

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
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 дипломного проекту  
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти  
на тему:

**УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ МЕХАНІЗАЦІЇ  
ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ З  
ОБГРУНТУВАННЯМ КОНСТРУКЦІЇ КУЛЬТИВАТОРА**

**Виконав:** студент групи МС-4-20

\_\_\_\_\_ Зазнобін Артем Андрійович

**Керівник:** \_\_\_\_\_ Сокол Сергій Петрович

**Рецензент:** \_\_\_\_\_

Дніпро 2023

## АНОТАЦІЯ

Зазнобін А.А. Удосконалення процесу механізації вирощування кукурудзи з обґрунтуванням конструкції культиватора/ Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2023. – 62 с.

Мета проекту: удосконалити механізацію вирощування кукурудзи з обґрунтуванням і конструюванням робочого органу культиватора-рослинопідживлювача для глибокого міжрядного розпушування кукурудзи з одночасним підживленням рідкими добривами.

У розрахунково-пояснювальній записці проведений аналіз конструкцій культиваторів для міжрядного обробітку ґрунту і патентний аналіз аналогічних робочих органів. Проведено розрахунки і визначено основні параметри розробленого робочого органу. Розроблено заходи по підвищенню рівня охорони праці при вирощуванні кукурудзи і заходи по охороні навколишнього середовища в умовах інтенсифікації сільськогосподарського виробництва.

Річний економічний ефект від впровадження розробок складе 1857155 грн.

Ключові слова: кукурудза, механізація, культиватор-рослинопідживлювач, робочий орган, параметри, охорона праці, економічні показники.

## З М І С Т

В С Т У П. . . . .	6
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСПОДАРСТВА. АНАЛІЗ МАШИН І РОБОЧИХ ОРГАНІВ. . . . .	9
1.1 Загальна характеристика господарства. . . . .	9
1.2 Призначення, класифікація і робочі органи культиваторів. . . . .	10
1.3 Огляд конструкцій культиваторів для міжрядного обробітку ґрунту. . . . .	15
2 ПАТЕНТНИЙ АНАЛІЗ. . . . .	25
3 АГРОТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ТА ОБГРУНТУВАННЯ СХЕМИ УДОСКОНАЛЕННЯ КУЛЬТИВАТОРА. . . . .	32
4 ОБГРУНТУВАННЯ І РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ УДОСКОНАЛЕНОГО КУЛЬТИВАТОРА. . . . .	34
4.1 Основні геометричні параметри робочого органу. . . . .	34
4.2 Тяговий розрахунок. . . . .	34
4.3 Розрахунок на міцність. . . . .	38
4.4 Розрахунок болтів на зріз. . . . .	40
5 ОХОРОНА ПРАЦІ. . . . .	42
5.1 Виробничі небезпеки при вирощуванні кукурудзи. . . . .	42
5.2 Вимоги правил безпеки при виконанні робіт з використанням пестицидів, мінеральних добрив. . . . .	43
5.3 Заходи для поліпшення умов праці при вирощуванні кукурудзи. . . . .	45
6 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА. . . . .	46
6.1 Фактори негативного впливу на навколишнє середовище та заходи по зменшенню їх шкідливих наслідків. . . . .	46
6.2 Захист навколишнього середовища при внесенні пестицидів. . . . .	47
6.3 Охорона ґрунтів. . . . .	48
6.4 Охорона водоймищ. . . . .	49

7 ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ.....	50
ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ.....	59
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	60

## ВСТУП

Кукурудза є однією з найбільш високопродуктивних злакових культур універсального призначення, яку вирощують для продовольчого, кормового і технічного використання. У країнах світу для продовольчих потреб використовується приблизно 20 % зерна кукурудзи, для технічних 15 – 20 %, на корм худобі 60 – 65 %. У нашій країні кукурудза є найважливішою кормовою культурою. За її рахунок тваринництво забезпечується концентрованими кормами, силосом і зеленою масою [1, 2, 3].

Найбільш цінний корм – зерно кукурудзи, яке містить 9 – 12 % білків, 65 – 70 % вуглеводів, 4 – 8 % олії, 1,5 % мінеральних речовин. У 100 кг його міститься 134 корм. од., до 8 кг перетравного протеїну. У вигляді кормового борошна, висівок воно добре перетравлюється і засвоюється організмом тварин. При годівлі свиней особливо ціниться жовтозерна кукурудза, в 1 кг якої міститься від 3,2 до 9 мг каротину, або провітаміну А (у білозерної – до 1,1 мг), який значно підвищує їх продуктивність. Завдяки високій енергетичній поживності (100 кг сухого зерна забезпечує 1600 МДж обмінної енергії) воно є незамінним компонентом комбикормів. Використовують зерно на корм також силосуванням качанів у фазі молочно-воскової стиглості, яке за поживністю мало поступається зерну повної стиглості. Із подрібненого зерна вологістю близько 25 % разом з подрібненими стрижнями качанів виготовляють зерно-стрижневу кормову масу, яку закладають у траншею, трамбуєть і вкривають плівкою, а тільки з подрібненого зерна з такою самою вологістю – такий новий вид корму, як корнаж. Цінний силос для великої рогатої худоби виготовляють силосуванням усієї маси рослин – стебел, листя та качанів кукурудзи, зібраної у фазі молочно-воскової стиглості. У 100 кг

такого силосу міститься 25 – 32 корм. од. і 1,4 – 1,8 кг перетравного протеїну. У 100 кг силосу із стебел з листками міститься 16 – 20 корм. од. і 1,3 кг перетравного протеїну [4].

Для згодовування тваринам придатні також подрібнена маса сухих стебел, листків та обгорток качанів, яку здобрюють кормовою мелясою і сіллю або силосують з буряковою гичкою чи гарбузами. Стрижні качанів у вигляді борошна використовують як компонент комбікормів.

Кукурудза займає важливе місце в зеленому конвеєрі, забезпечуючи тваринництво зеленою масою, багатою на вуглеводи й каротин. У 100 кг зібраної до викидання волотей зеленої маси міститься 16 корм. од.

Кукурудза на зерно за середньої врожайності 60 ц/га разом з побічною продукцією (стеблами, листками) забезпечує вихід з 1 га понад 6,5 тис. кг корм. од. і до 400 кг перетравного протеїну (що дорівнює 75 тис. МДж обмінної енергії). Це значно більше порівняно з іншими зерновими культурами. Проте кукурудза містить недостатню кількість перетравного протеїну – від 60 – 65 г у силосі до 75 – 78 г у зерні на 1 корм. од. при нормі 110 – 120 г. Тому при згодовуванні тваринам тільки однієї кукурудзи вони погано засвоюють інші органічні речовини (вуглеводи, жири). Крім того, у складі білків кукурудзи замало незамінних амінокислот (лізину, метіоніну, триптофану та ін.), тому годівля тварин лише кукурудзою спричинює порушення в організмі тварин обміну речовин і різке зниження їх продуктивності. Щоб збалансувати раціон за протеїном, тваринам згодовують кукурудзу у суміші з бобовими кормовими культурами, в яких на 1 корм. од. припадає 130 – 250 г перетравного протеїну з достатньою кількістю незамінних амінокислот [4].

З давніх часів людина використовує кукурудзу як продовольчу культуру. У багатьох країнах світу (Китай, Індія, Мексика, Україна, Грузія) із зерна кукурудзи виготовляють різні традиційні національні хлібні вироби: у Молдові, Закарпатті і на півдні України – смачну мамалигу, в Грузії – мчаді, що нагадує коржі, та ін. Кукурудзяне борошно широко використовують у

кондитерській промисловості – для виготовлення бісквітів, печива, запіканок. Із зерна виробляють харчові пластівці, повітряну кукурудзу, крупу. Причому за вмістом білків (12,5 %) кукурудзяна крупа переважає інші крупи (пшоно, ячмінну, гречану).

Із зерна виробляють харчовий крохмаль, сироп, цукор, мед. Вживають у їжу недостигле зерно, особливо цукрової кукурудзи, у вигляді варених качанів. Із зародків зерна добувають рослинну олію, яка є не тільки висококалорійним продуктом харчування, а й має лікувальні властивості: містить лецитин, який знижує вміст холестерину в крові і запобігає атеросклерозу. Зерно кукурудзи використовують для виробництва різних прохолодних напоїв, піностійких сортів пива, етилового спирту, гліцерину, органічних кислот (молочної, лимонної, оцтової та ін.). Із стебел та стрижнів качанів виробляють папір, целюлозу, ацетон, метиловий спирт та ін. Із стовпчиків маточок незрілих качанів готують відвари, які вживають при гострих захворюваннях і хронічних запаленнях печінки, нирок та сечового міхура. Підраховано, що з кукурудзи виготовляють понад 300 різних виробів, значна частина яких, у свою чергу, є сировиною для виготовлення іншої продукції. Наприклад, з кукурудзяного сиропу виробляють каучук, фарби, різні антисептики, розчинники олії та ін. Селекціонери працюють над виведенням високоолійних форм кукурудзи. Вже є форми із вмістом олії в зерні понад 15 %.

Метою дипломного проекту є удосконалення механізації вирощування кукурудзи і конструкції культиватора-рослинопідживлювача, що дасть можливість підвищити урожайність цієї цінної культури.

## 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСПОДАРСТВА. АНАЛІЗ МАШИН І РОБОЧИХ ОРГАНІВ

### 1.1 Загальна характеристика господарства

Приватне сільськогосподарське підприємство (ПСП) «Агрофірма «Перше травня» розташована на території смт. Томаківка (вул. Матросова, 3) Томаківського району Дніпропетровської області. Відстань від центральної садиби до обласного центру, м. Дніпропетровськ становить 83 км. Господарство створене після розпаювання КСП 11.05.1998 р. і в його склад ввійшла більшість членів колгоспу зі своїми паями.

Очолює ПСП генеральний директор Бардадим Галина Віталіївна. Основний вид діяльності – 01.11 Вирощування зернових культур (крім рису), бобових культур і насіння олійних культур. Продукція: Зерно (зернобобові, пшениця, кукурудза), соняшник, овочі, коренеплоди кормові, силос (ВРХ), свині, Молоко. Інші види діяльності:

- Компанії які вирощують зернові культури;
- Розведення великої рогатої худоби молочних порід;
- Розведення овець і кіз;
- Розведення свиней;
- Допоміжна діяльність у рослинництві;
- Оптова торгівля зерном, тютюном, насінням та кормами для тварин.

Господарство обробляє більше 5000 га ріллі і ця площа щорічно дещо коливається в зв'язку з оформленням нових договорів оренди з господарями паїв або розірванням існуючих договорів.

Спеціалізація агрофірми „Перше травня” має зерновий напрям. Основними культурами є пшениця озима, кукурудза на зерно, соняшник і рапс. Під ці культури щорічно засівається до 1500 – 2000 га ріллі.

Середня річна температура становить  $+ 8,6^{\circ} \text{C}$ . Найнижча температура іноді спостерігається в січні місяці –  $20-25^{\circ} \text{C}$ , найвища в липні-серпні і досягає  $+30^{\circ} \text{C}$ . Середня річна сума опадів становить 670 мм, більша частина яких випадає в період вегетації культурних рослин.

Більшу частину земель господарства становлять чорноземи, меншу – опідзолені ґрунти. Рельєф місцевості, на якій розташовані поля господарства, в основному рівний, найбільша величина схилу на окремих полях становить  $2,5^{\circ}$ .

В ПСП «Агрофірма «Перше травня» майже всі сільськогосподарські роботи виконуються за допомогою тракторів і сільськогосподарських машин. Господарство добре укомплектоване всією необхідною сільськогосподарською технікою – поряд з тракторами, які ще збереглися і використовуються в господарстві (Т-150, Т-150К, Т-70С, МТЗ-80) і сільськогосподарськими машинами і комбайнами (плуги, культиватори, лушильника) господарство використовує сучасну техніку фірми CLAAS, John Deere та ін., яка забезпечує своєчасне і якісне виконання технологічних процесів у рослинництві. Але окремі машини і робочі органи можна і необхідно удосконалити для підвищення ефективності виробництва сільськогосподарської продукції.

## 1.2 Призначення, класифікація і робочі органи культиваторів

Культиватори призначені для розпушування ґрунту, боротьби з бур'янами, підгортання культурних рослин та внесення у ґрунт мінеральних добрив.

Культиватори класифікують [7 - 11]:

- за призначенням: для суцільного обробітку ґрунту (парові, плоскорізні, штангові, садові, лісові); для обробітку міжрядь просапних культур (культиватори-рослинопідживлювачі, підгортачі, універсальні, борознорізи, проріджувачі), спеціальні;
- за видом агрегування: тракторні, кінні;



- за способом під'єднання: причіпні, напівнавісні, навісні;
- за типом робочих органів: лапові (універсальні, плоскорізні), розрихлювачі (долотоподібні, пружинні, ножовидні), ротаційні (штангові, дискові, голкові), фрезерні (з Г-подібними робочими органами, шаблевидні, зубові).

На культиваторах для розпушування ґрунту, боротьби з бур'янами, підгортання культурних рослин та внесення у ґрунт мінеральних добрив застосовують такі робочі органи (рис. 1.1), як лапи, підгортачі, голчасті диски, підживлювальні ножі, штанги та полільні зуби.

Лапи залежно від призначення і виконуваного процесу поділяють на полільні і розпушувальні. Полільні бувають однобічні плоскорізальні (бритви), стрілчасті плоскорізальні без хвостовика і з хвостовиком, долотоподібні (розпушувальні), оборотні (наральникові) та списоподібні.

Однобічні плоскорізальні лапи (рис. 1.1, *а*) призначені для перших міжрядних обробітків з метою підрізування бур'янів і розпушування ґрунту на глибину до 6см. Лапи бувають ліві і праві з шириною захвату від 85 до 182 мм.

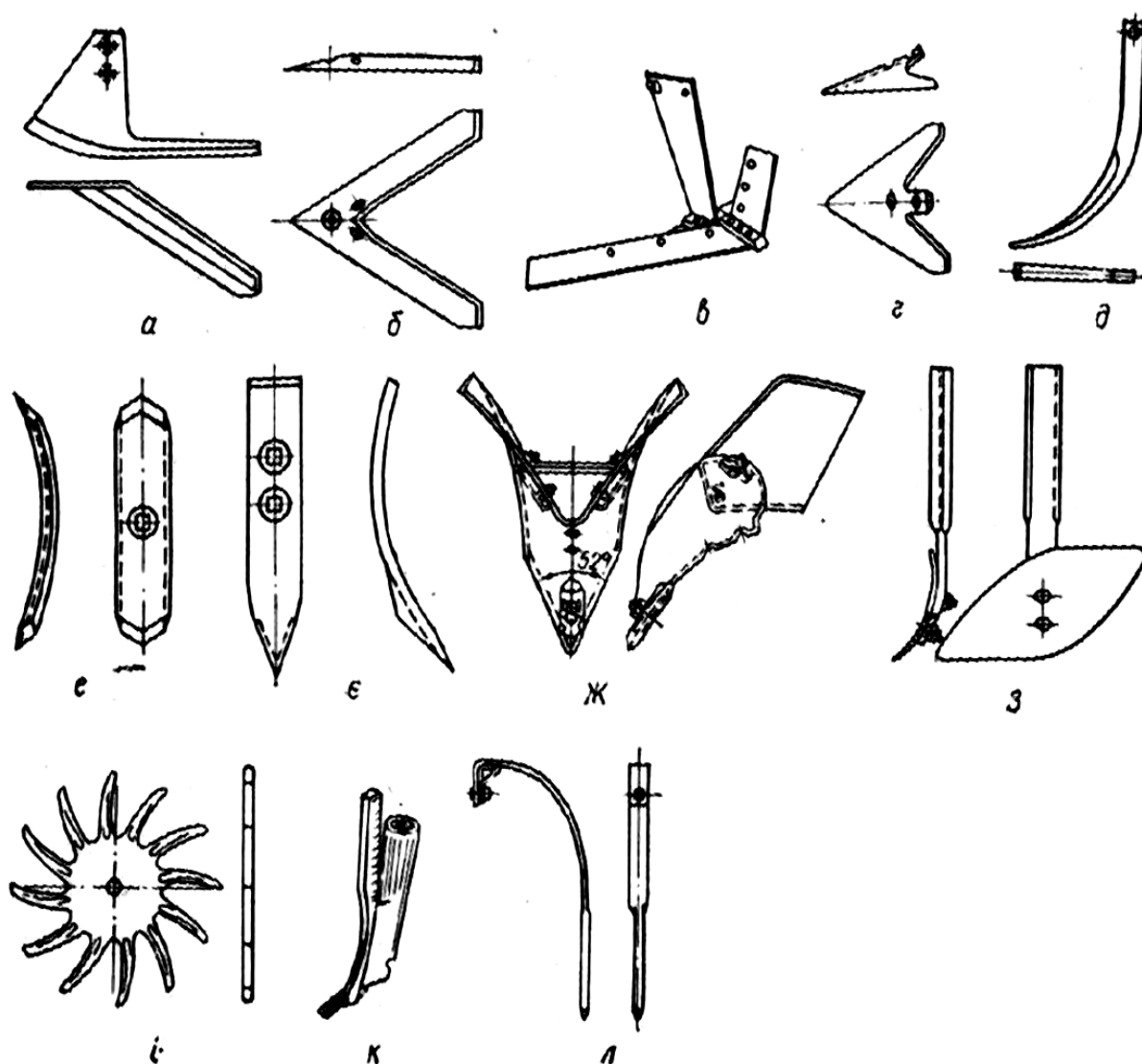
Стрілчасті плоскорізальні лапи без хвостовика (рис. 1.1, *б*) і стрілчасті плоскорізальні з хвостовиком призначені для обробітку ґрунту на глибину до 6 см. Вони підрізають бур'яни і частково розпушують ґрунт, ширина захвату від 1,45 до 3,3 м.

Стрілчасті лапи-плоскорізи (рис. 1.1, *в*) призначені для обробітку ґрунтів, які піддаються ерозії, максимальна глибина обробітку до 16 см, ширина захвату 1,15-2,5 м.

Стрілчасті універсальні лапи з хвостовиком (рис. 1.1, *г*) і стрілчасті універсальні лапи без хвостовика поєднують роботу полільних і розпушувальних лап. Одночасно із підрізанням бур'янів добре розпушують ґрунт. Такі лапи застосовують для передпосівного обробітку ґрунту і міжрядного обробітку просапних культур на глибину до 12 см. Ширина захвату лап від 220 до 330 мм.

Розпушувальні долотоподібні лапи (рис. 1.1, *д*) призначені для розпушування ґрунту на глибину до 16 см без вивертання його на поверхню нижнього шару. Такі лапи застосовують для міжрядного обробітку посівів цукрових буряків та інших культур.

Розпушувальними оборотними лапами (рис. 1.1, *е*) розпушують ґрунт. Ці лапи заточені з обох боків, при спрацюванні одного кінця лапу можна



повернути на  $180^{\circ}$ . Оборотні лапи кріплять як до жорстких так і до пружинних

Рисунок 1.1 - Робочі органи культиваторів: *а* – однобічна плоскорізальна лапа, *б* – стрілочаста плоскорізальна лапа без хвостовика, *в* – плоскоріз,

*z* – стрілочаста універсальна лапа з хвостовиком, *d* – розпушувальна долотоподібна лапа, *e* – розпушувальна оборотна лапа, *e* – списоподібна лапа, *ж* – підгортач, *з* – лапа-полиця, *i* – голчастий диск, *к* – підживлювальний ніж, *л* – полільний зуб

стояків, перші застосовують для передпосівного або міжрядного обробітку окремих культур, другі - для вичісування кореневищ багаторічних бур'янів при суцільному обробітку. Ширина лап – 45–55 мм, глибина обробітку до 12 см.

Списоподібні лапи (рис. 1.1, *e*) призначені для розпушування ґрунту та знищення кореневищ багаторічних бур'янів. Глибина обробітку до 16 см.

Підгортачі (рис. 1.1, *ж*) використовують для підгортання картоплі, капусти та інших культурних рослин і нарізування поливних борозн. Підгортач має полицю, до якої знизу прикріплено наральник, що розрізає ґрунт, а у верхній частині – крила, які піднімають угору ґрунт, розпушений полицею, і зміщують в обидва боки. Підгортачі застосовують для формування гребнів висотою до 25 см.

Лапи-полиці (рис. 1.1, *з*) призначені для підгортання картоплі та інших культур. Полиці підрізають бур'яни, розпушують ґрунт у міжряддях і частину ґрунту відкидають на захисну зону до куща картоплі, присипаючи бур'яни, який там є.

Голчасті диски (рис. 1.1, *i*) призначені для руйнування кірки і знищення бур'янів у рядках рослин. Диски мають діаметр 350, 450 і 520 мм. При перекочуванні полем голки заглиблюються у ґрунт до 9 см і руйнують кірку та виривають сходи бур'янів.

Підживлювальні ножі (рис. 1.1, *к*) призначені для розпушування ґрунту і одночасного внесення сухих мінеральних добрив. Підживлювальний ніж складається з розпушувальної долотоподібної лапи і тукопроводу, прикріпленого ззаду до лапи.

Полільні зуби (рис. 1.1, *л*) призначені для одночасного обробітку захисних зон і міжрядь. Виготовлені зуби у вигляді стержнів круглого

перерізу довжиною 275 мм із загостреними кінцями. Своєчасний обробіток захисних зон полільними лапами дає можливість знищувати до 72% однорічних бур'янів.

Штанговий робочий орган культиватора – це стальна квадратного перерізу штанга, яка заглиблюється у ґрунт на задану глибину і під час роботи обертається, розриваючи корені бур'янів, виносячи їх на поверхню та одночасно розпушуючи верхній шар ґрунту без перевертання його. Штанга обертається у напрямку, зворотному обертанню коліс культиватора. Такий робочий орган обробляє ґрунт на глибину 4-10 см.

Полільний ротор використовують для рихлення ґрунту і знищення бур'янів у міжряддях з мінімальними захисними зонами. Так як диск ротора нахилений до поверхні поля, то розрихлювачі поблизу рядка рослин заглиблюються у ґрунт, а з протилежної сторони рядка навпаки. Зуби рихлять ґрунт, вичісуючи бур'яни засипаючи їх землею.

Полільний диск використовують для обробітку захисних зон при великій листовій поверхні рослин. Під час роботи диск і лезо лапи заглиблюються у ґрунт, ножі зачіплюються за ґрунту, диск обертається, підрізуючи кореневу систему бур'янів і рихлить ґрунт у захисній зоні рядків.

Розрізняють дві системи кріплення робочих органів культиваторів – жорстку і шарнірну. При жорсткій роботі органи нерухомо кріпляться безпосередньо до рами культиватора або до додаткових перемичок і не можуть вільно переміщатись відносно рами, а також копіювати поверхню поля, тому змінюють своє положення лише разом із рамою.

При шарнірній системі робочі органи з рамою з'єднані рухомо і кожний окремий робочий орган (або їх група) переміщається у вертикальній площині відносно рами. Таке вільне переміщення дає можливість робочим органам копіювати рельєф поля та забезпечувати більш рівномірну глибину обробітку [7 –11].

Розрізняють одношарнірну (радіальну) індивідуально-повідцеву та секційну і багатошарнірну (паралелограмну) системи кріплення робочих органів з рамою.

Радіальна індивідуально-повідцева система кріплення (рис. 1.2, *а*) – це система, при якій до повідця, шарнірно приєднаного до рами культиватора, кріпиться один робочий орган. Радіальна секційна система кріплення (рис. 1.2, *б*) передбачає кріплення до шарнірно закріпленого повідця кількох робочих органів.

Паралелограмна система кріплення (рис. 1.2, *в*) – це система, при якій гряділь (секція) з робочими органами і опорним колесом кріпиться до бруса рами паралелограмним механізмом. Ця система забезпечує найкращу рівномірність глибини обробітку. До її недоліку можна віднести те, що вона складніша від одношарнірної [2, 4, 7, 19].

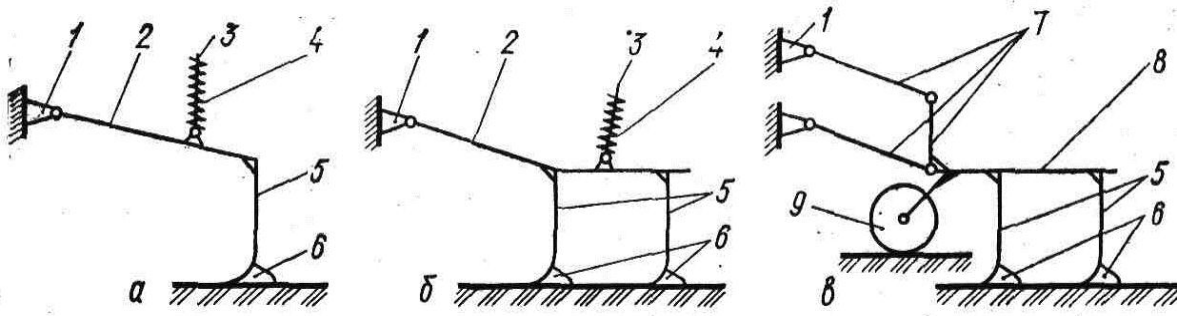


Рисунок 1.2 - Системи кріплення робочих органів культиватора: *а* – радіальна індивідуально-повідцева; *б* – радіальна багатосекційна; *в* – паралелограмна; 1 – поперечний брус рами, 2 – повідець, 3 – штанга, 4 – пружина, 5 - стояки, 6 – лапи, 7 – паралелограмний механізм, 8 – гряділь, 9 – опорне колесо

### 1.3 Огляд конструкцій культиваторів для міжрядного обробітку ґрунту

Наведемо коротку технічну характеристику культиваторів для міжрядного обробітку ґрунту.

*Культиватор-рослинопідживлювач начіпний КРН-4,2* (рис. 1.3) призначений для передпосівного обробітку ґрунту, догляду за посівами кукурудзи, соняшника та інших просапних культур, посіяних з міжряддями 60 або 70 см.

До комплекту культиватора КРН-4,2 належать такі робочі органи, як плоскорізальні однобічні лапи з шириною захвату 165 мм – 14 шт. (7 лівих і 7 правих), стрілочасті плоскорізальні лапи з шириною захвату 270 мм – 7шт., розпушувальні зуби –19 шт., підживлювальні ножі – 12 шт. Культиватор можна комплектувати обертовими голчастими дисками для обробітку рядків і захисних зон.

*Культиватор-рослинопідживлювач КРН-4,2А* комплектують додатково борознорізом, а КРН-4,2Б – підгортачами. Якщо культиватор КРН-4,2 використовують для суцільного передпосівного обробітку, його обладнують пристроєм КРН-60. Агрегатують з тракторами класу 0,9 і 1,4.

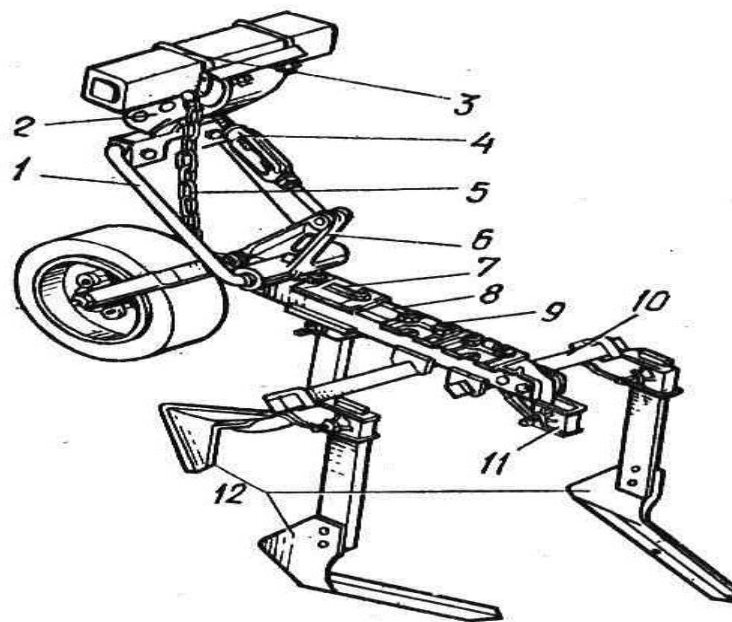


Рисунок 1.3 - Секція робочих органів культиватора КРН-4,2:

- 1 – нижня ланка паралелограмного механізму; 2 – передній кронштейн;  
3 – скоба; 4 – натяжна гайка; 5 – транспортний ланцюг; 6 – задній кронштейн;  
7 – задній колесо; 8 – рама; 9 – стрілочасті плоскорізальні лапи; 10 – задній кронштейн;  
11 – підживлювальні ножі; 12 – розпушувальні зуби.

7 – накладка з тримачем; 8 – гряділь; 9 – накладка з призмою; 10 – стержень з боковим тримачем; 11 – задній тримач; 12 – робочі органи

*Культиватор-рослинопідживлювач начіпний КРН-4.2Г* призначений для догляду за посівами просапних культур, посіяних шестирядними сівалками з міжряддями 70 см, за картоплею, посаженою шестирядними саджалками з міжряддями відповідно 90 та 60см. Культиватор комплектують долотоподібними, стрічастими, плоскорізальними однобічними лапами, підживлювальними ножами, корпусами-підгортальниками і двома секціями сітчастої борони КГН-410. Агрегатують з тракторами МТЗ та ЮМЗ-6Л [7 - 11].

*Культиватор-рослинопідживлювач овочевий КОР-4,2* призначений для знищення бур'янів, розпушування ґрунту, підгортання і внесення мінеральних добрив при вирощуванні овочевих культур на рівній поверхні, гребнях та грядках з міжряддями 45; 60; 70; 50+90; 60+120; 8+62 і 32+32+76см. За бажанням замовників укомплектовують полільними лапами, наплавленими або ненаплавленими твердим сплавом. Рослинопідживлювач КОР-4,2 використовують для роботи на рівній поверхні і гребнях, а КОР-4,2-0,1 - на грядках. Агрегатують з тракторами МТЗ і ЮМЗ-6Л.

Цей культиватор є модифікацією культиватора КРН-4,2. У нього рама піднята вище над поверхнею поля, що зумовило обладнання його понижувачами для секцій робочих органів і опорно-приводних коліс. Для внесення мінеральних добрив культиватор обладнують туковисівними апаратами АТД-2 [2, 4, 6, 7,8,14, 18-20].

*Культиватор-рослинопідживлювач універсальний начіпний КРН-5,6* призначений для міжрядного обробітку і підживлення посівів кукурудзи, соняшника та інших просапних культур, посіяних восьмирядними сівалками з міжряддями 70 см.

За будовою КРН-5,6 подібний до культиватора КРН-4,2 і має багато уніфікованих складальних одиниць. Особливістю є те, що з обох боків до

поперечного бруса приєднані подовжувачі, на яких встановлено по одній секції робочих органів і одному туковисівному апарату. Якщо культиватор використовують на шестирядних посівах, то подовжувачі бруса знімають. Комплектують культиватор 9 правими і лівими однобічними полільними лапами з шириною захвату 165 мм, 9 і 16 стрілчастими полільними лапами з шириною захвату відповідно 270 та 220 мм, 25 розпушувальними лапами і 16 підживлювальними ножами. Агрегатують з тракторами МТЗ і ЮМЗ-6Л.

*Культиватор-рослинопідживлювач начіпний широкозахватний для високостебельних культур КРН-8,4* призначений для міжрядного обробітку високостеблових культур (кукурудза, сорго, соняшник та ін.), висіяних із шириною міжрядь 60,70 і 90 см. при ширині міжрядь 60 і 70 см культиватор обробляє 12-рядні посіви, а при міжряддях 90 см – 8-рядні.

Рама складається із зварної конструкції шириною 5,6 м та двох боковин, які кріпляться до неї болтами і збільшують ширину захвату до 8,4 м.

Секції робочих органів нагадують секції робочих органів культиватора КРН-4,2. Кожна секція складається з шарнірного чотириланкового механізму, гряділя, копіювального колеса, механізму регулювання глибини ходу робочих органів і механізму фіксації секції.

Культиватор комплектують однобічними плоскорізальними, стрілчастими і долотоподібними лапами, лапами-поличками (лівими та правими) і щитками для захисту рослин від засипання ґрунтом [7 -11].

*Культиватор висококліренсний просапний начіпний КВП-6,3* призначений для міжрядного обробітку і підживлення кукурудзи, соняшника та інших просапних культур висотою до 2 м, посіяних стрічковим способом. Якщо висота рослин до 2 м, культиватором підрізують бур'яни і розпушують ґрунт на глибину 6-12 см. Коли висота рослин менша 70 см, додатково розпушують міжряддя на глибину до 16 см і вносять мінеральні добрива на глибину до 15 см.



На ці культиватори можуть бути встановлені ротаційні голчасті диски і рядкові прополювальні начіпні борінки КРН-38 з плоскими пружинними зубами (для обробітку рядків та захисних зон посівів кукурудзи), захисні пристрої (для запобігання присипанню рослин кукурудзи при обробітку на підвищених швидкостях), а також лапи-полиці (для присипання бур'янів шаром ґрунту у захисних зонах). Агрегатують культиватор з тракторами МТЗ та ЮМЗ-6Л [2, 4, 6, 7,8,14, 18-20].

*Культиватор-рослинопідживлювач начіпний УСМК-5,4А* призначений для передпосівної підготовки ґрунту, досходового суцільного розпушування і руйнування ґрунтової кірки, міжрядного обробітку з одночасним підживленням мінеральними добривами цукрових буряків, а також інших просапних культур, посіяних дванадцятирядними буряковими сівалками з міжряддями 45 або 60 см.

Основними складальними одиницями культиватора є зварна рама із замком автозчіпки СА-1, два опорно-приводні колеса з пневматичними шинами, дванадцять секцій робочих органів, шість туковисівних апаратів АТД-2 з механізмом привода.

Основними робочими органами культиватора є полільні і долотоподібні лапи, підживлювальні ножі, ротаційні батареї та легкі начіпні борінки. Агрегатують з тракторами МТЗ, Т-54В, або Т-70С [2, 4, 6, 7,8,14, 18-20].

*Культиватор-підгортальник начіпний КОН-2,8ПМ* (рис. 1.4) призначений для міжрядного обробітку, підживлення і підгортання картоплі та інших культур посаджених (посіяних) чотирирядними саджалками (сівалками) з міжряддями 60 і 70 см. Агрегатують з тракторами МТЗ та ЮМЗ-6Л.

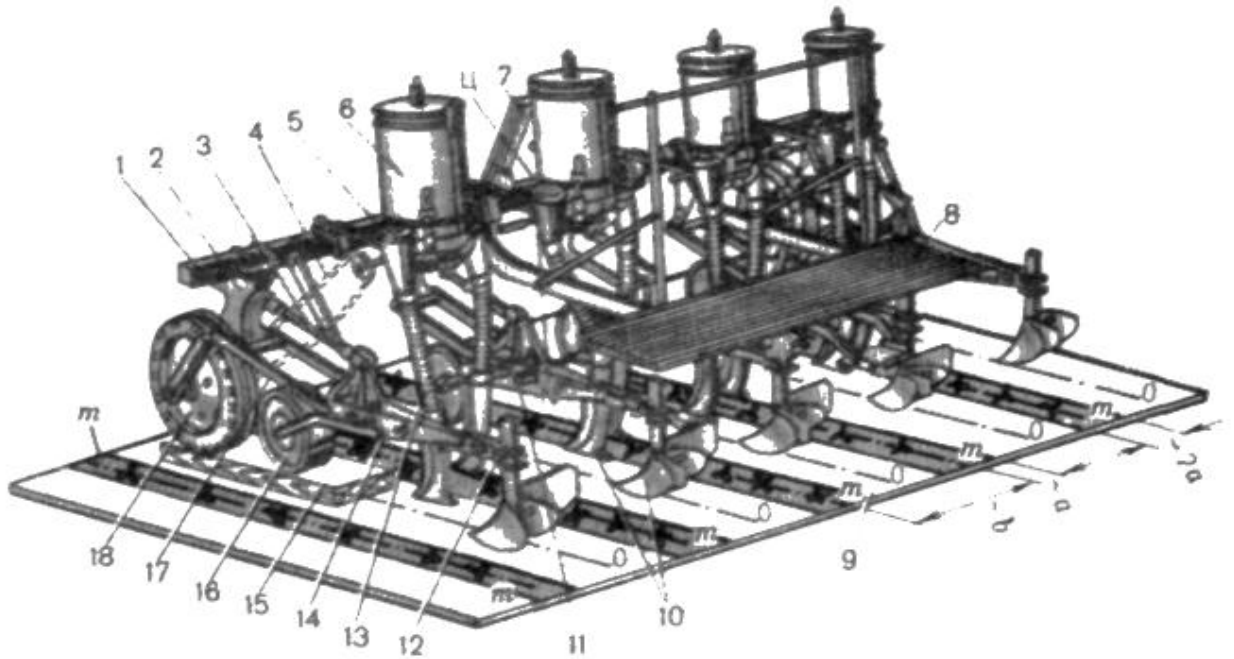


Рисунок 1.4 - Культиватор-підгортальник начіпний КОН-2,8ПМ

Культиватор складається з рами-бруса, двох опорно-приводних коліс з пневматичними шинами, п'яти секцій робочих органів, чотирьох тарілчастих туковисівних апаратів, ланцюгової передачі і начіпного пристрою з двома секціями сітчастих борін.

Кожна секція робочих органів має паралелограмний механізм, як і у культиваторі КРН-4,2, що складається з переднього і заднього кронштейнів, верхньої і нижньої ланок. Передній кронштейн кріпиться до рами-бруса, а до заднього прикріплюють гряділь з тримачами робочих органів і копіювальне колесо з пневматичною шиною атмосферного тиску. Конструкцією заднього тримача передбачена можливість зміни кута входження лапи у ґрунт. Кут входження у ґрунт всіх робочих органів секції регулюють зміною довжини верхньої ланки секції.

Культиватор КОН-2,8ПМ комплектують п'ятьма підгортальними корпусами, тринадцятьма долотоподібними лапами, п'ятьма стрілочастими лапами, вісьмома одnobічними плоскорізальними, вісьмома підживлювальними ножами, та двома секціями сітчастої борони [7-11].

*Культиватор просапний КП-5, 6 «Казак «Пацюк».* Культиватор призначений для міжрядної обробки та підживлення посівів цукрових буряків



Рис. 2.5. Культиватор просапний КП-5, 6 «Казак «Пацюк»

та інших просапних культур, що посіяні з шириною міжрядь 45 см, поставляється з комплектом робочих органів для переналадки під обробку міжрядь кукурудзи і соняшника, що посіяні з шириною міжрядь 70 см. Використовується у всіх зонах вирощування кукурудзи, буряків та соняшнику, крім зон гірського землеробства і забезпечує необхідні якості при вологості ґрунту в шарі до 12 см не більше 25%, твердості в тому ж шарі не вище 0,2 МПа на рівних ділянках і схилах до 5°.

Особливістю конструкції культиватора є те, що гряділь рядка має двоточкову систему кріплення (на відміну від тих, що використовувалися раніше), що дає стабільнішу роботу прополувальної секції. Рама культиватора також значно жорсткіша за рахунок двох паралельних балок. Крім того, робочі органи культиватора мають захисні «екрани», які регулюються по висоті, що виключає засипання культурних рослин під час першої прополки ґрунту.

Таблиця 1.1 - Технічні характеристики КП-5,6 «Казак «Пацюк»

Найменування параметру та розміру	Значення показника	
	Налаштування на міжряддя 45 см	Налаштування на міжряддя

	(цукровий буряк)	70 см (кукурудза, соняшник)
Тип машини у робочому положенні	навісний	навісний
Тип машини у транспортному положенні	напівпричіпний	напівпричіпний
Продуктивність за годину основного часу, в межах, га/год	3,2 – 4,3	3,4 – 4,5
Ширина міжряддя, см	45	70
Число рядків, що обробляються, шт.	12	8
Глибина обробки, см	3 – 6	4 – 10
Ширина захвату, м	5,4	5,6
Робоча швидкість руху, км/год	6 – 8	6 – 8
Транспортна швидкість руху, км/год, не більше	15	15
Маса загальна, кг	1340	940
Габаритні розміри у робочому положенні (Д×Ш×В), мм	2350×6850×170 0	2350×6850×17 00
Габаритні розміри у транспортному положенні (Д×Ш×В), мм	7050×2450×170 0	7050×2450×17 00

Банки туковисівного апарату мають дно, що знімається. Це дозволяє швидко і зручно проводити очищення туковисівної системи від мінеральних добрив після закінчення роботи. Привід туковисівного апарату здійснюється від опорно-приводних коліс, які мають механізм регулювання по висоті.

Культиватор агрегатується з тракторами тягового класу 1,4 (МТЗ-80; МТЗ-82; ЮМЗ-6; МТЗ-100 і т. д.). Спосіб агрегування при роботі - навісний, при транспортуванні - напівнавісний. Поставляється у двох видах комплектації: з туковими банками для проведення підживлення і без них. У обидва види комплектації входять прополювальні лапи-бритви і стрілчасті лапи.

*Культиватор-рослинопідживлювач навісний високостебельний КРНВ.*



Рисунок 1.6 - Культиватор-рослинопідживлювач навісний високостебельний КРНВ-5,6-02

Призначений для міжрядної обробки посівів просапних культур з одночасним внесенням гранульованих мінеральних добрив. Забезпечує якісне розпушування ґрунту в міжряддях на задану глибину зі знищенням бур'янів:

- КРНВ-4,2 для обробки 6-рядних посівів кукурудзи, соняшника та інших культур, висіяних з міжряддям 70 см.
- КРНВ-5,6-04 для обробки 8-рядних посівів кукурудзи, соняшника та інших культур, висіяних з міжряддям 70 см.
- КРНВ-5,6-02 для обробки 12-рядних посівів сої, буряка та інших культур, висіяних з міжряддям 45 см.

Культиватор по необхідності комплектується підгортальниками, бороноутворюючими корпусами, захисними дисками. Агрегатується із тракторами тягового класу 1,4 т.с.

Таблиця 1.2 - Технічні характеристики культиваторів КРНВ

Модель	КРНВ-4,2	КРНВ-5,6-04 (02)
Продуктивність, га/год	4,2	5,6
Ширина захвату, м	4,2	5,6
Норма висіву туків, кг/га	50-250	50-250
Робоча швидкість, км/год	5-10	5-10
Глибина обробки, см	6-16	6-16

Габаритні розміри, мм	4875x2100x1700	6500x2100x1700
Маса, кг	720	925

*Начіпний культиватор для міжрядного обробітку SFOGGIA. THEMA.*



Рисунок 1.7 - Загальний вигляд культиватора THEMA-12

Призначення: культиватор THEMA призначений для міжрядної обробки посівів цукрового буряка, кукурудзи й соняшника з одночасним внесенням мінеральних добрив. Основні переваги:

- Трьох-точкова система навішення.
- Можливість комплектації твердою (фіксованою) або складною рамою.
- Можливість установки устаткування для внесення гранульованих мінеральних добрив.
- Можливість переустаткування для обробки самого широкого спектра культур.

Таблиця 1.3 - Характеристики культиваторів THEMA

М о д е л ь	THEMA-12 Beet	THEMA-12 Corn	THEMA 18 Beet+Corn Universal
Ширина міжрядь, см	45	70	45/70
Об'єм бункера, м <sup>3</sup>	880	880	880
Робоча ширина, м	6	9	9

Транспортна ширина, м	6	9	9
-----------------------	---	---	---

Велика кількість різних видів культиваторів на ринку дозволяє вибрати оптимальний набір машин. Але окремі види робочих органів ще потребують удосконалення.

## 2 ПАТЕНТНИЙ АНАЛІЗ

Ми провели патентний аналіз для обрання оптимального напрямку удосконалення конструкції просапного культиватора і його робочих органів.

З метою забезпечення самоочищення робочого органу і розширення технологічних можливостей розроблено робочий орган для міжрядного обробітку ґрунту [12], який містить встановлену на стояку 1 (рис. 2.1, 2.2) стрілчасту лапу 2 і переставні по пластині 3 вгору і по ширині захвату за допомогою гвинта крила 4, що виконані у вигляді право- і лівосторонніх бритвених лез. Крила 4 закріплені на стояку 1 з можливістю регулювання

кута атаки їх за рахунок пластини 5 з розміщеними на ній по колу отворами 6. Кріплення крил 4 в отворах 6 здійснюється гвинтами. Стрілчаста лапа 2 закріплена на стояку 1 за допомогою шарніру 7 і спирається на пружні елементи 8, виконані, наприклад, з гуми.

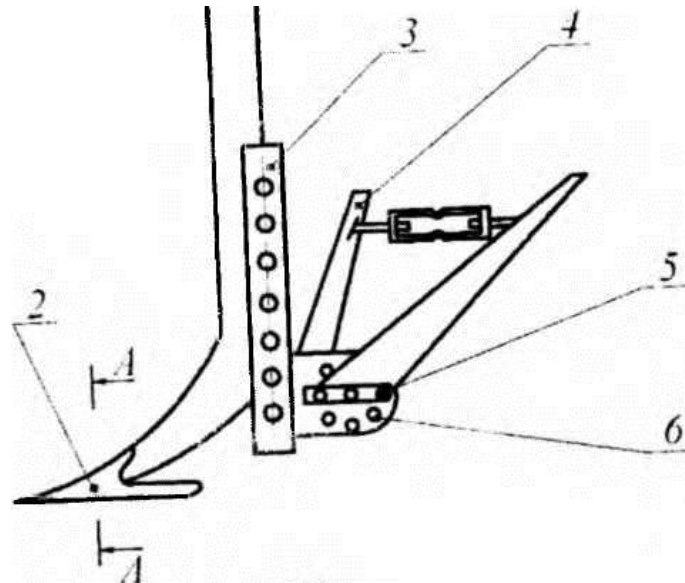


Рисунок 2.1 - Робочий орган для міжрядного обробітку ґрунту, [12], вид збоку

Пристрій працює такий чином. При переміщенні в ґрунті крила 4 встановлені по ширині захвату, глибині обробітку і куту атаки у відповідності з фазою росту і розвитку рослин, забезпечують підрізання бур'янів на схилах

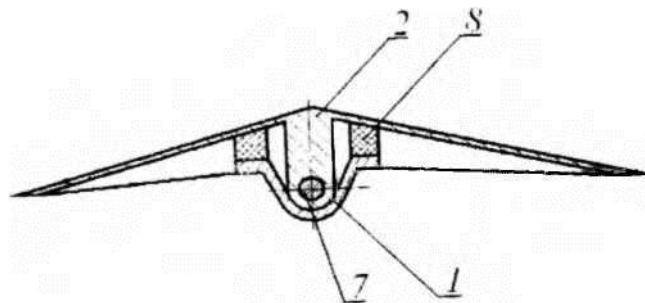


Рисунок 2.2 - Переріз А-А на рис. 2.1

гребнів, рихлення міжрядь.

Стрілчаста лапа 2, спирається на пружні елементи 8 і має змогу при



значних навантаженнях на крила змінювати положення. Якщо одне з крил, внаслідок обволікання бур'янами, буде сприймати опір ґрунту, який значно більший, ніж опір іншого, відбудеться поворот робочого органу. Лапа долаючи опір пружних елементів буде повертатись до тих пір, доки крило не звільниться від рослинних решток і опір на ньому не стане меншим. В подальшому робочий орган повертається у початкове положення. Таким чином за рахунок відхилення крил лапи від середнього положення відбувається автоматичне самоочищення лапи від рослинних решток.

З метою зменшення енергоємності процесу і зниження приживаємості бур'янів розроблено пристрій [13], який складається з рами 1 (рис. 2.3) і встановлених на ній першої 2 пари лап з відвалами і другої 3 пари лап з відвалами. Перша 2 пара лап розташована вище другої і відвали її нахилені від рядків. Відвали другої 3 пари лап нахилені до рядків. За другою 3 парою лап розташований коток 4 із закріпленими на ньому ножами 5. Коток 4 має натискну систему, що складається з пружини 6 і регулювального гвинта 7. Коток 4 обладнано ободом 8 для самоочистки ножів 5.

Пристрій працює в такий спосіб. В процесі руху пристрою перша 2 пара лап підрізає шар ґрунту разом з бур'янами в міжрядді і переміщує їх на середину міжряддя, розташовуючи у вигляді гребня. Після цього друга пара 3 лап, ріжучі кромки яких встановлені нижче першої пари 2 лап, підрізає

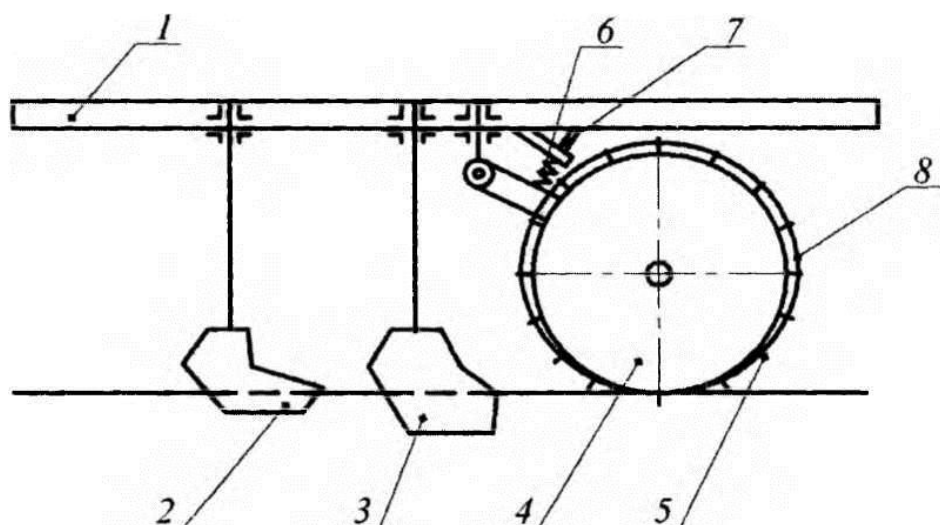


Рисунок 2.3 - Пристрій для обробітку міжрядь [13 ], вид збоку

грунт, розташований під раніше знятим шаром і направляє в рядок і його захисну зону для присипання бур'янів. Утворений в міжрядді гребінь із бур'янів і ґрунту піддається дії котка 4 із закріпленими на ньому ножами 5. При цьому бур'яни травмуються і втрачають здатність до приживання. Розташування ободу 8 вибрано таким чином, що у процесі перекочування ножі 5 входять в прорізи і очищуються.

З метою розширення технологічних можливостей, зниження приживаємості бур'янів, можливість застосування пристрою на різних стадіях розвитку рослин розроблено пристрій [14], який містить раму 1 (рис. 2.4 і 2.5) опорні колеса 2 зі стійками 3, гряділь 4 на якому встановлені плоскоріжучі робочі органи 5 і розташовані за ними дискові сферичні загортачі 6. Перед загортачами розміщені пружні пластини 7, закріплені на гряділі 4 за рахунок кронштейнів 8. Пластини 7 встановлені із зміщенням в поперечному напрямку на половину ширини захвату плоскоріжучого робочого органу 5. В середині пластин 7 встановлено стержень 11 з можливістю його переміщення і фіксації у потрібному положенні за допомогою гвинта 12. Кронштейни 8 встановлені в тримачах 9 за рахунок болтів 10 з можливістю регулювання висоти встановлення пружних пластин 7.

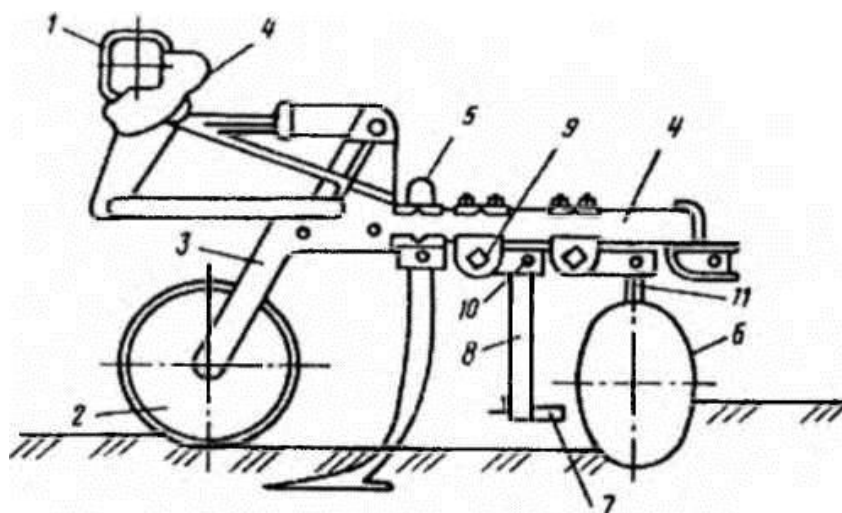


Рисунок 2.4 - Схема пристрою для знищення бур'янів в рядах рослин [14],  
вид збоку

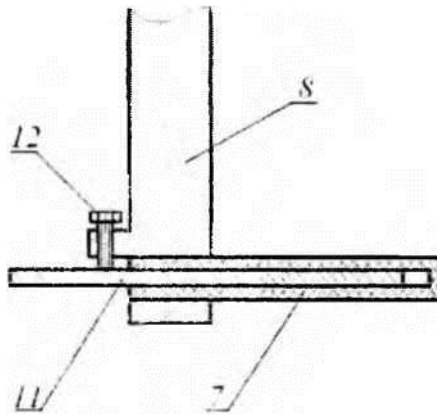


Рисунок 2.5 - Пружна пластина, повздовжній розріз

Пристрій працює в такий спосіб. При переміщенні пристрою плоскоріжучий робочий орган 5 знищує бур'яни, що ростуть у міжрядді. Пружна пластина 7 відхиляє бур'яни, що ростуть в рядку в захисній зоні, а дисковий загортач 6 присипає їх ґрунтовим валіком. В залежності від агротехнічних строків обробітку, встановлюють необхідну жорсткість пружних пластин, для чого відпускають гвинт 12 і занурюють стержень 11 на потрібну довжину  $L$ , після чого фіксують гвинтом 12.

З метою підвищення сталості ходу по глибині і ширині захвату розроблено робочий орган культиватора [15], який містить важіль 1 (рис. 2.6), встановлений на верхньому кінці поворотної стійки 2, і пружини 3. В нижній частині стійки симетрично відносно важеля 1 закріплена лапа 4 з двома крилами 5 і 6.

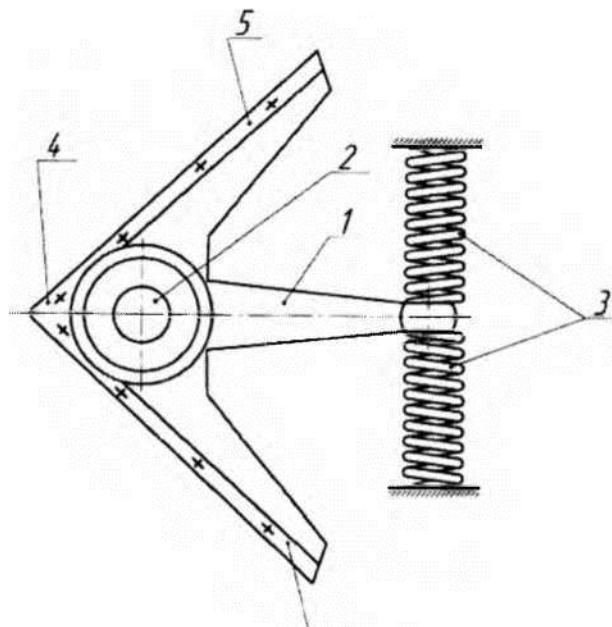


Рисунок 2.6 - Робочий орган культиватора [15], вид зверху

В роботу лапа вступає у положенні, що близьке до середнього. Якщо в середньому положенні зусилля опору ґрунту на обох крилах будуть приблизно однакові, то лапа 4, вібруючи, буде знаходитись в середньому положенні. Якщо одне крило, внаслідок обволікання бур'янами, буде сприймати опір ґрунту, який значно більший ніж опір іншого, відбудеться поворот робочого органу. Лапа буде повертатись до тих пір, доки крило не звільниться від рослинних решток і опір на ньому не стане меншим. В подальшому робочий орган повертається у початкове положення. Таким чином за рахунок відхилення крил лапи від середнього положення відбувається автоматичне самоочищення лапи від рослинних решток. Одночасно з цим знижується тяговий опір культиватора, і непродуктивні простой, що пов'язані з необхідністю очищення робочих органів.

З метою підвищення сталості ходу по глибині і зменшення тягового опору зняряддя розроблено робочий орган культиватора [16], який містить криволінійне лезо (рис. 2.7), яке виконане у вигляді кривої лінії, кривина якої збільшується від початку леза до кінця, а кут між дотичною та напрямком руху зменшується. На кожному з крил 1 встановлені диски 2, що мають ріжучу кромку 3 і закріплені на вісях 4.

Робочий орган культиватора працює в такий спосіб. Підрізані та вирвані лапою бур'яни нависають на лезі і рухаються по ньому під дією течії розпушеного ґрунту від початку леза до кінця. Так як на кожному з крил 1 встановлені диски 2, які вільно обертаються на вісях 4, взаємодія із стінками борозни і течія ґрунту приводить диски в обертання, що забезпечує схід бур'янів з кінця леза лапи і спричиняє зменшення тягового опору.

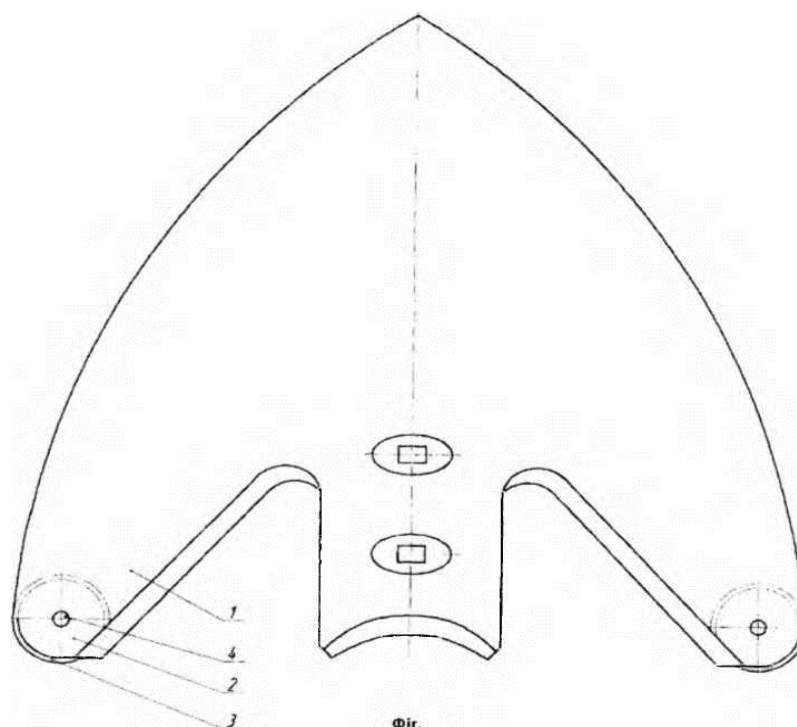


Рисунок 2.7 - Робочий орган культиватора [16], вид зверху

З метою збільшення ресурсу культиваторних лап і покращення якісних показників роботи розроблено робочий орган культиватора [17], який включає стрілчасту лапу 1 (рис. 2.8) із змінними лезами 2, що закріплені за допомогою заклепок 3. На лезо 2 нанесено шар зносостійкого матеріалу 4.

Робочий орган культиватора працює в такий спосіб. Стрілчаста лапа заглиблюється на агротехнічно задану глибину і в процесі поступального руху та взаємодії з ґрунтом її лезо зношується. В зв'язку з тим, що товщина ріжучої кромки леза лапи є основним показником, який визначає працездатність лап при використанні, є можливість застосування різних комплектів лез, що можуть бути використанні для різних ґрунтово-кліматичних умов.

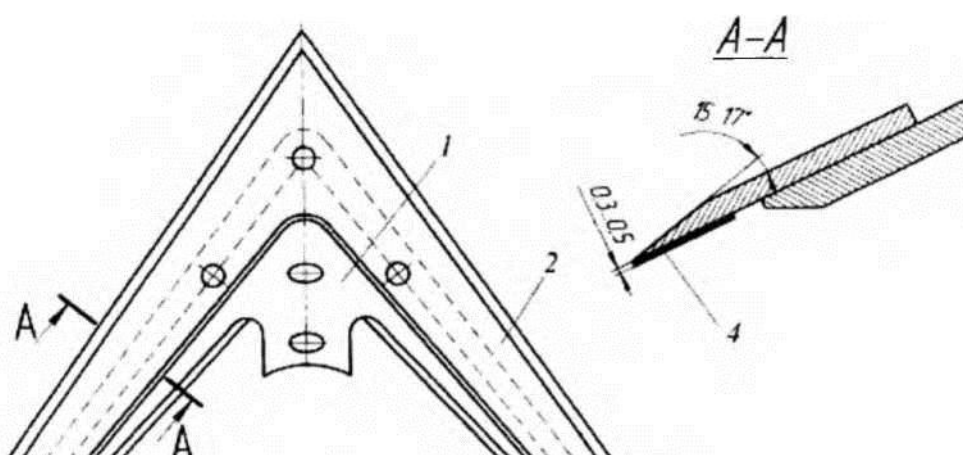


Рисунок 2.8 - Робочий орган культиватора [17], вид зверху

На підставі проведеного аналізу нами проведена конструкторська розробка по удосконаленню культиватора-рослинопідживлювача для обробітку посівів кукурудзи.

### 3. АГРОТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ТА ОБГРУНТУВАННЯ СХЕМИ УДОСКОНАЛЕННЯ КУЛЬТИВАТОРА

Своєчасний і якісний догляд за рослинами – один з основних агротехнічних заходів щодо одержання високих і стійких врожаїв сільськогосподарських культур. Догляд за рослинами полягає в

розпушуванні ґрунту, знищенні бур'янів у міжряддях, формуванні необхідної густоти, підживленні.

Культиватор повинен рівномірно розпушувати ґрунт у міжряддях, обробляти максимально можливу площу міжрядь, не пошкоджуючи і не присипаючи культурні рослини ґрунтом. При цьому з кожного боку рядка встановлюють захисні зони від 7-8 до 12-15 см. Відхилення від установленної глибини розпушування допускається не більш як  $\pm 1$  см, глибина розпушування ґрунту – в межах 4-16 см. При руйнуванні ґрунтової кірки культиватор регулюють так, щоб він розпушував поверхню ґрунту на глибину до 3 см, не пошкоджуючи сходів.

Необхідно, щоб робочі органи культиватора під час роботи не залипали ґрунтом і не забивалися бур'янами. При роботі в одному міжрядді кількох лап для кращого підрізання бур'янів вони повинні бути розставлені так, щоб перекриття було не менш як 3 см.

У зоні проходу робочих органів підрізання і знищення бур'янів повинно бути не менш як у 99% випадків.

При міжрядному обробітку слід дотримуватися таких вимог:

- ширина захвату культиватора має бути кратна ширині захвату сівалки;
- перше розпушування потрібно проводити на глибину 4-7 см, наступні – на 10-12 см;
- робочі органи повинні забезпечувати рівномірність розпушування ґрунту на всій довжині гону, по глибині і ширині їх захвату;
- стикові міжряддя обробляють крайніми робочими органами за два проходи культиватора;
- перекриття лап, що працюють в одному міжрядді, має бути не менше 3-4 см;
- ширина захисної зони при першому міжрядному обробітку – 4-5 см, на рівній поверхні – 7-10, при наступних обробітках – до 13-15 см;

- добрива треба вносити в ґрунт на глибину 12-14 см з обох боків рядка на відстані 15-25 см. Нерівномірність внесення добрив не повинна перевищувати 8%;
- у зоні проходу робочих органів культиватора має бути знищено 80-95% бур'янів;
- кількість засипаних ґрунтом рослин не повинна перевищувати 2%, а при підгортанні – 5%.

У період вирощування кукурудзи виконується ряд агротехнічних заходів, одним з них є глибоке розпушування ґрунту з одночасним підживленням рідкими добривами.

Промисловість випускає культиватор–рослинопідживлювач КРН-5,6, але робочий орган для внесення рідких добрив не цілком відповідає вимогам по внесенню аміачної води в міжряддя кукурудзи. Конструкція серійної розпушувальної лапи, у порівнянні з проектованою, має ряд недоліків.

Тому для ефективного внесення рідких добрив у ґрунт і з метою охорони навколишнього середовища, а також підвищення агрофізичних властивостей ґрунтів розробляється новий робочий орган для розпушування міжрядь:

Основні вимоги, яким він повинен відповідати:

- глибина заробки добрив до 20 см.;
- низький питомий опір при роботі на максимальній глибині обробки і розпушування ґрунту;
- необхідна якість при проході робочого органу.

Дотримання таких вимог дасть можливість отримати високі врожаї при оптимальних затратах.

## 4 ОБГРУНТУВАННЯ І РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ УДОСКОНАЛЕНОГО КУЛЬТИВАТОРА

### 4.1 Основні геометричні параметри робочого органу



Схема конструкції робочого органу показана на рис. 4.1. Кожен елемент конструкції має раціональну з погляду обробітку ґрунту форму.

З огляду на особливості ґрунту з таблиці приймаємо кут внутрішнього і зовнішнього тертя. Для нашого випадку:

$\varphi_1 = 22^\circ$  – кут зовнішнього тертя.

$\varphi_2 = 70^\circ$  – кут внутрішнього тертя.

Основні розміри і кути в робочому органі:

$\alpha_p$  – кут різання ґрунту долотом.

$$\alpha_p \geq 45 - \frac{\varphi_2}{2} = 45 - \frac{30}{2} = 30^\circ$$

$Q$  – потиличний кут;  $Q = 10^\circ$ .

$$\gamma = \alpha_p - Q = 70^\circ - 10^\circ = 20^\circ$$

$\gamma$  – кут зрушення,  $\gamma \geq \varphi_1, \gamma = 70^\circ$  ;

$b$  – ширина крихти долота, що ріже,  $b = 70$  мм;

$a$  – глибина обробки,  $a = 200$  мм;

$h$  – висота падіння шару з крила,  $h \geq 14$  мм.

#### 4.2 Тяговий розрахунок

Для визначення сил, які викликають опір пересувного органу використовуємо формулу:

$$P_p = K_p \cdot B \cdot a \quad (4.1)$$

де  $K_p$  – коефіцієнт різання ґрунту,

$B$  – ширина долота,

$a$  – глибина обробки.

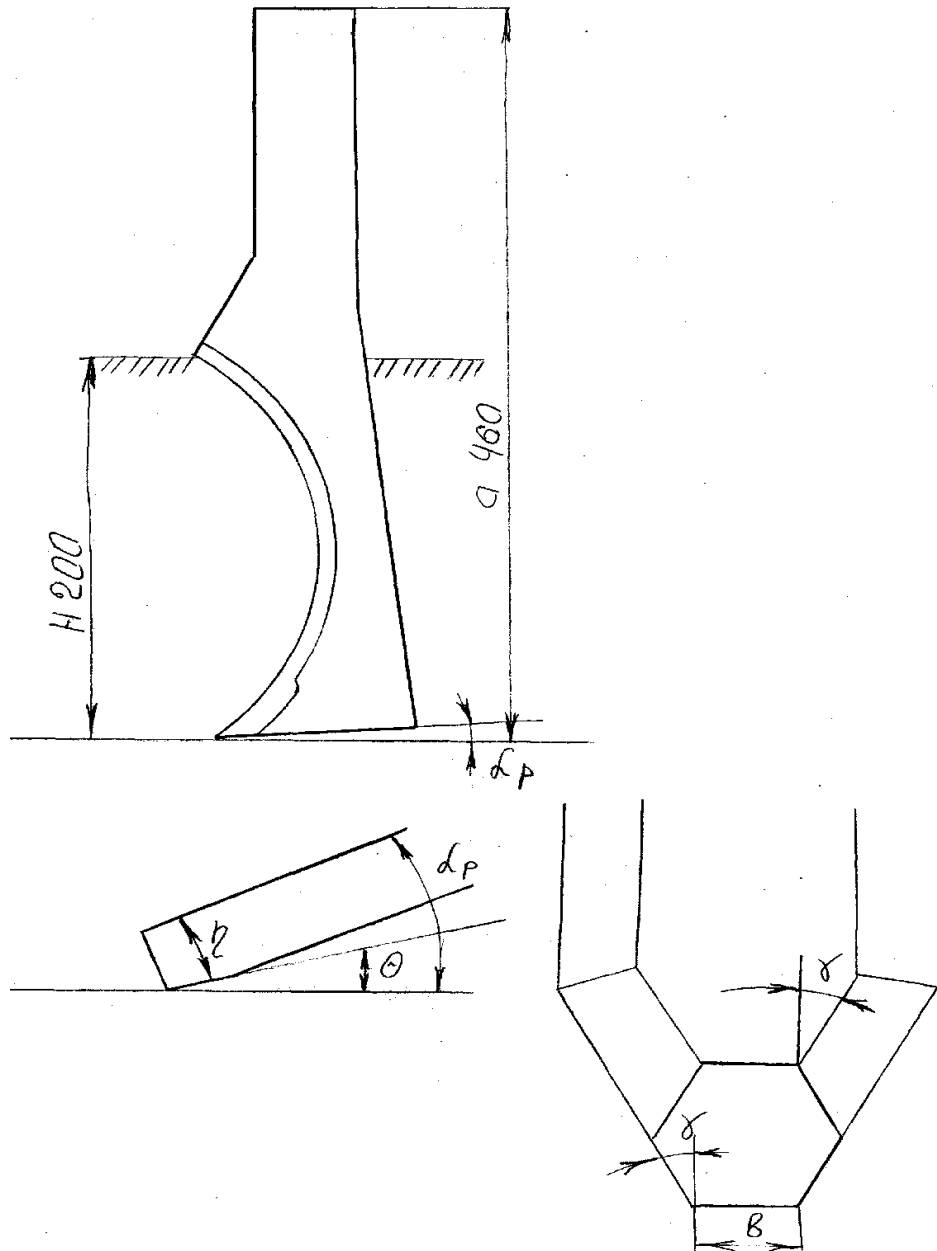


Рисунок 4.1 - Схема робочого органу і його основні параметри

Опір робочого органу складається з опору різання ґрунту долотом. Коефіцієнт різання визначаємо по формулі:

$$K_p = \frac{C}{B} \operatorname{ctg} \varphi_2 \left( B + \frac{a}{\cos \varphi_2} \right) + 0,33 \cdot a^3 \cdot \operatorname{tg}^2 \left( 45 - \frac{\varphi_2}{2} \right) \cdot \gamma \frac{1}{\sin \alpha_p} (1 + \operatorname{tg} \varphi_1); \quad (4.2)$$

де  $C = 2000$  Па – питомий опір ґрунту,

$B = 70$  мм – ширина долота,

$\varphi_2 = 70^\circ$  – кут внутрішнього тертя,

$\alpha = 200$  мм – глибина обробки,

$\gamma = 1600$  н/м<sup>3</sup> – питома маса ґрунту,

$\alpha_p = 70^\circ$  – кут різання ґрунту долотом,

$\varphi_1 = 22^\circ$  – кут зовнішнього тертя,

$$K_p = \frac{2000}{0,3} \operatorname{ctg} 30 \left( 0,3 + \frac{0,2}{\cos 30} \right) + 0,33 \cdot 0,2^3 \operatorname{tg}^2 \left( 45 + \frac{30}{2} \right) \cdot 1600 \frac{1}{\sin 30} (1 + \operatorname{tg} 22) =$$

$$= 23026 + 1156 = 24,1 \text{ кН}$$

$$P_p = K_p \cdot B \cdot a = 24,1 \cdot 0,03 \cdot 0,2 = 0,14 \text{ кН}$$

Сила опору від руху ґрунту нагору по долоту:

$$P_{\text{ос}} = N \cdot \operatorname{tg} \varphi \cdot \cos \alpha_p ; \quad (4.3)$$

де  $B = 0,03$  м;  $a = 0,02$  м;  $\varphi_2 = 70^\circ$ ;  $\gamma = 1600$  н/м<sup>3</sup>,

Тоді  $N = 0,5 \cdot 0,03 \cdot 0,02^2 \operatorname{tg}^2 \left( 45 - \frac{70}{2} \right) \cdot 1600 = 81$  Н

$$N = 0,5 \cdot B \cdot \alpha^2 \cdot \operatorname{tg}^2 \left( 45 - \frac{\varphi_2}{2} \right) \gamma ; \quad (4.4)$$

де  $N$  – сила нормального тиску

$$\varphi_1 = 22^\circ, \alpha_p = 70^\circ$$

$$P_{\text{ВВ}} = N \cdot \operatorname{tg} \varphi_1 \cdot \cos \alpha_p = g_1 \cdot \operatorname{tg} 22 \cdot \cos 30 = 0,015 \text{ кН.}$$

*Різання нахиленими стояками.*

Так як в нас нахилені стояки розташовані під кутом, то при визначенні опору різання будемо враховувати і коефіцієнт ковзання.

Тоді формула прийме вид:

$$P_p = K_p \cdot a \cdot v(1-i); \quad (4.5)$$

де  $K_p = 24,1$  кН;  $a = 0,2$  м;  $v = 0,16$  м – ширина проекції нахилоного стояка на горизонталь,  $i = 0,2$  – коефіцієнт ковзання;

тоді

$$P_p = 24,1 \cdot 0,02 \cdot 0,16(1-0,2) = 0,3 \text{ кН.}$$

Визначаємо опір тертя і похилі стояки:

$$P_{TP} = N \cdot \operatorname{tg} \varphi_1 \cdot 0,5 \cdot b \cdot \cos \varphi \cdot H^2 \cdot \operatorname{tg}^2 \left( 45 - \frac{\varphi_2}{2} \right) \gamma \cdot \operatorname{tg} \varphi_1; \quad (4.6)$$

де  $v = 0,06$  м – ширина стояка,

$\varphi = 25^\circ$  - кут нахилу,

$H = 0,165$  м – проекція стояка на вертикаль,

$$\varphi_2 = 70; \gamma = 1600 \text{ Н/м}^3; \varphi_1 = 22^\circ.$$

Тоді:

$$P_{TP} = 0,5 \cdot 0,016 \cdot \cos 25^\circ \cdot 0,165 \operatorname{tg}^2 \left( 45 - \frac{30}{2} \right) \cdot 1600 \cdot \operatorname{tg} 22 = 0,012 \text{ кН.}$$

Визначаємо опір у бортових прорізах:

$$P_{\bar{o}} = m_{\bar{o}ok}^H \cdot a + m_{\bar{o}ok}^v \cdot a^2; \quad (4.7)$$

де  $m_{\bar{o}ok}^H = 0,5$  кПа – коефіцієнт, який характеризує силу бічного опору,

$m_{\bar{o}ok}^v = 9$  кПа – коефіцієнт, який характеризує опір ґрунту в залежності від швидкості:

$a$  – глибина обробітку.

Тоді:

$$P_{\delta} = 0,5 \cdot 0,02 + 9 \cdot 0,02^2 = 0,13 \text{ кН.}$$

Визначаємо загальний тяговий опір одного робочого органу:

$$\begin{aligned} P &= P_p + P_{\text{вс}} + 2 \cdot P_{pH} + 2P_{mp}^H + 2P_{\delta} = \\ &= 0,14 + 0,015 + 2 \cdot 0,3 + 2 \cdot 0,012 + 2 \cdot 0,13 = 1,039 \text{ кН.} \end{aligned}$$

Для всього культиватора КРН-5,6 без обліку бритв і ротаційних робочих органів тяговий опір буде дорівнювати:

$$P = P_1 \cdot 12 = 1,039 \cdot 12 = 12,46 \text{ кН.}$$

З цього числа видно, що трактор МТЗ-80, який має тягове зусилля 20 кН успішно може агрегатувати переобладнаний культиватор КРН-5,6.

#### 4.3 Розрахунок на міцність

Небезпечним місцем з погляду умови міцності є місце кріплення стояка глибокорозпушувальної лапи в місці кріплення в проекції секційної рамки.

Тому необхідно перевірити стійку на згин. Для цього складаємо епюру згинаючого моменту в спрощеному вигляді (рис. 4.2).

У точці А прикладена сила опору різання долотом  $P_p = 0,3$  кН, у точці В прикладені сили опору різання бічного стояка, а також сила опору в бічних прорізах. Тоді епюра згинаючих моментів буде мати вигляд, як показано на рис. 4.2.

Максимальний згинаючий момент буде в точці С, що і є небезпечним перерізом

$$M_{\text{max}} = P_{p\gamma} \cdot l + P_{pH} \cdot l_1; \quad (4.8)$$

де  $P_{p\gamma} = 0,3$  кН,

$l = 0,46$  м – довжина стіжки,

$l_1 = 0,38$  м – довжина закріпленого стояка.

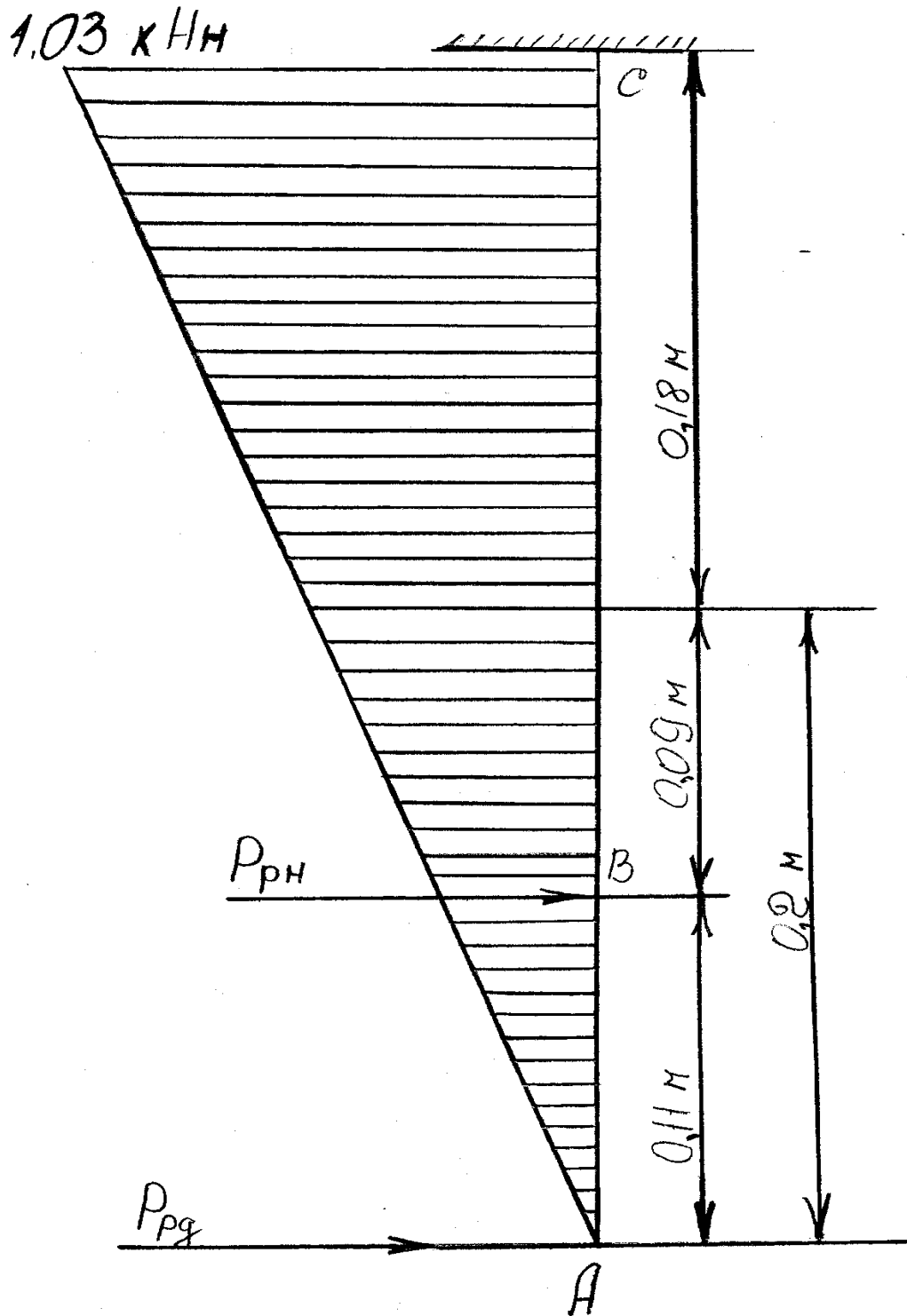


Рисунок 4.2 - Епюра згинаючого моменту

$$P_{рн} = 0,6 + 2 \cdot 0,13 = 0,86 \text{ кН}$$

$$M_{max} = 0,6 \cdot 0,46 + 0,86 \cdot 0,38 = 0,6 \text{ кН}\cdot\text{м.}$$

Але тому, що в нас секція кріпиться до основної рами в трьох місцях, то розроблюваний орган тільки в одному місці, то згинаючий момент буде складати:

$$M_{изб} = 0,6 \text{ кН}\cdot\text{м.}$$

Визначаємо допустиму згинаючу напруга по формулі:

$$\sigma = 6 \left( \frac{M_{изб}}{W} \right) = 6 \cdot \left( \frac{0,6}{0,02 \cdot 0,05^2} \right) = 79 \text{ МПа}$$

Для сталі Ст3  $[\sigma] = 140 \text{ МПа}$ . З цього випливає, що в стояку є запас міцності.

#### 4.4 Розрахунок болтів на зріз

У розроблювальній розпушувальній лапи два болти М10 працюють, при спрямованій симетрично долоту силі різання ґрунту, на зріз.

Виходячи, з умови міцності болтів на зріз знаходимо:

$$\tau = \frac{P}{F} = \frac{P}{n \frac{nd^2}{4}} \leq [\tau] ; \quad (4.9)$$

де  $P$  – зовнішні сили (навантаження);

$d$  – діаметр болтів;

$n$  – кількість болтів;

$$\tau = \frac{1039}{2 \cdot \frac{3,14 \cdot 10}{4}} = 66 \text{ Н/мм}^2.$$

Межа міцності для сталі Ст3 на розтяг і зріз  $400 \text{ Н/мм}^2$

$$[\varphi_C] = 400 \text{ Н/мм}^2$$

66<400

Умови міцності на зріз дотримується, болт має запас міцності 70%.

## В И С Н О В О К

За проведеними розрахунками проводимо конструювання основних вузлів і деталей культиватора-розпушувача для обробки посівів кукурудзи.



### 5.1 Виробничі небезпеки при вирощуванні кукурудзи

При вирощуванні кукурудзи за інтенсивною технологією використовується велика кількість сільськогосподарських машин, застосовуються добрива, гербіциди, пестициди.

Усе це пов'язано із створенням для працюючих безпосередньо у виробничій зоні шкідливих умов і небезпечних ситуацій.

Забруднення повітря пилом під час обробітку ґрунту і внесення ними добрив, виділення отруйних речовин при внесенні пестицидів, відсутність захисних огорожень на частинах машини і механізмів, які обертаються і пересуваються, робота на схилах із крутістю 8–9°, відпочинок механізаторів під машинами і в інших невстановлених місцях - такий неповний підрахунок можливих факторів і ситуацій, що створюють виробничі небезпеки.

Аналіз причин виробничого травматизму при роботі машинно-тракторних агрегатів показує, що травмування працюючих механізаторів відбувається в основному, через незадовільний технічний стан тракторів і машин, які агрегатуються з ними, усунення несправностей чи очищення робочих органів

при працюючому двигуні чи на ходу трактора, неузгоджених чи необережних

Таблиця 5.1 - Виявлені виробничі небезпеки при механізованому процесі

#### вирощування кукурудзи у ТОВ

Найменування технічного процесу, склад агрегату	Небезпечні умови	Небезпечні дії	Небезпечні ситуації	Можливі наслідки	Заходи для усунення небезпеки
1	2	3	4	5	6
Дискування, Т-150, ЛДГ-15	Залипання дисків, забивання секцій	Очищення руками ножів	Стикання рук з лезом ножа	Травма	Забезпечити чистиками. Навчання кадрів. Інструктаж

Продовження таблиці 5.1.

Транспортування добрив	Маневрування при поворотах	Перевищення швидкості	Перекидання	Травма	Навчання кадрів, інструктаж. Контроль за ВМ
Оранка, Т-150+ПЯ-3-35	Плуг не фіксується	Тракторист змінює леміш	Падіння плуга	Травма	Розробити пристосування для фіксації плуга
Посів, МТЗ-80+СУПН-8	На середині поля закінчується насіння в насінній шухляді	Робітник засипає насіння на ходу агрегату	Падіння робітника	Травма	Підвищити рівень навчання кадрів. Вказати місце завантаження сівалки. Контроль за роботою
Обробка посівів від шкідників, ЮМЗ-6+ПОМ-630	Відсутність засобів захисту	Виробниче управління обприскувача	Отруєння організму	Захворювання	Забезпечити весь обслуговуючий персонал засобами захисту і спецодягу
Збирання кукурудзи	Поломка робочих органів	Робиться ремонт при працюючому двигуні	Зіткнення з деталями, що рухаються	Травма	Проводити інструктаж перед початком роботи. Контроль за виконанням робіт

діях працюючих на агрегаті, відсутності чи несправності засобів захисту, невідповідного робочого одягу для роботи на сільськогосподарських машинах наведені в таблиці 5.1.

## 5.2 Вимоги правил безпеки при виконанні робіт з використанням пестицидів, мінеральних добрив

Застосування хімічних речовин приносить великий ефект при

виросуванні кукурудзи. Однак їхня отруйність створює небезпеку для людини і тварин.

Виконання робіт з використанням пестицидів, мінеральних добрив і консервантів проводиться під керівництвом агронома чи фахівця з захисту рослин з дотриманням вимог державного і галузевого стандарту, інструкції з техніки безпеки під час збереження, транспортування і застосування пестицидів у сільському господарстві.

Не допускаються до роботи зі шкідливими речовинами робітники молодше 18 років, чоловіки старше 55 років, жінки старше 50 років, вагітні жінки і матері, що годують, а також робітники, які не пройшли навчання при роботі зі шкідливими речовинами, не пройшли медичний огляд на допуск. Кожен робітник повинний практично вміти користатися індивідуальними засобами захисту і надавати першу допомогу потерпілим від шкідливого впливу до прибуття лікаря.

Тривалість роботи з добривами, гербіцидами, пестицидами не перевищує 6 годин, а при роботі із сильнодіючими препаратами – 4 години.

Перед проведенням хімічного обробітку навколишнє населення не менш чим за 2 дні оповіщається про місце, термін обробітку і про застосований препарат.

Транспорт для перевезення пестицидів і рідких мінеральних добрив відповідає вимогам правил перевезення автомобільним транспортом мінеральних добрив, а також готування розчину, змішування і внесення в ґрунт.

Роботи з внесення в ґрунт пестицидів механізовані і виконуються тільки за допомогою спеціальних машин і устаткування (ОП-2000, ОПВ-2000, ПОМ-630, АПЖ-12, АЦА-12, МЖТ-6 і ін.)

Перед внесенням гербіцидів перевіряють роботу обпилювачів і обприскувачів використовуючи замість отрут інертні порошки і воду.

Заправлення обприскувача проводять тільки закритим способом через герметичні шланги, відгвинчувати з'єднання і наконечники для прочищення необхідно тільки при відсутності тиску в системі.

Напрямки і спосіб руху розкидача при їхній груповій роботі вибирають таким, щоб потік добрива, що викидається, не попадав у кабіни тракторів. Механізовані роботи на ділянках оброблених пестицидами, незалежно від термінів їхнього застосування, допускаються при наявності закритих кабін на тракторах і мобільних тракторних агрегатах.

При проведенні хімічних робіт приймаються всі необхідні заходи для запобігання забруднення атмосферного повітря, води, ґрунту і продуктів харчування понад рівні гранично припустимих концентратів.

### 5.3 Заходи для поліпшення умов праці при вирощуванні кукурудзи

У процесі вирощування кукурудзи від керівників господарства і головних фахівців потрібно постійна увага впровадження і дотримання обґрунтованих заходів щодо поліпшення організації охорони праці і техніки безпеки.

У таких заходах передбачено:

- забезпечення всіх агрегатів аптечками і термосами для води;
- забезпечення всіх працівників спецодягом, взуттям, індивідуальними засобами захисту (респіратори, протигази, рукавички, захисні окуляри і т. д.);
- устаткування польового пересувного вагончика з питною водою, аптечкою, умивальником, кімнатою для відпочинку, прийняття їжі й укриття людей у випадку непогоди;
- забезпечення виїзду на поле тільки справних машин і механізмів, обладнаними відповідними захисними огороженнями, інструментом і засобами сигналізації.

## 6 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

### 6.1 Фактори негативного впливу на навколишнє середовище

та заходи по зменшенню їх шкідливих наслідків

Вирощування кукурудзи супроводжується комплексом заходів, що не завжди сприятливо впливають на навколишнє середовище. При існуючій в сільськогосподарському підприємстві технології вирощування кукурудзи можна визначити кілька факторів її шкідливого впливу на навколишнє середовище:

- недотримання агротехнічних прийомів вирощування;
- шкідлива дія машин та механізмів на ґрунт;
- шкідлива дія пестицидів на оточуюче середовище.

Недотримання агротехніки вирощування кукурудзи (використання сортів, нестійких до хвороб і шкідників; недотримання технології внесення добрив у ґрунт; порушення строків і норм внесення отрутохімікатів) може завдати шкоди довкіллю. Так, наприклад, використання нестійких до хвороб та шкідників сортів призводить до пошкодження рослин, що в свою чергу викликає збільшення обсягів і кратності внесення пестицидів. Недотримання строків і видів обробітку ґрунту призводить до швидкого розвитку хвороб культурних рослин, бур'янів та шкідників. Збільшення норм внесення органічних добрив призводить до підвищення частки шкідливих речовин у ґрунті.

Одна з умов забезпечення фітосанітарного стану посівів кукурудзи є дотримання оптимальних строків посіву. Шкідливий вплив технічних засобів проявляється в: шкідливій дії рушіїв енергетичних засобів на ґрунт; руйнуванні структури ґрунту, що сприяє його ерозії; робота двигунів тракторів та автомобілів з несправною системою живлення призводить до забруднення атмосфери шкідливими викидами; застосування застарілої техніки викликає необхідність збільшення норм внесення пестицидів.

Відомо, що прохід агрегату по полю спричинює ущільнення ґрунту, руйнування його структури, порушення водного, повітряного та температурного режимів. Руйнування структури ґрунту і його ерозії може бути викликана внаслідок неправильного комплектування агрегатів чи неправильного регулювання робочих органів сільськогосподарських машин.

Висівати слід тільки насіння районованих сортів оброблене захисними речовинами, при цьому працівники повинні працювати, користуючись засобами індивідуального захисту.

Виконувати механізовані роботи необхідно точно в строки вказані в технологічній карті вирощування і збирання кукурудзи. Обробіток ґрунту проводити на глибину, що відповідає біологічним особливостям культури. Необхідно дотримуватися норм і строків внесення добрив. Сівбу проводити в оптимальні строки, забезпечуючи при цьому задану глибину загортання насіння і рівномірний розподіл його по довжині рядка. Це сприяє більш продуктивному розвитку рослин і меншому їх пошкодженню шкідниками.

Знизити шкідливу дію рушіїв трактора на ґрунт можливо шляхом оптимального завантаження трактора і застосування для обробітку ґрунту комбінованих агрегатів, що зменшує кількість проходів трактора по полю.

## 6.2 Захист навколишнього середовища при внесенні пестицидів

Відомо, що однією з властивостей пестицидів є їх здатність до переміщення на значні відстані від місць застосування, а також здатність до накопичення стійких з'єднань в об'єктах обробки (тобто, в об'єктах навколишнього середовища).

Розповсюдження засобів хімізації в навколишньому середовищі залежить, в основному, від первинного їх розподілу. Відомо, що сучасні технології обприскування не дозволяють наносити препарати хімічного захисту тільки на рослини. При внесенні пестицидів забруднюється ґрунт, значна частина препарату зноситься за межі оброблюваних площ і розсіюється в атмосфері. Внесення гербіцидів на посівах кукурудзи

дощувальними установками призводить до знесення 15-20% препарату вітром. Характерно, що при обприскуванні рослин відмічається розповсюдження хвилі аерозолі на значні відстані від місць застосування. Повністю виключити непродуктивні витрати пестицидів, тим більше знесення їх за межі оброблюваних полів і розсівання в атмосфері неможливо. Проте, застосування апаратури, яка дозволяє проводити монодисперсний розпил робочого розчину з оптимальним розміром аерозольних частинок, стрічкове обприскування, виконання робіт в оптимальних метеорологічних умовах, дозволяє обмежити непродуктивні витрати і знесення пестицидів, зменшити забруднення навколишнього середовища. Внесення в ґрунт гранульованих препаратів також запобігає розсіюванню пестицидів в повітря. Для запобігання забруднення атмосферного повітря пестицидами, важливе значення має вибір способу обробітку. Поблизу населених пунктів обприскування можна проводити тільки з використанням наземної апаратури, при обробітку просапних і зернових культур слід використовувати тільки штангові обприскувачі. При цьому потрібно застосувати препарати з низькою токсичністю і невисокою летучістю. Для зменшення знесення пестицидів і підвищення їх ефективності, слід застосовувати добавки, які прискорюють осідання препаратів на оброблювані об'єкти. Крім того, сівозміною слід передбачити такий набір культур. При якому не було б концентрації посівів, що вимагають багатократних обробок пестицидами.

### 6.3 Охорона ґрунтів

Серед об'єктів навколишнього середовища, зниження забруднення ґрунтів має велике значення, тому що, як відомо, ґрунт є універсальним природним адсорбентом і нейтралізатором різних хімічних з'єднань. Крім того, ґрунт слід розглядати як важливу ланку в ланцюгу циркуляції пестицидів в біосфері. Слід відмітити, що значна частина пестицидів негативно діє на ґрунтові мікроорганізми. При великих нормах внесення,

пестициди проявляють бактерицидний та фунгіцидний вплив на мікросферу ґрунту. Надходження пестицидів з ґрунту в рослини може бути причиною загибелі чутливих до них культурних рослин. Про це свідчать ділянки ґрунтів без рослинного покриву на межах полів, що є післядія виливання робочого розчину пестицидів під час застосування їх при обробітку попередників.

Міграція пестицидів по шляху “ґрунт - рослина”, як свідчать дані досліджень, залежить від фізико-хімічних властивостей препаратів, норми внесення, рівень їх вмісту в ґрунт, типу та видових особливостей рослин. Перед внесенням пестициди слід враховувати їх фоновий вміст у ґрунт.

#### 6.4 Охорона водоймищ

Внесення пестицидів за межі оброблюваних ділянок в результаті випадання опадів є однією з причин забруднення водоймищ. Проте існують і інші шляхи забруднення відкритих водоймищ і підземних вод. Попадаючи в водоймища, пестициди детоксикуються, проте вони можуть мігрувати у воді, накопичуватися в рибі. Таким чином, внаслідок забруднення водоймищ, пестициди можуть поступати в організм людини як з питною водою, так і з рибою. Для запобігання забруднення водоймищ є дотримання навколо їх санітарно-захисних зон. Рекомендується обсаджувати водоймища, вода з яких використовується для господарських потреб, кущами та дернувати їх береги. При ерозії ґрунтів, на берегах водоймищ слід будувати захисні вали.

Крім того, дотримуватися правил зберігання, транспортування, приготування робочих розчинів і регламентів їх застосування – є однією з основних умов запобігання забруднення навколишнього середовища.



## 7 ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

Основним показником економічної ефективності, як відомо, є підвищення урожайності вирощуваних культур з мінімальними затратами праці і засобів при виконанні всіх технологічних операцій.

Суміщення операції міжрядного обробітку посівів з одночасним підживленням дасть, як мінімум, збільшення урожайності кукурудзи на 8-10% при одночасному збільшенні продуктивності праці.

При розрахунках економічної ефективності за базову машину приймаємо серійний культиватор КРН-5,6.

Вихідні дані для розрахунку зводимо в таблицю 7.1.

Таблиця 7.1 - Вихідні дані для розрахунку економічної ефективності

Показники	КРН-5,6	Удосконалений КРН-5,6М
Маса, кг	1050	1136
Ширина захвату, м	5,6	5,6
Робоча швидкість, км/год.	До 8	До 8
Агрегується з трактором	МТЗ-80/82	МТЗ-80/82

Основним техніко-економічним показником роботи агрегату є продуктивність, яка визначається за формулою [29]:

$$W = 0,1 B_p \cdot V \cdot \tau, \quad (7.1)$$

де  $B_p$  – робоча ширина захвату, м;

$V$  - робоча швидкість, км/год.;

$\tau$  - коефіцієнт використання змінного часу,  $\tau = 0,5-0,95$ .

Приймаємо для розрахунків  $\tau = 0,8$ . Тоді продуктивність серійної машини буде становити:

$$W_c = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 7 \cdot 0,8 = 3,14 \text{ га/год.}$$

А продуктивність агрегату з удосконаленим робочим органом буде становити

$$W_H = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 8 \cdot 0,8 = 3,58 \text{ га/год.}$$

Енергоємність операції визначається за формулою:

$$F = \frac{N}{W}, \quad (7.2)$$

де  $N$  – потужність двигуна трактора,  $N_{\text{МТЗ-80}} = 58,9$  кВт.

Енергоємність операції, яку виконує серійний агрегат, становить:

$$F_c = \frac{58,9}{3,14} = 18,76 \text{ кВтгод./га.}$$

Енергоємність операції, яку виконує удосконалений агрегат, становить:

$$F_H = \frac{58,9}{3,58} = 16,45 \text{ кВтгод./га.}$$

Матеріалоємність операції визначається за формулою:

$$M = \frac{M_M}{W}, \quad (7.3)$$

де  $M_M$  – маса машини, кг.

Для серійної машини матеріалоємність становить:

$$M_c = \frac{1050}{3,14} = 334,39 \text{ кг} \cdot \text{год./га}$$

Для удосконаленого культиватора матеріалоемність становить:

$$M_n = \frac{1136}{3,58} = 317,32 \text{ кг} \cdot \text{год./га.}$$

Затрати праці на обробці міжрядь визначаємо за формулою:

$$H = \frac{K}{W}, \quad (7.4)$$

де  $K$  – кількість обслуговуючого персоналу агрегату;

$W$  – продуктивність агрегату за годину.

Затрати праці на чизелювання ґрунту серійним агрегатом становлять:

$$H_c = \frac{1}{3,14} = 0,32 \text{ люд.год./га}$$

Затрати праці на обробіток агрегатом з удосконаленим робочим органом становлять:

$$H_n = \frac{1}{3,58} = 0,3 \text{ люд.год./га}$$

Зниження затрат праці при роботі удосконаленого культиватора становлять:

$$H_3 = H_c - H_n = 0,32 - 0,30 = 0,02 \text{ люд.год./га}$$

Прямі експлуатаційні затрати при проведенні обробітку ґрунту визначаються по формулі:

$$C = C_o + C_a + C_p + C_{\text{пмм}}, \quad (7.5)$$

де  $C_o$  – оплата праці з усіма нарахуваннями, грн./га;

$C_a$  – амортизаційні відрахування, грн./га;

$C_p$  – затрати на ремонт і технічне обслуговування, грн./га;

$C_{\text{пмм}}$  – витрати на паливо і мастильні матеріали, грн./га.

Оплата праці механізатору, який працює на агрегаті, нараховується по тарифній сітці за норму виконаної роботи. За 1 га обробленої площі оплата праці становить:

$$C_o^1 = \frac{C_T}{W_{\text{зм}}}, \quad (7.6)$$

де  $C_T$  – оплата праці за тарифною сіткою;

$W_{\text{зм}}$  – продуктивність агрегату за зміну.

Для механізатора, який працює на базовому агрегаті оплата праці з врахуванням останнього підвищення мінімальної заробітної плати до 6500 грн. становить 282,6 грн. за зміну [29]. А за 1 га обробленої площі оплата праці буде становити:

$$C_{o.б}^1 = \frac{282,6}{21,98} = 12,86 \text{ грн./га}$$

Крім того, в господарстві проводиться доплата: 50 % - за складність робіт (становить 6,43 грн./га), 12% - за інтенсивність робіт (становить 1,54 грн./га). І тоді оплата праці з нарахуваннями буде становити:

$$C_{o.б}^H = 12,86 + 6,43 + 1,54 = 20,83 \text{ грн./га}$$

На цю суму механізатору нараховується 20 % за класність (становить 4,17 грн./га) і 51 % соціального страхування і ін. (становить 10,62 грн./га). І тоді вся оплата праці з нарахуваннями механізатору, який працює на базовому агрегаті, становить:

$$C_{об} = 20,83 + 4,17 + 10,62 = 35,62 \text{ грн./га.}$$

Для механізатора, який працює на тракторі МТЗ-80 і удосконаленому культиваторі, оплата праці буде становити:

$$C_{О.Н}^1 = \frac{282,6}{25,06} = 11,28 \text{ грн./га}$$

Аналогічно нараховуються всі необхідні доплати: 50 % за складність робіт (5,64 грн./га), 12 % за інтенсивність робіт (1,35 грн./га). І оплата праці з нарахуваннями буде становити:

$$C_{он}^H = 11,28 + 5,64 + 1,35 = 18,27 \text{ грн./га.}$$

На цю суму нараховується 20% за класність (3,65 грн./га) і 51 % соціального страхування (9,32 грн./га) і оплата праці з усіма нарахуваннями для механізатора, який працює на новому агрегаті, буде становити

$$C_{он} = 18,27 + 3,65 + 9,32 = 31,24 \text{ грн./га.}$$

Амортизаційні відрахування визначаються виходячи з річних норм відрахувань на знаряддя за формулою:

$$C_a = \frac{S \cdot \alpha}{100 \cdot D \cdot K \cdot W_{3M}}, \quad (7.7)$$

де  $S$  – ціна машини, грн.;

$D$  – кількість днів роботи за рік;

$K$  – коефіцієнт змінності.

За нормативами [12] річна норма відрахувань для всіх культиваторів загального і спеціального призначення становить 12 %. Тоді нарахування на амортизацію для базової машини будуть становити:

$$C_{аб} = \frac{18000 \cdot 12,5}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 21,98} = 1,90 \text{ грн./га}$$

Для удосконаленого культиватора амортизаційні відрахування будуть становити:

$$C_{ан} = \frac{18650 \cdot 12,5}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 25,06} = 1,73 \text{ грн./га.}$$

Так як норма відрахувань на ремонт і технічне обслуговування така ж сама, як і для амортизаційних відрахувань, то приймаємо ці ж самі значення для відповідних машин.

Затрати на паливо і мастильні матеріали визначаються за формулою:

$$C_{пмм} = C_{п} \cdot g_{га}, \quad (7.8)$$

де  $C_{п}$  – комплексна ціна 1 кг палива, грн./кг;

$g_{га}$  – витрати палива на 1 га.

$$g_{га} = \frac{G \cdot K}{W} \quad (7.9)$$

$G$  – витрати палива за годину [12] –  $G_{МТЗ-80} = 15,2$  кг/год.

$K$  – поправочний коефіцієнт, який враховує неповне завантаження двигуна при холостих поворотах і переїздах, під час зупинок трактора з працюючим двигуном –  $K = 0,92$  [11].

Комплексна ціна палива і мастильних матеріалів залежить від ситуації на ринку, постачальника і інших причин. Приймаємо її  $C_{\text{п}} = 54,80$  грн./кг.

$$g_{\text{габ}} = \frac{15,2 \cdot 0,92}{3,14} = 4,45 \text{ кг/га};$$

$$g_{\text{ган}} = \frac{15,2 \cdot 0,92}{3,58} = 3,91 \text{ кг/га}.$$

Затрати на паливо і мастильні матеріали для базового агрегату будуть становити:

$$C_{\text{пмм}}^{\text{б}} = 54,8 \cdot 4,45 = 243,86 \text{ грн./га}.$$

Аналогічні затрати на роботу нового агрегату будуть складати:

$$C_{\text{пмм}}^{\text{н}} = 54,8 \cdot 3,91 = 214,27 \text{ грн./га}.$$

Загальні прямі затрати на обробку серійним культиватором будуть становити:

$$C_{\text{с}} = 35,62 + 1,90 + 1,90 + 243,86 = 283,28 \text{ грн./га}.$$

Загальні прямі затрати на обробіток ґрунту удосконаленим культиватором будуть становити:

$$C_{\text{н}} = 31,24 + 1,73 + 1,73 + 214,27 = 248,97 \text{ грн./га}.$$

Зниження прямих затрат при впровадженні удосконаленого культиватора будуть становити:

$$E = C_c - C_n = 283,28 - 248,97 = 34,31 \text{ грн./га.}$$

При впровадженні розробки у виробництво урожайність кукурудзи збільшиться на 10%, що становить при урожайності 80 ц/га 8 ц додаткового зерна. При ринковій вартості насіння кукурудзи 4600 грн./т економічний ефект від додаткової продукції становить:

$$E_d = 0,8 \times 4600 = 3680 \text{ грн./га}$$

Сумарний питомий економічний ефект становить:

$$E_c = E + E_d = 34,31 + 3680 = 3714,31 \text{ грн./га}$$

В відсотках економічний ефект становить:

Таблиця 7.2 - Основні техніко-економічні показники проекту

Назва показників	Серійний агрегат	Новий агрегат
1. Продуктивність агрегату, га/год.	3,14	3,58
2. Питомі витрати палива, кг/га	4,45	3,91
3. Енергоємність, кВт · год./га	18,76	16,45
4. Матеріалоємність, кг · год./га	334,39	317,32
5. Затрати праці, люд.год./га	0,32	0,30
6. Прямі експлуатаційні затрати, грн./га	283,28	248,97
в т.ч.: оплата праці з нарахуваннями	35,62	31,24
амортизаційні відрахування	1,90	1,73
затрати на ремонт і ТО	1,90	1,73
затрати на ПММ	243,86	214,27



7. Зниження прямих затрат, грн./га	--	34,31
8. Економічний ефект від додаткової продукції, грн./га	--	3680
8. Річний економічний ефект, грн.	--	1857155
9. Строк окупності затрат, років	--	0,0009

$$E_{\pi} = \frac{3714,31 \cdot 100}{844,31} = 440 \%$$

Річний економічний ефект за умови впровадження розробки на площі 500 га буде становити

$$E_p = 3714,31 \times 500 = 1857155 \text{ грн.}$$

Основні техніко-економічні показники представлені в таблиці 7.2.

Строк окупності затрат на удосконалення культиватора визначається за формулою:

$$Z_o = \frac{S}{E_p} \quad (7.10)$$

$$Z_o = \frac{1700}{1857155} = 0,0009 \text{ років}$$

Проведені розрахунки показують ефективність розробки і впровадження удосконаленого культиватора-рослинопідживлювача на вирощуванні кукурудзи.

## ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

Виконані в дипломному проекті технологічні, інженерні та техніко-економічні розрахунки дозволяють констатувати наступні висновки:

1. Проведений огляд та аналіз стану виробництва кукурудзи на зерно в Україні, зарубіжного досвіду доказують реальність отримання високих врожаїв цієї цінної культури в конкретних умовах господарства.

2. Удосконалена конструкція культиватора-рослинопідживлювача для міжрядного обробітку посівів дає можливість підвищити якість роботи, а значить і провести обробіток з кращими якісними показниками і продуктивністю і збільшити урожайність кукурудзи.

3. Обґрунтовано інженерними розрахунками основні параметри і режим роботи основних вузлів машини. Приведені в роботі заходи з охорони праці забезпечать безпечне проведення польових робіт, передбачених технологією вирощування кукурудзи на зерно.

4. Проведена техніко-економічна оцінка конструкторської розробки та комплексної механізації свідчить про їх доцільність та ефективність. Річний економічний ефект від використання розробки становить 1857155 грн.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Марченко К., Гаврилюк В. Нові гібриди кукурудзи// Пропозиція. - №1, 2005. с. 68-70.
2. Семеняка І., Андрієнко А., Григор'єва О. Цариця полів// Агробізнес сьогодні. - №10 (185), травень 2010. – с. 28-29.
3. Митрофанов О., Альохін А., Демидов С. Вдосконалена технологія вирощування кукурудзи на Півдні України без застосування гербіцидів// Техніка АПК. - №10 (жовтень), 2007. – с. 26-29.
4. Зінченко В.Н. Рослинництво. - К.: Урожай, 2001.
5. Небрат В.П. Аналізуємо цьогорічне с.-г. виробництво. - //Економіка АПК. - 2000. №11.-С. 10-13.
6. Козуб Г.Н. Кукурудза як високопродуктивна рослина. - //Економіка АПК. - 2000. №2. -С. 15-19.
7. Кобець А.С., Іщенко Т.Д., Волик Б.А., Демидов О.А. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: Навчальний посібник. – Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 2009. – 84 с.
8. Механізація вирощування сільськогосподарських культур в Україні/ А.С.Кобець, О.Д.Деркач, М.І.Ролдугін, В.М.Яцук, П.М.Кухаренко, А.М.Пугач; Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет. – Дніпропетровськ, 2014. – 285 с.
9. Сільськогосподарські машини: підручник/ Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко та ін.; за ред.. Д.Г. Войтюка. – К.: «Агросвіт», 2015. – 679 с.

10. Машиновикористання та екологія довкілля: Підручник/ Головчук А.Ф., Лімонт А.С., Бондаренко М.Г. За ред. А.Ф.Головчука. – К.: Грамота, 2007.- 360 с.
11. Довідник сільського інженера / Гречкосій В.Д., Погорілець О.М., Ревенко І.І. та ін.: За ред. Гречкосія В.Д. – К.: Урожай, 1988 р. – 360с.
12. Кобець А.С., Дирда В.І., Демидов О.А., Кобець О.М., Сокол С.П., Пугач А.М. Робочий орган для міжрядного обробітку ґрунту. - Патент на корисну модель №58069. – 25.03.2011. – Бюл. №6.
13. Кобець А.С., Демидов О.А., Кобець О.М., Хотюн Г.В., Сокол С.П., Пугач А.М. Пристрій для обробітку міжрядь. - Патент на корисну модель №58070. - 25.03.2011. – Бюл. №6.
14. Кобець А.С., Демидов О.А., Кобець О.М., Хотюн Г.В., Сокол С.П., Пугач А.М. Пристрій для знищення бур'янів в рядах рослин. - Патент на корисну модель №58071. - 25.03.2011. – Бюл. №6.
15. Кобець А.С., Науменко М.М., Демидов О.А., Кобець О.М., Пугач А.М. Робочий орган культиватора. - Патент на корисну модель №58386. – 11.04.2011. – Бюл. №7.
16. Кобець А.С., Науменко М.М., Демидов О.А., Кобець О.М., Пугач А.М. Робочий орган культиватора. - Патент на корисну модель №58390. – 11.04.2011. – Бюл. №7.
17. Кобець А.С., Кобець О.М., Волик Б.А., Мареніченко В.В., Гаврильченко О.С., Пугач А.М. Робочий орган культиватора. - Патент на корисну модель №58392. – 11.04.2011. – Бюл. №7.
18. Кобець А.С. Основи теорії робочих органів сільськогосподарських машин: Навчальний посібник/ Дніпропетровський держ. аграрний університет. – Дніпропетровськ, 1999. – 204 с.
19. Мізін І.А., Омеляненко І.С. Кінематичний розрахунок приводу. Методичні вказівки по курсу деталей машин. - Полтава. 2000.

20. Довідник з опору матеріалів / Пісаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвієв В.В. Відп. Ред. Пісаренко Г.С. – 2-е вид., перероб. і доп. К: Наукова думка, 1988 – 736 с.
21. Мякушко Л.М. Сільськогосподарська екологія. – К.: Вища школа, 1991р. – 452 с.
22. Агроекологія. Навчальний посібник / Городній М.М., Шичула М.К., Гутков І.М. – К.: Вища школа, 1993 р. – 192с.
23. Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві// Затверджені наказом Міністерства соціальної політики України 29 серпня 2018 року № 1240, зареєстровано в Міністерстві юстиції України 21 вересня 2018 р. за № 1090/32542.
24. Целинський В.П. Охорона праці в рослинництві. – К.: Урожай, 1991. – 80 с.
25. Синельник В.Ф. Збірник типових інструкцій по охороні праці. - Полтава: 2000.
26. Тимошенко Т. Кукурудза: як вирощувати успішно? // Агробізнес сьогодні. - №18 (241), вересень, 2012. – с. 37-39.
27. Цехмейструк М.Г., Музафаров Н.М., Манько К.М. Аспекти вирощування кукурудзи/ Агробізнес сьогодні. - №8(279) квітень 2014. – с.37-42.
28. Шевчук Р., Кириєнко Г., Браценюк В. Економічна ефективність вирощування кукурудзи на зерно/ Аграрний тиждень. Україна. – 22 червня 2015 р. с. 13-18.
29. Вініченко І.І, Сітковська А.О. Методичні рекомендації з економічного обґрунтування дипломних робіт для студентів факультету механізації сільського господарства// Дніпропетровськ: ДДАЕУ, 2016. – 27 с.

