МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра агроінженерії

Допущено до захисту
“__” _____ 2025р.
Зав. кафедри к.т.н., доцент___
(науковий ступінь, вчене звання)
_____А.В. Войтік___
(підпис) (ініціали, прізвище)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА (дипломний проект)
бакалавр
(назва освітнього ступеня)

тема роботи **«Використання техніки для вирощування озимої пшениці з розробкою операційної технології передпосівної культивації в умовах проектного сільськогосподарського підприємства»**

Виконав: студент 3 курсу, групи 31к-ім
освітньої програми __бакалавр_____
спеціальності_____
208 «Агроінженерія»
Кулик О.Ю.
(прізвище та ініціали)

Керівник доктор філософії, доцент Шевчук М.В.
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

м. Умань – 2025 рік

Зміст

ВСТУП 6

РОЗДІЛ 1. ВИРОБНИЧА ХАРАКТЕРИСТИКА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПІДПРИЄМСТВА

1.1 Напрям виробничої діяльності проектного підприємства 8

1.2 Біологічні особливості озимої пшениці та вибір сорту 9

1.3 Механізована технологія передпосівної культивації 12

Висновок до розділу 12

РОЗДІЛ 2. ПРОЕКТНО-ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

2.1 Технологічна карта як основа планування агровиробничих процесів 13

2.2 Побудова графіків використання тракторів та сільськогосподарської техніки 14

2.3 Розрахунок потреби в транспортних засобах та показників їх використання 16

2.4 Комплекс машин для вирощування пшениці озимої 19

2.5 Операційна технологія: Передпосівна культивація

2.5.1 Умови виконання операції 20

2.5.2 Агротехнічні вимоги 21

2.5.3 Підготовка агрегату до роботи 21

2.5.4 Підготовка поля до виконання операції 22

2.5.5 Контроль якості виконання операції 22

2.6 Опис конструктивної розробки

2.6.1 Обґрунтування вибору конструкції машини 23

2.6.2 Конструктивна характеристика пристрою 23

2.6.3 Конструкція вузла стрілчастої лапи 26

2.7 Технологічні розрахунки

2.7.1 Розрахунок параметрів стрілчастих лап 27

РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ

3.1 Організація охорони праці 37

3.2 Аналіз охорони праці при вирощуванні озимої пшениці 38
3.3 Заходи з охорони праці при роботі з удосконаленим культиватором КСТ-3,8 39
Висновок до розділу 40
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА
4.1 Обґрунтування доцільності та значення впровадження розробленої машини 41
4.2 Вихідні дані для економічного обґрунтування 41
4.3 Визначення економічної ефективності впровадження культиватора 42
ВИСНОВКИ 44
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ 46

ВСТУП

В останні роки в господарствах України широке розповсюдження одержала комплексна механізація вирощування озимої пшениці на площі понад 60 % її загальної кількості.

Комплексна механізація вирощування озимої пшениці передбачає:

- вибір найкращих попередників , високоврожайних сортів
- сувору технологічну дисципліну при виконані технологічних операцій процесу,
- застосування широкозахватної високопродуктивної техніки,
- потоковість виконання робіт з двозмінним режимом використання техніки;
- мінімізацію обробітку фунту та догляду за посівами;
- використання нових високоефективних гербіцидів та необхідних мінеральних та органічних добрив;
- застосування прогресивних форм організації праці, матеріального стимулювання
- високу культуру землеробства.

Оснащення сільськогосподарських підприємств сучасною Високопродуктивною і надійною технікою – одна із основних умов подальшого індустріального розвитку сільського господарства , росту продуктивності праці, збільшення врожайності сільськогосподарських культур, скорочення трудових, матеріальних і грошових витрат на виробництво продукції рослинництва і тваринництва.

Висока оснащеність сільськогосподарських підприємств забезпечує повну механізацію виконання сільськогосподарських робіт. Сучасна техніка дозволяє виконувати сільськогосподарські роботи швидко і з високою якістю, при мінімальних витратах робочого часу та грошових засобів на виробництво одиниці продукції.

Інженер повинен мати не тільки глибоку професійну підготовку, але й певні навики дослідницької роботи. Він повинен уміти узагальнювати передовий досвід, виявити найбільш раціональні форми використання техніки. Цього поіребує сучасний рівень розвитку науки.

РОЗДІЛ 1 ВИРОБНИЧА ХАРАКТЕРИСТИКА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПІДПРИЄМСТВА

1.1 Напрям виробничої діяльності проектного підприємства

Підприємство створене з метою здійснення виробничої діяльності, орієнтованої на підготовку фахівців аграрного профілю. Основним видом його діяльності є вирощування елітного насіння зернових культур, соняшника та ріпаку, а також загальний розвиток сільськогосподарського виробництва.

Функціонування підприємства здійснюється на основі принципів господарського розрахунку з раціональним використанням наявного виробничого потенціалу, земельних ресурсів, матеріально-технічної бази та трудових ресурсів. Ґрунтовий покрив території переважно представлений звичайними чорноземами (понад 70%). Крім того, присутні чорноземи лучні (близько 15%), а також опідзолені, лучно-чорноземні та дерново-опідзолені ґрунти.

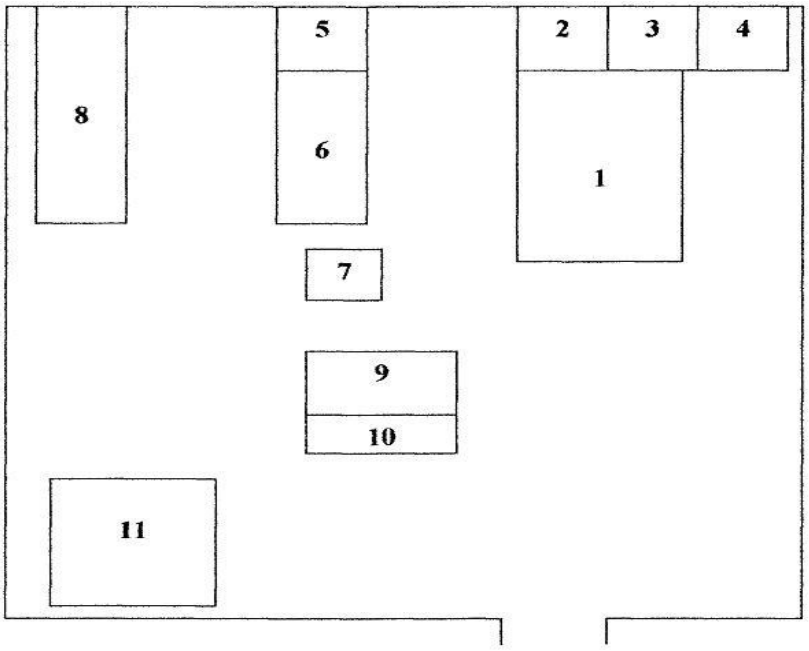


Рис.1.1 Схема об’єктів тракторної бригади в проектному підприємстві

1 – гараж; 2 - слюсарна дільниця; 3 – електрозварювальна дільниця; 4 - ковальська дільниця; 5 - місце стоянки та зберігання комбайнів; 6 - місце стоянки тракторів; 7 - сторожка; 8,11 - місце зберігання сільськогосподарської техніки; 9 - пункт заправки тракторів та зберігання ПММ; 10 - вагова

До основних функцій інженерно-технічної служби належить експлуатація сільськогосподарської техніки та обладнання, їх технічне обслуговування, ремонт і зберігання. Крім того, служба відповідає за матеріально-технічне забезпечення господарства — постачання машин, обладнання, запасних частин і паливно-мастильних матеріалів, а також за створення безпечних умов праці, забезпечення протипожежного захисту та підвищення кваліфікації персоналу.

Рослинництво обслуговує тракторно – польова бригада, в якій нараховується достатня кількість тракторів різних марок, в тому числі достатня кількість, достатня кількість зернозбиральні комбайни та інша ґрунтообробна та посівна техніка, а також автопарк з наявністю достатня кількість автомобілів, рем майстерня, склад ПММ, і склад запчастин, будівельна бригада, столова.

Інфраструктура підприємства включає центральний склад паливно-мастильних матеріалів (ПММ), заправні пости, а також стаціонарні та пересувні заправні засоби і спеціалізовані транспортні одиниці для доставки нафтопродуктів. Постачання ПММ до господарства здійснюється автоцистернами, а їх видача — через стаціонарні паливо-роздавальні колонки.

Нафтосклад обладнаний окремими ємностями для зберігання бензину та дизельного пального. Моторні та трансмісійні мастила зберігаються в індивідуальних резервуарах, відповідно до технічних і безпекових вимог.

1.2 Біологічні особливості озимої пшениці та вибір сорту

У процесі розвитку озима пшениця проходить 12 етапів органогенезу та кілька основних фенологічних фаз: проростання насіння, поява сходів, кущення, стеблування (вихід у трубку), колосіння, цвітіння, формування зерна, молочна, воскова та повна стиглість. Перші стадії (проростання, сходи та частково кущення) відбуваються восени, тоді як решта — навесні та влітку наступного року. Осіння вегетація триває орієнтовно 40–50 днів, а весняно-літній період займає 90–110 днів. Маса 1000 зерен становить у середньому 35–50 грамів.

За сприятливих умов сходи з’являються вже на 7–9-й день після посіву. Через 13–15 днів формується 3–4 листки та закладається вузол кущення (на глибині 2–3 см), що означає перехід у фазу кущення. До настання зими рослини мають утворити 2–4 пагони, що забезпечується 40–50 днями вегетації. На цей час коренева система проникає на глибину до 50–70 см.

Після відновлення вегетації навесні, що починається при середньодобовій температурі 4–5 °С, рослини продовжують кущення протягом 25–30 днів. Далі розпочинається фаза стеблування (виходу в трубку), яка триває близько місяця й завершується колосінням. Через кілька днів настає цвітіння, після чого зупиняється ріст стебла. Пшениця — самозапильна культура, тому навіть при полеганні посівів запилення можливе, але знижується урожайність, кількість зерен у колосі й маса 1000 зерен — на 20–40%.

Після запліднення відбувається формування зерна. Через 12–17 днів зернівка досягає остаточної довжини й переходить до фаз молочної, тістоподібної, воскової та повної стиглості. Молочна стиглість триває 7–14 днів, воскова — 7–9 днів. У середині воскової стиглості, коли вологість зерна знижується до 33–35%, зупиняється надходження поживних речовин, і можна приступати до роздільного збирання.

Озима пшениця відзначається високою холодостійкістю. Проростання насіння починається вже при 1–2 °С, а оптимальною температурою для дружних сходів є 14–16 °С. При температурі понад 25 °С утворюються ослаблені проростки з тонкою кореневою системою, що підвищує ризик захворювань. Загартовані рослини здатні витримувати зниження температури до –17…–18 °С, а окремі сорти — до –20 °С. Загартуванню сприяє прохолодна, сонячна погода в передзимовий період тривалістю 12–14 днів і підвищене фосфорно-калійне живлення. Максимальна морозостійкість спостерігається на початку зими й поступово знижується до весни, особливо в умовах частого відтавання та замерзання ґрунту.

Пшениця потребує достатньої кількості вологи — оптимальна вологість ґрунту має становити 65–75% НВ. Дефіцит вологи в критичні фази розвитку негативно впливає на загальну кущистість, кількість зерен у колосі та їхню повноцінність. Транспіраційний коефіцієнт культури становить 320–450, але його можна зменшити за рахунок фосфорно-калійного живлення й дробного внесення азоту.

Культура вибаглива до поживних речовин. Для формування 1 ц зерна з відповідною кількістю соломи з ґрунту виноситься 3–4 кг азоту, 1–1,3 кг фосфору (P_2O_5) і 1,8–2,5 кг калію (K_2O). Ефективність засвоєння елементів живлення залежить від їх джерела: ґрунтові запаси, органічні або мінеральні добрива, внесені під попередник чи безпосередньо під пшеницю.

Пшениця є світлолюбною культурою. Недостатнє освітлення восени призводить до поганого загартування, зменшення морозостійкості; навесні — до вилягання; під час наливу зерна — до зниження вмісту білка.

Найкраще культура росте на добре окультурених, структурних ґрунтах середнього механічного складу. Чорноземи, каштанові та сірі лісові ґрунти забезпечують найвищу врожайність. Дерново-підзолисті ґрунти придатні за умови застосування органічних і мінеральних добрив, сидератів, вапнування, осушення та глибокого обробітку. Непридатні для вирощування — солонці, солоді, піщані й важкі глинисті ґрунти з підвищеною вологістю.

При виборі сортів слід враховувати біологічні та технологічні характеристики, а також зональну придатність. Рекомендується використовувати 2–4 сорти різної скоростиглості й реакції на зовнішні чинники, що дозволяє мінімізувати ризики та краще пристосуватися до умов вирощування. В Україні зареєстровано понад 65 сортів озимої м’якої пшениці, зокрема сильні сорти: Донецька 46, Дончанка 3, Одеська 162, Тіра, Фантазія одеська, Коломак 3, Ятрань 60, Леля, Ніконія та ін. Цінні сорти — Вікторія одеська, Миронівська 33, Циганка, Порада, Херсонська 86 та інші.

1.3 Механізована технологія передпосівної культивації

Для підготовки ґрунту до сівби здійснюється передпосівна культивація за допомогою агрегату Т-150 + КСТ-3,8У на глибину 6–8 см. Важливо, щоб проміжок часу між культивацією та сівбою був мінімальним — найкраще, якщо обидві операції виконуються в один день.

Висновок до розділу

Озима пшениця є важливою сільськогосподарською культурою, що характеризується складною біологією розвитку та високими вимогами до умов вирощування. Упродовж вегетаційного періоду рослина проходить низку фенологічних фаз і етапів органогенезу, які мають вирішальне значення для формування майбутнього врожаю. Особливу увагу слід приділяти осінньому розвитку, коли закладаються основи кущення та морозостійкості, а також весняно-літнім фазам, що впливають на озерненість колоса та масу зерна.

Пшениця потребує родючих, добре структурованих ґрунтів, збалансованого мінерального живлення, достатньої вологості та сприятливих температурних умов. Недотримання агротехнічних вимог у критичні фази росту призводить до суттєвого зниження продуктивності.

Раціональний вибір сортів з урахуванням зональних рекомендацій, термінів дозрівання та стійкості до несприятливих умов дозволяє не лише підвищити врожайність, а й зменшити ризики, пов’язані з погодними аномаліями. Застосування декількох сортів з різними біологічними властивостями забезпечує стабільність виробництва та ефективніше використання ресурсів господарства.

Отже, глибоке знання біологічних особливостей культури та виважений підхід до сортової політики — основа отримання високих і сталих урожаїв озимої пшениці.

РОЗДІЛ 2. ПРОЕКТНО-ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

2.1 Технологічна карта як основа планування агровиробничих процесів

Технологічна карта є ключовим нормативно-технологічним документом, що регламентує весь комплекс агротехнічних заходів із вирощування та збирання сільськогосподарських культур у межах господарства. Вона розробляється на плановий період — зазвичай на один рік — із урахуванням наявного машинно-тракторного парку, а також із можливістю впровадження нових, більш продуктивних агрегатів і сучасних методів обробітку. Основна мета впровадження технологічної карти — забезпечення високої врожайності культур при мінімальних витратах праці, ресурсів і пального.

Для прикладу розглянемо розрахунок техніко-економічних показників на прикладі основного обробітку ґрунту — зокрема, оранки.

Оранка виконується енергозасобом К-700 в агрегаті з плугом ПН-8-35. Змінна продуктивність такого агрегату становить:

- W_{xm} = 11,5 га/зміну
- Витрати палива — 17,68 л на 1 га

Ці показники дозволяють ефективно планувати витрати паливно-мастильних матеріалів, часові ресурси, а також визначати економічну доцільність застосування даного агрегату при обробітку певної площі.

1. Визначаємо годинну продуктивність за формулою:

$$W_{ргод} = \frac{W_{зм}}{T_{зм}}, га / год \qquad (2.1)$$

де $T_{зм}$ - тривалість зміни, год; $T_{зм}$=7 год

$$W_{ргод} = \frac{11,5}{7} = 1,64\ га / год$$

2. Визначаємо денну продуктивність агрегату за формулою:

$$W_д = W_{ргод} \cdot T_д, \; га/день \qquad (2.2)$$

де $T_д$ - тривалість дня, год.; $T_д$=21 год.

$$W_д = 1{,}64 \cdot 21 = 34{,}50 \; га/день$$

3. Визначаємо продуктивність агрегату за агрострок

$$W_a = W_д \cdot D_p, \; га/агр \qquad (2.3)$$

де $D_р$ - кількість днів; $D_р$=13

$$W_a = 34{,}50 \cdot 10 = 340 га/агр$$

4. Визначаємо кількість виконаних нормозмін за формулою:

$$H_{зм} = \frac{W_{заг}}{W_{зм}} \qquad (2.4)$$

де $W_{заг}$ - площа поля, га; $W_{заг}$=350 га

5. Визначаємо обсяг роботи в ум.ет.га за формулою:

$$W_{ум.ет.га} = H_{зм} \cdot W_{ет.тр}, \; ум.ет.га \qquad (2.5)$$

де Wет.тр. - еталонна продуктивність трактора за зміну

$$W_{ет.тр\,(К-700)} = 18{,}9 ум.ет.га$$

$$W_{ум.ет.га} = 20{,}83 \cdot 18{,}9 = 433{,}96 \; ум.ет.га$$

6. Визначаємо затрати праці на одиницю роботи за формулою:

$$З_П = \frac{n_0 + n_д}{W_{ргод}} \qquad (2.6)$$

де n_0 – кількість основних працівників, n_0=1;

$n_д$ - кількість допоміжних працівників, $п_д$=0

$$З_П = \frac{1}{1{,}64} = 0{,}83 \quad люд.год/га$$

7. Визначаємо затрати праці на весь обсяг роботи за формулою:

$$З_{ПЗ} = З_{П} \cdot W_{зг}, \; люд.год \tag{2.7}$$

$$З_{ПЗ} = 1{,}09 \cdot 170 = 185{,}3 \; люд.год$$

8.Визначаємо витрату палива на операцію за формулою;

$$Q = W_{заг} \cdot q_{га}, \; кг \tag{2.8}$$

де $q_{га}$ – витрата палива на 1 га, кг/га

$$Q = 170 \cdot 21{,}4 = 3638 \; кг$$

9.Розрахунок необхідної кількості МТА по операціях

Необхідна кількість тракторів визначається за формулою:

$$n_{тр} = \frac{W_{заг}}{W_{агр}}, \; шт \tag{2.9}$$

$$n_{тр} = \frac{170}{169} \approx 1 \; тр.$$

Необхідна кількість СГМ:

$$n_{сгм} = n_{тр} \cdot n_{вагр}, \; шт \tag{2.10}$$

де $п_{вагр}$ - кількість с/г машин в агрегаті

$$n_{сгм} = 1 \cdot 1 = 1 \; маш$$

2.2 Побудова графіків використання тракторів та сільськогосподарської техніки

Графік використання тракторів і сільськогосподарських машин розробляється на основі даних технологічної карти (див. аркуш 2 графічної частини). Зокрема, з карти беруться строки виконання технологічних операцій та кількість тракторів, необхідних для виконання кожної з них.

Графік подається у вигляді діаграми з двома координатними осями. По вертикальній осі (ординатах) відкладається кількість тракторів, задіяних у виконанні конкретної операції. По горизонтальній осі (абсцисах) — відповідні строки виконання. Далі будуються прямокутники, кожен з яких відповідає певній операції. Усередині прямокутника вказується номер операції згідно з технологічною картою, а також марка трактора відповідно до умовної системи позначень.

У другій частині графіка відображається лінійне використання сільськогосподарських машин (СГМ). Тут по вертикалі у вигляді таблиці зазначаються назви агрегатів та їх кількість, а по горизонталі — часові інтервали їх використання. Навпроти кожного агрегату будуються відрізки, які відображають період використання, а над ними вказується кількість СГМ, залучених до конкретної операції. У таблиці також зазначаються назви операцій, у яких задіяні ці агрегати.

2.3 Розрахунок потреби в транспортних засобах та показників їх використання

Для визначення кількості транспортних засобів, необхідних для обслуговування зернозбиральних комбайнів у складі збирально-транспортного загону, застосовується відповідна формула. Вона враховує продуктивність комбайнів, відстань перевезення, ємність транспортних засобів, тривалість завантаження й розвантаження, а також організаційні умови збору врожаю.

Такий розрахунок дозволяє оптимізувати кількість задіяних автомобілів, зменшити простої збиральної техніки та підвищити ефективність логістики у період збирання врожаю:

$$n_{ав} = \frac{n_к t_р W_{гт}}{60 q_{на} \gamma_{са}}, \qquad (2.11)$$

де $п_к$ - кількість комбайнів в обслуговуваній групі; $t_р$ - тривалість рейсу автомобіля, хв; $W_{гт}$ - продуктивність комбайна (по зерну) , т/год; $q_{на}$ - номінальна

вантажопідйомність автомобіля, т; $\gamma_{са}$ - коефіцієнт використання вантажопідйомності, $\gamma_{са}$=0,85.

Необхідність в обслуговуванні комбайна зумовлена заповненням його бункера зерном. Тривалість (хв) його заповнення визначають за формулою:

$$t_{нав} = \frac{600 V_{бк} \rho_з \psi}{B_р V_р U_з}, \quad (2.12)$$

де, $V_{6к}$ - місткість бункера для зерна комбайна, м^3; $\rho_з$ - об'ємна маса зерна,т/м^3; ψ - коефіцієнт використання місткості бункера ;$U_З$ - урожайність зерна, т/га.

$$t_{нав} = \frac{600 \cdot 0{,}79 \cdot 0{,}85}{5{,}98 \cdot 6{,}5 \cdot 4{,}5} = 19{,}55$$

Про визначення робочої швидкості комбайна вже йшлося. Тривалість рейсу автомобіля визначають з виразу:

$$t_р = t_{зв} + t_{зав} + t_{за} + t_{роз} + t_{бв}, \quad (2.13)$$

де $t_{зв}$- тривалість поїздки транспортного засобу з вантажем, хв;

$t_{зав}$- тривалість повного завантажування автомобіля зерном у полі, хв;

$t_{за}$ - витрати часу на зважування автомобіля з розрахунку на один рейс, хв;

$t_{роз}$ - тривалість розвантажування автомобіля на току (зерноочисному пункті) , хв.;

$t_{бв}$- тривалість поїздки транспортного засобу без вантажу, хв.

$$t_р = 10{,}71 + 16{,}5 + 5 + 5 + 8{,}5 = 45{,}8$$

Тривалість руху автомобіля з вантажем і без вантажу становить:

$$t_{зв} = \frac{60 l_в}{V_{зв}} = \frac{60 \cdot 5}{28} = 10{,}7, \quad (2.14)$$

$$t_{бв} = \frac{60 l_в}{V_{бв}} = \frac{60 \cdot 5}{32} = 8{,}5, \quad (2.15)$$

де $l_в$- відстань перевезення зерна, км; $V_{зв}$,.$V_{бв}$ - розрахункова швидкість автомобіля з вантажем та без вантажу, км/год,.

Тривалість повного завантаження автомобіля в полі залежить від організації перевезень зерна від комбайнів.

При прямих перевезеннях зерна від комбайнів:

$$t_{зав} = t_{вив} n_б + t_{пер}(n_б - 1) = 1{,}87 \cdot 4 \cdot 3(4-1) = 16{,}5, \quad (2.16)$$

де $t_{вив}$ - тривалість вивантажування зерна із бункера комбайна, хв; $n_б$–кількість бункерів зерна, що вміщуються в кузові автомобіля; $t_{пер}$ - витрати часу на переїзд автомобіля від одного комбайна до іншого, коли у кузові нагромаджується зерно з двох і більше бункерів комбайнів збиральної ланки.

Тривалість механізованого вивантажування зерна із бункера зернозбирального комбайна визначають за формулами:

при вивантажуванні зерна на зупинках –

$$t_{вив} = \frac{1000 V_{бк} \rho_з \psi}{60 W_ш} = \frac{1000 \cdot 6 \cdot 0{,}79 \cdot 0{,}85}{60 \cdot 40} = 1{,}87, \quad (2.17)$$

де $V_{бк}$ - місткість бункера, м^3; $\rho_з$ - об'ємна маса зерна, т/м^3; ψ - коефіцієнт використання місткості бункера, ψ=0,95; $W_ш$ - продуктивність

вивантажувального шнека, кг/с (для СК-5, СК-6 $W_ш$ =15 кг/с ; для "Дону-1500" та КЗС-9-1»Славутич» $W_ш$=40 кг/с; для "Вектор-410" $W_ш$=42 кг/с; для "Акрос-530" $W_ш$=90 кг/с;) ; $B_р$ - робоча ширина захвату жниварки комбайна, м; $V_р$ – робоча швидкість руху комбайна, км/год; $U_з$ - урожайність зерна, т/га.

Кількість бункерів, необхідну для завантажування автомобіля (із заокругленням до цілого меншого числа) , визначають з урахуванням вантажопідйомності автомобіля та маси зерна в бункері:

$$n_б = q_{на} / q_б = q_{на} / V_{бз} \rho_з \psi = 18{,}5 / 6 \cdot 0{,}79 \cdot 0{,}85 = 4{,}11 \quad (2.18)$$

Приймаю 4 бункери.

де $q_{на}$ - номінальна вантажопідйомність автомобіля, т; $q_б$ - маса зерна в бункері, т; $V_{бз}$ - місткість бункера, м^3; $\rho_з$ - об'ємна маса зерна, $\rho_з$=0,79 т/м^3; ψ - коефіцієнт використання місткості бункера зерна, ψ=0,95.

Тривалість переїзду автомобіля від одного комбайна до іншого, коли у кузові автомобіля нагромаджується зерно з двох і більше бункерів, приймають у межах $t_{пер}$=1 - 3 хв. Але вона не повинна перевищувати часу, що визначається з відношення:

де $t_{цк}$ - тривалість циклу (заповнення бункера плюс вивантажування зерна з нього) комбайна, хв; $п_к$- кількість комбайнів в обслуговуваній ланці.

Затрати часу на зважування автомобіля на автомобільних вагах $t_{за}$=4,5 хв, а тривалість механізованого розвантажування автомобіля $t_{роз}$ - 3,6 хв.

Кількість автомобілів, необхідну для відвезення зерна від комбайнів, визначають за формулою:

$$n_{ав} = \frac{n_к t_р W_{гт}}{60 q_{на} \gamma_{са}} = \frac{2 \cdot 45{,}7 \cdot 2{,}33}{60 \cdot 18{,}5 \cdot 0{,}85} = 0{,}23$$

$$n_{ав} = \frac{t_р n_к}{(t_{нав} + t_{вив}) n_б} = \frac{45{,}7 \cdot 2}{(19{,}55 + 1{,}87)4} = 1{,}1, \qquad (2.20)$$

Приймаємо 2 автомобілі.

2.4 Комплекс машин для вирощування пшениці озимої

Вибір складу машинно-тракторного парку (МТП)Для обґрунтованого вибору складу машинно-тракторного парку необхідно визначити критерій оптимальності, який дозволяє оцінити ефективність використання технічних засобів у виробництві. Як такий критерій можуть виступати мінімізація приведених витрат, поточних експлуатаційних витрат, енергомісткості машин, а також обсяг капітальних вкладень на придбання сільськогосподарської техніки.

Найбільш поширеним і практично обґрунтованим критерієм є мінімізація приведених витрат на виконання заданого обсягу робіт у встановлені агротехнічні строки. Саме цей підхід обирається і в даному проекті як основний.

Відповідно до обраного критерію, склад МТП формується на основі розрахунків потреби в техніці для виконання комплексу технологічних операцій. Необхідна кількість тракторів та іншої техніки наведена в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Необхідна кількість тракторів

Марка трактора	Необхідна кількість
Т-150	1
Т-150К	1
МТЗ-80	2
МТЗ-82	4
К-700	1
ДТ-75	2

Таблиця 2.2 – Необхідна кількість СГМ

Назва машин	Марка СГМ	Кількість
Лущильник дисковий	ЛДГ-15	1
Навантажувач	ПБ-35	2
Плуг	ПН-8-35	1
Машина для внесення мінеральних добрив	СЗ-5.4	2
Машина для внесення органічних добрив	ПРТ-10	1
Причіп	2ПТС40	1
Культиватор	КПС-4	2
Сівалка	СЗТ-5.4	2
Обприскувач	ОП-2000	1
Місткість для транспортування води	ПМР-3200	1
Зчіпку	СП-11	1
Комбайн	ДОН-1500	2

2.5 Операційна технологія: Передпосівна культивація

2.5.1 Умови виконання операції

Передпосівна культивація здійснюється під посів озимої пшениці на площі 350 гектарів. Розміри поля: довжина — 950 м, ширина — 3684 м. Ухил поля

становить і = 0,02. Відстань транспортування агрегату до місця роботи — 5 км. Допустима робоча швидкість культивації — до 12 км/год.

2.5.2 Агротехнічні вимоги

Передпосівний обробіток має забезпечити створення оптимального посівного ложа. Верхній шар ґрунту повинен бути добре розпушений до дрібно грудкуватого стану, вирівняний, з глибоким загортанням насіння. Необхідно повністю знищити бур’яни, а також забезпечити загортання внесених гербіцидів.

Глибина та строки виконання культивації залежать від типу ґрунтів, погодних умов та біологічних особливостей культури. Інтервал між культивацією та сівбою повинен бути мінімальним. Рекомендується проводити культивацію поперек або під кутом 45–60° до напрямку попереднього (зяблевого) обробітку.

2.5.3 Підготовка агрегату до роботи

Культивація спрямована на розпушення ґрунту та знищення бур’янів. На неї припадає близько 15% обсягу всіх польових робіт. Культивацію використовують як під час підготовки ґрунту до сівби, так і для догляду за паровими площами.

Для виконання суцільної культивації застосовуються причіпні культиватори типу КПС-4, КПГ-4, а також навісні агрегати, наприклад КПН-4Г. На ґрунтах із вмістом каміння рекомендується використовувати культиватори ККН-2,25Б або КРН-К. Культиватор КРН-3,5 агрегатується з тракторами Т-150 або ДТ-75 і призначений для розпушення ґрунту на глибину до 25 см.

Перед роботою здійснюється технічний огляд усіх вузлів агрегату, усуваються виявлені несправності, підбираються відповідні робочі органи. Для боротьби з бур’янами встановлюють стрілчасті лапи на посилених пружинних стійках.

2.5.4 Підготовка поля до виконання операції

Польові роботи виконуються човниковим способом із грушоподібними поворотами на кінцях гонів. Перший прохід виконується за встановленими вішками з перекриттям 10–15 см. Робочі органи заглиблюють у ґрунт у момент, коли передній брус культиватора проходить над контрольною борозною.

Після завершення культивації обов’язково обробляють поворотні смуги. У ході роботи контролюється якість обробітку — глибину перевіряють за допомогою міток на стійках або лінійки, зануреної до твердої підошви.

2.5.5 Контроль якості виконання операції

Оцінка якості культивації здійснюється за такими критеріями:

- рівномірність заглиблення робочих органів;
- вирівняність дна борозни;
- ефективність знищення бур’янів, особливо у міжряддях;
- правильність формування захисної зони біля культурних рослин;
- ступінь пошкодження насаджень;
- відсутність забивання робочих органів.

Перевірка якості проводиться 2–3 рази за зміну. Для визначення глибини обробки вирівнюють поверхню і вимірюють глибину в 20 точках по довжині гону. Допустиме відхилення від заданої глибини — не більше 1 см.

Ефективність підрізання бур’янів оцінюють шляхом підрахунку кількості рослин до та після обробітку на щонайменше 6 контрольних ділянках. Допустиме значення — не більше 1–3% не підрізаних бур’янів.

Пошкодження культурних рослин визначають за відношенням кількості пошкоджених до загальної кількості дерев до проходу агрегату. Інші параметри, як-от вирівняність поверхні чи наявність гребенів, оцінюються відповідно до методики контролю якості для культиваторів парового типу.

2.6 Опис конструктивної розробки

2.6.1 Обґрунтування вибору конструкції машини

Існуючі моделі культиваторів у багатьох випадках не відповідають сучасним агротехнічним вимогам, зокрема щодо якості обробітку ґрунту. Досягнення належного рівня кришіння, рівномірної глибини та оптимального фізичного стану орного шару можливе лише за умови використання робочих органів з регульованими технологічними та геометричними параметрами. Такий підхід дозволяє адаптувати процес обробки до змінних властивостей ґрунту в реальному часі.

Для цього доцільно оснастити робочі органи культиватора додатковими елементами, які можуть змінювати своє положення відносно основного корпусу залежно від умов: вологості, щільності, рівня задерніння ґрунту. Правильний вибір форми і положення цих елементів дозволяє забезпечити якісне кришіння орного шару.

Одним із ключових показників якості ґрунтообробітку є ступінь кришіння. За допомогою плугів та плоскорізів вдається досягти її в межах 35–70%. Проте через значну варіативність фізико-механічних властивостей ґрунту, стабільно високий ступінь кришіння (наприклад, 80%) забезпечується лише у 20–25% випадків.

Ще одним важливим показником є щільність ґрунту. Як надмірна ущільненість, так і надмірна пухкість можуть негативно впливати на ріст і розвиток зернових культур, що в кінцевому підсумку знижує врожайність. Урахування цих факторів стало основою для розробки вдосконаленого технічного рішення.

2.6.2 Конструктивна характеристика пристрою

Розроблене нами пристосування дозволяє забезпечити стабільну якість культивації завдяки можливості регулювання технологічного процесу відповідно до фактичного стану ґрунту. Агрегат призначений для основного та передпосівного обробітку орного шару на глибину 8–16 см, при цьому на

поверхні поля зберігається не менше 60% стерні та пожнивних залишків, що сприяє збереженню вологи та зменшенню ерозії.

У складі конструкції використано безприводний накочувальний елемент, який забезпечує:

- обробку стерньових полів на глибину 6–10 см;
- ефективне знищення бур'янів;
- вирівнювання мікрорельєфу ґрунту;
- підтримання грудкуватої структури верхнього шару;
- помірне ущільнення нижніх горизонтів ґрунту.

Запропонована конструкція дозволяє адаптувати обробіток до змінних умов поля, покращує якість підготовки посівного ложа, знижує витрати ресурсів і сприяє підвищенню продуктивності сільськогосподарських культур.

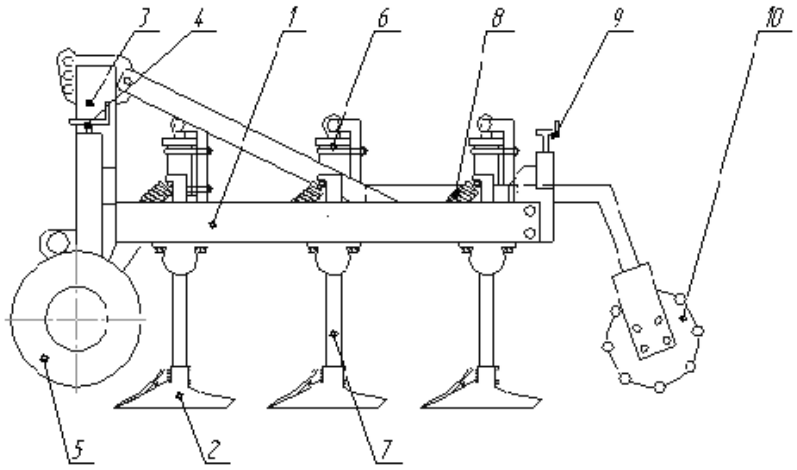


Рисунок 2.1 - Культиватор КСТ -3, 8 з прикочуючим пристосуванням
1 - рама 2 - робочий орган ; 3 - причіпний пристрій ; 4 - регулювальний гвинт зміни висоти опорного колеса; 5 - опорне колесо; 6 - гідроциліндр ; 7 - стійка робочого органу; 8 - амортизаційна пружина ; 9 - регулювальний гвинт зміни висоти прикочуючими пристосування; 10 - прикочуючий барабан.

Рама культиватора (рис. 2.1) виконана у вигляді прямокутної конструкції, що складається з трьох поперечних і шести поздовжніх балок. Робочі органи встановлюються на поперечних брусах за допомогою спеціальних тримачів, що закріплюють стійки.

При стандартній конфігурації агрегату передбачено наступне розміщення робочих органів:

- на передній поперечині закріплено 5 стрілчастих лап;
- на середній — також 5;
- на задній — 4 робочі органи.

Причіпний пристрій з'єднаний з рамою методом зварювання. У передній верхній частині конструкції розміщується редуктор (понижувач), до якого кріпиться регульована центральна тяга трактора, що забезпечує надійне агрегатування та можливість налаштування глибини обробітку.

Основним робочим органом є стрілчаста лапа, конструкція якої дозволяє змінювати геометричні параметри в залежності від умов ґрунту. Вузол кріплення робочого органу (рис. 2.2) спроектований таким чином, щоб забезпечити можливість регулювання кута атаки та ширини захвату, що дозволяє адаптувати технологічний процес до зміни щільності, вологості та засміченості ґрунту.

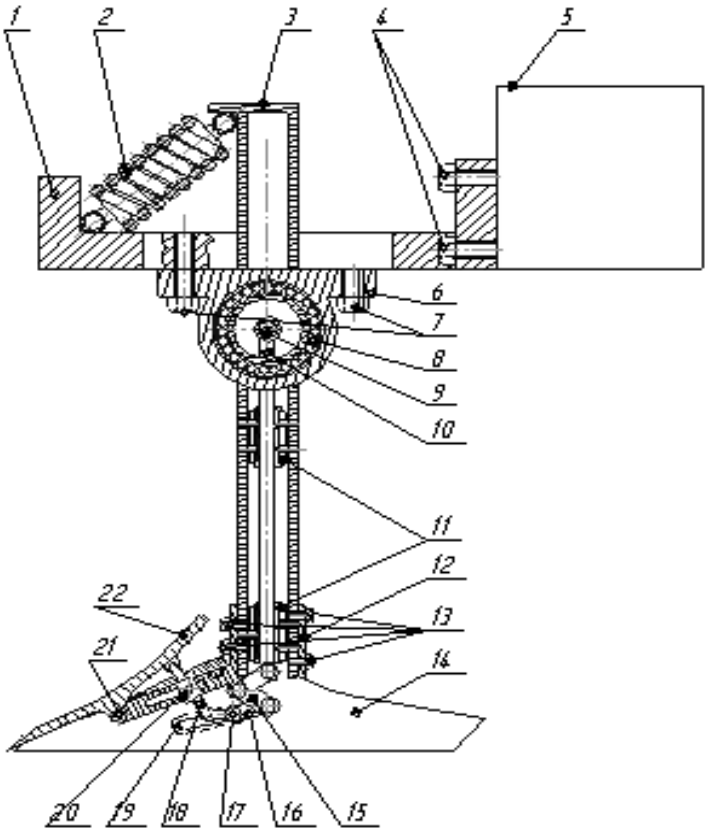


Рисунок 2.2 - Робочий орган культиватора

1-тримач стійки; 2-амортизаційна пружина; 3-стійка лапи; 4, 7, 13-болти,
5 - поперечна балка культиватора; 6-ролик; 8-підшипник; 9-поперечна втулка;
10-вертикальна штанга; 11-опорні втулки; 12-остов лапи; 14-лапа; 15-жорсткий диск; 16-горизонтальний штовхач; 17 - повзун; 18-вертикальний штовхач;
19-пази; 20 - кулісний камінь; 21-петлеве з'єднання; 22-наральник.

2.6.3 Конструкція вузла стрілчастої лапи

До тримача стійки (поз. 1), який кріпиться болтами (поз. 4) до поперечної балки культиватора (поз. 5), за допомогою ролика (поз. 6) із вмонтованими підшипниками (поз. 8) приєднується трубчаста стійка (поз. 3). Сам ролик кріпиться до тримача за допомогою болтів (поз. 7). З'єднання трубчастої стійки з тримачем здійснюється через амортизаційну пружину (поз. 2), фіксація виконується пальцем зі шплінтами.

У нижній частині стійки встановлюється остов лапи (поз. 12), який закріплюється болтами (поз. 13). На остові розміщені стрілчасті лапи — ліва та права (поз. 14), які фіксуються шарнірно в передній частині та пазовими з'єднаннями в центральній зоні.

У передній частині остова лапи змонтований наральник (поз. 22), який кріпиться петльовим з'єднанням (поз. 21). Регулювання його положення здійснюється вертикальним штовхачем (поз. 18), який впливає на середню частину наральника. Усередині стрілчастих лап передбачені напрямні пази (поз. 19), по яких пересувається повзун (поз. 17), змінюючи тим самим кут розкосу, ступінь кришіння та ширину захвату робочого органу.

Механізм зміни геометрії працює наступним чином: при опусканні штока гідроциліндра, який з'єднаний із поперечною втулкою (поз. 9), одночасно рухається вертикальна штанга (поз. 10), що взаємопов'язана з цією втулкою. Штанга впливає на жорсткий диск (поз. 15), який, у свою чергу, приводить у дію горизонтальний штовхач (поз. 16). Останній переміщує повзун (поз. 17) уздовж

напрямних пазів, змінюючи положення стрілчастих лап. Регулювання кута наральника відносно горизонту виконується за допомогою кулісного каменя (поз. 20), зв’язаного з повзуном.

Технологічний процес роботи культиватора КСТ-3,8

У процесі роботи культиватор під дією власної маси занурює робочі органи та коток у ґрунт. Стрілчасті лапи розпушують і підрізають оброблюваний шар на задану глибину, а прикочуючий коток, обертаючись, вирівнює поверхню поля та ущільнює верхній шар ґрунту, створюючи сприятливі умови для посіву.

2.7 Технологічні розрахунки

2.7.1 Розрахунок параметрів стрілчастих лап

У цьому підрозділі здійснюється розрахунок оптимальних геометричних параметрів стрілчастої лапи, зокрема:

- кута розкосу **2γ**;
- раціональної величини перекриття **Δв**;
- ширини захвату **b**.

Ці параметри обираються на основі типу ґрунту та необхідного зміщення бур’янів, що забезпечує ефективне підрізання чи механічне руйнування їх кореневої системи.

Для передпосівного обробітку ґрунту використовують полольні та розпушувальні лапи. Полольні лапи призначені для знищення бур’янів і працюють на глибині 6–12 см (іноді до 25 см). Основним типом полольного робочого органу є стрілчаста лапа — з хвостовиком або без нього.

Геометрія стрілчастої лапи визначається:

- кутом розкосу **2γ**;
- кутом кришіння **β**;
- шириною захвату **b**;
- початковою (**b_1**) та кінцевою (**b_2**) ширинами крила;

• формою грудної частини (рис. 2.3).

Кут γ слід підбирати так, щоб бур’яни підрізались способом ковзного різання, а їх коріння легко відривались і рухались уздовж ріжучого краю без надмірного забивання.

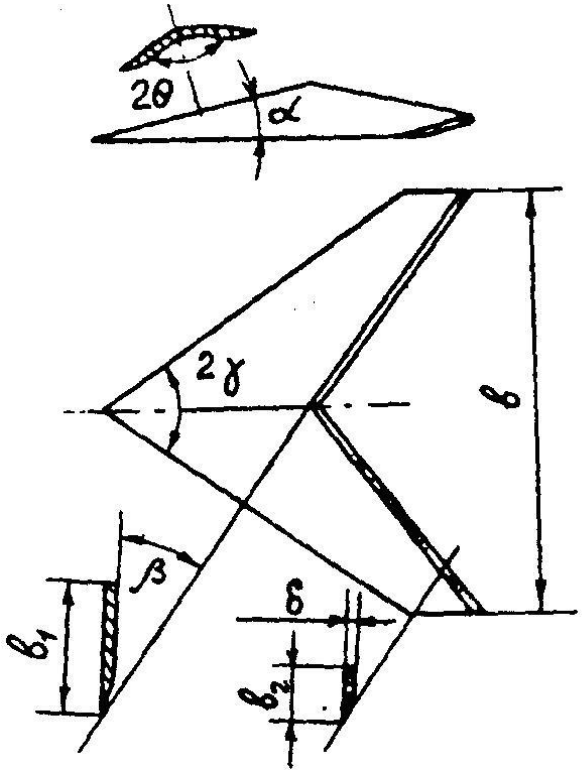


Рисунок 2.3 Стрілчаста лапа

При невиконанні цієї умови відбувається обволікання леза. Щоб повисівший на лезі бур'ян О (рис. 2.4 а) ковзав уздовж леза, має дотримуватися умова:

$$\gamma = 90° - \varphi \qquad (2.21)$$

де φ - кут тертя бур'яну по лезу.

Якщо ця умова не виконується, то лобовий опір ґрунту , який чиниться бур’яном, буде розподілятися всередині кута тертя, і сила не зможе спричинити ковзання бур’яну вздовж ріжучого леза.

Зазвичай кут внутрішнього тертя φ\varphiφ становить близько 47,7° згідно з формулою (2.21), а кут розкосу лапи 2γ2\gamma2γ не перевищує 90°. Однак налипання ґрунту на лапу ускладнює ковзання бур’янів, тому при обробці вологих і клейких ґрунтів значення кута γ\gammaγ має бути значно меншим за теоретично розраховане за формулою (2.21).

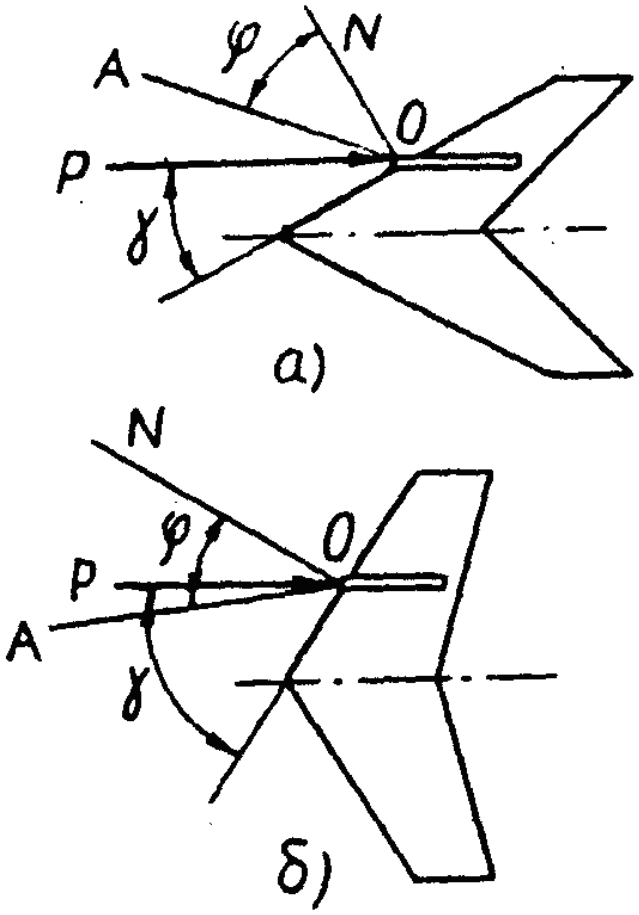


Рисунок 2.4 Схема до обгрунтування кута γ:

а- різання з ковзанням,

б- різання без ковзання.

З іншого боку, зменшення кута γ знижує відсоток підрізання бур'янів, оскільки зменшується величина S вигину і зсуву бур'яну. Тому для повного підрізання бур'янів не слід зменшувати кут розкосу 2γ, а обмежитися його вибором рекомендованих межах: для лап працюють на клейких ґрунтів (глина. чорнозем) 2γ≈55-60°, а на піщаних 75-80°. Визначимо з цих міркувань кут γ. Приймаються 2γ=55-75°.

Слід розрахувати необхідну величину S вигину і зсуву бур'яну, яке забезпечить задане перекриття лап.

При наїзді на бур'ян О (рис. 2.5) лезо лапи натискає на його корінь і викликає вигин і зміщення його по лінії OO_1 відхиленою від нормалі до леза на

кут φ. Якщо до моменту, сходу з крила лапи бур'ян виявиться не перерізаним, то він зміститься на відстань

$$S = \frac{\Delta b}{\cos\ (\gamma+\varphi)} \qquad (2.22)$$

де Δb - перекриття між лапами.

Імовірність виживання лише пошкодженого бур'яну зростає із зменшенням зміщення S.

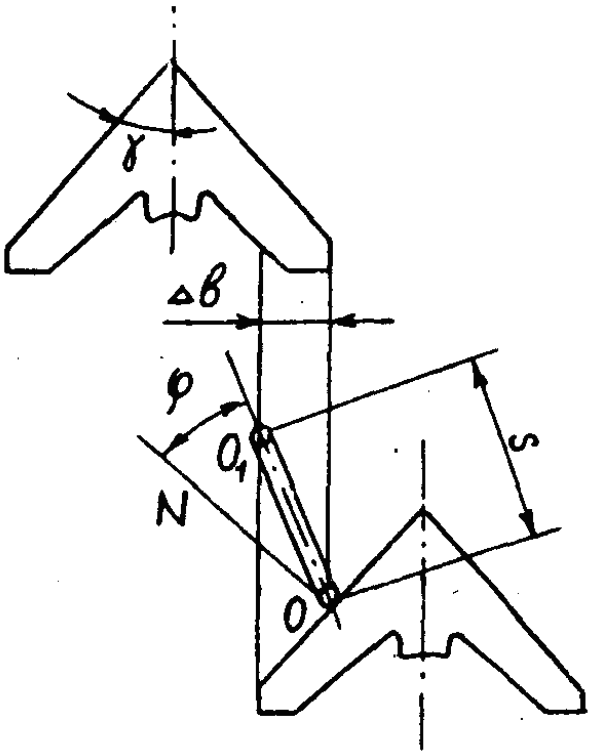


Рисунок 2.5 Визначення величини переміщення S
бур’яну під дією лапи

З виразу (2.22) видно, що S зменшується із зменшенням перекриття і кута γ. Визначивши рекомендований перекриття, обчислимо за виразом (2.22) величину зміщення бур'яну для проектованого культиватора. Приймаємо перекриття між лапами Δb=30 мм. Для кута γ_1=55°. А для кута γ_2=75° Δb=50 мм. Тоді зсув $\mathbf{S_1}$ буде рівним:

$$S_1 = \frac{30}{\cos\ (27{,}5 + 47{,}7)} = 99{,}765 \text{ мм}$$

$$S_2 = \frac{50}{\cos\ (37{,}5 + 47{,}7)} = 131 \text{ мм}$$

S змінюється в межах від 99,765 до 131 мм в залежності від кута γ

Ширина захвату лапи вибирається з урахуванням її впливу на накопичення нерозрізаних бур'янів на кінцях крил. Було відзначено, що широкозахватні лапи частіше обволікаються бур’янами, тоді як лапи з меншою шириною захвату, при однакових кутах 2γ2\gamma2γ і β\betaβ, менш схильні до цього явища. Цей феномен має динамічний, а не статичний характер: лезо обволікається не нерухомими бур’янами, а рослинами, що повільно ковзають уздовж нього під час руху агрегату.

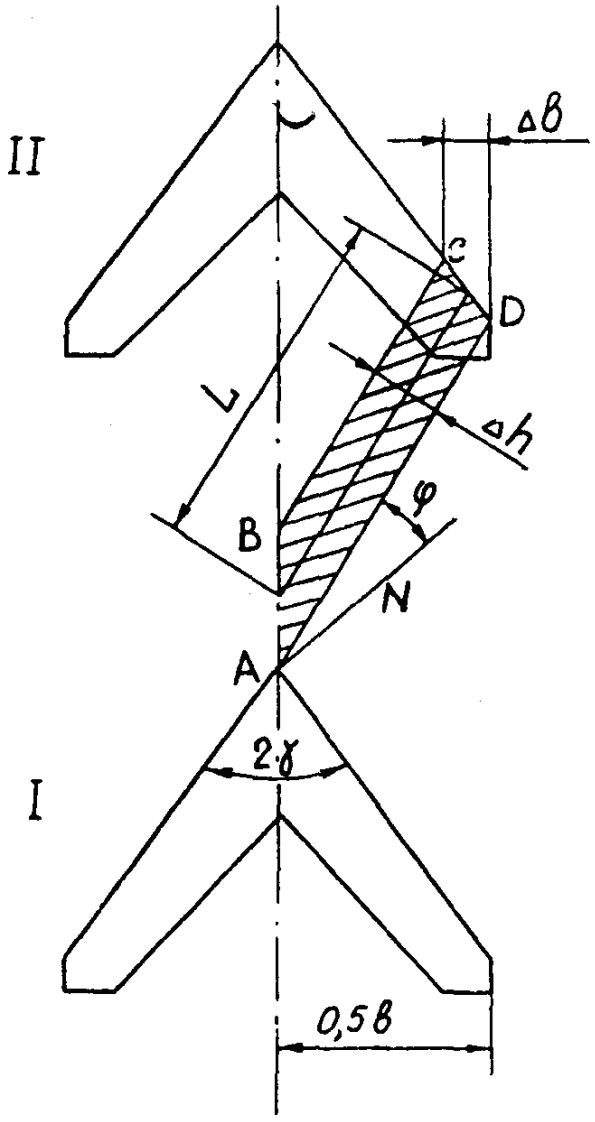


Рисунок 2.6 Схема процесу динамічного обволікання бур’янами леза полольної лапи

При переміщенні лапи в пухкому ґрунті з положення I в положення II (рис.3.6) всі бур'яни, які знаходяться на площі ABCD, будуть зірвані зі свого місця

і, переміщуючись разом з лапою і одночасно ковзаючи вздовж її леза, накопичується на ділянці леза CD.

Кількість бур'янів на цій ділянці леза:

$$n = iL\Delta h \tag{2.23}$$

де ί -число бур'янів на одиниці площі поля;

L- середня лінія трапеції ;

h - висота трапеції ABCD.

Накопичення бур’янів на ріжучому лезі культиватора найчастіше спостерігається на кінцях крил. Це пов’язано з тим, що лапи з більшою шириною захвату зазвичай встановлюють у другому ряду культиватора. Кінці цих лап рухаються в ґрунті, який уже розпушений робочими органами першого ряду. Через це лобовий опір бур’яну на кінці крила може бути недостатнім, щоб тангенціальна складова зусилля подолала не лише тертя, а й опір зсуву шару ґрунту, що налипає на поверхню лапи. При цьому бур’ян, ковзаючи вздовж леза, має зчищати цей шар ґрунту з поверхні лапи.

З (рис.2.6) видно, що ділянка CD леза лапи є найбільш навантаженим за кількістю проходів через нього бур'янів у разі неперерезані їх іншими ділянками леза. Виберемо довжин ділянки CD=Δl відповідно до перекриття лап:

$$\Delta l = \frac{\Delta b}{\sin\gamma} \tag{2.24}$$

тоді для забезпечення безпосереднього контакту бур'янів з лезом їх кількість на цій ділянці леза має бути не більше

$$n = \frac{\Delta \mathrm{l}}{d} \tag{2.25}$$

де d-середній діаметр стебла бур'яну.

Для даного розрахунку можна прийняти d≈4 мм.

Площа трапеції, з якою бур'яни зібралися на ділянку Δl леза, визначається висотою Δh і довжинами сторін AD і BC

$$\Delta h = \frac{\Delta b \cos\varphi}{\sin\gamma} \tag{2.26}$$

$$AD = \frac{b}{2\cos\ (\gamma+\varphi)} \quad (2.27)$$

$$BC = \frac{b}{2\cos\ (\gamma+\varphi)} + \frac{\Delta b \sin\varphi}{\sin\gamma} - \frac{\Delta b \cos\varphi tg\ (\gamma+\varphi)}{\sin\gamma} \quad (2.28)$$

Враховуючи рівність (2.23) , можна перевірити ширину захвату лапи, при якій

умови перерізання бур'янів будуть задовільними навіть на кінцях крил:

$$\mathrm{b} \geq \Delta\mathrm{b} + \frac{2\mathrm{n}\cos\ (\varphi+\gamma)\ \sin\gamma}{\mathrm{i}\Delta\mathrm{b}\cos\varphi} \quad (2.29)$$

Обчислимо Δh:

$$\Delta\mathrm{h}_1 = \frac{30 * \cos 47.7}{\sin 27{,}5} = 45{,}941 \text{ мм},$$

$$\Delta\mathrm{h}_2 = \frac{30 * \cos 47.7}{\sin 37{,}5} = 58{,}077 \text{ мм}$$

Приймаємо b_1=270 мм, тоді

$$A_1D_1 = \frac{270}{2\cos(27{,}5 + 47{,}7)} = 448{,}944 \text{ мм}$$

$$B_1C_1 = 448{,}944 + \frac{30\cdot 0{,}707}{0{,}4617} - \frac{30\cdot 0{,}707\cdot 3{,}1716}{0{,}46} = 348{,}644 \text{ мм}$$

$$\mathrm{L}_1 = \frac{\mathrm{A}_1\mathrm{D}_1+\mathrm{B}_1\mathrm{C}_1}{2}$$

$$\mathrm{L}_1 = \frac{448{,}944 + 348{,}644}{2} = 398{,}794 \text{ мм}$$

Підставивши формулу (3.3) у формулу (3.9) отримаємо:

$$b \geq \Delta\mathrm{b}_1 + \frac{(2\cdot\mathrm{i}\cdot\mathrm{L}_1\cdot\Delta\mathrm{h}_1)\cdot\cos(\varphi+\gamma)\cdot\sin\gamma}{\mathrm{i}\cdot\Delta\mathrm{b}_1\cdot\cos\varphi} \quad (2.30)$$

тоді b_1 чисельно дорівнює:

$$b_1 \geq 30 + \frac{(2\cdot 1\cdot 398{,}794\cdot 45{,}941)\cdot\cos(47.7 + 27{,}5)\cdot\sin 27{,}5}{1\cdot 30\cdot\cos 47.7} = 268{,}37 \text{ мм}$$

умова задовольняє, значить вірно.

Тепер обчислимо для кута γ=37,5

Приймаємо b_2=330 мм, тоді

$$A_2D_2 = \frac{330}{2\cos(37{,}5 + 47.7)} = 1264{,}1 \text{ мм}$$

$$B_2C_2 = 1264{,}1 + \frac{50\cdot 0{,}707}{0{,}608} - \frac{50\cdot 0{,}707\cdot 7{,}59}{0{,}608} = 880{,}95 \text{ мм}$$

$$\mathrm{L}_2 = \frac{\mathrm{A}_2\mathrm{D}_2+\mathrm{B}_2\mathrm{C}_2}{2}$$

$$L_2 = \frac{1264{,}1 + 880{,}95}{2} = 1072{,}525 \text{ мм}$$

$$b_2 \geq 50 + \frac{(2 \cdot 1 \cdot 1072{,}525 \cdot 58{,}07) \cdot 0{,}1305 \cdot 0{,}608}{1 \cdot 50 \cdot 0{,}707} = 279.58 \text{ мм}$$

умова задовольняє, значить вірно.

Отриманий результат слід порівняти з рекомендаціями практичногохарактеру: для клейких глинистих ґрунтів b≤35 см, для супіщаних b≤45 см

При визначенні ширини захвату лапи відповідно до формули (2.29) рекомендується враховувати два різні значення цього параметра. Лапи заднього ряду працюють на ґрунті, який вже частково оброблений, тому вони зазнають меншого навантаження і можуть мати більшу ширину захвату порівняно з лапами переднього ряду. Враховуючи це, можна прийняти співвідношення ширин захвату за аналогією зі стандартними значеннями:

$$b_{\text{пер}} = 0{,}82 b_{\text{зад}} \tag{2.31}$$

$$b_1 = \frac{270}{0{,}82} = 329{,}27 \text{ мм}$$

для клейких глинистих ґрунтів b1 ≤ 350 мм умову задовольняє

$$b_2 = \frac{330}{0{,}82} = 402{,}44 \text{ мм}$$

для супіщаних b2≤450 мм умові задовольняє, значить вірно.

Ступінь виробленого лапою розпушування ґрунту визначається величиною кута кришіння β і шириною крила: чим менше кут β і вже крило лапи, тим менше розпушування ґрунту. За величиною кута β лапи діляться на плоскорізнуβ=12-18° і універсальні β=25-30°.

Ширину крила лапи зазвичай роблять зменшує до кінця.

Мінімальна ширина крила b2=30-50 мм, а максимальна b1= 1,5b2

Приймаємо мінімальну ширину крила b2=50мм, тоді b1=1,5·50=75мм Товщина матеріалу δ вибирається залежно від ширини захвату: для універсальних δ ≤ 0,03 b тоді δ ≤ 0,03·330=6,6 мм. Заточку леза приймаємо комбінованою.

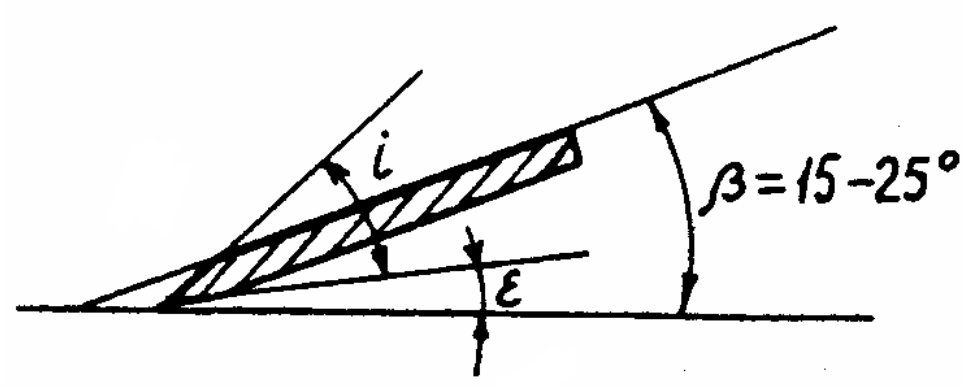


Рисунок 2.7 Комбінований спосіб заточки леза лапи.

Для забезпечення стійкості ходу лап по глибині лезо повинно мати

позитивний задній кут різання ε≥100b перерізі крила вертикальної площиною, перпендикулярної лезу. За властивостями матеріалу, що застосовується для виготовлення лап,

кут загострення ί не повинен бути менше 12-15°. передній кут

різання β_0=ί+ε= (12 ÷ 15°) +10°=22 ÷ 25°. Тому заточку леза приймаємо комбінованою.

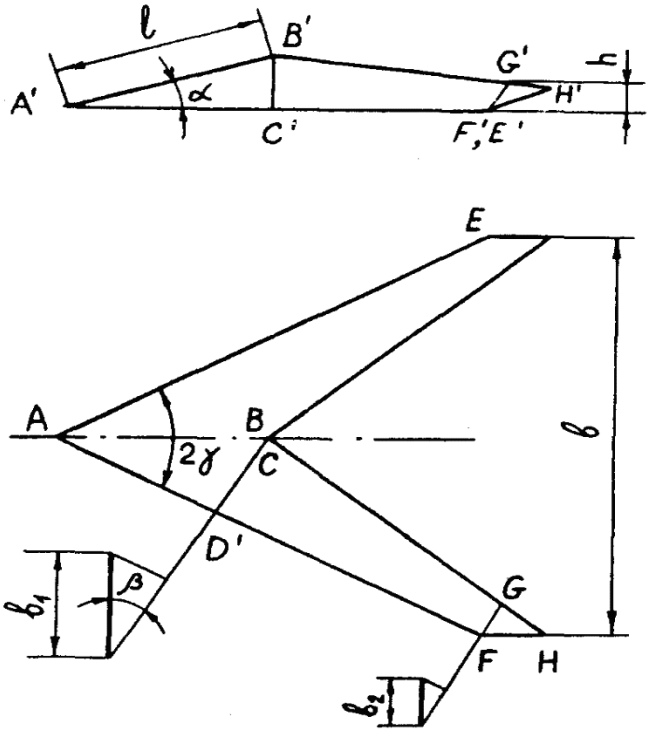


Рисунок 2.8 Проекція стрілчастої лапи.

Кут α, утворений лінією A'B 'з опорною площиною, може бути знайдений за формулою:

$$\text{tg}\alpha = \frac{\text{B`C`}}{\text{A`C`}} \text{ но}$$

$$B`C` = b_1 \sin\beta \text{ і}$$

$$A`C` = \frac{b_1 \cos\beta}{\sin\gamma} \text{ тому}$$

$$tg\alpha = tg\beta \sin\gamma \qquad (2.32)$$

Відрізок l, що визначає положення точки B ', дорівнює

$$l = b_1 \frac{\sin\beta}{\sin\alpha} \qquad (2.33)$$

$$tg\alpha = tg15 \cdot \sin 27{,}5 = \ 0{,}27 \cdot 0{,}47 = 0{,}13$$

кут α=7,4°

$$tg\alpha = tg25 \cdot \sin 37{,}5 = 0{,}284$$

кут α=15°

$$l_1 = 75 \frac{0.258}{0{,}128} = 151 \text{ мм}$$

$$l_2 = 57 \frac{0{,}422}{0{,}258} = 122{,}64 \text{ мм}$$

Приймаємо тяговий клас трактора 30 кН. В окремому випадку візьмемо трактор марки Т- 150К.

РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ

У процесі трудової діяльності кожна людина піддається впливу потенційно небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які можуть призводити до травм, професійних захворювань і зниження загального рівня здоров’я. З метою запобігання цим негативним наслідкам у державі сформовано правові та організаційні засади охорони праці, які регламентують безпечні умови праці для всіх категорій працівників.

3.1 Організація охорони праці

Виробнича діяльність у сільському господарстві, зокрема експлуатація техніки, вимагає створення належних умов праці, що враховують вплив температурного режиму, шуму, пилу, вібрацій тощо. Наприклад, підвищення температури в кабінах тракторів до 40–45 °C суттєво знижує працездатність механізаторів, викликає втому та ускладнює виконання технологічних операцій, особливо в період жнив, коли робота триває понаднормово.

Незважаючи на наявні труднощі, господарство є рентабельним, що дозволяє виділяти кошти на реалізацію заходів із охорони праці. Водночас ефективне використання фінансових ресурсів можливе лише за умови функціонування системи управління охороною праці (СУОП), яка передбачає планування, організацію, контроль і вдосконалення умов праці.

У господарстві щорічно укладається договір, який визначає перелік заходів щодо охорони праці. Відповідальність за їх виконання несе керівник підприємства. Безпосередній контроль на структурних підрозділах здійснюють головні спеціалісти та керівники дільниць. Вони зобов’язані забезпечити дотримання чинного законодавства, навчати працівників правилам безпечної праці, організовувати забезпечення спецодягом і засобами індивідуального захисту.

Фінансування заходів здійснюється за рахунок коштів підприємства — не менше 0,5% від обсягу реалізованої продукції, що відповідає нормам Закону України «Про охорону праці».

3.2 Аналіз охорони праці при вирощуванні озимої пшениці

До основних умов безпечної праці належить обов’язкове знання працівниками конструкції машин, технологій виконання операцій та вимог техніки безпеки. До експлуатації тракторних агрегатів, самохідних машин і стаціонарного обладнання допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли спеціальне навчання та мають відповідне посвідчення.

Перед початком кожної зміни необхідно оглядати техніку, усувати несправності. Категорично забороняється використовувати несправні машини, виконувати регулювання під час руху, перебувати на агрегатах або поблизу під час їх роботи, а також виконувати польові операції без затвердженої схеми та маршруту руху.

У розрізі окремих технологічних операцій:

Оранка: робота проводиться виключно справними машинами. Під час підняття/опускання плуга — обов’язковий сигнал. Заборонено перебувати під плугом, регулювати робочі органи або очищати їх під час руху.

Передпосівна культивація: не допускається перебування сторонніх осіб у зоні проведення робіт; заборонено перевозити людей на навісних або причіпних агрегатах. Техніка повинна бути пристосована до умов рельєфу. Робота в нічний час на похилих ділянках заборонена.

Сівба: дозволяється лише за наявності справної сигналізації. Сівачі працюють лише на окремих сівалках або при наявності контролюючих пристроїв. Заборонено виконання регулювань, очищення та пересування між сівалками під час руху.

Обприскування: працівник повинен мати засоби індивідуального захисту, бути фізично здоровим. Роботи проводяться лише в герметичній кабіні.

Збирання врожаю: застосовуються виключно справні машини з наявним протипожежним інвентарем. Заборонено виконання техобслуговування на працюючому обладнанні, запуск двигуна методом буксирування, перебування сторонніх осіб у полі.

3.3 Заходи з охорони праці при роботі з удосконаленим культиватором КСТ-3,8

У межах дипломного проєкту було удосконалено конструкцію культиватора КСТ-3,8 шляхом модернізації його робочих органів, що дозволило зменшити опір ґрунту та підвищити ресурс машини. Для забезпечення безпеки експлуатації агрегату розроблено комплекс заходів.

Основні вимоги:

трактор або самохідна машина має бути обладнана сигналізацією, дзеркалами та системами фіксації;

усі технічні операції (змащування, регулювання, ремонт) виконуються тільки після повної зупинки машини;

працівники забезпечуються справними інструментами, не допускається використання непридатних або несертифікованих засобів;

робота з гідросистемою вимагає негайного реагування у випадку розриву рукавів — зупинка агрегату та вимкнення подачі масла;

перед початком роботи виконується перевірка агрегату, регулювання глибини обробітку, кріплення лап та інших вузлів;

зміна лап у польових умовах проводиться лише після повного зупинення двигуна та встановлення машини на підставки;

заборонено перебування сторонніх осіб у полі, а також робота на схилах у темну пору доби.

Висновок до розділу

Охорона праці у сільському господарстві є комплексом організаційно-правових та технічних заходів, спрямованих на захист життя та здоров’я працівників у процесі виробничої діяльності. Відповідно до Закону України «Про охорону праці», відповідальність за створення безпечних умов праці покладається на роботодавця.

Запровадження системи управління охороною праці на підприємстві, контроль за дотриманням нормативно-правових вимог, організація навчання персоналу, забезпечення засобами захисту — є ключовими умовами запобігання нещасним випадкам і професійним захворюванням. Особливо важливо враховувати ці аспекти під час експлуатації складної сільськогосподарської техніки, зокрема удосконалених культиваторів, де технічна модернізація повинна супроводжуватись відповідним рівнем безпеки.

РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Обґрунтування доцільності та значення впровадження розробленої машини

Метою даного розділу є обґрунтування техніко-економічної доцільності впровадження у виробництво модернізованого культиватора. У межах дипломного проєкту економічна ефективність розробки оцінюється за сукупністю ключових показників, які дозволяють об’єктивно визначити переваги нової техніки порівняно з існуючими аналогами. До таких показників належать:

Скорочення трудовитрат та сумарна економія робочого часу;

Зменшення експлуатаційних витрат та розрахунок річної економії;

Зниження собівартості виконання технологічних операцій;

Визначення строку окупності капіталовкладень;

Поліпшення комплексу техніко-економічних характеристик (продуктивність, надійність, ресурс тощо).

Доцільність удосконалення культиватора полягає в досягненні підвищеної ефективності роботи за рахунок зменшення витрат палива, підвищення продуктивності агрегату, покращення якості обробітку ґрунту та збільшення ресурсу основних вузлів.

4.2 Вихідні дані для економічного обґрунтування

Відповідно до завдання дипломного проєкту, визначено вихідні дані, необхідні для розрахунку основних техніко-економічних показників ефективності впровадження модернізованого культиватора. Ці дані включають інформацію про технічні параметри, витрати ресурсів, обсяг виконуваних робіт, а також експлуатаційні витрати.

Уся необхідна інформація для проведення економічних розрахунків зведена в таблицю 4.1.

Таблиця 4.1- Вихідні дані

Показники	Од. виміру	Відхилення	Розробка	
			Базова	Нова
1	2	3	4	5
Балансова вартісь	Грн	1586	35000	36586
Продуктивність	Га/год	0.2	3	3.2
Затрати праці	людгод/га	0.33	0.31	-0.02
1	2	3	4	5
Прямі експлуатаційні витрати	грн			
всього		-4725	16506	11786
на 1 га		-13.50	47.16	33.66
Річний економічний ефект	4962.7			
Термін окупності	Рок.	1		

4.3. Визначення економічної ефективності впровадження культиватора

4.2.1. Річна економія грошових засобів на експлуатаційних витратах при використанні

$$\varepsilon_{РО} = Q \cdot (U_Б - U_Н), \text{ грн.} \quad (4.1)$$

Q - річний обсяг збиральних робіт, т/рік;

$U_Б$, $U_Н$ - прямі експлуатаційні витрати відповідно на базовий і новий

Отже:

$$\varepsilon_{РО} = 20\ (16506\text{-}11786) = 4962{,}7 \text{ грн.}$$

4.2.2. Річна економія на експлуатаційних витратах при застосуванні випущенної партіїв

$$\varepsilon_{РН} = \varepsilon_{РО} \cdot В_Р, \text{ грн.} \quad (4.2)$$

де $\varepsilon_{РО}$ - річна економія на експлуатаційних витратах при застосуванні, грн.

$В_р$ = 70- річний випуск

Отже:

$$\varepsilon_{РН} = 4962 \cdot 40 = 152894 \text{ грн.}$$

4.2.3. Розмір додаткових капіталовкладень.

$$К_{д.р.в.} = В_р(Ц_{ББ} – Ц_{Бн} (Q_Н/Q_Б)), \text{ грн.} \quad (4.3)$$

де $В_р$ - річний випуск, шт.

$Ц_{ББ}$, $Ц_{БН}$ – балансова ціна відповідно базового і нового варіанту, грн,

$$К_{д.р.в.} = 70 (10240 – 8725 (20/20)) = 106050 \text{ грн.}$$

4.2.4. Строк окупності капіталовкладень на придбання

$$Т_{ок} = К_П/ \varepsilon_{РО}, \text{ років} \quad (4.4)$$

де Кп – капіталовкладення на придбання становлять:

$$К_п = Ц_{бн} = 2725 \text{ грн.}$$

$\varepsilon_{РО}$ - річна економія грошових засобів на експлуатаційних витратах при використанні одного нового культиватора, грн.

Отже

$$Т_{ОК} = 2725/2184,2 = 1 \text{ роки}$$

4.2.5. Економічна ефективність

$$Е_н = 1/ Т_{ок} = 14=0,25.$$

Висновки

На основі проведеного аналізу виробничо-фінансової діяльності підприємства, стану охорони праці та навколишнього середовища, технології вирощування сільськогосподарських культур, а також результатів досліджень у технологічній та методичній частинах дипломного проєкту, можна сформулювати такі висновки та рекомендації:

У ході роботи було модернізовано конструкцію культиватора КСТ-3,8 шляхом впровадження вдосконалених лап і стояків. Це дозволило зменшити опір робочих органів при обробітку ґрунту, підвищити ресурс агрегату та загальний напрацювання до відмови. Для покращення якості обробки культиватор оснащено прикочуючим кільцево-шпоровим котком.

Робочі органи обладнано регульованими пристроями, які можуть змінювати своє положення відносно основного елемента, що дозволяє адаптувати технологічний процес до конкретних умов поля — рівня вологості, щільності та задерніння ґрунту. Це сприяє формуванню якісного орного шару з необхідним ступенем кришіння.

Одним із важливих показників якості обробітку ґрунту є ступінь його кришіння. За допомогою плугів і плоскорізів можна досягти значень у межах 35–70%, проте через варіативність фізико-механічних властивостей ґрунтів імовірність досягнення кришіння понад 80% при традиційній оранці не перевищує 20,4%.

На основі проведеного дослідження пропонуються такі рекомендації:

Керівникам підрозділів та інженеру з охорони праці необхідно здійснювати постійний контроль за дотриманням правил безпеки праці, справністю засобів пожежогасіння та забезпеченням працівників індивідуальними засобами захисту.

Інженерно-технічному персоналу доцільно вживати заходів для зменшення впливу шкідливих виробничих чинників, а саме:

контролювати правильність експлуатації сільськогосподарської техніки, особливу увагу приділяючи знаряддям і пристосуванням для протиерозійного обробітку ґрунту;

здійснювати удосконалення конструкцій робочих органів відповідно до природно-кліматичних особливостей господарства з метою підвищення їх надійності, продуктивності та ефективності виконуваних робіт.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Головчук А.Ф., Марченко В.І., Орлов В.Ф. Машини сільськогосподарські. – К.: Грамота, 2005.

Марченко В.І., Яценко А.А. Ґрунтообробні машини. – К.: Науковий світ, 2004.

Головчук А.Ф., Марченко В.І., Орлов В.Ф. Комбайни зернозбиральні. – К.: Грамота, 2004.

Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин – Харків: ОКО, 2001.

Войтюк Д.Г., Яцун С.С., Довжик М.Я. Теорія сільськогосподарських машин. – Суми: Університетська книга, 2008.

Ясенецький В. А. Нова сільськогосподарська техніка. -К,: Урожай. 1986.- 288 с.

Бузенков Г. М., Ма С.А. Машины для посева сельскохозяйственных культур, -М.: Машиностроение, 1976.- 272с.

Підйомно-транспортні машини: Розрахунки підіймальних і транспортувальних машин: Підручник / В.С. Бондарєв, О.І. Дубинець, М.П. Колісник та ін.. – К.: Вища школа, 2009. – 734 с.

Писаренко Г.С. Опір матеріалів / Г.С. Писаренко, О.Л. Квітка, Є.С. Уманський; За ред.. Г.С. Писаренка. – 2-ге вид., допов. і переробл. - К.: Вища школа, 2004. – 655 с.

Анурьев В.Н. Справочник конструктора – машиностроителя: в 3 т. – 8-е узд. Перераб. и доп. Под ред.. И.Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, 2001.

Іванченко Ф.К. Підйомно-транспортні машини. - К.: Вища шк., 1993. – 413 с.

Красников ВВ. Подъёмно-транспортные машины. – М.: Агропромиздат, 1987. – 270 с.