове, але з дуже низьким рівнем рентабельності. Місце розташування господарства, кліматичні та ґрунтові умови сприятливі для вирощування практично всіх сільськогосподарських культур. Структура посівних площ не в повній мірі сприяє оптимальному чергуванню сільськогосподарських культур. Нами встановлено, що незважаючи на велику різноманітність технічних засобів, проблема підготовки ґрунту під посів та догляд за паровими полями відповідно до агротехнічних вимог залишається актуальною. Виходячи з цього в даному проекті нами прийнято рішення про удосконалення механізації поверхневого обробітку ґрунту з розробкою конструкції лапи культиватора КПС-4 для роботи на підвищених швидкостях.

2. Приведені агротехнічні вимоги до поверхневого обробітку ґрунту.

3. Аналіз патентної та науково технічної літератури показав, що існує ряд технічних рішень направлених на покращення якості обробки ґрунту. Велика кількість типів культиваторів є наслідком суттєвої диференціації механіко-технологічних властивостей ґрунтів у межах кліматичних зон. За результатами проведеного огляду існуючих технічних рішень нами прийнято рішення оснастити конструкцію культиватора КПС-4 стрілочастими лапами на базі винаходу № 37351.

4. Спроектована стрілочаста лапа, що забезпечує активну дію на пласт ґрунту. Представлена конструкція робочого органу культиватора, що забезпечує зміну геометрії робочої поверхні в залежності від швидкості обробітку, дозволяє покращити якість обробки ґрунту, зменшити кількість однолітніх бур'янів.

5. Висвітлені основні нюанси підготовки трактора, комплектування культиватора, навішування культиватора на трактор, підготовка культиватора до роботи, порядок роботи.

6. Виконаний розрахунок консольно закріпленого пружного елемента стрілкової лапи культиватора. Розраховані зусилля що сприймаються як лапою так і пружними елементами. Проведеними розрахунками підтверджено, що модернізовану машину можна агрегувати з трактором класу 14 кН і при цьому двигун трактора буде працювати у режимі близькому до номінального.

7. На сталість роботи розробленої конструкції впливають основні механіко-технологічні властивості ґрунту (у порядку вагомості впливу): коефіцієнт питомого зчеплення часток, коефіцієнт внутрішнього тертя, коефіцієнт тертя ґрунту по сталі.

8. Як показують розрахунки модернізований культиватор КПС-4 можна агрегувати з трактором МТЗ-82 в оптимальному тяговому режимі як по потужності двигуна так і по зчепленню з ґрунтом.

9. Як показує аналіз умов експлуатації спроектованої машини, основні її показники близькі до існуючих закордонних машин подібного класу і призначення. Використання модернізованої машини сприяє економії паливно-мастильних матеріалів. Затрати праці істотно зменшились при застосуванні модернізованого агрегату.

10. Як показує аналіз умов експлуатації культиватора, проведена модернізація не погіршила умов праці тракториста і додаткових заходів з охорони праці проводити не треба. Внесені у конструкцію машини конструктивні зміни не погіршили стану охорони навколишнього середовища.

11. Розрахунок техніко-економічних показників, показав, що удосконалений культиватор дозволяє знизити експлуатаційні витрати по зрівнянню з базовим, при цьому річний економічний ефект його



застосування складе 3486 грн., а термін окупності 0,57 роки. Дані розрахунки підтверджують правильність обраного варіанту удосконалення.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Хайлис Г.А. Основы теории и расчета сельскохозяйственных машин / Г.А. Хайлис. – К.: Издательство УСХА, 1992. – 240с.

2. Кобець А.С. Основы теорії робочих органів сільськогосподарських машин: Навчальний посібник / А.С. Кобець Дніпроп. держ. агр. ун-т – Дніпропетровськ, 1999. – 204с.

3. Макаров О.В. Основы производственной эксплуатации МТП. Тексты Лекций / О.В. Макаров. – Дн-ск, Издательство ДСХИ, 1985. – 74с.

4. Панченко А.Н. Теория и расчет сельскохозяйственных машин: Лабораторный практикум / А.Н. Панченко. – Днепропетровск, 2002. – 396с.

5. Панченко А.Н. Теория измельчения почв почвообрабатывающими орудиями / А.Н. Панченко. – Днепропетровск: РИО Днепропетр. гос. аграр. ун-та, 1999. – 140 с.

6. Гаврильченко О.С. Обґрунтування параметрів та розробка конструкції культиваторних лап з криволінійним лезом : дис.... канд. техн. наук: 05.05.11 / Гаврильченко О.С. – Глеваха, 2005. – 160 с.

7. Тудель М.В. Спеціальні комбайни / М.В. Тудель, Б.О. Козаченко, В.Г. Герасимчук. – К.: “Урожай”, 1988. - 184 с.

8. Барановський В.М. Конструктивні та кінематичні параметри комбінованого очисника вороху / В.М. Барановський, Д.Г. Войтюк, А.Ю. Виговський // Науковий журнал. Вісник ТДТУ, – Тернопіль, 2002. Том 7, № 2. – С. 90-94.

9. Гевко Б.М. Механізми з гвинтовими пристроями / Б.М. Гевко, М.Г. Данильченко, Р.М. Рогатинський. – Львів: Світ. – 380 с.

10. Погорілий Л.М. Технологічні принципи інтенсифікації робочих процесів і удосконалення машин / Л.М. Погорілий // Зб. наукових праць НАУ. “Сучасні проблеми механізації сільського господарства”. Том 5. –

Київ: НАУ, 1999.- С. 379-387.

11. Данильченко М.Г. Експертно-аналітична оцінка технологічних і економічних показників сільськогосподарської техніки. Навчально-методичний посібник для студентів економічних спеціальностей. М.Г. Данильченко, Б.Б. Гладич, Р.Б. Гевко. – Тернопіль: Економічна думка, 2001.

12. Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини: підручник / Д.Г. Войтюк, Г.Р. Гаврилюк – К.: Каравела, 2004. – 552 с.

13. Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2005. – 464 с.

14. Водяник І.І. Експлуатаційні властивості тракторів і автомобілів / І.І. Водяник – К.: Урожай, 1994.

15. Охмат П.К. Основи теорії та розрахунку трактора і автомобіля: навчальний посібник / П.К. Охмат, В.І. Мельниченко / 2-е вид., випр. і доп. – Дніпропетровськ: ТОВ «ЕНЕМ», 2013. –340 с.

16. Сандомирський М.Г., Бойко М.Ф. Трактори та автомобілі. Ч.1 Автотракторні двигуни: навчальний посібник / М.Г. Сандомирський, М.Ф. Бойко. – К.: Вища школа, 2000. – 357 с.

17. Машиновикористання в землеробстві / За ред. В.Ю. Ільченка, Ю.П. Нагірного – К.: Урожай, 1996. – 382 с.

18. Проектування технологічних процесів технічного обслуговування машин . Навчальний посібник. Кобець А.С., Ільченко В.Ю. Козаченко О.В., Деркач О.Д. та ін. Дн-ськ: «Свідлер А.Л.», 2011.-176 с.

19. Ільченко В.Ю. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві / В.Ю. Ільченко. – К.: Урожай, 1993.

20. Сідашенко О.І. Ремонт машин / О.І. Сідашенко, О.А. Науменко, А.Я. Поліський; За ред. О.І. Сідашенка, А.Я. Поліського. – К.: Урожай, 1994. – 400с.

21. Головчук А.Ф. Експлуатація та ремонт сільгосптехніки: Підручник: У 3-х кн. / За ред. А.Ф. Головчука. – К.: Грамота, 2003.

## ДОДАТКИ