

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

АНДРЕЙЧЕНКО ОЛЕКСАНДР СЕРГІЙОВИЧ

Допускається до захисту:  
В.о. завідувача кафедри ремонту машин,  
експлуатації енергетичних засобів та  
охорони праці,  
канд. техн. наук, доцент

\_\_\_\_\_ Анатолій ПОЛЯКОВ  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 р.

ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ТЕХНОЛОГІЇ МІЖРЯДНОГО  
ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ З УДОСКОНАЛЕННЯМ КУЛЬТИВАТОРНОГО  
АГРЕГАТУ

Спеціальність 208 Агроінженерія

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Керівник:

Фесенко Г.В., доцент кафедри  
ремонту машин, ЕЕЗ та ОП,  
канд. техн. наук \_\_\_\_\_

Київ, 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

Кафедра ремонт машин, експлуатації енергетичних засобів та охорони праці  
Ступінь освіти бакалавр  
Галузь знань 20 Аграрні науки та продовольство  
Спеціальність 208 Агроінженерія  
Освітня програма Агроінженерія

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри ремонту машин,  
експлуатації енергетичних засобів та  
охорони праці,  
канд. техн. наук, доцент

\_\_\_\_\_ Анатолій ПОЛЯКОВ  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 р.

**ЗАВДАННЯ**  
**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ**  
Андрейченку Олександр Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту «Обґрунтування технічних засобів технології міжрядного обробітку ґрунту з удосконаленням культиваторного агрегату»  
керівник роботи Фесенко Григорій Васильович, к.т.н., доцент  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)  
затверджено наказом СНУ ім. В.Далі від «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_ року № \_\_\_\_\_
2. Строк подання студентом проекту «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_0\_\_\_\_\_ року
3. Вихідні дані до роботи: технологія міжрядного обробітку ґрунту, Технічне забезпечення технології міжрядного обробітку ґрунту, характеристика технічних засобів для міжрядного обробітку ґрунту, умови виконання міжрядного обробітку ґрунту..
4. Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань, які потрібно розробити)
  - вступ; \_\_\_\_\_
  - технологічні умови виконання міжрядного обробітку ґрунту; \_\_\_\_\_
  - обґрунтування оптимального складу культиваторного агрегату для міжрядного обробітку ґрунту; \_\_\_\_\_ удосконалення робочого органу культиватора; \_\_\_\_\_
  - заходи безпеки при міжрядному обробітку ґрунту; \_\_\_\_\_
  - техніко-економічне обґрунтування кваліфікаційної роботи. \_\_\_\_\_

5. Перелік графічного матеріалу:

- показники міжрядного обробітку ґрунту \_\_\_\_\_

- технологічна карта міжрядного обробітку ґрунту; \_\_\_\_\_

- конструкторська розробка; \_\_\_\_\_

- деталювання конструкторської розробки; \_\_\_\_\_

- техніко-економічні показники конструкторської розробки; \_\_\_\_\_

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 06.03.2023

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1.	Вступ	березень	
2.	Технологічний аналіз міжрядного обробітку ґрунту	березень	
3.	Обґрунтування складу ґрунтообробного агрегату міжрядного обробітку ґрунту	квітень	
4.	Удосконалення елементів ґрунтообробного агрегату міжрядного обробітку ґрунту	квітень	
5.	Охорона праці при виконанні культиваторних робіт	травень	
6.	визначення ефективності розроблених заходів по удосконаленню технології міжрядного обробітку ґрунту	травень	
7.	Оформлення кваліфікаційної роботи	червень	
8.	Представлення кваліфікаційної роботи до захисту	червень	

Здобувач вищої освіти \_\_\_\_\_  
( підпис )

Олександр АНДРЕЙЧЕНКО  
(прізвище та ініціали)

Керівник \_\_\_\_\_  
( підпис )

Григорій ФЕСЕНКО  
(прізвище та ініціали)

# 1 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ МІЖРЯДНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

## 1.1 Види поверхневого обробітку ґрунту

Вплив на показники міжрядного обробітку ґрунту починається із основного обробітку ґрунту. Відомо, що як би не досконало і високоякісно була проведений основний обробіток ґрунту, всіх завдань, які стоять перед, вони не завжди можна вирішити. Зокрема, за значного ущільнення ґрунту, забур'яненості поля та необхідності загорнути добрива у верхній його шар або зруйнувати ґрунтову кірку, а інколи ущільнити ґрунт, доводиться застосувати додаткові заходи поверхневого обробітку. При цьому культивація ґрунту займає провідне місце серед інших видів поверхневого обробітку ґрунту, який забезпечує саме підрізування бур'янів, кришіння та розпушування ґрунту, вирівнювання та часткове перемішування ґрунту без перевертання такого оброблюваного шару. Виходячи із цього розрізняють культиватори за призначенням, а саме парові для суцільного обробітку ґрунту, просапні для міжрядного обробітку просапних та універсальні для суцільного і міжрядного обробітку просапних культур (Рис.1.1).

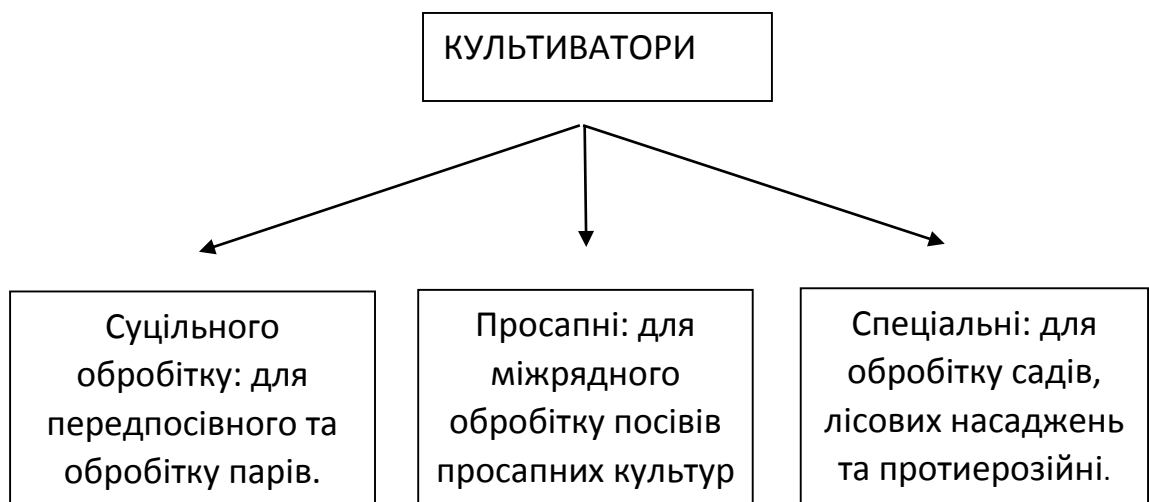


Рисунок 1.1 – Види культиваторів у відповідності із їх призначенням.

Для цього культиватори обладнують різноманітними робочими органами, а саме:

- однобічними плоскорізальними лапами, які призначені для перших міжрядних обробітків культур з метою знищення бур'янів і розпушування ґрунту на глибину до 6 см;
- стрілчасті плоскорізальні лапи - для обробітку саме ґрунтів на глибину до 6 см, що підрізують бур'яни і частково розпушують ґрунт;
- стрілчасті лапи-плоскорізи - для обробітку саме ґрунтів, що піддаються ерозії, на глибину до 16 см;
- стрілчасті універсальні лапи поєднують у собі роботу полольних і розпушувальних лап, які одночасно з підрізанням бур'янів добре кришать ґрунт на глибину до 12 см;
- розпушувальні долотоподібні лапи, що призначені для розпушування ґрунту на глибину до 16 см без виносу на його поверхню нижнього шару;
- розпушувальні саме оборотні лапи з жорсткими стояками, які застосовуються для передпосівного, а також міжрядного обробітку, та з пружинними стояками саме для вичісування кореневищних бур'янів при суцільному обробітку саме на глибину до 12 см;
- списоподібні лапи, які призначені для розпушування ґрунту на глибину до 16 см та знищення кореневищних бур'янів;
- голчасті дискові робочі органи, які призначені для руйнування ґрунтової кірки і знищення бур'янів саме у рядках культурних рослин;
- штанговий робочий орган у вигляді сталеві штанки квадратного перерізу яка переміщується в ґрунті на глибині 8-10 см з обертальним рухом під час роботи, розриваючи корені бур'янів з виносом їх на поверхню та одночасним розпушуванням верхнього шар ґрунту;

- полільні зуби, що застосовують для одночасного обробітку захисних зон і міжрядь культурних рослин.

За конструктивними особливостями робочих органів культиватори поділяють на чизельні, культиватори, які наділені лапами різної конфігурації, дискові, штангові культиватори та плоскорізи. У культиваторів, обладнаних різними лапами, основним робочим органом є робочі органи розпушувального і підрізувального типу. Розпушувальні лапи представляють собою вузькі, іноді долотоподібні знаряддя. Використовують такі робочі органи на культиваторах для розпушування ущільнених ґрунтів, а також обробітку полів, чистих від бур'янів .

Підрізувальні лапи характерні тим, що вони мають стрілчасту або ножеподібну форму і призначені для неглибокого підрізування бур'янів і розпушування ґрунту без перевертання. Особливість таких робочих органів в тому, що вони під час обробітку такими підрізувальними лапами забезпечують найкраще зберігання вологи в ґрунті, а саме у шарах, які залягають нижче від верхнього шару, який розпушується саме підрізувальними лапами. Підрізувальні, так звані плоскорізальні лапи залежно від їх форми поділяють на одnobічні плоско різальні, стрілчасто-плоскорізальні та стрілчасто-універсальні лапи. Під час саме передпосівного обробітку такі лапи дещо ущільнюють під собою ґрунт , утворюючи щільне ложе необхідне для висіяного насіння, при цьому розпушуючи поверхневий шар ґрунту без його перемішування.

Культиватори, що обладнані підрізувальними робочими органами, використовують саме для обробітку міжрядь просапних культур, а також для обробітку парів. Саме культиватори, що обладнані підрізувальними лапами, недоцільно використовувати на полях, які засмічені кореневищними бур'янами, щояк наслідок, відбувається зниження врожайності просапних культур. Виходячи саме із цього, основне завдання міжрядних розпушувань полягає у боротьбі з бур'янами шляхом їх підрізання у міжряддях, а також присипання їх та підгортання ґрунту у захисні смуги. Слід відмітити, що

міжрядні розпушування поліпшують також умови саме вегетації рослин, температурний, та повітряний, водний та, поживний, а також мікробіологічний режими ґрунту. Саме в Лісостепу і Степу розпушування ґрунту запобігає утворенню шкідливих глибоких тріщин, через які втрати вологи досить значні, а також сприяють зменшенню перегріву ґрунту. Крім того, відбувається посилення газообміну в ґрунті, що поліпшує діяльність вільноживучих азотфіксуючих та інших бактерій, корисних мікроорганізмів, а також покращуються процеси нітрифікації та ін. Слід також відмітити, що міжрядні обробітки саме, розпушування ґрунту, особливо ефективні в Степу та Лісостепу. Крім того, у районах достатнього зволоження та на легкосуглинкових і супіщаних ґрунтах, головне завдання міжрядних обробіток головним чином полягає у боротьбі з бур'янами.

Після появи сходів міжрядні обробітки поєднують з присипанням ґрунтом бур'янів, що знаходяться в захисній зоні шляхом підгортання на них ґрунту, що знаходиться в міжряддях. Слід зазначити, що підгортання культурних рослин є радикальним засобом боротьби з бур'янами навіть із зміцнілими їх сходами, навіть у захисних смугах. Цей досить ефективний прийом боротьби з бур'янами застосовують на посівах кукурудзи та соняшнику, цукрових бур'яків, картоплі, а також інших сільськогосподарських культур таких як сої, гречки та інших культур. Що стосується догляду за культурами, то найдоступнішими, а саме найменш енергоємними та екологічно безпечними є агротехнічні прийоми догляду. Це в першу чергу суцільні до сходові шарування культури, до- та післясходові боронування посівів, своєчасні міжрядні обробітки широкорядних посівів. Виходячи саме із цього, міжрядний обробіток ґрунту просапних культур слід виконувати в першу чергу з метою знищення бур'янів та рихлення ґрунту, внаслідок чого поліпшується повітрообмін в ґрунті, а також створюються саме сприятливі умови життєдіяльності аеробних та інших бактерій, які розкладають поживні залишки, що залишаються після збирання врожаю сільськогосподарських культур та створюють гумус.

## 1.2 Агротехнічні вимоги до міжрядного обробітку ґрунту

В цілому міжрядний обробіток ґрунту просапних культур повинен відповідати саме наступним агротехнічним вимогам:

- відхилення робочих органів культиватора від установленної глибини обробітку ґрунту допускається не більше  $\pm 15\%$ ;
- в оброблюваній зоні міжрядь бур'яни повинні бути повністю знищені;
- захисна зона рослин повинна бути збережена;
- при внесенні добрив при обробітку ґрунту, відхилення від заданої глибини їх загортання не повинно перевищувати  $\pm 8\%$ ;
- засипання і пошкодження культурних рослин не допускається.

Крім того, вимоги до енергетичних засобів, що задіяні для міжрядного обробітку ґрунту, наступні:

- колія ходової частини енергетичного засобу повинна відповідати ширині міжряддя культури ;
- кліренс енергетичного засобу повинен забезпечити його прохід над рослинами без їх пошкодження;
- колеса або ланцюги трактора повинні бути вузькими для проходження по міжряддям без пошкодження рослин;
- тиск ходової частини енергетичного засобу на ґрунт не повинен перевищувати 4 МПа ( $0,4 \text{ кгс/см}^2$ ) для недопущення надмірного ущільнення ґрунту та пошкодження кореневої системи рослин;
- енергетичний засіб повинен бути обладнаний захисними щитками та пристроями для рихлення колії за енергетичним засобом;

- ширина захвату просапного культиватора повинна бути рівною або кратною ширині захвату посівної або посадкової машини.

Слід відмітити, що захисна зона рослин обумовлена саме вірогідністю пошкодження рослин робочими органами самого культиватора, а також надмірного присипання культурних рослин ґрунтом під час міжрядного обробітку, особливо в початковій фазі розвитку культурних рослин. Для запобігання такого пошкодження саме робочі органи культиваторів виставляють на відповідній відстані від рядка. Внаслідок цього після проходу культиватора з обох сторін рядка ще залишається необроблена полоса. При цьому, ширина саме захисної зони залежить від виду і сорту культури, а також ступеня розвитку культурних рослин, глибини рихлення ґрунту, а також від величини відхилень в горизонтальній площині робочих органів культиватора, а саме в протилежному напрямку до руху ґрунтообробного агрегату (табл.1.1).

Таблиця 1.1 – Ширина захисної зони для різних просапних культур

Культура	Ширина захисної зони, см
Кукурудза:	
при першому рихленні міжрядь,	10
при глибокому рихленні міжрядь.	11-15
Соняшник:	
міжрядний обробіток,	10-15
Підгортання рослин соняшника	15-17

Слід відмітити, що ширина захисної зони може зменшитись із підвищенням стійкості ходу робочих органів культиватора саме в горизонтальній площині. Виходячи із цього при обґрунтуванні культиватора необхідно задіяти

такі параметри, які б забезпечили максимальну стійкість робочих органів під час роботи.

Технологією міжрядного обробітку ґрунту передбачено застосування в більшості випадків човникового способу руху агрегату або безпетлевого способу. Зокрема, човниковий спосіб руху агрегату який застосовують при повздовжньому обробітку міжрядь, при цьому безпетлевий спосіб застосовують саме при поперечному обробітку посівів. Крім того, міжрядний обробіток ґрунту виконується при відповідних технологічних властивостях ґрунту щодо його вологості, щільності, твердості, липкості, саме від яких в значній мірі залежать показники роботи ґрунтообробних машин. Роботи по міжрядному обробітку ґрунту просапних культур проводяться в основному в весняно-літній період росту і розвитку саме таких сільськогосподарських культур. Крім того, при міжрядному обробітку ґрунту просапних культур враховують також метеорологічні умови, а саме атмосферні опади, вологість ґрунту та повітря, від яких також залежать показники роботи самих культиваторів.

Взагалі конструкції культиваторів повинні відповідати наступним вимогам, а саме:

- просапний культиватор повинен бути простий і зручний у використанні;
- сам культиватор повинен наділений поперечною стійкістю в роботі і легко керованим в повздовжньому напрямку;
- культиватор повинен просто агрегуватись із тракторами;
- культиватор повинен бути як можна більш універсальним, а саме без значних переобладнань налаштовуватись для виконання різних ґрунтообробних по догляду за сільськогосподарськими культурами.

### 1.3 Технологічні показники обробітку ґрунту в міжряддях просапних культур

До технологічних показників обробітку ґрунту в міжряддях просапних культур і в цілому технологічного процесу міжрядного обробітку просапних культур відноситься в першу чергу дотримання робочими органами культиватора глибини обробітку ґрунту в міжряддях, яка повинна становити заданій у відповідності із агротехнічними вимогами. Крім того, важливим показником технологічного процесу саме міжрядного обробітку просапних культур являється процент знищення бур'янів в обробленій смузі самого міжряддя. До показників міжрядного обробітку ґрунту відноситься дотримання ширини захисної зони рослин, яка встановлюється в залежності від самої культури, а також фази її розвитку та від вологості ґрунту. Важливим також показником технологічного процесу міжрядного обробітку просапних культур є ступінь пошкодження самих культурних рослин, який обраховується в процентному відношенні. Також в значній мірі показники технологічного процесу міжрядного обробітку саме просапних культур залежать від технічного стану культиваторного агрегату і його конструктивних особливостей. Особливо, при виконанні технологічного процесу міжрядного обробітку просапних культур на схилах відбувається зміщення культиватора в напрямку схилу, що може призвести до пошкодження і навіть знищення культурних рослин. Крім того, якість кожної технологічної операції міжрядного обробітку впливає на загальну якість технологічного процесу. а також впливає на кінцевий результат: собівартість отриманої рослинницької продукції. Саме якість попередньої технологічної операції суттєво впливає на якість наступної операції, а якість наступної технологічної операції залежить саме від виконання попередньої. Слід особливо відмітити, що неякісно виконану технологічну операцію міжрядного обробітку ґрунту неможливо ні переробити, а ні компенсувати, або надолужити високою якістю наступної технологічної операції.Щодо застережень, то перед виконанням міжрядного обробітку просапних культур слід визначити вологість ґрунту та його хімічний склад, а саме кислотність, засоленість та вміст основних елементів

(азоту, фосфору, калію), в доступних для культурних рослин у доступних формах з метою довнесення необхідної кількості хімічних добрив. Установлено, що більшість культурних рослин найкраще ростуть саме при нейтральній реакції ґрунтового розчину, показник якого знаходиться в межах  $pH = 6...7$  або близький до цього значення. Виходячи із цього саме перед виконанням міжрядного обробітку ґрунту, відбирати зразки ґрунту із різної глибини обробітку для проведення наступного аналізу в умовах агрохімлабораторії. За хімічним складом ґрунту, якому проведений хімічний аналіз, проводяться необхідні розрахунки щодо визначення норми внесення мінеральних добрив, із врахуванням доступних для рослин хімічних елементів, а також та програмованої врожайності заданої культури.

#### 1.4 Організаційні основи технології міжрядного обробітку ґрунту просапних культур

Польові роботи по міжрядному обробітку просапних культур слід організувати таким чином, щоб їх виконати з дотриманням агротехнічних строків. Для цього необхідно створити відповідні технічні комплекси, що значно покращить ефективність використання культиваторних агрегатів. При цьому, тракторист-машиніст повинен бути допущений до виконання технологічної операції саме міжрядного обробітку просапних культур при наявності у нього відповідного тарифного розряду, який підтверджує його професійну кваліфікацію. Разом з цим, механізатора, який буде виконувати міжрядний обробіток просапних культур, необхідно ознайомити із технологічним і експлуатаційним регламентами, що забезпечить якісне виконання ним технологічної операції.

Саме технологічний регламент представляє собою відповідну сукупність правил проведення технологічних операцій, що забезпечує в цілому досягнення запрограмованих результатів по міжрядному обробітку ґрунту у межах заданих вимог. Експлуатаційний регламент як це сукупність правил ефективного використання культиваторного агрегату за призначенням, а також утримання його в допустимих межах параметрів технічного стану. Експлуатаційний регламент обумовлює саме раціональне використання потенційних можливостей просапного культиватора. Зокрема, правила проведення щозмінного технічного обслуговування самого культиватора, номерних технічних обслуговувань трактора, постановки машин на зберігання та інш.

Групи енергетичних засобів таких як трактори, при диференціації тарифних розрядів робіт наступні, а саме:

*I група* – колісні трактори класу тяги до 14кН та потужністю двигуна до 58.8кВт, а також інші енергетичні засоби з подібною потужністю двигуна;

*II група* – трактори класу тяги від 14 до 30кН (включно) та потужністю двигуна: а) ланцюгових ходових систем – до 73.5 кВт; б) колісних – від 58.8 до 95.5 кВт та інші енергетичні засоби з подібною потужністю двигуна;

*III група*–трактори з класом тяги понад 30кН та потужністю двигуна:

а) ланцюгових ходових систем –73.5кВт і вище; б) колісних – 95.5кВт і вище, та інші енергетичні засоби з подібною потужністю двигуна.

### Висновки і задачі проектування

Аналіз технологій поверхневого обробітку ґрунту показав, що найважливішим із них являється міжрядний обробіток, який в найбільшій мірі впливає на ріст і розвиток культурних рослин і в цілому на врожайність

сільськогосподарських культур. Установлено, що під час міжрядного обробітку ґрунту має місце недотримання агротехнічних вимог саме нашіпними ґрунтообробними агрегатами, зокрема щодо дотримання глибини обробітку ґрунту. Для покращення показників міжрядного обробітку ґрунту, в кваліфікаційній роботі поставлені наступні задачі:

- визначення показників роботи ґрунтообробних агрегатів при виконанні технологічної операції міжрядного обробітку ґрунту;
- забезпечення високої якості виконання технології міжрядного обробітку ґрунту;
- удосконалення технічних засобів технології міжрядного обробітку ґрунту;
- економічне обґрунтування удосконаленої технології міжрядного обробітку ґрунту;
- розробка заходів по підвищенню рівня безпечних умов праці на робочих місцях та по безпеці в надзвичайних ситуаціях.

## 2 ОБГРУНТУВАННЯ СКЛАДУ ГРУНТООБРОБНОГО АГРЕГАТУ МІЖРЯДНОГО ОБРОБІТКУ ГРУНТУ

### 2.1 Вибір раціонального складу ґрунтообробного агрегату для міжрядного обробітку просапної культури

Вибрати раціональний склад культиваторного агрегату із наявних можна шляхом порівняння їх технологічних показників. Для цього із числа можливих варіантів відомих для виконання такої технологічної операції слід сформувати вихідну множину критеріїв альтернативних варіантів, які в свою чергу оцінюються відповідними важливими критеріями. При обґрунтуванні саме множини таких критеріїв слід уникати появи в одному наборі складових із тісними функціональними та кореляційними зв'язками, а саме, критеріїв, які взаємозалежні. В цілому багатокритеріальну оцінку варіантів ґрунтообробних агрегатів доцільно здійснювати по відомому методу Парето, суть якого полягає у виявленні таких варіантів, які домінують над іншими за прийнятими відповідними критеріями. Разом з цим, послідовність виконання вибору оптимального складу культиваторного агрегату може бути наступна.

#### 2.1.1 Вибір кращого складу ґрунтообробного агрегату

Вибір кращого складу ґрунтообробного агрегату із придатних для виконання технологічної операції міжрядного обробітку ґрунту у відповідних умовах роботи, слід здійснювати за такими критеріями: продуктивність агрегату ( $W$ ), питомі витрати палива ґрунтообробним агрегатом на одиницю обсягу роботи ( $g_{\text{га}}$ ), витрати сукупної непоновлюваної енергії ( $E_{\text{нп}}$ ) і собівартість години роботи культиваторного агрегату ( $C_{\text{тз}}$ ). Для цього слід

виконати наступне, виходячи із наявних варіантів ґрунтообробних агрегатів, що застосовуються при вирощуванні просапних сільськогосподарських культур і їх параметрів, які слід визначити, використавши для цього відповідну їх технічну характеристику. Після цього результати вибраних агрегатів, які спроможні виконувати саме міжрядний обробіток ґрунту в заданих умовах роботи, можна представити у вигляді таблиці 2.1, При цьому вихідні дані наступні:

1. Технологічна операція міжрядний обробіток ґрунту соняшника
2. Конфігурація і розміри прийнятого поля  
Площа поля  $F = 100$  га; довжина поля  $L = 700$  м;
3. Тип і різновид ґрунту - чорнозем;
4. Кут ухилу поля  $\alpha$ , до 2 град.

Таблиця 2.1 - Технічна характеристика наявних просапних агрегатів

Культиваторний агрегат (№ варіанту)	Номинальна ефективна потужність двигуна, $N_{\text{ен}}$ кВт	Маса технічного засобу $M_{\text{тз}}$ , кг		Продуктивність за годину основного часу $W_o$ , га/год	Питома витрата палива $g_{\text{ен}}$ , г/кВт год
		Трактора	Культиватора		
1. МТЗ-80+УСМК-5,4	58,9	3150	976	2,16	252
2. МТЗ-80+КРН-5,4	58,9	3150	1800	2,70	252
3. МТЗ-80+КУН-5,4	58,9	3150	950	3,60	252

Для порівняння параметрів приведених культиваторних агрегатів розрахуємо спочатку відповідні значення їх критеріїв:

## 2.2 Визначення продуктивності ґрунтообробних агрегатів:

$$W_{\tilde{a}. \zeta i} = W_{\hat{i}} \cdot \tau_{\zeta i} \quad (2.1)$$

де  $W_o$  – продуктивність ґрунтообробного агрегату за годину основного часу,  $га/год$  (табл.2.1);

$\tau_{зм}$  – коефіцієнт використання нормативного часу робочої зміни,  $\tau_{зм}=0,63$ ;

$$1. \quad W_{\Gamma.3M} = 2,16 \cdot 0,63 = 1,36 \text{ га/год};$$

$$2. \quad W_{\Gamma.3M} = 2,7 \cdot 0,63 = 1,70 \text{ га/год};$$

$$3. W_{\Gamma.3M} = 3,6 \cdot 0,63 = 2,27 \text{ га/год}.$$

2.3 Витрати палива на один гектар при номінальному завантаженні двигуна енергетичного засобу:

$$g_{\tilde{a}\tilde{a}} = \frac{10^{-3} N_{ef} \cdot g_{ef}}{W_{\tilde{a}. \zeta i}} \quad (2.2)$$

де  $N_{ен}$  – номінальна ефективна потужність двигуна, енергетичного засобу, кВт (табл.2.1);

$g_{ен}$  – питомі витрати палива двигуна енергетичного засобу, г/кВт·год (табл.2.1);

$$1. \quad g_{\tilde{a}\tilde{a}1} = \frac{10^{-3} \cdot 58,9 \cdot 252}{1,361} = 10,9 \text{ г/кВт} \cdot \text{год};$$

$$2. \quad g_{\tilde{a}\tilde{a}2} = \frac{10^{-3} \cdot 58,9 \cdot 252}{1,701} = 8,7 \text{ г/кВт} \cdot \text{год};$$

$$3. \quad g_{\tilde{a}\tilde{a}3} = \frac{10^{-3} \cdot 58,9 \cdot 252}{2,268} = 6,5 \text{ г/кВт} \cdot \text{год};$$

## 2.4 Затрати сукупної непоновлюваної енергії на виконану роботу:

$$\dot{A}_{\Pi} = \alpha_n g_{aa} + \frac{\alpha_{\delta\delta} M_{\delta\delta} + \sum^k \alpha_{\delta} M_{\delta} + \sum^j \alpha_i N_i}{W_{a,ci}} \quad (2.3)$$

де  $\alpha_n$  – енергетичні еквіваленти витраченого пального, *МДж/кг*;

$g_{aa}$  – витрати пального на одиницю виконаної роботи, *кг/га*;

$\alpha_{тр}$ ,  $\alpha_{пр}$ ,  $\alpha_p$  – енергетичні еквіваленти години роботи самого трактора, робочих машин, *МДж/кг · год*,  $\alpha_{тр}=0,0243$  *МДж/кг · год*,

$\alpha_{рм}=0,0510$  *МДж/кг · год*;

$M_{тр}$ ,  $M_{рм}$ ,  $M_p$  – маса самого трактора, робочих машин, *кг*; (табл.2.1);

$\alpha_i$  – енергетичний еквівалент години праці персоналу,  $\alpha_i=60,8$  *МДж/кг · год*;

$N_i$  – кількість працюючих *i*-тої категорії, люд. (згідно з умовами використання МТА).  $N_i=1$ .

$$1. \dot{A}_{\Pi 1} = 52,8 \cdot 10,9 + \frac{0,0243 \cdot 3150 + 0,0510 \cdot 976 + 60,8 \cdot 1}{1,361} = 713,02 \text{ МДж/га};$$

$$2. \dot{A}_{\Pi 2} = 52,8 \cdot 8,7 + \frac{0,0243 \cdot 3150 + 0,0510 \cdot 1800 + 60,8 \cdot 1}{1,701} = 594,06 \text{ МДж/га};$$

$$3. \dot{A}_{\Pi 3} = 52,8 \cdot 6,5 + \frac{0,0243 \cdot 3150 + 0,0510 \cdot 950 + 60,8 \cdot 1}{2,268} = 617,4 \text{ МДж/га}.$$

## 2.5 Собівартість години роботи ґрунтообробного агрегату:

$$C_{тз} = A + K + З_б + \Pi + З_{п} + B_{п} + B_{то}, \quad (2.4)$$

де  $A$  – амортизаційні відрахування на агрегат, *грн./год*;

$K$  – витрати на погашення кредиту за агрегат, *грн./год*;

$З_6$  – витрати на зберігання агрегату, *грн./год*;

$\Pi$  – податок на технічні та енергетичні засоби, *грн./год*;

$З_{\text{п}}$  – витрати на оплату праці саме персоналу, *грн./год*;

$B_{\text{п}}$  – вартість енергетичних матеріалів, *грн./год*;

$B_{\text{то}}$  – вартість технічного обслуговування агрегату, *грн./год*.

Амортизаційні відрахування на агрегат:

(визначаються окремо для трактора і робочої машини)

$$A = \frac{(\ddot{O}_i - \ddot{O}_e)}{\ddot{O}_\delta \cdot \ddot{O}_\varsigma} \quad (2.5)$$

де  $\ddot{O}_\text{н}$  – вартість нового засобу, *грн*;

$\ddot{O}_\text{к}$  – вартість засобу в кінці експлуатації, *грн*.

$$\ddot{O}_\text{к} = \ddot{O}_{\text{мб}} \cdot M_{\text{тз}} \quad (2.6)$$

де  $\ddot{O}_{\text{мб}}$  – залишкова вартість агрегату, *грн/кг*;

$M_{\text{тз}}$  – маса засобу, *кг* ;

$T_{\text{р}}$  – строк служби засобу, *роки (10років)*;

$T_{\text{з}}$  – нормативне завантаження засобу на протязі року, *год*.

Таблиця 2.2 - Вартісні показники варіантів агрегатів

Назва і марка технічного засобу	$\ddot{O}_\text{н}$ , грн.	$\ddot{O}_\text{к} = \ddot{O}_{\text{мб}} \cdot M_{\text{тз}}$ , грн	$T_{\text{р}}$ , <i>роки</i>	$T_{\text{з}}$ , <i>год</i>	$A$ , <i>грн/год</i>
------------------------------------	----------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------	-------------------------

1 варіант					
Трактор	12700	$1,50 \cdot 3750 = 4725$	10	1600	2,95
культиватор	3075	$1,50 \cdot 976 = 1464$	10	270	0,6
2 варіант					
Трактор	12700	$1,50 \cdot 3750 = 4725$	10	1600	2,95
культиватор	3075	$1,50 \cdot 1800 = 2700$	10	270	0,14
3 варіант					
Трактор	12700	$1,50 \cdot 3750 = 4725$	10	1600	2,95
культиватор	3075	$1,50 \cdot 950 = 1425$	10	270	0,61

$$A_{agr} = A_{tr} + A_{pm} \quad (2.7)$$

1.  $A_{agr} = 2,95 + 0,6 = 3,55 \text{ грн/год};$
2.  $A_{agr} = 2,95 + 0,14 = 3,09 \text{ грн/год};$
3.  $A_{agr} = 2,95 + 0,61 = 3,56 \text{ грн/год}.$

Витрати на погашення кредиту: (визначаються окремо для трактора і робочої машини)

$$K = \frac{(\Pi_n - \Pi_k)k}{2T_p \cdot T_z} \quad (2.8)$$

k – доля відрахувань на погашення кредиту ( $k = 0,27 \dots 0,30$ )

Для трактора:

$$K_{\text{дд1}} = \frac{(12700 - 4725)0,3}{2 \cdot 10 \cdot 270} = 0,44 \text{ грн./год};$$

$$K_{\text{дд2}} = \frac{(12700 - 4725)0,3}{2 \cdot 10 \cdot 270} = 0,44 \text{ грн./год};$$

$$K_{\text{дд3}} = \frac{(12700 - 4725)0,3}{2 \cdot 10 \cdot 270} = 0,44 \text{ грн./год};$$

Для робочої машини:

$$K_{\text{м1}} = \frac{(3075 - 1464)0,3}{2 \cdot 10 \cdot 270} = 0,09 \text{ грн./год};$$

$$K_{\text{м2}} = \frac{(3075 - 2700)0,3}{2 \cdot 10 \cdot 270} = 0,02 \text{ грн./год};$$

$$K_{\text{м3}} = \frac{(3075 - 1425)0,3}{2 \cdot 10 \cdot 270} = 0,09 \text{ грн./год};$$

Загально агрегатів:

$$1. K = 0,44 + 0,09 = 0,53 \text{ грн./год};$$

$$2. K = 0,44 + 0,02 = 0,46 \text{ грн./год};$$

$$3. K = 0,44 + 0,09 = 0,53 \text{ грн./год}.$$

Витрати на зберігання технічних засобів, *грн./год*. (визначаються окремо для трактора і робочої машини)

$$C_{\text{за}} = \frac{(\ddot{O}_i - \ddot{O}_e) \cdot a}{\ddot{O}_d \cdot \ddot{O}_c} \quad (2.9)$$

Де  $a$  – доля вартості технічних засобів, яка витрачається на організацію зберігання ( $a = 0,01$ ).

Для трактора:

$$C_{\text{за}}^{\text{дд1}} = \frac{(12700 - 4725) \cdot 0,01}{10 \cdot 270} = 0,03 \text{ грн./год};$$

$$C_{\text{за}}^{\text{дд2}} = \frac{(12700 - 4725) \cdot 0,01}{10 \cdot 270} = 0,03 \text{ грн./год};$$

$$C_{\text{за}}^{\text{дд3}} = \frac{(12700 - 4725) \cdot 0,01}{10 \cdot 270} = 0,03 \text{ грн./год};$$

Для робочої машини:

$$C_{\text{за}}^{\text{дi1}} = \frac{(3075 - 1464) \cdot 0,01}{10 \cdot 270} = 0,006 \text{ грн./год};$$

$$C_{\text{за}}^{\text{дi2}} = \frac{(30785 - 2700) \cdot 0,01}{10 \cdot 270} = 0,001 \text{ грн./год};$$

$$C_{\text{за}}^{\text{дi3}} = \frac{(3075 - 1425) \cdot 0,01}{10 \cdot 270} = 0,006 \text{ грн./год};$$

Загальні витрати:

$$1. Z_6 = 0,03 + 0,006 = 0,036 \text{ грн./год};$$

$$2. Z_6 = 0,03 + 0,001 = 0,031 \text{ грн./год};$$

$$3. Z_6 = 0,03 + 0,006 = 0,036 \text{ грн./год}.$$

Податок на технічні засоби:

$$\ddot{I} = \frac{\ddot{I}_{\delta}}{\ddot{O}_{\zeta}} \quad (2.10)$$

де  $P_p$  – річний податок, *грн.*

(трактори: МТЗ -80 – 120 *грн.*; ДТ-75 – 158 *грн.*)

Для трактора:

$$1. \ddot{I}_{\delta 1} = \frac{120}{1600} = 0,075 \text{ грн./год.};$$

$$2. \ddot{I}_{\delta 2} = \frac{120}{1600} = 0,075 \text{ грн./год.};$$

$$3. \ddot{I}_{\delta 3} = \frac{120}{1600} = 0,075 \text{ грн./год.}$$

Витрати на оплату праці персоналу:

$$Z_{\Pi} = \sum_i^N C_{\Gamma i} \quad (2.11)$$

де  $C_{\Gamma i}$  – годинна тарифна ставка механізаторів і обслуговуючого персоналу.

$$1. Z_{\Pi} = 20 \text{ грн/год};$$

2.  $З_{\pi}=20 \text{ грн/год}$ ;

3.  $З_{\pi}=20 \text{ грн/год}$ .

Вартість паливно-мастильних матеріалів:

$$B_{\pi}=(1,1 \dots 1,15) \cdot C_{\pi} \cdot g_{\pi} \cdot \gamma_{\pi} \cdot W_{\pi.3M}, \quad (2.12)$$

де  $C_{\pi}$  – ціна палива, грн./л ( $C_{\pi}=20 \text{ грн/л}$ );

$\gamma_{\pi}$  – питомий об'єм палива, л/кг (для дизельного -  $\gamma_{\pi}=1,2$ )

1.  $B_{\pi}=1,1 \cdot 20 \cdot 10,9 \cdot 1,2 \cdot 1,361=137,1 \text{ грн./год}$ ;

2.  $B_{\pi}=1,1 \cdot 20 \cdot 8,7 \cdot 1,2 \cdot 1,701=136,8 \text{ грн./год}$ ;

3.  $B_{\pi}=1,1 \cdot 20 \cdot 6,5 \cdot 1,2 \cdot 2,268=136,2 \text{ грн./год}$ .

Вартість технічного обслуговування:

(визначається окремо для трактора і робочої машини)

$$\hat{A}_{\pi i} = \frac{(\ddot{O}_i - \ddot{O}_{\pi}) \alpha_{\pi i}}{2 \ddot{O}_{\pi} \cdot \ddot{O}_{\pi}} \quad (2.13)$$

де  $\alpha_{\pi}$  – норма річних відрахувань на технічне обслуговування агрегату в долях одиниці.

Таблиця 2.3 - Вартісні і затратні показники варіантів

Назва і марка технічного засобу	$C_n$ , грн.	$C_k$ , грн	$T_p$ , роки	$T_z$ , год	$\alpha_{TO}$	$B_{TO}$ , грн./год
1 варіант						
Трактор	12700	4725	10	270	0,08	0,12
Роб. маш.	3075	1464	10	270	0,09	0,03
2 варіант						
Трактор	12700	4725	10	270	0,08	0,12
Роб. маш.	3075	2700	10	270	0,09	0,006
3 варіант						
Трактор	12700	4725	10	270	0,08	0,12
Роб. маш.	3075	1425	10	270	0,09	0,03

Для енергетичного засобу:

$$\hat{A}_{\text{ЕЗ1}} = \frac{(12700 - 4725) \cdot 0,08}{2 \cdot 10 \cdot 270} = 0,12 \text{ грн./год};$$

$$\hat{A}_{\text{ЕЗ2}} = \frac{(12700 - 4725) \cdot 0,08}{2 \cdot 10 \cdot 270} = 0,12 \text{ грн./год};$$

$$\hat{A}_{\text{ЕЗ3}} = \frac{(12700 - 4725) \cdot 0,08}{2 \cdot 10 \cdot 270} = 0,12 \text{ грн./год}.$$

Для культиватора:

$$\hat{A}_{\text{К1}} = \frac{(3075 - 1464) \cdot 0,09}{2 \cdot 10 \cdot 270} = 0,03 \text{ грн./год};$$

$$\hat{A}_{\text{оїої2}} = \frac{(3075 - 2700) \cdot 0,09}{2 \cdot 10 \cdot 270} = 0,006 \text{ грн./год};$$

$$\hat{A}_{\text{оїої3}} = \frac{(3075 - 1425) \cdot 0,09}{2 \cdot 10 \cdot 270} = 0,03 \text{ грн./год};$$

Для агрегата:

$$B_{\text{ТОагр}} = B_{\text{ТОпр}} + B_{\text{ТОрм}} \quad (2.14)$$

1.  $B_{\text{ТОагр}} = 0,12 + 0,03 = 0,15 \text{ грн./год};$
2.  $B_{\text{ТОагр}} = 0,12 + 0,006 = 0,126 \text{ грн./год};$
3.  $B_{\text{ТОагр}} = 0,12 + 0,03 = 0,15 \text{ грн./год}.$

Числові значення, які одержані при розрахунку формул (2.5...2.12) підставити в залежність (2.4) і визначити собівартість години роботи технічного засобу.

$$1. C_{\text{ТЗ}} = 3,55 + 0,53 + 0,036 + 0,075 + 20 + 137,1 + 0,15 = 161,44 \text{ грн./год};$$

$$2. C_{\text{ТЗ}} = 3,09 + 0,46 + 0,031 + 0,075 + 20 + 136,8 + 0,126 = 160,58 \text{ грн./год};$$

$$3. C_{\text{ТЗ}} = 3,56 + 0,53 + 0,036 + 0,075 + 20 + 136,2 + 0,15 = 160,55 \text{ грн./год}.$$

Розраховані по формулам 2.1...2.4 критерії заносимо в таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 - Формування розрахованих критеріїв технічних засобів

Варіант	$W_{\text{Г.ЗМ}}, \text{га/год}$	$g_{\text{га}}, \text{кг/га}$	$E_{\text{п}}, \text{МДж/га}$	$C_{\text{ТЗ}}, \text{грн./год}$
1	1,361	10,9	713,02	161,44
2	1,701	8,7	594,06	160,58
3	2,268	6,5	617,4	160,55

Для вияву домінуючого варіанту необхідно порівняти чисельні значення розрахованих критеріїв. Кращий варіант складу МТА повинен мати найкращі (для нашого випадку - найменші) значення критеріїв.

Для цього складаємо нову таблицю 3 і в колонку продуктивності  $W_{г.зм}$  заносимо значення, обернені до розрахованих, тобто  $\frac{1}{W_{\tilde{a}.çì}$ .

Таблиця 2.5 – Остаточне формування розрахованих критеріїв технічних засобів

Варіанти	$\frac{1}{W_{\tilde{a}.çì}$	$g_{га},$ <i>кг/га</i>	$E_{п},$ <i>МДж/га</i>	$C_{тз},$ <i>грн./год</i>	$\Pi_j$
1. МТЗ-82+ УСМК-5,4	0,74	10,9	713,02	161,44	61504,7
2. МТЗ-82+ КРН-5,4	0,59	8,7	594,06	160,58	50331,2
3. МТЗ-82+ КУН-5,4	0,44	6,5	617,4	160,55	51605,086

Визначимо значення варіантів, що відповідають значенням критеріїв.

$$\tilde{\Pi}_j = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{W_{\tilde{a}.çìj}} \cdot g_{\tilde{a}j} + \frac{1}{2} g_{\tilde{a}j} \cdot \tilde{A}_{nj} + \frac{1}{2} \tilde{A}_{nj} \cdot \tilde{N}_{\tilde{o}çj} + \frac{1}{2} \tilde{N}_{\tilde{o}çj} \cdot \frac{1}{W_{\tilde{a}.çìj}} \quad (2.15)$$

$$\Pi_1 = 0,5 \cdot 0,74 \cdot 10,9 + 0,5 \cdot 10,9 \cdot 713,02 + 0,5 \cdot 713,02 \cdot 161,44 + 0,5 \cdot 161,44 \cdot 0,74 = 61504,7$$

$$\Pi_2 = 0,5 \cdot 0,59 \cdot 8,7 + 0,5 \cdot 8,7 \cdot 594,06 + 0,5 \cdot 594,06 \cdot 160,58 + 0,5 \cdot 160,58 \cdot 0,59 = 50331,2$$

$$\Pi_3 = 0,5 \cdot 0,44 \cdot 6,6 + 0,5 \cdot 6,5 \cdot 617,4 + 0,5 \cdot 617,4 \cdot 160,55 + 0,5 \cdot 160,55 \cdot 0,44 = 51605,1$$

1.МТЗ-80+УСМК-5,4; 2.МТЗ-80+КРН-5,4; 3.МТЗ-80+КУН-5,4

Вибір раціонального складу МТА по методу відстані до цілі потребує додаткових розрахунків, результати яких заносимо в таблицю 1.5. Суть методу полягає в порівнянні критеріїв j-го варіанту з деяким ідеалізованим варіантом.

Переважно це умовний варіант, якому приписуються кращі значення критеріїв з числа варіантів, що порівнюються.

Для ідеалізованого варіанту (нижній рядок) вибираємо кращі показники із всіх вищенаведених варіантів і заносимо їх в останній рядок таблиці 2.4 «Ідеал». Розраховуємо площу багатокутника ідеалізованого варіанту ( $\Pi_0$ ) по формулі 2.15.

$$\Pi_0 = 0,5 \cdot 0,44 \cdot 6,5 + 0,5 \cdot 6,5 \cdot 594,06 + 0,5 \cdot 594,06 \cdot 160,55 + 0,5 \cdot 160,55 \cdot 0,44 = 49655,61$$

В останню колонку таблиці 4 заносимо узагальнений критерій відстані до цілі ( $\mu$ ), який розраховується для кожного  $j$ -го варіанту агрегату:

$$\mu_j = \frac{\ddot{I}_j}{\ddot{I}_1} \quad (2.16)$$

Таблиця 2.6 - Критерії агрегатів для вибору ідеалізованого варіанту складу агрегату по методу відстані до цілі

Варіант	$\frac{1}{W_{a,qj}}$	$g_{га}$ , кг/га	$E_p$ , МДж/га	$C_{тз}$ , грн./год	$\Pi_j$	$\mu$
1 МТЗ–80+УСМК-5,4	0,74	10,9	713,02	161,44	61504,7	1,24
2 МТЗ-80+КРН-5,4	0,59	8,7	594,06	160,58	50331,2	1,01
3 МТЗ-80+КУН-5,4	0,44	6,5	617,4	160,55	51605,1	1,04
Кращий варіант	0,44	6,5	594,06	160,55	49655,61	1

Порівнюючи значення  $\mu_j$  різних варіантів технічних засобів з ідеальним значенням  $\mu_0$ , знаходимо остаточно кращий варіант, який має саме найменшу відстань до цілі.

### Висновок

За результатами виконаного багатокритеріального аналізу просапних агрегатів кращий ґрунтообробний агрегат для заданих умов роботи має наступний склад: енергетичний засіб трактор МТЗ-80 в складі з начіпним культиватором-рослинопідживлювачем КРН-5,4.

## 3 УДОСКОНАЛЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ГРУНТООБРОБНОГО АГРЕГАТУ МІЖРЯДНОГО ОБРОБІТКУ ГРУНТУ

### 3.1 Аналіз начіпних ґрунтообробних просапних агрегатів

Одна із ознак, що характеризує тип начіпного агрегату є місце розташування знаряддя на тракторі. В залежності від агротехнічних умов і конструктивних особливостей застосовують різні варіанти розміщення машин на тракторі, а саме:

- задня начіпка знаряддя, коли знаряддя розташовується за ведучою віссю трактора;
- передня начіпка знаряддя, коли робочі органи знаряддя розташовуються спереду ведучої вісі трактора між його передніми і задніми колесами;
- фронтальна начіпка знаряддя, коли знаряддя розташовується перед трактором;
- бокова начіпка знаряддя, коли робочі органи знаряддя знаряддя мають одностороннє бокове розташування за габаритами трактора;
- секційна начіпка знаряддя, коли знаряддя навішується окремими секціями, розташованими в різних місцях трактора послідовно одна за другою.

Більшість сільськогосподарських ґрунтообробних і посівних знарядь навішується за ведучою віссю трактора. Таке розташування знаряддя дозволяє трактору переміщуватися по необробленому полі і раціонально використовувати його тягове зусилля.

Передня навіска застосовується переважно для просапних культиваторів, яка полегшує трактористу спостерігати за робочими органами культиватора і водіння агрегату по міжряддям.

Аналізуючи системи приєднання знаряддя до трактора, засновник землеробської механіки В.П.Горячкін розділив їх по наступним ознакам:

- жорстка система начіпки з примусовим напрямком руху;
- система начіпки у вигляді простого маятника з дією сили тяги трактора на його шарнір;
- система начіпки у вигляді подвійного маятника.

Жорстка система в цілому характеризується тим, що енергетичний засіб і начіпне знаряддя розглядається як одне тіло. В зв'язку з цим повздовжні коливні рухи трактора під час роботи сільськогосподарського агрегату із жорсткою начіпкою повністю передаються на навісне знаряддя, що негативно впливає на його якісні показники при обробітку не вирівняних полях.

Система простого маятника характеризується однією ступінню свободи і характеризується приєднанням до остова трактора сільськогосподарського знаряддя за допомогою одного шарніра. Під час роботи сільськогосподарського агрегату із начіпкою по типу простого маятника ступінь передачі коливних рухів трактора в повздовжньому напрямку на ґрунтообробне знаряддя суттєво знижується і залежить саме в значній мірі від його конструктивного виконання.

Система подвійного маятника представляє собою замкнутий шарнірний чотириохланник, який розташований в поздовжньо-вертикальній площині. По цій системі розроблені особливі механізми навіски, якими обладнанні вітчизняні та зарубіжні трактори сільськогосподарського призначення, в тому числі трактори марки „ХТЗ”.

Під час роботи начіпного агрегату з навіскою, виконаною по системі подвійного маятника, коливні рухи саме трактора в поздовжньому напрямку

передаються на начіпне знаряддя, в основному через центральну тягу. Внаслідок цього змінюється глибина ходу ґрунтообробних робочих органів за межі, допустимі агротехнічними умовами. При цьому витрачається додаткова значна енергія на переміщення у вертикальному напрямку робочих органів з ґрунтом начіпного знаряддя, що призводить до зниження продуктивності ґрунтообробного агрегату та перевитрату пального на одиницю виконаної роботи. Аналізуючи в цілому системи приєднання трактора до начіпних сільськогосподарських машин, ряд науковців на основі теоретичних і експериментальних досліджень прийшли до висновку, що система просто маятника являється найбільш перспективною для начіпних машин. При цьому забезпечується наступне:

- стійкий хід начіпного знаряддя, особливо при розташуванні опорного колеса за посліднім робочим органом ґрунтообробної знаряддя;
- мінімальна енергоємність ґрунтообробних робіт за рахунок перерозподілу вертикальних навантажень машини на його опорне колесо і ходову систему трактора.

### 3.2 Вимоги до просапних знарядь по забезпеченню захисної зони культурних рослин

Під час роботи просапного знаряддя культурні рослини можуть пошкоджуватись робочими органами машини, особливо в початковий період їх росту і розвитку. Для запобігання пошкодження рослин робочими органами знаряддя, їх робочі органи розміщують на відповідній відстані від рядка рослин. Внаслідок цього після проходу ґрунтообробного агрегату залишається необроблена полоса, яка називається захисною зоною.

Ширина захисної зони просапних культур залежить від її виду і сорту культури, ступеня її розвитку, глибини рихлення, якості посіву

(прямолинійності рядків), а також від величини горизонтальних відхилень робочих органів знаряддя в перпендикулярному до напрямку руху агрегату. Крім того, ширина захисної зони залежить також від ступеня забур'яненості поля. Очевидно, що ширина захисної зони рослин буде менша, при більш стійкому ході робочих органів знаряддя в горизонтальній площині. Таким чином, при розробці ґрунтообробного знаряддя необхідно вибирати таке співвідношення його параметрів, при яких буде забезпечена відповідна стійкість ходу його робочих органів. Оптимальна ширина захисної зони деяких культур наведена в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Ширина захисної зони для різних культурних рослин

Культура	Ширина захисної зони, см
Овочеві культури	6...15
Кукурудза і соняшник	10...15
при шаровці	10
глибоке рихлення міжрядь	11...15
Картопля:	
міжрядний обробіток	10...15
окучування	15...17

Для створення нормальних умов розвитку просапних культур рекомендується виконати міжрядний обробіток ґрунту по мірі потреби на протязі всього їх вегетаційного періоду. При цьому повинен бути забезпечений відповідний кліренс трактоенергетичних засобів з метою непошкодження високостебельних культурних рослин (не менше 70 см.). Крім того, під час роботи просапного культиватора на похлих ділянках повинна

бути збережена його прямолінійність руху з метою непошкодження культурних рослин, а саме, не повинно бути сповзання культиватора в сторону схилу.

Аналіз начіпних ґрунтообробних агрегатів, в яких знаряддя з'єднано з трактором верхньою і нижніми шарнірними тягами, а саме по трьохточковій або двохточковій схемі не забезпечують в повній мірі умов прямолінійності руху культиватора в поперечному до схилу напрямку. Під час руху таких агрегатів впоперек схилу поля діюча на них бокова сила  $G_B$ , намагається змістити знаряддя в бокову сторону відносно напрямку руху самого трактора і дорівнює добутку його ваги  $G_{3H}$  на синус кута  $\alpha$  нахилу місцевості,  $G_B = G_{3H} \cdot \sin \alpha$ , [3]. При трьохточковій схемі з'єднання з трактором просапний культиватор від дії бокової сили зміщується в поперечному напрямку відносно повздовжнього руху трактора, внаслідок повертання при цьому нижніх і верхньої тяги начіпки відносно їх передніх шарнірів, що призводить до зниження стійкості руху ґрунтообробного агрегату, погіршуючи тим самим показники його роботи (рис.3.1).

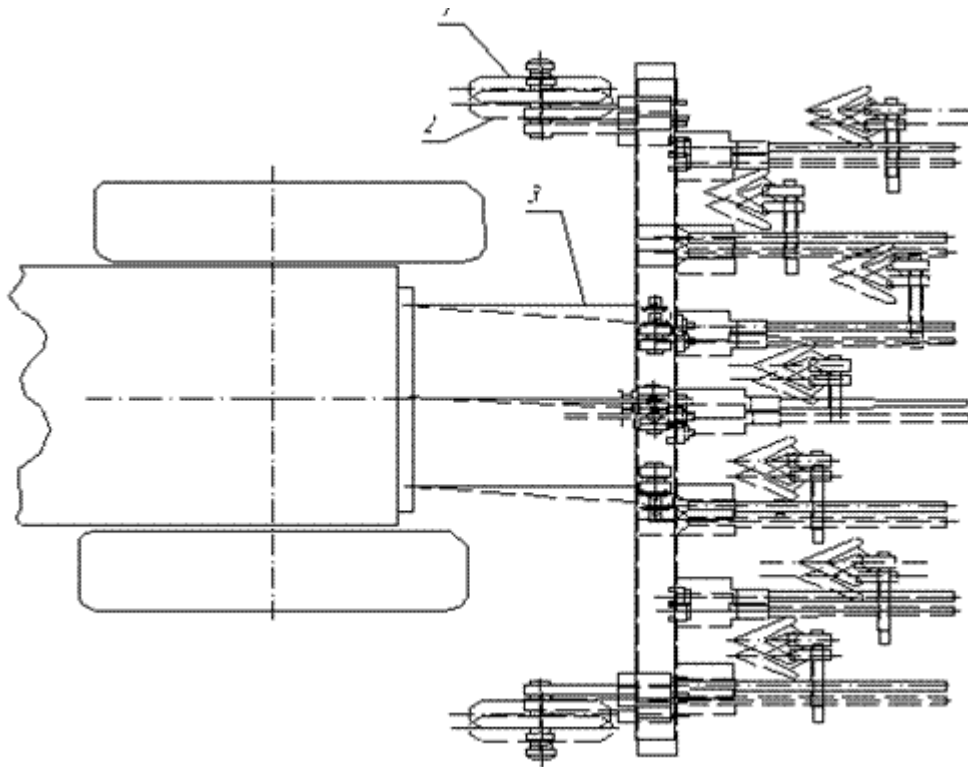


Рисунок 3.1 – Схема зміщення ґрунтообробного культиватора в сторону схилу при трьохточковій схемі його з'єднання з трактором, який обладнаний дволанковою начіпною системою: 1 – вихідне положення культиватора при обробі ґрунту; 2 – положення культиватора в результаті відхилення в сторону схилу.

При двохточковій схемі з'єднання під дією бокової сили відбувається також кутове переміщення начіпного знаряддя відносно передніх шарнірів нижніх і верхньої тяги механізму начіпки трактора в бокову сторону від напрямку його руху, що також призводить до зниження стійкості переміщення сільськогосподарського агрегату і погіршення якісних показників його роботи. Крім того, в сільськогосподарському агрегаті при трьохточковій і двохточковій схемі приєднання, упорні важелі начіпки трактора через розкоси утримують нижні тяги від взаємного переміщення їх задніх шарнірів саме у поперечно-вертикальній площині до напрямку руху агрегату. В наслідок цього начіпне знаряддя своїми опорними колесами позбавлене можливості самостійно незалежно від трактора копіювати нерівний рельєф поля в саме поперечному напрямку по відношенню до напрямку руху сільськогосподарського агрегату. Разом з цим, поперечні коливні рухи трактора передаються через начіпку на начіпне знаряддя, внаслідок чого його робочі органи відхиляються у вертикальному напрямку від свого заданого положення, що також призводить до погіршення показників роботи сільськогосподарського агрегату. Разом з цим, відомий також начіпний сільськогосподарський агрегат, в якому начіпне знаряддя з'єднано з трактором верхніми і нижніми шарнірними тягами по двохточковій системі [4]. При цьому передні шарніри верхніх і нижніх тяг начіпки закріплені на самому кожусі вала задніх коліс трактора, а до задніх шарнірів тяг приєднано саме знаряддя. Під час руху такого ґрунтообробного агрегату в поперечному напрямку до нахилу поля, від дії на нього бокової сили відбувається також

кутове переміщення начіпного знаряддя відносно задніх шарнірів нижніх і верхніх тяг начіпки саме в бокову сторону від напрямку руху трактора. Внаслідок цього знижується стійкість руху сільськогосподарського агрегату та погіршуються показники його роботи. Зокрема, при виконанні приведеним начіпним сільськогосподарським агрегатом в поперек схилу міжрядного обробітку ґрунту саме просапних сільськогосподарських культур, та внаслідок дії на нього бокової сили від маси агрегату, відбудеться зміщення від напрямку руху трактора начіпного культиватора в бокову сторону. Внаслідок цього робочі органи культиватора зміщуються від заданого положення у поперечному напрямку, внаслідок чого відбудеться пошкодження ними рослин. При цьому, поперечні коливні рухи трактора передаються механізмом начіпки на знаряддя, що перешкоджає копіюванню його опорними колесами рельєфу поля, що в цілому призводить до зниження стійкості руху ґрунтообробного агрегату, а отже і погіршення показників його роботи. Виходячи із проведеного аналізу стану питання, для покращення якісних показників міжрядного обробітку ґрунту начіпними ґрунтообробними агрегатами виникає необхідність у підвищенні стійкості руху сільськогосподарського агрегату. А отже і покращення показників його роботи шляхом створення оптимальних умов приєднання начіпного знаряддя до трактора.

### 3.3 Удосконалення начіпної системи ґрунтообробного агрегату для міжрядного обробітку ґрунту

З метою покращення якості обробітку ґрунту на похилих ділянках посівів просапних культур, необхідно усунути недоліки в самій начіпній системі, зокрема в колісному тракторі. Для цього пропонується у відомому сільськогосподарському агрегаті, який включає колісний трактор з механізмом задньої начіпки, в якому передні шарніри нижніх і верхніх тяг

закріплені саме на кожусі вала коліс трактора, начіпне ґрунтообробне знаряддя, слід задні шарніри нижніх тяг начіпки сполучити між собою таким чином, щоб їх спільна вісь симетрії була розташована в напрямку руху агрегату. Крім того, саме задні шарніри верхніх тяг необхідно з'єднати із начіпним ґрунтообробним знаряддям з можливістю зміни його положення в поперечно-вертикальній площині саме відносно спільної вісі симетрії задніх шарнірів нижніх тяг. Сутність такого удосконалення начіпного ґрунтообробного агрегату показано на рисунку (рис. 3.2 ; рис.3.3).

Як приклад, ґрунтообробний сільськогосподарський агрегат для виконання просапних робіт культурних рослин, включає колісний трактор із остовом 1, в якому на кожусі 2 привідного вала 3 коліс 4, установлені передні шарніри 5 нижніх 6 і верхніх 7 тяг начіпки, при цьому верхні тяги 7 начіпки наділені механізмом 8 їх регулювання. При цьому нижні 6 тяги своїм заднім

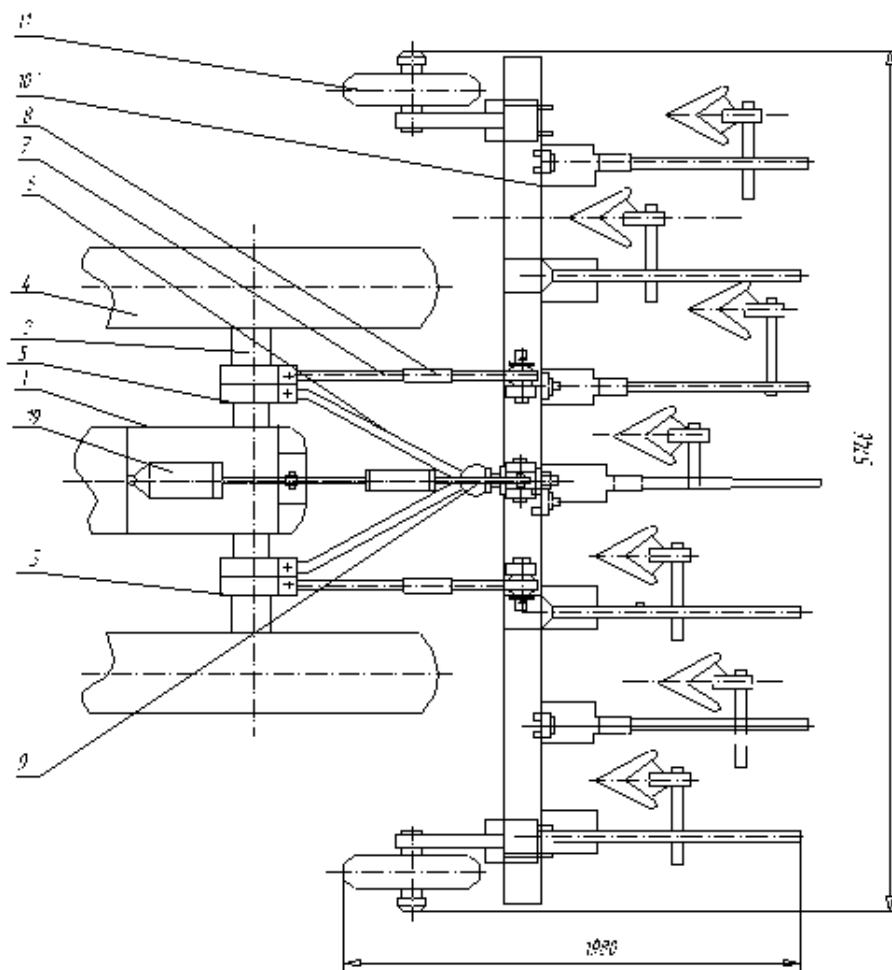


Рисунок 3.2 – Схема начіпного просапного агрегату із удосконаленою начіпною системою; (вид зверху).

сумісним шарніром 9 з'єднані із культиватором 10 з опорними колесами 11 віссю 12, яка розташована в напрямку руху ґрунтообробного агрегату. Крім того, верхні тяги 7 своїми задніми шарнірами 13 з'єднані із культиватором 10 вісями 14 і 15 з можливістю його провертання такого відносно осі 12 шарніра 9. Крім того, на остові 1 трактора установлена вісь 16 із шарнірно закріпленим на ній шарнірним важелем 17, який шарнірно з'єднаний із тягою 18 і гідроциліндром 19. Окрім того, тяга 18 своїм протилежним кінцем шарнірно з'єднана із начіпним культиватором 10 віссю 20. Перед виконанням міжрядного обробітку ґрунту культурних рослин таким сільськогосподарським агрегатом, задане положення культиватора 10 в повздовжньому і поперечному напрямку виставляється саме зміною довжини верхніх тяг 7 механізмом 8. Під час виконання таким ґрунтообробним агрегатом міжрядного обробітку просапних культур в поперек схилу поля, утримання культиватора 10 від зміщення в бокову сторону відносно напрямку руху трактора відбувається шарніром 9 нижніх 6 і шарнірами 13

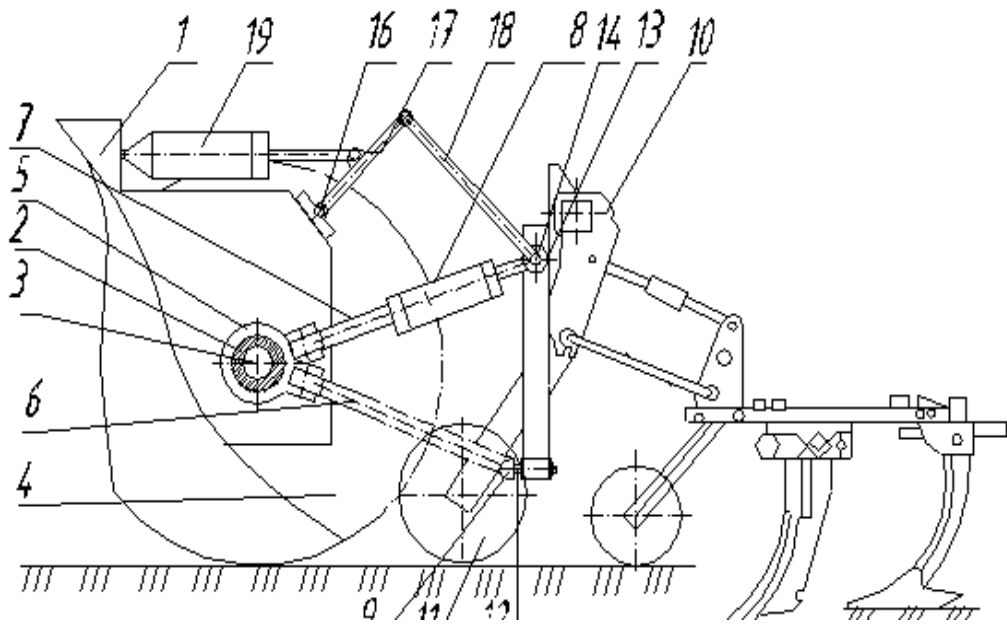


Рисунок 3.3 - Схема начіпного просапного агрегату із удосконаленою начіпною системою.

верхніх тяг 7. При цьому культиватор 10, повертаючись відносно горизонтальної осі 12 саме шарніра 9, забезпечує своїми опорними колесами 11 копіювання рельєфу поля впоперек до напрямку руху агрегату. Крім того, копіювання рельєфу поля опорними колесами 11 культиватора 10 в повздовжньому напрямку відбувається саме за рахунок повертання його передніх шарнірів 5 нижніх 6 і верхніх 7 тяг відносно саме кожуха 2 вала 3 приводу коліс 4 трактора. Переведення культиватора 10 в транспортне положення відбувається за рахунок приводу в дію гідроциліндра 19, який передає своє зусилля на важіль 17. При цьому саме важіль 17, повертаючись відносно вісі 16, переміщує тягу 18, яка переводить культиватор 10 у верхнє транспортне положення.

Налагодження просапного агрегату на задані умови обробітку ґрунту відбувається наступним чином, а саме, перед налагодженням просапного агрегату на задані умови обробітку ґрунту його установлюють на відповідну розмітку регульовального майданчика. Після цього під опорні колеса

культиватора необхідно підкласти підставки висота яких менша глибини обробітку ґрунту на один-два сантиметри і виставити робочі органи на задані умови роботи із дотриманням заданої ширини захисної зони. Після цього регулювальним пристроєм верхньої тяги 4 і розкосами начіпки трактора виставити раму культиватора в горизонтальне положення.

### 3.4 Силевий розрахунок начіпного агрегату з удосконаленими елементами для міжрядного обробітку ґрунту

Метою силового розрахунку є визначення величини зусилля, яке виникає в центральній тязі при переводі знаряддя із робочого в транспортне положення. Розрахунок виконано на прикладі орного агрегату, який складається із трактора МТЗ-80 і культиватора КУН-5,4. Для виконання відповідних розрахунків скористаємось методом статички аналітичного способу, для чого розглянемо розрахункову кінематичну схему ґрунтообробного агрегату і діючі на нього сили (рис. 3.4).

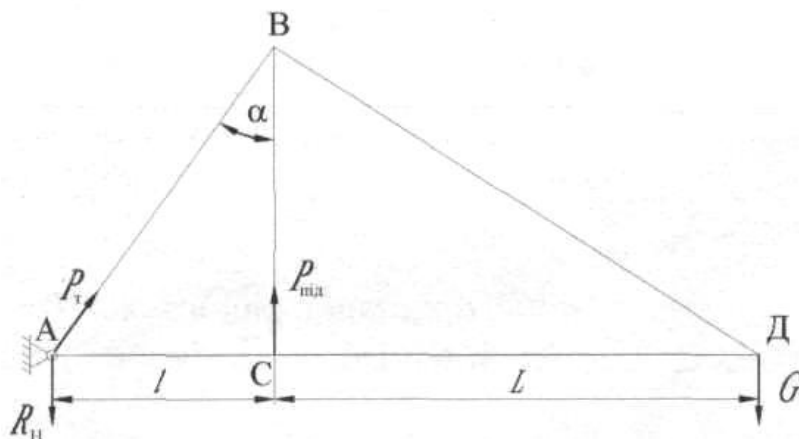


Рисунок 3.4 - Розрахункова схема начіпного агрегату з експериментальним начіпним пристроєм на початку підйому ґрунтообробного знаряддя:

А - нижня вісь приєднання верхньої і нижніх тяг начіпки до трактора;

В — точка приєднання знаряддя до центральної тяги;

С - вісь приєднання знаряддя до нижніх тяг навіски;

Д - точка розташування центра маси знаряддя;

L - відстань від центра маси знаряддя до вісі нижніх тяг;

l - довжина нижніх тяг начіпки;

G – сила від ваги знаряддя;  $P_{\text{під}}$  - сила підйому знаряддя;

$R_H$  — реакція нижньої вісі начіпки.

Розрахункова схема приведена саме для випадку, коли діючі сили приймають максимальне значення, що відповідає початку підйому ґрунтообробного знаряддя із робочого положення в транспортне.

Для визначення величини діючої сили  $P_{\text{під}}$  складемо рівняння суми моментів, які діють на приєднане знаряддя через механізм начіпки до трактора відносно нижньої опорної вісі А.

$$\sum M_A = P_{\text{під}} l - G(L + l) = 0, \quad (3.1)$$

$$\text{звідки } P_{\text{під}} = G \cdot (L + l) / l \quad (3.2)$$

Для просапного агрегату на базі МТЗ-80 і культиватора КРН-5,4:

$G=872$  кгс [5];  $L=1,9$ м;  $l=0,925$  м.

Підставимо у вираз (3.2) його значення для прийнятого просапного агрегату, отримаємо:

$$P_{\text{під}}=872 (1,9+0,925)/0,925=2663,1 \text{ кгс (26.6 кН)}.$$

Порівняємо одержане значення ( $P_{\text{під}}$ ) із максимальною вантажопідйомністю  $P_{\text{під.мах}}$  заднього начіпного пристрою трактора МТЗ-80, яка становить 30 кН.

$$P_{\text{під.мах}}=30\text{кН} > P_{\text{під}}=26,6\text{кН}$$

Таким чином, необхідна сила для підйому знаряддя, що забезпечить його переведення із робочого положення в транспортне, саме менша від максимальної сили підйому начіпки. При підйомі знаряддя в центральній тязі начіпки виникає сила  $P_T$ , яка діє на розтягування. Для визначення такої сили  $P_T$  спроектуємо силу  $P_{\text{під}}$  на центральну тягу (Рис. 3.3).

$$P_T = P_{\text{під}} / \cos \alpha \quad (3.3)$$

де  $\alpha$  - кут між центральною тягою і силою  $P_{\text{під}}$ ,  $\alpha = 55$  ( $\cos 55^\circ = 0,574$ )  
Підставимо в залежність (3.3) його значення, отримаємо:

$$P_T = 2663,13 / 0,574 = 4643,03 \text{ кгс (46,4 кН)}$$

Таким чином, при підйомі знаряддя, в центральній тязі виникає зусилля на розтягування, яка становить 46,4 кН.

### 3.5 Розрахунок на міцність центральної тяги

Умови міцності деталі при розрахунку по допустимим напругам полягають в тому, що найбільші сили, які виникають в центральній тязі, не повинні перевищувати допустиме напруження (Рис.3.5).

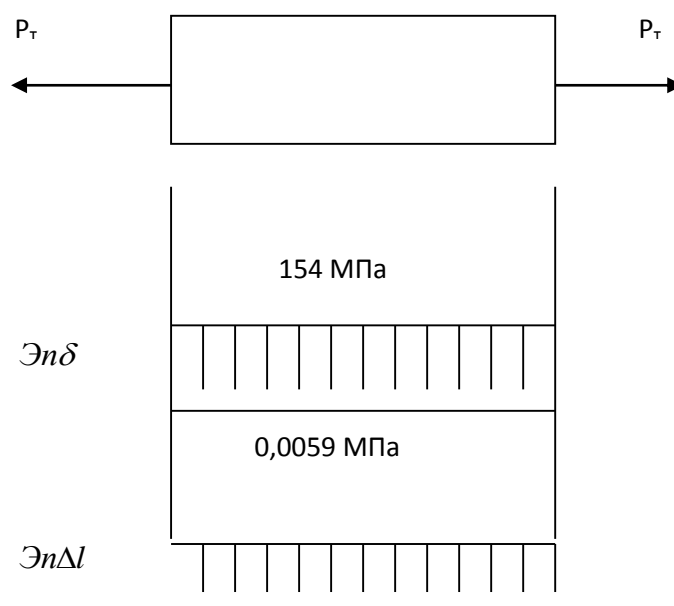


Рис. 3,5 - Епюра розподілення напружень

Залежність для перевірки міцності центральної тяги має наступний вид:

$$\frac{P_{\max}}{F} \leq [\delta] \quad [\delta] = 160 \text{ МПа} \quad (3.4)$$

Порівняємо одержане значення  $P_{\text{під}}$  із максимальною

Розрахункова формула для підбору зрізу виходить з умови міцності в

припущені, що дійсні напруження дорівнюють допустимим напруженням.

$$F = \frac{P_{\max}}{[\delta]} \quad [\delta] = 160 \text{ МПа} \quad (3.5)$$

$F$  – площа поперечного перерізу тяги.

$$P_{\max} = P_T = 464.3 \text{ МПа}$$

Збільшуємо зовнішній діаметр труби до 3,0 см. Тоді площа перерізу дорівнює.

$$F_1 = \frac{\pi d_1^2}{4} = \frac{3.14 \cdot 3^2}{4} = 7.065 \text{ см}^2$$

$$F_2 = \frac{\pi d_2^2}{4} = \frac{3.14 \cdot 2^2}{4} = 3.14 \text{ см}^2$$

Площа перерізу труби дорівнює

$$P_{\max} = P_T = 464.3 \text{ МПа}$$

$$F_{TP} = F_1 - F_2 = 7.065 - 3.14 = 3.92 \text{ см}^2$$

Нормальна напруга в тязі розраховується по наступній залежності:

$$\delta = \frac{P}{F} \quad (3.6)$$

$$\delta = \frac{46,4}{3.925} = 11,8 \text{ МПа}$$

Абсолютне розтягнення дорівнюватиме

$$\Delta l = \frac{Pl}{EF} \quad (3.7)$$

де  $l$  - довжина труби,  $l = 10 \text{ см}$

$E$  – модуль повздовжньої пружності

$$\Delta l = \frac{464.3 \cdot 10}{2 \cdot 10^5 \cdot 3.925} = 0.0059 \text{ см}$$

Тяга витримує діючі на неї сили при підйомі плуга із запасом в 42 МПа.

#### Висновок

Удосконалення елементів механізму приєднання до колісного трактора начипного знаряддя забезпечить покращення якісних показників його роботи та інших ґрунтообробних і посівних машин за рахунок підвищення їх стійкості при виконанні ґрунтообробних робіт. При цьому забезпечуються умови прямолінійного руху начипного агрегату при обробі ґрунту просапних культур впоперек схилу.

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ПРИ ВИКОНАННІ КУЛЬТИВАТОРНИХ РОБІТ

### 4.1 Загальні вимоги безпеки при культивуванні ґрунту

Культиваторні агрегати повинні бути зручними і безпечними при використанні та обслуговуванні під час використання та технічному обслуговуванні. Усі культиватори повинні мати безпечний доступ на робочих органах.

Державними стандартами і санітарними правилами регламентовані вимоги до конструкції культиваторів, самохідних та інших сільськогосподарських машин (обладнання машин приладами безпеки, сигналізації, спеціальними пристроями, інструментом і документацією), до статичної стійкості машин, гідро- і пневмоприводів, робочого місця оператора, органів керування та інших елементів конструкції, від яких залежать умови праці і безпека оператора. Зокрема культиватори, що застосовують на крутих схилах, обладнують захисними кабінами (захисними каркасами), креномірами та сигналізаторами. Культиватори не повинні забруднювати навколишнього середовища при обробці ґрунту, а саме не утворювати пиловидну фракцію при обробці ґрунту. Крім того, відповідними правилами охорони праці передбачені також вимоги до умов роботи тракториста безпосередньо на робочому місці, а саме в зоні його сидіння, а електрообладнання, навіпних і причіпних культиваторів повинно бути справним і надійним в роботі.

До міжрядного обробки ґрунту допускаються лише технічно справні культиватори і знаряддя, що повністю відповідають нормам і вимогам безпеки. Саме нові, відремонтовані, а також культиватори, що тривалий час не працювали, допускати до роботи лише після їх технічного огляду та ретельної перевірки всіх їх робочих органів.

## 4.2 Безпечні умови при комплектуванні та використанні культиваторних агрегатів

Безпечними умовами комплектування та використання культиваторних агрегатів передбачено виконання робіт по налагодженню культиваторного агрегату на задані умови роботи самим трактористом-машиністом. Слід зауважити, що за технічний стан, а саме комплектування та безпечне використання культиваторів, які знаходяться у приватній власності підприємця, несе відповідальність її власник. До експлуатації культиватори допускаються абсолютно справні, відрегульовані і перевірені на справність, та пройшли відповідну підготовку до використання.

Начіпні культиватори, перевіряють і агрегують саме з тим трактором, що зазначений у заводській інструкції культиватора.

До роботи в полі накультиваторних агрегатах допускаються фізично здорові, та навчені за спеціальною програмою, а саме наявність посвідчення про відповідну кваліфікацію і проінструктовані по техніці безпеки. Залежно від виду культивації, механізатори мають бути забезпечені саме відповідними засобами захисту і спецодягом.

Перед виконанням культиваторних робіт поле спочатку необхідно оглянути агрономом на предмет наявності сторонніх предметів та інших включень, що перешкоджають нормальній роботі культиваторних агрегатів. Після цього виконують роботи по відзначенню поворотних полос та визначенню раціонального способу культивації ґрунту у відповідності з операційною картою. В цілому культиваторні роботи повинні відповідати розробленим і затвердженим головним спеціалістом або керівником господарства технологічним та маршрутним картам виконання польових робіт.

#### 4.3 Вимоги до культиваторних робіт щодо безпечної їх роботи при міжрядному обробітку ґрунту

Вимогами до культиваторних робіт щодо безпечної їх роботи при міжрядному обробітку ґрунту передбачено створення безпечних умов проведення їх обкатки, яка проводиться на початку виконання польових робіт. При цьому культиваторні агрегати повинні бути повністю укомплектовані та відрегульовані на задані умови роботи, обладнані необхідними пристроями та захисним огородженням небезпечних вузлів.

Для виконання культиваторних робіт на чіпним тракторним агрегатом поле необхідно завчасно підготувати, а саме, розмітити його відповідно до вимог технологічної карти на виконання культивації ґрунту.

На відбитих ділянках полів, над якими проходять лінії електро передач, культивація і проїзд машин дозволено у випадку, якщо відстань від найвищої точки культиваторного агрегату до нижнього проводу лінії електропередач становить не менше вказаних в таблиці величин (табл.4.1).

Таблиця 4.1 – Безпечні мінімальні відстані до лінії електропередач в залежності від напруги в них.

Напруга лінії електропередач, кВ	До 1	2	35—110	154	220	330-500
Відстань по горизонталі, м	1,5	2	4	5	6	9

Відстань по вертикалі, м	1	2	3	4	4	5-6
--------------------------	---	---	---	---	---	-----

Щодо виконання культиваторних робіт на похилих ділянках поля, то до керування трактором слід допускати трактористів-машиністів вищої кваліфікації та із стажем роботи по спеціальності не менше саме трьох років, що пройшли відповідне навчання та інструктаж з техніки безпеки при виконанні культиваторних робіт. Крім того, відповідальна особа повинна видати трактористу-машиністу саме технологічну карту на виконання культиваторних робіт, в якому повинні бути зазначені маршрут його руху і особливості безпечного виконання культиваторних робіт в даних умовах.

Слід відмітити, що під час прискореного руху агрегату по вибоїнам поперечна стійкість самого трактора, особливо стосується колісного, зменшується через зниження його повздовжньої стійкості, викликане поштовхами пневматичних шин саме об нерівності, особливо на крутих поворотах та слизькій дорозі під час руху впоперек схилу. Перед початком культивації ґрунту агрегат слід перевірити справність і комплектність всього агрегату. Краще для цього використати рівну горизонтальну поверхню, на якій вирівнюють робочі органи культиватора та підтягують їх кріплення до рами. Окрім того, механізаторів, які обслуговують культиваторний агрегат, необхідно забезпечити засобами індивідуального захисту, а також пристроями для очищення робочих органів культиватора. Виконувати очистні роботи необхідно тільки при зупиненому агрегаті. Починати подальший рух культиваторного агрегату необхідно тільки після виконаних робіт з дотриманням безпечних умов праці. В цілому до керування складними і спеціальними причіпними та начіпними знаряддями дозволяється особам не молодше 17 років, які пройшли відповідне навчання і отримали саме права на керування даним агрегатом, а також пройшли ввідний інструктаж з техніки безпеки. Машинно-тракторний культиваторний агрегат, який крім тракториста обслуговують окремі працівники, повинен бути також

обладнаний двосторонньою сигналізацією. Слід також зауважити наступне, при заглиблених робочих органах в ґрунт, не можна робити крутих поворотів, так як це може призвести до поломки культиватора і аварії. Саме перед поворотом культиваторного агрегату робочі органи необхідно повністю виглибити, а на початку прямолінійного руху їх знову треба заглибити. По закінченню культивації ґрунту агрегат необхідно повністю очистити від рослинності та ґрунту, перевірити його кріплення до трактора і у відповідності з умовами роботи виконати наступні планові дії.

### Висновок

У відповідності із технологічною операцією міжрядного обробітку ґрунту культиваторним агрегатом, розроблені ряд охоронних заходів, запровадження яких у виробничих умовах дозволить покращити стан безпеки механізаторів при виконанні ґрунтообробних та інших польових робіт.

## 5 ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗРОБЛЕНИХ ЗАХОДІВ ПО УДОСКОНАЛЕННЮ ТЕХНОЛОГІЇ МІЖРЯДНОГО ОБРОБІТКУ ГРУНТУ

### 5.1 Розрахунок показників економічної ефективності застосування культиваторного агрегату міжрядного обробітку ґрунту

Результатом розрахунків показників економічної ефективності застосування культиваторного агрегату міжрядного обробітку являється їх ефективність, яка визначається при порівнянні із серійним агрегатом. Передумовою удосконалення культиваторного агрегату являється прагнення покращити його техніко-економічні показники. Виходячи із цього застосування більш досконалого культиваторного агрегату повинно поліпшити ефективність їх використання. При цьому передбачається отримання більш якісного виконання міжрядного обробітку ґрунту, а саме підвищення якісних показників підрізання бур'янів. Щоб розрахувати економічну ефективність від застосування удосконаленого культиваторного агрегату, слід провести аналіз витрат на його удосконалення, утримання та виконати річний обсяг міжрядних робіт. При цьому всі витрати, що пов'язані з утриманням і застосуванням культиваторного агрегату, поділяться на постійні та змінні.

Всі витрати на культиваторний агрегат розраховуються як на річний обсяг робіт, так і на одиницю виконаної культиваторної роботи:

- постійні витрати на використання культиваторного агрегату протягом всього строку використання в господарстві можна визначити;

- амортизаційні відрахування на утримання, *грн/рік*:

$$\text{трактора:} \quad A_{\text{тр}} = \frac{C_{\text{н.тр}} - C_{\text{к.тр}}}{T_{\text{ме.тр}}}, \quad (5.1)$$

$$\text{культиватора:} \quad A_{\text{рм}} = \frac{C_{\text{н.рм}} - C_{\text{к.рм}}}{T_{\text{ме.рм}}}, \quad (5.2)$$

де  $C_{\text{н.тр}}, C_{\text{н.рм}}$  — відповідно, початкова ціна трактора та культиватора, *грн*;

$C_{\text{к.тр}}, C_{\text{к.рм}}$  — кінцева ціна трактора та культиватора, *грн*;

$T_{\text{ме.тр}}, T_{\text{ме.рм}}$  — термін використання трактора та культиватора, *роки*;

- культиватора придбані за власний кошти:

$$\text{трактора:} \quad B_{\text{ектр}} = \frac{H_{\text{ек}}}{100} \cdot K_{\text{ектр}}, \quad (5.3)$$

$$\text{культиватора:} \quad B_{\text{екм}} = \frac{H_{\text{ек}}}{100} \cdot K_{\text{екм}}, \quad (5.4)$$

де  $H_{\text{ек}}$  - норма коштів на вкладений капітал, %;

$K_{\text{ек.тр}}, K_{\text{ек.рм}}$  - вкладення на придбання трактора та культиватора, *грн*;

$$K_{\text{ектр}} = \frac{C_{\text{н.тр}} + C_{\text{к.тр}}}{2}, \quad (5.5)$$

$$K_{\text{екрм}} = \frac{C_{\text{н.рм}} + C_{\text{к.рм}}}{2}, \quad (5.6)$$

- витрати на зберігання культиватора, *грн/рік*:

$$\text{трактора:} \quad B_{\text{зб.тр}} = \frac{H_{\text{зб.тр}}}{100} \cdot C_{\text{н.тр}}, \quad (5.7)$$

$$\text{культиватора:} \quad B_{\text{зб.рм}} = \frac{H_{\text{зб.рм}}}{100} \cdot C_{\text{н.рм}}, \quad (5.8)$$

де  $H_{\text{зб.тр}}, H_{\text{зб.рм}}$  - норма відрахувань на зберігання трактора, культиватора, %.

- сума на протязі року витрат, *грн./рік*:

$$\text{трактора:} \quad B_{\text{тр.тр}} = A_{\text{тр}} + B_{\text{екстр}} + B_{\text{збн.р}} \quad (5.9)$$

$$\text{культиват ора:} \quad B_{\text{тр.м}} = A_{\text{тр}} + B_{\text{екстр}} + B_{\text{збн.м}} \quad (5.10)$$

- питомі витрати, *грн./год*:

$$\text{трактора:} \quad \epsilon_{\text{тр.тр}} = \frac{B_{\text{тр.тр}}}{T_{\text{тр.тр}}}, \quad (5.11)$$

$$\text{культиват ора:} \quad \epsilon_{\text{тр.м}} = \frac{B_{\text{тр.м}}}{T_{\text{тр.м}}}, \quad (5.12)$$

-

де  $T_{\text{тр.тр}}$ ,  $T_{\text{тр.м}}$  — річне завантаження трактора, культиватора,

- сума питомих постійних витрат самена культиваторний агрегат, *грн/год*:

$$\epsilon_{\text{пр.а}} = \epsilon_{\text{пр.тр}} + \epsilon_{\text{пр.м}}, \quad (5.13)$$

- змінні витрати на застосування культиваторного агрегату;

- питомі витрати на заробітну плату механізаторам, *грн/год*:

$$\epsilon_{\text{з.з.п}} = C_{\text{м}} \cdot n_{\text{м}}, \quad (5.14)$$

де  $C_{\text{м}}$  - годинна ставка саме механізатора, *грн/год*;

$n_{\text{м}}$  - кількість механізаторів на культиваторному агрегаті.

- річні витрати на заробітну плату механізатору, *гра/рік*:

$$B_{\text{зр.зп}} = \epsilon_{\text{зр.зп}} \frac{O_{\text{сез}}}{W_{\text{и}}}, \quad (5.15)$$

де  $W_{\text{и}}$  - годинна продуктивність саме культиваторного агрегату, *грн/год*;

$O_{\text{сез}}$  - сезонний обсяг роботи на міжрядному обробітку ґрунту, *га*.

- витрати на паливно-мастильні матеріали, *грн/год*:

$$\epsilon_{зз.пмм} = q_{га} \cdot W_T \cdot \Pi_{пмм} \quad (5.16)$$

де  $q_{га}$  - витрати палива на виконану роботу,  $кг/га$ ;

$\Pi_{пмм}$  - вартість пального,  $грн./кг$ .

- річні витрати на паливо-мастильні матеріали,  $грн/рік$ .

$$B_{зр.пмм} = q_{га} \cdot O_{сез} \cdot \Pi_{пмм}, \quad (5.17)$$

- питомі (годинні) витрати на технічне обслуговування трактора,  $грн/год$ :

$$\epsilon_{зз.ТО.тп} = \frac{B_{зр.ТО.тп}}{T_{зр.тп}}, \quad (5.18)$$

де  $B_{зр.то.тр}$  - річні витрати коштів на технічне обслуговування енергетичного засобу,  $грн$ .

- питомі витрати коштів на обслуговування культиватора,  $грн./год$

$$\epsilon_{зз.ТО.м} = \frac{B_{зр.ТО.м}}{T_{зр.м}}, \quad (5.19)$$

де  $B_{зр.то.м}$  - річні витрати коштів на технічне обслуговування культиватора,  $грн$ .

- сума змінних саме питомих витрат коштів на культиваторний агрегат,  $грн/год$ :

$$\epsilon_{зз.а} = \epsilon_{зз.зн} + \epsilon_{зз.пмм} + \epsilon_{зз.то.тп} + \epsilon_{зз.то.м}, \quad (5.20)$$

- сума питомих саме постійних та питомих змінних витрат коштів на годину роботи культиваторного агрегату,  $грн/год$ :

$$\epsilon_{сгг} = \epsilon_{пгг} + \epsilon_{згг}, \quad (5.21)$$

- витрати коштів підприємства на одиницю виконаної роботи міжрядного обробітку ґрунту культиваторним агрегатом, *грн/га*:

$$\epsilon_{сгг.а} = \frac{\epsilon_{сгг.а}}{W_{г}}, \quad (5.22)$$

Прийmemo наступне допущення, що на одиницю виконаної роботи серійного і удосконаленого культиваторного агрегату витрати однакові. При цьому саме якісні показники обробітку ґрунту удосконаленим агрегатом перевищують серійний за рахунок саме стабільного ходу культиватора на заданій глибині, що призведе в кінцевому результаті до підвищення врожайності сільськогосподарської культури.

Слід також відмітити, що перевищення допустимого відхилення від допустимих показників міжрядного обробітку серійним культиватором на нерівних полях його якісні показники можна оцінити на «задовільно», що відповідає коефіцієнту реалізації біопотенціалу 0,93, що призводить до недобору врожаю до 7%. Застосування на міжрядному обробітку ґрунту удосконаленого культиваторного агрегату, а саме в результаті дотримання виконання заданих умов міжрядного обробітку ґрунту в межах агрозону, забезпечить якість обробітку з оцінкою «добре», що відповідає коефіцієнту реалізації потенціалу 0,96. Таким чином, в результаті підвищення коефіцієнта реалізації потенціалу культурних рослин їх врожайність, наприклад кукурудзи на зерно, в середньому можна прийняти 60 ц/га, підвищиться до 65 ц/га.

При цьому додатковий економічний ефект саме від збільшення врожайності кукурудзи за рахунок підвищення якісних показників міжрядного обробітку ґрунту удосконаленим культиватором можна визначити за допомогою наступної залежності:

$$E_{\partial} = C_z \cdot U_{\partial} \cdot S \quad (5.23)$$

де  $C_z$  – середня закупівельна ціна одного центнера зерна, 730 грн;

$U_{\partial}$  – додатковий врожай, ц/га. Дотримання виконання заданих умов міжрядного обробітку ґрунту в межах агровимог дозволить підвищити врожайність кукурудзи на зерно на 5 ц/га.

$S$  – площа посівів кукурудзи, 100 га.

$$E_{\partial} = 770 \cdot 0,5 \cdot 100 = 38500 \text{ грн.}$$

Результати розрахунків по визначенню економічної ефективності використання удосконаленого культиваторного агрегату приведені в таблиці 6.1.

Таблиця 5.1 – Порівняльні техніко-економічні показники  
культиваторних агрегатів

ПОКАЗНИКИ	В АБСОЛЮТНИХ ОДИНИЦЯХ		В %
	МТЗ-80 + КРН-5,4	МТЗ-80 + КРН-5,4У	
1. Швидкість ґрунтообробного агрегату, $V$ , км/год.	7,5	8,7	116
2. Продуктивність ґрунтообробного агрегату, $W_e$ , га/год	4,1	4,5	110
3. Коефіцієнт використання робочого часу ґрунтообробного агрегату, $\tau$	0,73	0,84	115
4. Економічний ефект від підвищення врожайності кукурудзи на зерно за рахунок більш якісного обробітку ґрунту	-	38500	-

(з розрахунку на 100 га посівної площі), грн.			
--	--	--	--

### Висновок

В результаті виконаних розрахунків, пов'язаних із удосконаленням культиватора для міжрядного обробітку ґрунту. Визначені основні показники його ефективності в порівнянні із серійним. При цьому економічний ефект від підвищення врожайності кукурудзи на зерно за рахунок більш якісного обробітку ґрунту, а саме з розрахунку на 100 га посівної площі становить 38500 грн.

### ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Аналіз технологій поверхневого обробітку ґрунту показав, що найважливішим із них являється міжрядний обробіток, який в найбільшій мірі впливає на ріст і розвиток культурних рослин і в цілому на врожайність сільськогосподарських культур. Установлено, що під час міжрядного обробітку ґрунту має місце недотримання агротехнічних вимог саме начіпними ґрунтообробними агрегатами, зокрема щодо дотримання глибини обробітку ґрунту.

За результатами виконаного багатокритеріального аналізу просапних агрегатів кращий ґрунтообробний агрегат для заданих умов роботи має наступний склад: енергетичний засіб трактор МТЗ-80 в складі з начіпним культиватором-рослинопідживлювачем КРН-5,4.

Удосконалення елементів механізму приєднання до колісного трактора начіпного знаряддя забезпечить покращення якісних показників його роботи та інших ґрунтообробних і посівних машин за рахунок підвищення їх стійкості при виконанні ґрунтообробних робіт. При цьому забезпечуються умови

прямолінійного руху начіпного агрегату при обробітку ґрунту просапних культур впоперек схилу.

У відповідності із технологічною операцією міжрядного обробітку ґрунту культиваторним агрегатом, розроблені ряд охоронних заходів, запровадження яких у виробничих умовах дозволить покращити стан безпеки механізаторів при виконанні ґрунтообробних та інших польових робіт.

В результаті виконаних розрахунків, пов'язаних із удосконаленням культиватора для міжрядного обробітку ґрунту. Визначені основні показники його ефективності в порівнянні із серійним. При цьому економічний ефект від підвищення врожайності кукурудзи на зерно за рахунок більш якісного обробітку ґрунту, а саме з розрахунку на 100 га посівної площі становить 38500 грн.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1 Машиновикористання в землеробстві За ред. В.І.Ільченка і Ю.П.Нагірного.— К.: Урожай, 1996. — 384 с.
- 2 Каталог-довідник машин і обладнання для агропромислового комплексу (видання друге). – К.: Асоціація „Промар” – 2002.
- 3 Довідник з машиновикористання в землеробстві / за ред. В.І.Пастухова. – Харків : „Веста” – 2001. - 347 с.
- 4 Организация и технология механизированных работ. (2-е изд., перераб. и доп.) М., „Колос”, 1976. – 416 с.
- 5 Робочий зошит (Використання машин в механізованих технологічних процесах)/П.А. Джолос, А.Г.Чигрин, О.І.Анікеєв – Х.: ХНТУСГ, 2009. – 56с.
- 6 Робочий зошит (АТС)/ А.Г.Чигрин., О.І.Анікеєв., О.М.Красноручький., В.Б. Савченко та ін. – Х.: ХНТУСГ, 2010. – 32с.
- 7 Агрокваліметрія/За ред. Д.І. Мазоренко, Ю.І. Ковтуна. – Харків: РВП «Оригінал», - 2000, 314с.
- 8 А.Н. Семенов, Дакало Б.А. Теоретическое обоснование оптимальных параметров многозубчатых лемехов с лобовым резанием почвы. Сб. н. тр. МИСП, т.ХІ, вып.1, ч.11. М.: 1974.
9. ДНАОП 2.0.00-1.01-12 «Правила охорони праці в сільськогосподарському виробництві»
10. ДНАОП 0.00.4.21-04 «Типове положення про службу охорони праці»
11. ДНАОП 0.00.4.12-05 «Типове положення про навчання працівників з питань охорони праці»
12. ДНАОП 0.00-8.01-93 «Перелік посад посадових осіб, які зобов'язані проходити попередню і періодичну перевірку знань з охорони праці»
13. ДНАОП 0.03-4.02-94 «Положення про медичний огляд робітників певних категорій»
13. НПАОП 0.00-4.12-05 «Перелік робіт з підвищеною небезпекою»
14. ДНАОП 0.00-3.01-98 «Типові норми безплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам сільського та водного господарства»

