

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломної роботи
освітнього ступеня "Магістр"

на тему:

**Удосконалення технології вирощування сої
з обґрунтуванням параметрів і режиму роботи
грунтообробної машини**

Виконав: студент факультету за спеціальністю
208 «Агроінженерія»

_____ Вовк Денис Едуардович

Керівник: _____ Кобець Анатолій Степанович

Рецензент: _____

Дніпро, 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

Освітній ступінь: "Магістр"

Спеціальність: 208 "Агроінженерія"

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри тракторів і
сільськогосподарських машин

(назва кафедри)

ДОЦЕНТ

(вчене звання)

(підпис)

(прізвище, ініціали)

„_____” _____ 20__ р.

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи _____

керівник роботи _____

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “_____” _____ 20__ року

№ _____

2. Строк подання студентом роботи _____

3. Вихідні дані до роботи _____

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) _____

5. Перелік демонстраційного матеріалу _____

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка

Студент

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Вовк Д.Е. Удосконалення технології вирощування сої з обґрунтуванням параметрів і режиму роботи ґрунтообробної машини/ Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Магістр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2023. – 77 с.

В роботі представлено характеристики сої, проведено аналіз сучасних технологій вирощування і розроблено технологію вирощування сої для умов і на замовлення СФГ «Нове» Царичанського району Дніпропетровської області. Складено технологічну карту вирощування і визначено необхідний комплекс машин зі складанням графіків використання тракторів і сільськогосподарських машин.

Проведено аналіз конструкцій робочих органів для обробки ґрунту і розроблена конструкція і проведені розрахунки основних параметрів і режиму роботи культиватора-подрібнювача для основного обробки ґрунту.

Розроблені заходи з охорони праці можуть бути використані при проведенні інструктажів при вирощуванні сої і підвищать рівень безпеки працівників при виконанні технологічних операцій.

Річний економічний ефект від застосування розробок на практиці становить 55586,3 грн. При цьому зниження затрат праці складає 0,17 люд.год./га.

Ключові слова: соя, технологія, культиватор-подрібнювач, параметри, режим роботи, охорона праці, економічний ефект.

З М І С Т

В С Т У П.	6
1 ХАРАКТЕРИСТИКА КУЛЬТУРИ.	10
2 УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ В УМОВАХ ГОСПОДАРСТВА.	15
2.1 Місце культури в сівозміні.	15
2.2 Обробіток ґрунту.	16
2.3 Вибір сорту і сівба.	17
2.4 Догляд за посівами та удобрення сої.	19
2.5 Збирання врожаю.	22
3 ВИЗНАЧЕННЯ СКЛАДУ КОМПЛЕКСУ МАШИН ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ В ГОСПОДАРСТВІ.	23
3.1 Складання технологічної карти.	23
3.2 Побудова графіка використання тракторів і машин.	28
4 ОБГРУНТУВАННЯ СХЕМИ УДОСКОНАЛЕННЯ КУЛЬТИВАТОРА-ПОДРІБНЮВАЧА.	31
5 ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ КУЛЬТИВАТОРА- ПОДРІБНЮВАЧА.	34
5.1 Визначення основних параметрів машини.	34
5.2 Розрахунок циліндричної пружини подрібнювача.	40
6 ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ОПЕРАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ З ВИКОРИСТАННЯМ КУЛЬТИВАТОРА- ПОДРІБНЮВАЧА.	45
6.1 Розрахунок режимів роботи агрегату.	45
6.2 Розрахунок продуктивності агрегату і витрат палива.	47
7 ОХОРОНА ПРАЦІ.	52
7.1 Організація охорони праці.	52
7.2 Охорона праці при вирощуванні сої.	53
8 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.	54
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.	66
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.	68
ДОДАТКИ.	70

В С Т У П

У світі та, зокрема, в Україні спостерігається стала тенденція до зростання обсягів виробництва та споживання сої. Соя є основною зернобобовою культурою у світі. Її зерно збалансоване за протеїном і перетравними амінокислотами [1]. У насінні міститься білка 30-55%, жиру - 13-26%, крохмалю - 20-32%, багато калію, фосфору, кальцію, а також вітамінів. Вона має велике продовольче значення. Великий вміст білка і надзвичайно цінна його збалансованість за амінокислотним складом роблять сою чудовим заміником продуктів тваринного походження у харчуванні людини. Соя не має рівних за кількістю виготовлених із неї продуктів. Соевий білок і олію можна знайти у складі понад тисячі харчових продуктів, починаючи від приправ до салатів, соєвого м'яса, хліба і закінчуючи смачними готовими стравами. Із сої виготовляють соуси, молоко, сир, замітники яєчного порошку, кондитерські вироби, ковбаси, консерви тощо.

Вона посідає перше місце у світовому виробництві рослинної олії, яку використовують на харчові цілі і для виробництва промислової продукції: лаку, фарб, мила, пластмаси, клею, штучних волокон. Понад 60% зерна сої переробляється на олію, яка засвоюється організмом на 98%. Вона містить велику кількість ненасичених жирних кислот (лінолевої і ліноленової), які не синтезуються в організмі, однак обов'язково мають надходити з їжею. Вони знижують вміст холестерину в крові, позитивно діють на функціонування мозку, поліпшують зір.

Як кормову культуру сою використовують у годівлі тварин у вигляді макухи, соєвого шроту, дерті, молока, білкових концентратів, зеленого корму, сіна, силосу, соломи. Макуху можна застосовувати як універсальний білковий концентрований корм, у 1 кг якого міститься: 1,26 к. о., 354 г перетравного протеїну, 28 г лізину. Якщо до комбікормів додавати 10% соєвого шроту, це значно підвищує продуктивність тварин і зменшує витрату кормів.

Батьківщиною сої вважається Південно-Східна Азія. У Китаї вона відома понад 6 тис. років до н.е. За 4 тис. років до н.е. сою вже вирощували в Кореї, Індії, Японії та інших країнах. Пріоритет відкриття поживних властивостей цієї

культури належить китайцям. У Китаї вона віддавна є заміником м'ясних і молочних продуктів. У Європі сою почали вирощувати лише у XVIII столітті, а в Україні - з 70-х років XIX століття.

Виробляють сою в 75 країнах, найбільшою з яких є Сполучені Штати Америки. У поточному маркетинговому сезоні в цій країні передбачається виробити 91 млн. т бобів, що становить понад третину світового врожаю. До провідних виробників цієї культури належать Бразилія (з обсягом виробництва 72 млн. т), Аргентина (50 млн. т), Китай (15 млн. т). Ріст виробництва сої пов'язаний з ростом чисельності населення у світі та, відповідно, зростаючим попитом на продовольство, оскільки у країнах з низьким рівнем доходів населення сою використовують як дешевий рослинний білок для харчування людей, а у розвинених країнах - як цінну білкову сировину в годівлі тварин.

За даними USDA, світове споживання сої має тенденцію до зростання. У поточному сезоні попит на цю культуру становив 256 млн. т, що більше, порівняно з минулим сезоном, на 8% та перевищує середньорічний показник за останні 10 років на 21%. Проте, як і в попередні роки, обсяги споживання сої будуть меншими за її виробництво. Це позитивно позначиться на світових кінцевих запасах. Наприкінці поточного сезону вони становитимуть 61 млн. т, що на 4% більше за минулорічний показник [2, 4]. Збільшення обсягів виробництва вплинуло на активність світової торгівлі. Структура світового експорту сої розподіляється таким чином: США - 44%, Бразилія - 33, Аргентина - 11, Парагвай - 6, Канада - 3%. На інші країни припадає 3% світового продажу.

В Україні склалися сприятливі кліматичні умови для вирощування сої, тому впродовж 20 років посівні площі та валовий збір цієї культури збільшилися у 12 та 17 разів, відповідно. Тенденція до розширення площі та виробництва сої збереглася й останніми роками. Якщо у 2005 році цю культуру вирощували на площі 422 тис. га, то у 2010 вона розширилася до 1037 тис. і щорічно зростає. У 2022 році, незважаючи на війну, площі вирощування сої становили 1,5 млн. га, і аграрії намолотили 3,7 млн. т. В порівнянні з попереднім, мирним роком, площа збільшилася на 4% [2, 4, 6].

Суттєве зростання посівних площ і валових зборів сої свідчить про її надзвичайно важливу роль в аграрному комплексі України. Висновки спеціалістів говорять про те, що збільшення виробництва насіння сої триватиме і наступними роками. По-перше, це високорентабельна культура. За дотримання рекомендованих технологій вирощування та проведення агротехнічних заходів цілком реальна врожайність від 2,5 т/га і вище. Враховуючи витрати на 1 га - близько 4,1-4,3 тис. грн., середню ціну реалізації - 3,5 тис. грн./т, рентабельність виробництва сої становить понад 100%. Такий рівень рентабельності дає змогу повернути витрачені на вирощування культури кошти та додатково отримати 1 гривню на кожну гривню, вкладену у її виробництво. Відтак, враховуючи стабільний попит на цю культуру в світі та Україні, зокрема, економічні результати її вирощування у вітчизняних господарствах не будуть нижчими за показники попередніх років.

По-друге, соя - один із кращих попередників у сівозмінах сільськогосподарських культур. Вона сприяє накопиченню азоту, поліпшенню структури й родючості ґрунту, очищає поле від бур'янів. Рослини цієї культури здатні використовувати малодоступні важкорозчинні поживні речовини з нижніх шарів ґрунту і включають їх у кругообіг живлення. У середньому на 1 га вона залишає азоту близько 60-80 кг/га, фосфору - 20-25 і калію - 30-40 кг/га. Тому доцільним є впровадження цієї культури в короткоротаційні сівозміни, зокрема соя - кукурудза - соя, соя - пшениця - соя тощо [5].

По-третє, це - незамінна культура в кормовиробництві, зокрема в свинарстві. За сучасними технологіями утримання із запровадженням у годівлі свиней соєвого шроту конверсія корму становить до 2,6-3,0 кг, середньодобові прирости зростають до 750-800 г, при цьому собівартість продукції становить 8-10 грн./кг, що відповідає середньоєвропейським показникам. За нинішніх умов потреби України в соєвому шроті забезпечені лише на 25%, що й веде до середньодобових приростів у свинарстві лише до 376 г, конверсії корму - 5-10 кг, собівартості приросту живої маси - 14-20 грн./кг за закупівельних цін 12-16 грн. за кілограм [5].

Якщо за якісними показниками соя відповідає вимогам світового ринку, то рівень технологічного процесу поступається провідним країнам - виробникам зерна. Тому запровадження у господарській діяльності нових, більш адаптованих до умов вирощування, сортів, сучасних засобів захисту рослин, мікродобрив, енергоощадної техніки тощо має становити основу виробництва сої. Запровадження таких заходів сприятиме підтримці вітчизняного тваринництва, птахівництва та формуванню експортного потенціалу сої та продуктів її переробки.

Метою дипломної роботи є удосконалення технології вирощування сої при застосуванні розробленої ґрунтообробної машини, яка включає культиватор-плоскоріз із ярусно розташованими лапами і дисковий подрібнювач рослинних залишків. Це дає можливість суттєво підвищити інтенсивність кришення ґрунту в порівнянні з існуючими безполицевими знаряддями без загрози подальшого руйнування його структури і мульчувати його поверхню подрібненими рослинними залишками. Робота виконувалася для умов селянського фермерського господарства (СФГ) «Нове» Царичанського району Дніпропетровської області.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА КУЛЬТУРИ

Господарське значення. За посівними площами і валовими зборами зерна соя (*Glycine hispida* Maxim) є головною зерною бобовою культурою світу. Вирощують її більше 40 країн на загальній площі понад 50 млн. га. Таке велике поширення сої пояснюється універсальністю її використання як важливої продовольчої, технічної і кормової культури. Зумовлено це винятково сприятливим поєднанням у насінні органічних і мінеральних речовин.

За хімічним складом насіння сої є унікальним. Воно містить у середньому 39 % (33 - 52 %) білків, 20 % (14 - 25 %) напіввисихаючої олії, 24 % вуглеводів, 5 % зольних елементів (з переважним вмістом калію, фосфору і кальцію), а також потрібні для організму людини і тварин різні ферменти, вітаміни (А, В, С, D, Е) та інші важливі органічні й неорганічні речовини [1, 3]. Висока цінність сої визначається насамперед великим вмістом повноцінного білка, який за амінокислотним складом наближається до білків тваринного походження і добре засвоюється людиною і тваринами. Має значення також те, що головний протеїн сої - гліцидин здатний при закисанні згортатися, що дає змогу виготовляти з насіння і бобів велику кількість різноманітних продуктів харчування. Причому медичною наукою встановлено, що в продуктах харчування із сої є антисклеротичні речовини, що особливо важливо для людей старшого і похилого віку. З насіння сої виготовляють соуси, молоко, сир, котлети, кондитерські вироби, ковбаси, харчове борошно, сурогати кави та ін. В їжу використовують також недозрілі боби у вареному й консервованому вигляді.

Соя - важлива технічна культура. Вона займає перше місце у світовому виробництві харчової рослинної олії, яку використовують у їжу і яка є сировиною для виробництва вищих сортів столового маргарину, лецитину. Соева олія широко використовується також у миловарній та лакофарбовій промисловості. Із білків сої виробляють пластмаси, клей та інші вироби.

Як кормову культуру сою використовують на зелений корм, сінаж, для виробництва трав'яного борошна, на силос (в сумішах з кукурудзою), монокорм. Поживність соєвих кормів досить висока. Наприклад, у 100 кг її зеленої маси міститься 21 корм. од. та 3,5 кг перетравного протеїну; в 100 кг кукурудзяно-

соевого силосу - відповідно 26 і 2,9 кг. Цінними концентрованими кормами є соєва макуха із вмістом до 47 % і шрот, який містить понад 45 % білка. За амінокислотним складом вони не поступаються м'ясному й рибному борошну. Задовільним кормом (для овець, кіз) є полова й солома сої. Соя збагачує ґрунт на азот, тому, як і інші бобові культури, є цінним попередником для різних сільськогосподарських культур.

Походження та поширення. Соя - одна з давніх культур. Встановлено, що в країнах Південно-Східної Азії (Китай, Корея, Індія, Японія) вона була відома як землеробська культура за 4 тис. років до н. е. У Європі з'явилася наприкінці XVIII ст. Її здавна вирощували російські переселенці на Далекому Сході, а в європейській частині країни вона з'явилася лише в 70-х роках XIX ст. Серед країн світу найбільші посівні площі сої у США - понад 25 млн. га та КНР - до 10 млн. га. Великі посівні площі вона займає також у Бразилії, Японії, В'єтнамі, країнах Північної Африки, Австралії. У країнах СНД сою вирощують на площі 900 тис. га. Основними районами її вирощування є Далекий Схід (Амурська область, Хабаровський і Приморський краї). Відносно сприятливі умови для її вирощування також на Північному Кавказі, в Закавказзі, Лісостепу України, Молдові, Середній Азії (при зрошенні).

В Україні соя займає поки незначну площу - до 75 тис. га і більше залежно від року. На перспективу заплановано довести соєвий лан в Україні не менш як до 500 тис. га. Середні врожаї сої в СНД невисокі - 10-15 ц/га, у кращих господарствах України сягають 20 - 25 ц/га.

Морфобіологічні та екологічні особливості. Ботанічний рід сої *Glycine* об'єднує більш як 40 видів, з яких половина росте в країнах тропічної Африки. Виробниче значення і поширення має вид сої культурної *G. hispida* L., у якого є 6 підвидів. В Україні поширений слов'янський підвид *ssp. Slovonica* Kov. Ef Pinz. Культурна соя - це однорічна самозапильна трав'яниста рослина з гіллястим стеблом заввишки до 1 м і більше (рис. 1.1).

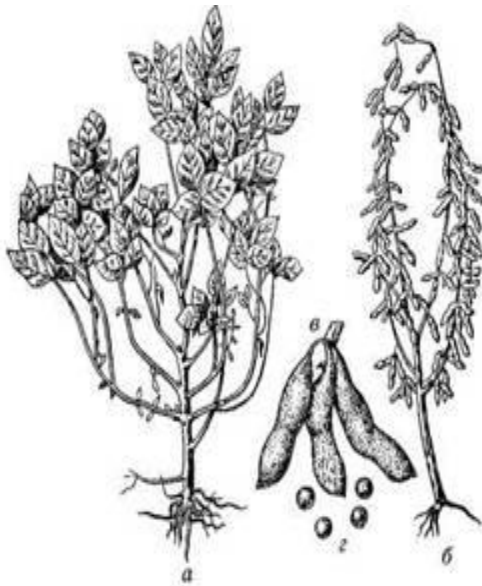


Рисунок 1.1 - Будова рослини (а) і бобів (б) сої

Стрижнева коренева система. Головний корінь грубий, відносно короткий, бічні корінці у більшості тонкі, довгі, проникають у ґрунт на глибину до 2 м. Висота стебла коливається від 20 см до 2 м. У сортів, поширених в Україні, - від 40 см до 1 м. Воно або грубе і товсте (діаметром завбільшки 11-13 мм) або ніжне і тонке (3-4 мм), прямостояче чи сланке, іноді витке, злегка колінчасто-зігнуте, добре гілкується. Бічні гілки завдовжки до 10-18 см, відхиляються від стебла під різним кутом і утворюють з 5-10 гілок різної форми кущ - розлогий, напіврозлогий або стиснутий. Стебло і гілки вкриті білими, бурими, жовтими волосками. При досяганні стебло жовтіє, становиться буро-жовтим чи рудим.

Листочки — трійчасті (іноді на черешку утворюється до п'яти листочків), з малими прилистками, розміщені почергово, за винятком двох перших примордіальних, які є простими і розміщуються супротивно. Мають різну форму - широкояйцеподібну, овальну, ромбічну, клиноподібну з тупими або загостреними верхівками; опушені, включаючи прилистки, волосками білого, сірого або бурого кольору, завдовжки 15-16, завширшки 3-10 см. У більшості сортів листки при досяганні рослин опадають, що полегшує механізоване збирання врожаю.

Квітки малі, мають п'ятизубчасту зелену чашечку та п'ятипелюстковий віночок білого або фіолетового кольору, маточку з верхньою зав'яззю та 10 тичинок - 9 зрелих і одну вільна. Розміщуються квітки у пазухах листків на

квітконіжках, утворюючи суцвіття-китиці (грона), які можуть бути короткими, малоквітковими - з 2-4 квітками або довгими, багатоквітковими - з 10-20 квітками і більше. Плоди - боби, за формою - прямі, мечеподібні, злегка зігнуті, шабле- або серпоподібні, плоскі чи опуклі, з гладенькими або чоткоподібними стулками. Мають світлий, коричневий чи бурий окрас, з рудуватим опушенням, завдовжки 3-7 см і завширшки 0,5-1,5 см. Вміст 1-4 насінин. Маса 1000 (m^{1000}) насінин - 50-400 г. Коли насіння проростає, сім'ядолі виносяться на поверхню ґрунту.

Соя - теплолюбна культура. Насіння її починає проростати при температурі ґрунту 8-10 °С, а дружні сходи з'являються при 15 - 18 °С. Висока вибагливість сої до тепла спостерігається упродовж усього періоду вегетації, особливо під час цвітіння і наливання зерна. Сприятливою середньодобовою температурою для росту й розвитку сої протягом вегетації є 18 - 22 °С, а при цвітінні-наливанні насіння 22-25 °С. Проте в молодому віці соя відносно непогано витримує низькі температури. Сходи її практично не пошкоджуються заморозками мінус 2 - 3 °С, а іноді (при низькій відносній вологості повітря) навіть витримують зниження температури до мінус 5 °С.

Вимоги до вологи у сої у різні періоди росту неоднакові. Наприклад, при проростанні насіння, яке поглинає не менше 130 - 160 % води від власної маси, потрібний значний запас вологи в ґрунті - близько 30 мм в шарі 0 - 20 см. На початку вегетації, коли соя в основному вкорінюється, а темпи росту її вегетативної маси сповільнені, рослини до цвітіння добре витримують посуху. З посиленням росту вегетативної маси потреби сої у волозі збільшуються, досягаючи максимуму під час цвітіння і розвитку плодів. Через нестачу вологи в цей час опадає частина квіток, молодих пагонів. Транспіраційний коефіцієнт сої у середньому становить 520. Тому високий урожай вона дає при вологості ґрунту 75-80 % НВ, добре витримуючи повітряну посуху. Загальне споживання води посівами сої коливається залежно від місця та умов вирощування в межах 3000 - 5500 m^3 /га, а коефіцієнт водоспоживання - 150 - 300 m^3 на 1 ц зерна.

Найкращі ґрунти для сої - достатньо родючі, багаті на органічну речовину і кальцій, з нейтральною реакцією ґрунтового розчину (рН 6,5-7) та добре аеровані, з щільністю 1,1- 1,25 г/см³. Кислі, засолені, схильні до заболочення ґрунти без відповідного їх поліпшення непридатні для вирощування сої. Не витримує вона тривалого затоплення (більше трьох діб).

Соя - рослина короткого дня. Тривалість вегетаційного періоду залежно від сорту й району вирощування коливається від 90 - 100 до 150-170 днів. В Україні районовані сорти дозрівають за 115 - 140 днів. У розвитку сої виділяють три періоди: перший (I-II етапи органогенезу) - формування вегетативних органів (коренів, стебел, листя); другий (III-VIII етапи) - утворення генеративних органів і третій (IX-XII етапи) - дозрівання плодів і насіння.

Сорти. В Україні районовано багато сортів сої, зокрема: Аметист, Київська 27, Бистриця 2, Деймос, Іванка, Ізумрудна, Київська 91, Медея, Пальміра, Подільська 1, Романтика, Сонячна, Хаджибей, Чарівниця степу, Вустя, Оксана та ін. Сортовий склад як сої, так і інших культур весь час поповнюється і змінюється.

2 УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ В УМОВАХ ГОСПОДАРСТВА

Стабільного виробництва зерна сої можна досягти завдяки підвищенню продуктивності даної культури шляхом подальшого вдосконалення і впровадження елементів адаптивних технологій вирощування для найповнішого використання потенціалу інтенсивних сортів. Питання наукового обґрунтування технологій вирощування сої наразі є актуальним і перспективним напрямом розв'язання цієї проблеми. Розширення площ посіву сої змінить структуру культур у сівозміні, вирішить проблему добрих попередників, покращить баланс азоту в ґрунті та підвищить його родючість.

Нами проаналізовано існуючі технології вирощування сої [2, 3, 4, 5] і запропоновано господарству для впровадження найбільш ефективні елементи технології з використанням розробленого знаряддя для обробітку ґрунту, який складається з культиватора-плоскоріза із ярусно розташованими лапами і дискового подрібнювача рослинних залишків. Його застосування дає можливість суттєво підвищити інтенсивність кришення ґрунту в порівнянні з існуючими безполицевими знаряддями без загрози подальшого руйнування його структури і мульчувати його поверхню подрібненими рослинними залишками.

2.1 Місце культури в сівозміні

Необхідно врахувати, що на перших етапах росту у сої сильно розвивається коренева система, а ріст рослин сповільнений. Це обумовлює її низьку конкурентоздатність у боротьбі з бур'янами. Тому кращими попередниками для сої є малозабур'янені поля після озимих і ярих зернових культур. Ці культури швидше за інші звільняють поля, що дозволяє провести багаторазові обробітки у системі основної підготовки ґрунту. Розміщують сою також після просапних - кукурудзи, картоплі, буряка, овочевих культур. На попереднє місце повертають не раніше, ніж через 3 - 4 роки.

Не варто висівати сою після соняшника і зернобобових культур. Соя, як бобова культура, є цінним попередником для інших культур сівозміни. Залишаючи в ґрунті після збирання добре розвинуту кореневу систему з бульбочковими бактеріями, вона сприяє нагромадженню азоту (60-80 кг/га),

поліпшенню структури й родючості ґрунту. Соя використовує важкорозчинні поживні речовини з нижніх шарів ґрунту і включає їх у кругообіг живлення. В середньому на 1 га вона залишає близько 40-60 кг азоту, 20-25 кг фосфору і 30-40 кг калію.

Соя, як і всі зернобобові, є ціною культурою в сівозміні. Вона самосумісна, проте монокультура виключається. Повертати сою на попереднє місце рекомендується не раніше, ніж через два роки.

В якості попередника для сої придатні зернові, кукурудза, цукрові буряки, картопля, багаторічні злакові трави. Непридатними попередниками є інші зернобобові культури і багаторічні бобові трави (господарі тих самих збудників кореневих гнилей) і культури - господарі збудників склеротинії, такі як соняшник або хрестоцвіті культури. Частка культур сприйнятливих до склеротиніозу (соя, соняшник, ріпак) в сівозміні не повинна перевищувати 33 %. Важливо, щоб попередники лишили чисті від збудників поля. В районах з достатнім забезпеченням вологи в 7-10-пільних польових сівозмінах під сою займають одне поле.

Соя – цінний попередник для інших культур. Проте пізнє збирання культури не в усіх регіонах дозволяє вирощувати після неї озимі культури.

2.2 Обробіток ґрунту

Мета обробітку ґрунту під сою, а також вимоги до основного та передпосівного обробітку ґрунту такі ж як у інших зернобобових культур. Вибір конкретних заходів залежить від ґрунтово-кліматичних умов місця вирощування, а також від загального рівня культури землеробства, наприклад, ступеня забур'янення полів.

Так, для умов господарства у рамках основного обробітку ґрунту при засміченні полів однорічними бур'янами замість зяблевої оранки (два-три дискування і осіння оранка) або напівпарового обробітку ґрунту (літня оранка і одна-дві культивації для знищення сходів бур'янів) ми пропонуємо використовувати розроблений культиватор-плоскоріз із ярусно розташованими лапами і дисковий подрібнювач рослинних залишків в агрегаті з ним. Його

застосування дає можливість суттєво підвищити інтенсивність кришення ґрунту в порівнянні з існуючими безполицевими знаряддями без загрози подальшого руйнування його структури і мульчувати його поверхню подрібненими рослинними залишками. Соя порівняно з ранніми ярими культурами більш вимоглива до передпосівного обробітку ґрунту.

Ранній весняний обробіток ґрунту під сою починається з боронування важкими, середніми або легкими боронами, а також шлейфами, рай боронами, шлейф-боронами при настанні фізичної стиглості ґрунту. Боронують упоперек або під кутом до напрямку оранки в 1-2 сліди. На чистих, вирівняних з осені полях після ранньовесняного боронування до сівби ґрунт не обробляють.

На не вирівняних з осені, засмічених зимуючими бур'янами або падалицею полях і при тривалій холодній весні необхідно проводити культивуацію на глибину 6-8 см з наступним прикочуванням. Прикочування підвищує температуру посівного шару на 1,5-3,0⁰ С і стимулює проростання бур'янів, які будуть знищені наступною передпосівною культивуацією.

Передпосівну культивуацію проводять паровими або буряковими культиваторами з плоскоріжучими лапами на глибину 4-5 см в агрегаті з боронами або шлейф-боронами або комбінованими агрегатами. Культивуацію проводять упоперек або під кутом до напрямку попередніх обробітків. Оптимальна структура ґрунту для доброї аерації і нормального розвитку кореневої системи сої створюється при об'ємній масі 1,10-1,25 г/см³. Потрібно, щоб поверхня поля була вирівняна і без каміння, оскільки низьке розміщення бобів вимагає при збирання низького зрізу.

2.3 Вибір сорту і сівба

В умовах помірного клімату можна з успіхом вирощувати лише сорти скоростиглої групи (тривалість періоду від сходів до дозрівання менше 80 днів) дуже скоростиглої (81 – 90 днів), скоростиглої (91 – 110 днів), середньо скоростиглої (111 – 120 днів) і скоростиглої (121 – 130 днів) груп. У цих ранньостиглих сортів світлова реакція менше виражена, тому що реакція сортів

на фотоперіодизм тісно пов'язана з періодом їх вегетації. Скоростиглі сорти менше реагують на довжину дня, ніж середньостиглі і особливо пізньостиглі.

Насіння висівають протруєне і, при необхідності, інокульоване бульбочковими бактеріями. Як правило, протруєння проводять в таких випадках до сівби, а інокуляцію – при сівбі. Лише протруєння фундазолом можна суміщати з інокуляцією в день сівби.

Соя – культура пізніх строків сівби. Головний критерій настання оптимальних строків сівби сої – стійке прогрівання верхнього шару ґрунту до 12-14⁰ С. Оптимальні календарні строки сівби припадають на період другої половини квітня до половини травня. При більш ранніх строках сівби подовжується період проростання, насіння і проростки більш тривалий період піддаються інфекційному тиску збудників кореневих хвороб. При більш пізніх строках сівби знижується врожайність. Глибина сівби не повинна бути більше 2-4 см.

Соя – світлолюбна рослина, погано переносить затінення. У затінених рослин зменшується вміст азоту, збільшується кількість абортівних плодів, знижується висота прикріплення бобів на стеблі, що веде до збільшення втрат при механізованому збиранні. Це слід враховувати при визначенні площі живлення і густоти стояння рослин.

Норма висіву насіння залежить від сорту і способів боротьби з бур'янами. ультраскоростиглі і дуже скоростиглі сорти дають найбільшу врожайність при густоті стеблостою перед збиранням 35-46 рослин на квадратний метр.

Середньостиглі і середньопізні сорти, які сильно гілкуються, повинні мати перед збиранням 18-22 рослини на квадратний метр. Більш загущені посіви вилягають, що викликає зниження урожайності. Тому сорти першої групи слід висівати з нормою 45-55 схожих насінин на квадратний метр, а другої 30-35 насінин на квадратний метр. На кращих ґрунтах вибирають більш низьку, на легких ґрунтах більш високу норму. Якщо боротьба з бур'янами проводиться механізованим способом (післясходове боронування, міжрядні обробки), то норму сівби збільшують на 10-15 %.

Сіють сою, як правило широкорядним способом з міжряддями 45-70 см, або стрічковим способом за схемою 50/15 або 60/15, або звичайним рядковим способом.

2.4 Догляд за посівами та удобрення сої

Соя на початку вегетації росте відносно повільно і бур'яни конкурують с нею за споживання вологи, поживних речовин, використання світла. Втрати врожаю від бур'янів можуть складати 30-50 %. Тому інтегрована боротьба з бур'янами має першочергове значення для успішного вирощування сої. Використовують в боротьбі з бур'янами і всі можливі механічні способи боротьби.

Боронувати посіви можна вже через 3-4 дні після сівби, коли насіння сої лише наклюнулося, а бур'яни знаходяться у фазі білої ниточки. Соя переносить боронування легко. Лише фаза вигнутого коліна, яка настає за 2-3 дні до появи сходів є критичною для боронування.

На посівах сої, залежно від забур'яненості, проводять 1-2 післясходові боронування, при цьому перше після сходове боронування проводиться тоді, коли рослини вже добре укоренилися і мають висоту 10-12 см. Досходове боронування знижує забур'яненість сої на 40-50 %, після сходове – на 50-60 % а досходове + після сходове – на 65-75 %. При боронуванні до сходів швидкість руху агрегату не повинна перевищувати 5-6 км/год., по сходах – 4-5 км/год.

Строки проведення міжрядних обробок і їх кількість залежать від появи бур'янів. За вегетація проводять як правило 2-4 міжрядних обробітки. Останній обробіток проводять не пізніше фази бутонізації.

Для ефективної боротьби з бур'янами вносять гербіциди до сівби, досходовим та післясходовим способом, які дозволені для використання на посівах сої.

Соя вибаглива до вологості ґрунту. За вегетаційний період вона витрачає в 3-4 рази більше води, ніж пшениця. Коефіцієнт водоспоживання сої становить 500-700. Досвіт вирощування сої в Україні показує, що за високої культури

землеробства можна збирати добрі врожаї сої за кількості літніх опадів менш як 250 мм, але за сприятливого їх розподілу.

Соя добре росте і дає високі врожаї на ґрунтах з рН = 5,5...8. Оптимальна реакція ґрунтового розчину перебуває в межах рН = 6,5-7,5. Для формування одного центнера насіння соя споживає: 5 -7 кг азоту, 1,4-1,9 кг P₂O₅, 2,8-2,9 кг K₂O. Поживні речовини надходять у рослини сої нерівномірно. На початку вегетації вона потребує невелику кількість елементів живлення. До цвітіння вона споживає порівняно багато калію, менше азоту і ще менше фосфору відповідно 25-32, 18-20 і 9-14 % усієї ввібраної кількості кожного елемента. Найбільше азоту (59 %), калію (62 %) і фосфору (53 %) засвоюється на початку наливу зерна. Потім засвоєння азоту і калію вповільнюється, але не припиняється до кінця вегетації. Надходження фосфору характеризується більшою рівномірністю, тому що рослина відчуває в ньому потребу в усі фази свого життя. Найбільшу кількість азоту соя споживає у фазі цвітіння та формування бобів, калію – через 87- 95 діб після появи сходів, кальцію і магнію –на 70-80-ту добу після появи сходів, сірки – у фазу формування бобів.

Передовою практикою та науково-дослідними установами країни встановлено, що в комплексі агротехнічних заходів під час вирощування сої провідна роль належить добривам. Соя добре реагує на внесення органічних, мінеральних та бактеріальних добрив. Однак у процесі складання системи удобрення для сої треба враховувати, що, по-перше, ця культура добре використовує післядію органічних та мінеральних добрив, які вносять під попередники; по-друге соя може задовольняти значну частину потреби в азоті (до 70 %) завдяки симбіозу з азот фіксуючими бактеріями. Крім того, необхідно брати до уваги здатність її коренів до засвоєння мінеральних елементів живлення, які містяться в ґрунті у важкодоступній формі.

У господарстві, як і в степовому районі країни в цілому, соя буде добре реагувати на внесення гною та інших місцевих органічних добрив.

Соя добре росте на чорноземах, темно-сірих та сірих лісових ґрунтах правобережної частини України. У східних регіонах вона часто потерпає від

посухи та заморозків. Розміщують її після озимих зернових культур, які вирощували на чистому пару. У цих умовах найефективніше поєднання органічних та мінеральних добрив. Норми добрив для удобрення сої залежать від типу ґрунту: на чорноземних ґрунтах вносять 20 т/га гною.

Підчас основного внесення добрив не завжди повністю забезпечується потреба рослин в елементах живлення в період вегетації. При цьому виникає потреба внесення їх підчас сівби або підживлення. Підживлення дуже ефективно тоді, коли на коренях рослин сої мало бульбочкових бактерій. Основне добриво, залежно від умов вирощування, під сою вносять восени або на весні у вигляді тукоsumішей у відповідному співвідношенні в них азоту, фосфору та калію. Азот найкраще вносити для підживлення, оскільки в разі внесення на початку вегетації він не зберігається до періоду цвітіння, коли він особливо необхідний (табл.2.1). Позакореневе підживлення сої азотом з метою поліпшення якості зерна рекомендується проводити на початку утворення бобів 3 %-м розчином карбаміду в поєднанні з комплексним мікродобривом магнію, бору, молібдену, сірки.

Таблиця 2.1 – Засвоєння добрив в залежності від фази розвитку рослин [5]

Фаза розвитку рослин	Засвоєння у % до повного обсягу за весь період вегетації		
	азоту	фосфору	калію
Від сходів до цвітіння	5,9 - 6,8	4,6 - 4,7	7,6 - 9,4
Цвітіння, формування бобів, початку наливу насіння	57,9 - 59,7	59,4 - 64,7	66,0 - 70,0
Від початку наливу зерна до кінця дозрівання	33,7 - 36,3	30,6 - 36,0	18,9 - 26,4

Соя вражається великою кількістю хвороб і шкідників. Ефективна економічно та екологічно обґрунтована боротьба з ними потребує дотримання принципів інтегрованого захисту рослин.

Найбільш розповсюдженими захворюваннями сої є: фузаріозне в'янення, церкоспороз, аскохітоз, склеротіоз, несправжня борошниста роса, жовта мозаїка сої та інші.

В боротьбі з грибковими та бактеріальними захворюваннями сої високу ефективність мають глибока зяблева оранка і повна заробка рослинних решток, які є джерелом інфекції. Це значно зменшує ймовірність зараження хворобами. На полях де з'явився фузаріоз не можна висівати сою раніше ніж через 2-3 роки.

Найбільш розповсюдженими шкідниками сої є: люцернова совка, акацієва вогнівка, бульбочкові довгоносики, соєва смугаста блішка, соєва плодожерка і павутинний кліщ. При досягненні чисельності смугастої блішки 10-15 жуків/м², люцернової совки 8-10 гусениць /м² або 2-3 яйця соєвої плодожерки на 1 рослину, доцільно провести хімічну обробку посівів.

2.5 Збирання врожаю

Сою збирають прямим комбайнуванням при повній стиглості, коли листя вже опало і боби сухі, насіння тверде. Оптимальна вологість насіння складає 12-14 %. При запізненні з збиранням боби розтріскуються, а вологість насіння знову зростає.

Як правило, посіви сої дозрівають без використання десикантів. При потребі, наприклад для підсушування рослин і прискорення строків початку збирання сої пізньостиглих сортів або при пізньому забур'яненні, проводять десикацію (*Баста* 14% в.р. з нормою 2 л/га, *Реглон* - 2-3 л/га).

Для низьких втрат важливо, щоб висота зрізу не перевищувала 7-8 см. При більш високому зрізі не збираються боби, які розміщені знизу і які, як правило, є найбільш врожайними. Тривале зберігання зерна сої можливе при вологості нижче 11%.

3.1 Складання технологічної карти

Вирощування сільськогосподарських культур повинне опиратися на ряд документів, які забезпечують чітке виконання всіх необхідних операцій для продуктивної життєдіяльності рослин. Одним їх найважливіших документів є технологічна карта, яка містить максимум необхідної інформації для успішного ведення землеробства по вирощуванні тої чи іншої культури.

Технологічна карта містить такі основні блоки інформації: агрономічний блок, який містить назву операції, обсяг робіт, початок і тривалість операції; технічне забезпечення операції і нормативи на використання техніки (змінна норма виробітку, норма витрати палива, еталонна продуктивність); потреба в ресурсах: кількість технічних засобів виробничого персоналу, робочих днів і нормозмін, палива і технічних матеріалів; показники ефективності: затрати праці, прями і приведені витрати.

Перед складанням технологічної карти необхідно проаналізувати природні умови господарства: агро-кліматичні, ґрунтові з урахуванням питомого опору, конфігурацію полів на довжину гонів, рельєф, кут схилу полів. Оскільки ці фактори значною мірою впливають на вибір технології вирощування культури, технологічних операцій, склад машинно-тракторного агрегату, його продуктивність та витрата палива. Не менш важливим фактором для складання технологічних карт є вивчення і аналіз вже існуючих технологій, досвід передових господарств. Останні здобутки необхідно підстроювати умови даного господарства.

Для складання технологічної карти необхідні такі первинні дані: назва культури; попередники; площа, на якій планується вирощування даної культури, га; планова врожайність культури (основної і побічної), т/га; норми витрати, кг/га: насіння, розчинів пестицидів; норми внесення добрив (мінеральних і органічних), т/га; відстань перевезення, км: насіння, органічних і мінеральних добрив, розчинів пестицидів, основної і побічної продукції. Крім того, необхідно

враховувати стійкість ґрунтів до вітрової або водної ерозії, ступінь забур'яненості та переважаючих видів бур'янів.

Технологічні операції в карті необхідно записувати в порядку послідовності їх виконання. При складанні технологічної карти доцільно виділити окремі технологічні цикли, що об'єднують сукупність операцій зі спільними кінцевими завданнями (основний обробіток ґрунту, сівба, догляд за посівами, збирання врожаю і післязбиральний обробіток врожаю). Операції в технологічному циклі взаємопов'язані агротехнічними вимогами і часовими рамками. Часто технологічні цикли мають альтернативні варіанти. Це вимагає оцінки показників окремого циклу і вибору раціонального для конкретних умов варіанту.

Для сумісних операцій календарні строки повинні бути однакові. Наприклад, підвезення насіння, мінеральних добрив та сівба; збирання транспортування врожаю.

Визначаємо умови для складання технологічної карти. Площа поля становить 150 га, з величиною схилів 0 % прямокутної форми з довжиною гонів 1000 м. Попередником є озима пшениця, після якої проводять лущення. Технологічний цикл по основному обробітку ґрунту включає внесення мінеральних добрив 300 кг/га. Весняні роботи включають закриття вологи, підготовка ґрунту, боротьба з бур'янами. Один із основних циклів технологічної карти – посів з внесенням мінеральних добрив. Догляд за посівами включає досходове боронування, післясходове боронування, культивація міжрядь.

Завершується технологічна карта збиранням врожаю. Така базова технологія дає урожайність продукції 25 ц/га. Заповнення технологічної карти здійснюється як безпосередньо, так і здійснюючи певні розрахунки.

В графу 1 “Шифр операції” проставляють порядковий номер сільськогосподарської операції: 1.

Перелік операцій, необхідних для вирощування і збирання сільськогосподарської культури записують в графу 2.

“Обсяг робіт у фізичних одиницях” (граф 3) визначається в залежності від типу агрегату:

- для технологічних агрегатів (оранка, культивування, збирання врожаю)

$$\Omega = F \cdot k, \text{ га} \quad (3.1)$$

- для навантажувальних

$$\Omega = F \cdot q_m, \text{ т} \quad (3.2)$$

- для транспортних

$$\Omega = F \cdot q_m \cdot L_n, \text{ т-км} \quad (3.3)$$

де F – площа вирощування сільськогосподарської культури, га;

k – коефіцієнт кратності виконання операцій;

q_m – норма витрати технологічних матеріалів, ц/га;

L_n – відстань перевезення, км.

Дата початку роботи D_n та її тривалість обумовлюється агротехнікою вирощування сільськогосподарської культури і записується у графі 4 і 5. Для лущення ґрунту ці строки становитимуть: початок роботи – 12.VIII, тривалість роботи – 10 днів.

Роботу агрегатів рекомендується планувати в дві зміни. Тривалість зміни $T_{зм}$ при виконанні найбільш важливих і термінових робіт допускається продовжувати робочу зміну до 10 год. Коефіцієнт змінності $K_{зм}$ (граф 6) підраховують за формулою:

$$K_{зм} = T_d / T_{зм} \quad (3.4)$$

де T_d – тривалість роботи агрегату за добу.

В графу 11 записують витрату палива g_n на одиницю роботи. Витрату палива визначають з типових норм виробітку, або підраховують за формулою:

$$g_n = N_{ен} \cdot q_e \cdot K_3 / W_{зм}, \quad (3.5)$$

де $N_{ен}$ – номінальна ефективна потужність двигуна, кВт;

q_e – питома витрата палива двигуном трактора, кг/кВт-год.;

K_3 – коефіцієнт завантаження двигуна.

Норма витрати технологічних матеріалів їм (органічні та мінеральні добрива, насіння, пестицидів тощо) визначаються агротехнікою вирощування сільськогосподарської культури. Ці дані записують в графу 12. Для агрегату лущення стерні технологічні витрати не передбачаються.

Кількість механізаторів m_m і допоміжних робітників m_d , які обслуговують агрегат (графи 13 і 14), визначають в залежності від його складу і рекомендації заводів-виробників машин. Лущення ґрунту передбачається одним механізатором.

В графу 15 записують значення годинної еталонної продуктивності трактора λ .

Необхідну, для виконання запланованого обсягу робіт, кількість агрегатів n_a визначаються по формулі

$$n_a = \Omega / W_{3M} \cdot K_{3M} \cdot D_p. \quad (3.6)$$

Отримане значення записують в графу 16 технологічної карти.

Кількість днів, протягом яких буде виконана робота (графа 17), підраховують діленням обсягу Ω (графа 3) на кількість агрегатів n_a (графа 13) та добову продуктивність агрегату W_d , тобто

$$D_\phi = \Omega / n_a \cdot W_d = \Omega / n_a \cdot W_{3M} \cdot K_{3M} \quad (3.7)$$

Поділивши обсяг роботи Ω (графа 3) на нормативну змінну продуктивність агрегату W_{3M} (графа 10), отримують число нормо-змін N_{3M} (графа 18) необхідних для виконання роботи.

$$N_{3M} = \frac{\Omega}{W_{3M}} \quad (3.8)$$

Необхідну кількість обслуговуючого персоналу визначають за формулами:

$$n_M = m_M \cdot n_a \cdot K_{3M} \quad (3.9)$$

$$n_D = m_D \cdot n_a \cdot K_{3M} \quad (3.10)$$

де n_M і n_D – відповідно кількість механізаторів (графіа 19) та допоміжних робітників (графіа20).

В графу 21 записують кількість палива, необхідну для виконання роботи

$$G_{\Pi} = \Omega \cdot g_{\Pi} \quad (3.11)$$

В графу 22 записують необхідну кількість технологічних матеріалів для виконання роботи

$$G_M = \Omega \cdot g_M$$

Затрати праці на виконання роботи (графіа 23) підраховують за формулою

$$Z_{\Pi} = (n_M + n_D) \cdot N_{3M} \cdot T_{3M} \quad (3.12)$$

Виробіток машинно-тракторного агрегату в умовних одиницях W_y (графіа 24) визначають, помноживши значення годинної еталонної продуктивності λ (графіа 15) на кількість відпрацьованих нормо-змін N_{3M} (графіа 18) та тривалість зміни T_{3M} , тобто

$$W_y = \lambda \cdot N_{3M} \cdot T_{3M} \quad (3.13)$$

Розрахунок показників технологічної карти покажемо на прикладі операції “Лушення стерні”.

В графу 1 „Шифр операції” проставляємо номер1. В графу 2 записуємо назву роботи „Лушення”. В графу 3 „Обсяг робіт” записуємо площу поля 150 га.

Дату початку роботи (графіа 4) орієнтовно 20.07. Тривалість роботи (графіа 5) обумовлюється агротехнікою, і відповідно до агротехнічних вимог ставиться 5 днів. Роботу агрегатів при лушенні стерні плануємо в дві зміни. Тоді тривалість роботи агрегату за добу T_p , становить 14 годин. Склад вибраного машинно-тракторного агрегату Т-150+ЛДГ-15 записуємо в 7 і 8 графу технологічної карти.

Змінну норму виробітку 57,3 га/зм. (графіа 10) та витрату палива на одиницю роботи $q_n = 2,8$ л/га. (графіа 11) визначаємо з довідника. При луценні стерні, технологічні матеріали не витрачаються, тому в графу 12 не записуємо цифрових значень. Необхідну для виконання запланованого обсягу робіт, кількість агрегатів n_a (графіа 16) визначаємо по формулі

$$n_a = 150 / 57,3 \cdot 2 \cdot 5 = 0,3.$$

Приймаємо $n_a = 1$ агрегат.

Кількість днів, протягом яких буде виконана робота (графіа 17), підраховують діленням обсягу Ω (графіа 3) на кількість агрегатів n_a (графіа 13) та добову продуктивність агрегату W_d , тобто

$$D_\phi = 150 / 1 \cdot 57,3 \cdot 2 = 1,3 \text{ днів.}$$

Приймаємо 1 день.

Підраховуємо кількість відпрацьованих нормозмін

$$N_{зм} = 150 / 57,3 = 2,6$$

Для луцення стерні умовний виробіток становитиме

$$W_y = 1,65 \cdot 2,6 \cdot 7 = 30 \text{ у.е.га.}$$

Аналогічно виконавши розрахунки для інших операцій технологічного процесу, їх значення записуємо в технологічну карту.

3.2 Побудова графіка використання тракторів і машин

При побудові графіка використання тракторів по осі абсцис відкладаємо заданий календарний період виконання польових механізованих робіт, а по осі ординат – установлену розрахунком кількість тракторів відповідних марок, що необхідна для виконання запланованого обсягу робіт по операції. Кожній операції на графіку відповідає один прямокутників, основою якого тривалість

виконання операції в календарних днях, а висотою – кількість тракторів, зайнятих на виконанні даної операції.

Графіки використання всіх запланованих марок тракторів будуємо на одному аркуші та на одній календарній шкалі. Загальна висота їх у перерізу, перпендикулярному осі календарних днів, дорівнює в масштабі кількості тракторів, необхідних у даний момент для виконання запланованих робіт.

Кожний прямокутник кодуємо номером тієї операції, на виконання якої запланований даний трактор.

Побудова графіків використання тракторів, одночасно з визначенням комплексу машин для виконання циклу механізованих робіт, дає можливість визначити завантаження всього тракторного парку підрозділу в заплановані календарні строки виконання будь-якої операції: які трактори і скільки уже заплановано до використання у ці ж строки, які на скільки ще вільні. Це дозволяє ще на ранній стадії складання плану виконання робіт та проведення відповідних розрахунків виявити грубі прорахунки в розподілі тракторів за операціями та помилки в розрахунках, встановити причину підвищеної потреби в тракторах та механізаторах і визначити, яким чином зменшити цю потребу: або “передати роботу” на другу, менш завантажену марку трактора, якщо він може якісно виконати даний вид роботи, або збільшенням тривалості робочого дня в цей період, або зміною інтенсивності роботи в межах агростроку, або зміною виконання процесу.

Після побудови графіка використання тракторів та його коригування по ньому візуально визначаємо найбільшу кількість тракторів кожної марки, що одночасно зайняті на виконанні механізованих робіт, яку й приймаємо за потребу в них.

Одночасно або після побудови графіка використання тракторів будуємо графік використання сільськогосподарських машин. Для цього по осі абсцис графіка відкладаємо, як і в першому випадку, календарні дати, а по осі ординат – найменування та марку сільськогосподарських машин та сумарну потребу в цих машинах. Використання сільськогосподарських машин на цих графіках

позначаємо лінією, паралельною осі абсцис, довжина якої у відповідному масштабі дорівнює розрахунковій тривалості роботи сільськогосподарської машини на виконанні технологічної операції. Над лінією проставляємо розрахункову кількість тих машин, що використовуємо на даній операції, а під лінією – номер цієї операції в переліку запланованих робіт на даному полі сівозміни.

Після побудови графіка по ньому визначаємо найбільшу кількість сільськогосподарських машин кожної марки, одночасно зайнятих на виконанні технологічних операцій, яку й приймають за потребу в них.

ПОДРІБНЮВАЧА

При безполицевому обробітку ґрунту, в порівнянні з полицевим, вартість робіт і витрати енергії зменшуються. Але й у безполицевих робочих органах є свої суттєві екологічні недоліки, які проявляються тим сильніше, чим глибше проникають вони в ґрунт.

По-перше, такі робочі органи чим глибше проникають у ґрунт, тим нерівномірно розпушують його по глибині: верхня його частина виявляється неприпустимо грудкуватою, а нижня - із зруйнованою структурою ґрунту (рис.4.1). При цьому неякісне розпушування верхнього шару ліквідується додатковим поверхневим обробітком, тоді як зіпсований нижній шар відновити будь-яким способом неможливо.

По-друге, після кожного проходу безполицевих робочих органів частина верхнього шару ґрунту просипається у нижній, а нижній поступово переміщується уверх. Невеликі, на перший погляд, міграційні процеси часток ґрунту по вертикалі з часом призводять до того, що орний (гумусний) горизонт виявляється «розведеним» менш родючим підорним.

Отже, певні переваги безполицевого обробітку ґрунту у порівнянні з полицевим наукою і практикою доведені. Але постають при цьому нові задачі: як удосконалити безполицевий обробіток, щоб підвищити якість розпушування ґрунту і як розширити універсальність його використання. Під підвищенням якості розпушування ґрунту мається на увазі те, щоб при збільшенні глибини ходу безполицевого робочого органу не збільшувалась грудкуватість у верхньому шарі поля.

Під розширенням універсальності машин з безполицевими робочими органами мається на увазі те, щоб такі машини могли якісно готувати ґрунт за один прохід як на чистому полі, так і на засміченому рештками рослин після збирання врожаю.

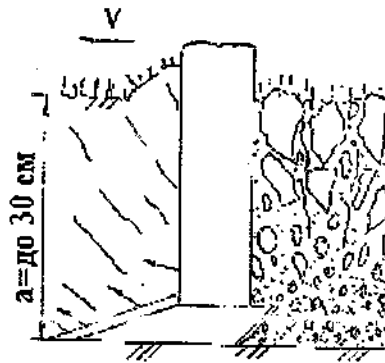


Рисунок 4.1 - Схема роботи плоскорізальної лапи при глибокому розпушуванні ґрунту

Задачу по поліпшенню якості розпушування ґрунту при його безполицевому обробітку, в дипломному проекті, пропонується вирішити наступним шляхом. Відомо, що стрілочасті лапи при культивації (глибина обробітку 8 – 15 см) відносно рівномірно кришать ґрунт по глибині (рис. 4.2) До того ж примусового руйнування структури ґрунту при його оптимальній вологості практично не відбувається. Іншими словами, претензій з екологічної точки зору до цих знарядь немає, якщо вони заглиблюються у ґрунт на глибину не більше 10 – 12 см.

Враховуючи ці позитивні обставини роботи культиваторних лап було вирішено встановлювати їх на гряділі дещо по новому, а саме по три лапи уступом по різних горизонтах (рис. 4.3) таким чином, щоб кожна лапа мала свою невелику глибину ходу у необробленому ґрунті, і кожна послідуєча лапа знаходилась би у «тіні» своєї попередньої. Така конструкція робочого органа (гряділь з лапами) і такий спосіб безполицевого обробітку ґрунту мають гарантувати рівномірне кришення його на усю глибину обробітку.

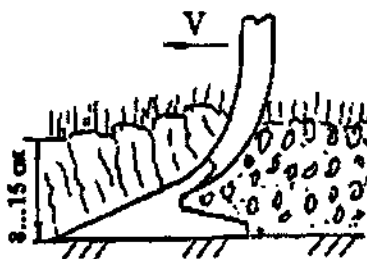


Рисунок 4.2 - Схема роботи стрілочасті лапи при культивації

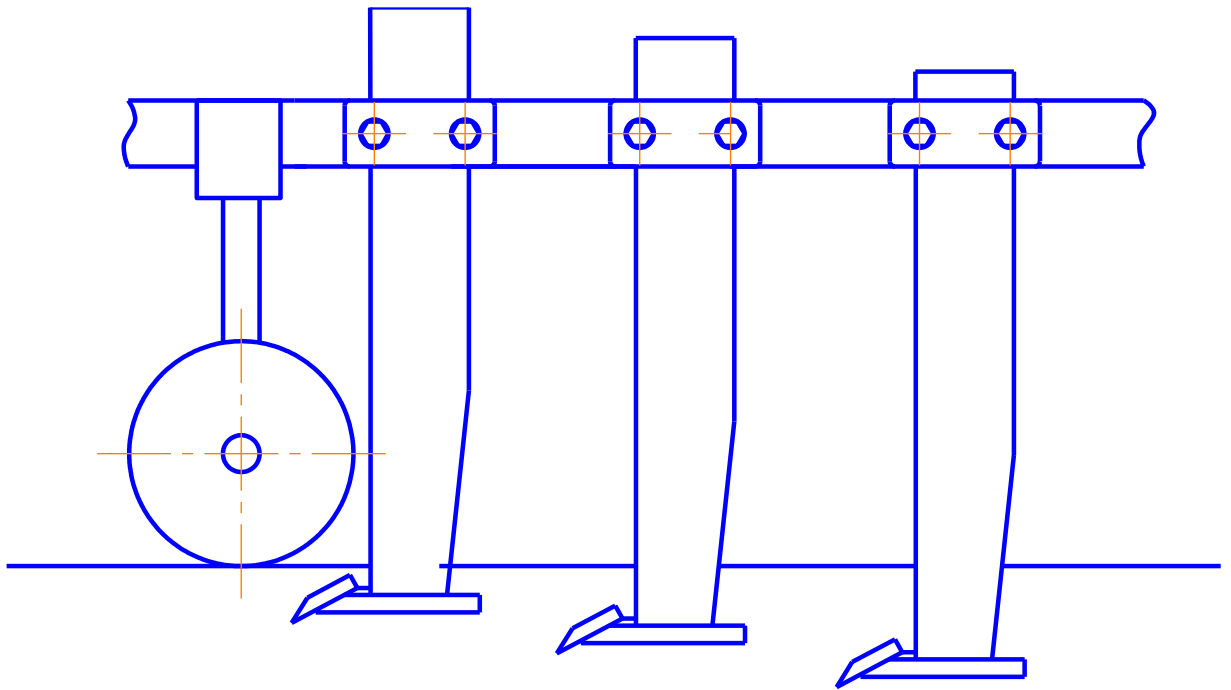


Рисунок 4.3 - Схема запропонованого способу безполицевого обробітку ґрунту

Запропоноване триярусне розташування робочих органів плоскоріза дозволить якісно обробляти ґрунт на глибину до 35 см. При розробці конструкцій були враховані ще й такі умови:

- по-перше, розроблена машина повинна виконувати як основний обробіток ґрунту (глибина обробітку під зернові – 20 – 22 см, під просапні – 25 – 35 см), так і поверхневий (глибина обробітку до 16 см);
- по-друге, агрегатуватись машина повинна з тракторами, які виробляють в Україні, тобто з тракторами класу 3.

Дисковий подрібнюючий каток, який приєднаний до культиватора руйнує брили, утворені його лапами, подрібнює і сприяє загортанню в ґрунт рослинних залишків, ущільнює нижній і мульчує верхній шар ґрунту і таким чином підготовлює його до передпосівного обробітку під посів будь якої культури за один прохід агрегату.

5 ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ КУЛЬТИВАТОРА- ПОДРІБНЮВАЧА

5.1 Визначення основних параметрів машини

Робочі органи культиватора розміщені фронтально в три ряди на рамі машини із збільшенням глибини ходу лап кожного наступного ряду. Ширина захвату кожної лапи становить 0,88 м. Враховуючи перекриття між лапами в ряду загальна конструктивна ширина захвату машини становить 2,5 м. Розстановку лап на рамі культиватора проводимо з врахуванням зони деформації ґрунту кожною лапою і з таким розрахунком, щоб машина не забивалася в зоні між стояками лап пожнивними залишками.

Як показала практика найменше забивання машини спостерігається при напівкруглій формі профілю поперечного перерізу стояків робочих органів. В цьому випадку рослинні рештки внаслідок тертя з ґрунтом легко сповзають з гладкої поверхні лобової сторони стояків і робочі органи не забиваються. Тому для розробленого знаряддя приймаємо напівкруглу форму профілю поперечного перерізу стояків робочих органів (рис. 5.1).

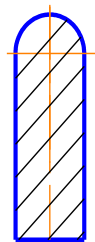


Рисунок 5.1- Профіль поперечного перерізу стояків лап
культиватора-подрібнювача

З метою забезпечення міцності леза лапи культиватора і стійкого ходу по глибині передбачаємо верхню заточку леза. На рис. 5.2 приведена схема заточки лапи культиватора. На цій схемі:

i - кут заточки леза. Він знаходиться в межах $i = 20 - 22^\circ$ [11]. Приймаємо $i = 20^\circ$.

β - кут різання, він визначає заглиблювальну здатність лапи і знаходиться в межах $47-52^\circ$.

α - кут кришення ґрунту. Виходячи із потрібної якості рихлення ґрунту і зниження тягового опору культиватора, кут кришення α повинен знаходитися в межах $\alpha = 25 - 30^\circ$ [11]. Приймаємо $\alpha = 27^\circ$.

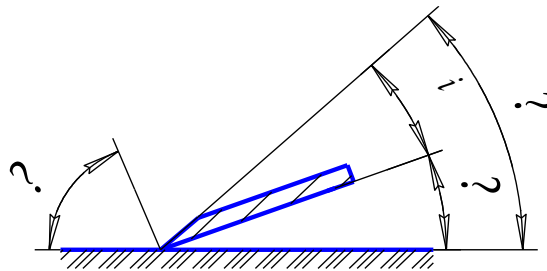


Рисунок 5.2 - Заточка лемеша лапи культиватора

Ψ - кут, який характеризує нахил площини сколювання пласта спереду леза. Його значення можна визначити за формулою:

$$\Psi = 90 - \frac{\alpha + \varphi + \rho}{2}, \quad (5.1)$$

де φ - кут тертя ґрунту по сталі, $\varphi = 25^\circ$;

ρ - кут внутрішнього тертя, $\rho = 40^\circ$.

Підставивши дані, будемо мати

$$\Psi = 90 - \frac{27 + 25 + 40}{2} = 44^\circ .$$

Заглиблення в ґрунт робочих органів знаряддя відбувається під дією його особистої маси. Застосування примусового заглиблення в ґрунт робочих органів начіпних знарядь небажано, оскільки це може призвести до їх пошкодження.

Скорочення довжини шляху заглиблення робочих органів в ґрунт є важливим фактором, який визначає якість обробленого поля і має суттєве значення при глибокому обробітку ґрунту.

Відповідно своєму призначенню культиватори для плоскорізного обробітку ґрунту працюють на велику глибину, їх робочі органи працюють в

ущільненому середовищі. В таких умовах роботи заглиблення робочих органів культиватора більш складне, ніж при оранці на невелику глибину. Оскільки в нашому проекті лапи культиватора рухаються на різній глибині, розрахунки будемо проводити по задньому ряду лап, які рухаються на максимальній глибині.

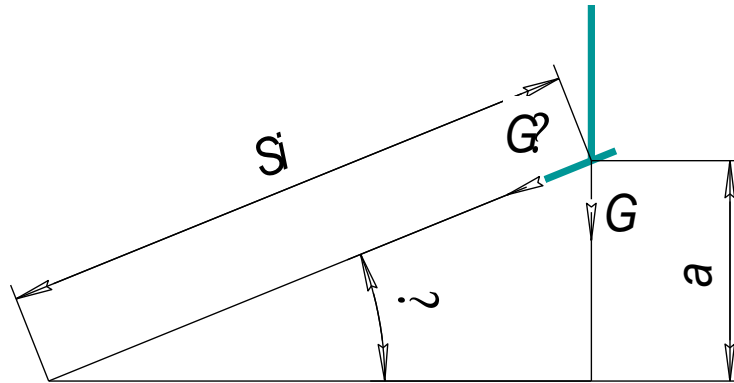


Рисунок 5.3 - Схема переміщення робочого органу знаряддя при заглибленні

Сила G_1 визначається за виразом [11]:

$$G_1 = G \cdot \cos(90^\circ - \varepsilon) = G \cdot \sin \varepsilon \quad (5.2)$$

де G - сила ваги культиватора, кН.

Силу ваги визначаємо з аналогічних культиваторів по масі, яка приходить на одну лапу. Сила ваги культиватора буде рівна 5,7 кН.

$\varepsilon = 6^\circ$ - кут траєкторії заглиблення.

Робота заглиблення культиватора буде визначатись за формулою

$$W = S_1 \cdot G_1. \quad (5.3)$$

Підставивши значення з (3.3), будемо мати

$$W = S_1 \cdot G \sin \varepsilon \quad (5.4)$$

З іншого боку, роботу W можна визначити за виразом:

$$W = k' \cdot a \cdot b \cdot n, \quad (5.5)$$

де k' - коефіцієнт, який виражає втрати енергії на одиницю площі,

$$k' = 15 \cdot 10^3 \text{ Дж/м}^2;$$

n - число робочих органів, $n = 3$;

b - ширина захвату робочого органу, $b = 0,88$ м;

a — глибина обробітку, $a = 0,35$ м.

Вирази (5.4) і (5.5) еквівалентні, тобто

$$S_1 \cdot G \cdot \sin \varepsilon = k' \cdot a \cdot b \cdot n. \quad (5.6)$$

З цієї рівності знаходимо значення S_1

$$S_1 = \frac{k' \cdot a \cdot b \cdot n}{G \cdot \sin \varepsilon} \quad (5.7)$$

$$S_1 = \frac{15 \cdot 10^3 \cdot 0,35 \cdot 0,88 \cdot 3}{5,7 \cdot \sin 6^\circ \cdot 10^3} = 2,4 \text{ м}$$

Довжину шляху заглиблення S визначимо за теоремою Піфагора

$$S = \sqrt{S_1^2 - a^2} \quad (5.8)$$

$$S = \sqrt{2,4^2 - 0,3^2} = 2,38 \text{ м}$$

Довжину шляху заглиблення плуга L_1 визначаємо по останньому робочому органі (рис. 5.4)

$$L_1 = L + S, \quad (5.9)$$

де L - відстань між носками лап по ходу знаряддя, вона визначається по формулі:

$$L = a \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha + \varphi + \rho}{2} + l_0, \quad (5.10)$$

де l_0 - величина, яка визначається конструктивно, $l_0 = 400$ мм.

$$L = 0,3 \cdot \operatorname{tg} \frac{27^\circ + 25^\circ + 40^\circ}{2} + 0,4 = 0,71 \text{ м}$$

Приймаємо $L = 0,7$ м.

$$L_1 = 0,7 + 2,38 = 3,09 \text{ м}$$

Проведемо розрахунки тягового опору культиватора, для чого скористаємося формулою:

$$R_n = f G + K F_k, \quad (5.11)$$

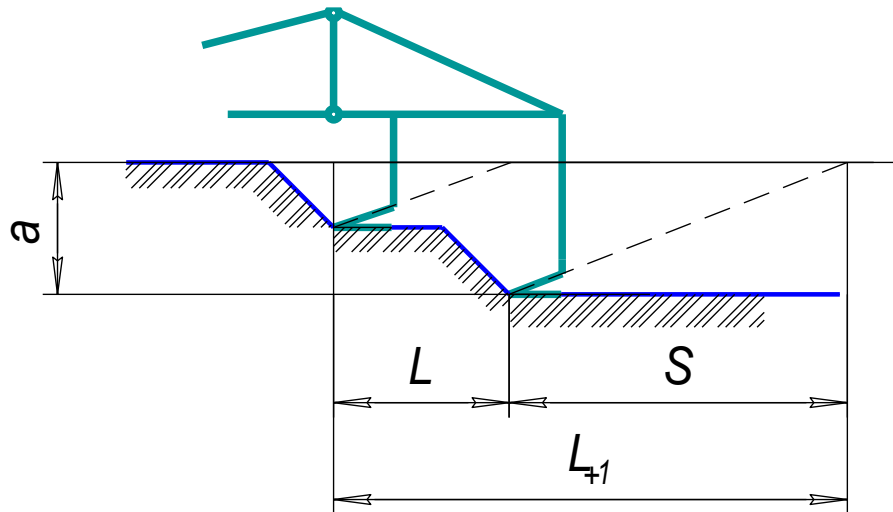


Рисунок 5.3 - Схема до визначення довжини шляху заглиблення в ґрунт лап культиватора

де f - коефіцієнт опору руху знаряддя в борозні, $f = 0,4$ [11];

K - коефіцієнт, який характеризує здатність ґрунтового пласта чинити опір деформації, $K = 40 \text{ кН/м}^2$ [11];

F_k - площа поперечного перерізу зрихненої частини пласта при обробітку ґрунту в шарі до критичної глибини різання, м^2 .

Визначається за формулою:

$$F_k = h_k V_k - F, \quad (5.12)$$

де F_i - площа поперечного перерізу незруйнованих гребенів, м .

$$F_1 = (n-1) \cdot F_T, \quad (5.13)$$

де F_T - площа гребеня трикутної форми висотою h , м .

$$F_T = \frac{(M-b)^2}{4}. \quad (5.14)$$

$$F_T = \frac{(0,55-0,07)^2}{4} = 0,06 \text{ м}^2.$$

$$F_1 = (3-1) \cdot 0,06 = 0,12 \text{ м}^2;$$

$$F_k = 0,35 \cdot 1,17 - 0,12 = 0,28 \text{ м}^2.$$

Підставивши відповідні значення в (5.12) ми можемо знайти тяговий опір розробленого культиватора

$$R_n = 0,4 \cdot 5,7 + 40 \cdot 0,28 = 13,48 \text{ кН}.$$

Визначимо тягову потужність за формулою:

$$N_n = R_n \cdot V_p, \quad (5.15)$$

де V_p - робоча швидкість руху розробленого культиватора, $V_p = 2,2$ м/с.

$$N_n = 13,48 \cdot 2,2 = 29,7 \text{ кВт.}$$

Питомий опір культиватора визначимо за формулою

$$K_y = \frac{R_n}{F_k}, \quad (5.16)$$

$$K_y = \frac{13,48}{0,28} = 48,1 \text{ кН/м}^2.$$

Коефіцієнт корисної дії культиватора визначимо по формулі

$$\eta_n = 1 - \frac{f \cdot G}{R_n}, \quad (5.17)$$

$$\eta_n = 1 - \frac{0,4 \cdot 5,7}{13,48} = 0,83.$$

Мінімальну висоту стояка робочого органу культиватора (при максимальній глибині ходу лапи) (рис. 5.4) можна визначити за формулою [11]:

$$H_c = h_1 + h_2 + a, \quad (5.18)$$

де h_1 - мінімальна висота від нижньої площини рами до поверхні розпушеного ґрунту під час роботи культиватора. Для того, щоб рослинні рештки вільно проходили приймаємо $h_1 = 0,3$ м.

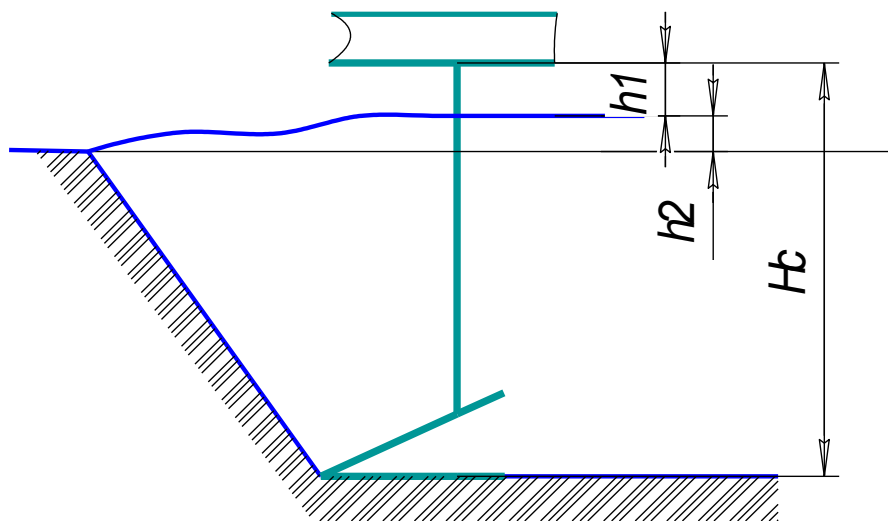


Рисунок 5.4 - Схема до визначення висоти стояка

h_2 - максимальна величина спушеного шару ґрунту.

$$h_2 = \frac{1}{4} \cdot a, \quad (5.19)$$

$$h_2 = \frac{1}{4} \cdot 0,3 = 0,075 \text{ м}$$

$$H_c = 0,3 + 0,075 + 0,3 = 0,675 \text{ м.}$$

Отже, висота стояка лапи повинна бути не менше 0,675 м.

5.2 Розрахунок циліндричної пружини подрібнювача

У запропонованій конструкції агрегату подрібнюючи диски підпружинені двома гвинтовими циліндричними пружинами. Для забезпечення надійної роботи цієї конструкції потрібно розрахувати параметри пружини.

Податливість циліндричних пружин пропорційна їхньому індексу C . Практичне застосування мають пружини з індексом $C = 4 \dots 12$. Для збільшення податливості індекс C беруть якомога більшим. Збільшуючи індекс пружини певної жорсткості, можна зменшити довжину пружини збільшенням її діаметра, а зменшуючи індекс, можна зменшити діаметр збільшенням довжини пружини. Для нашої конструкції вибираємо пружину з індексом 5.

Для розрахунку на міцність розглянемо силові фактори, що діють у перерізі витка, навантаженого силою P пружини (рис. 5.5). За умовою рівноваги нижньої частини пружини визначаємо, що у довільному перерізі витка діють крутний момент $T = 0,5PD$ та поперечна сила P , які спричинюють відповідно кручення та зріз витка. Нехтуючи кутом підйому витків α , який для більшості пружин розтягу та стиску менший ніж $10-12^\circ$, а також напруженнями зрізу від поперечної сили, напруження кручення витків визначають за виразом відомим з курсу опору матеріалів:

$$\tau = \frac{T \cdot K}{W_p} = \frac{8 \cdot P \cdot D \cdot K}{(\pi \cdot d^3)}, \quad (5.20)$$

де K – коефіцієнт, що враховує кривизну витків;

W_p – полярний момент опору перерізу витка, $W_p = \pi d^3 / 16$;

d – діаметр витків (дроту) пружини;

D – середній діаметр пружини.

Коефіцієнт K беруть залежно від індексу C пружини із співвідношення [12]

$$K = 1 + 1,4/C \quad (5.21)$$

Умову міцності витків пружини запишемо у вигляді [12]:

$$\tau = \frac{8 \cdot P \cdot D \cdot K}{(\pi \cdot d^3)} \leq [\tau], \quad (5.22)$$

де $[\tau]$ - допустиме напруження кручення для матеріалу пружини.

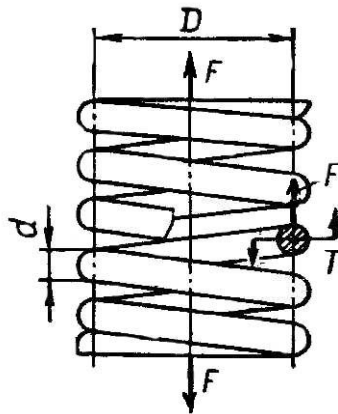


Рисунок 5.5 - Навантаження витків пружини розтягу.

Потрібний діаметр дроту пружини визначимо за формулою

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{8 \cdot P \cdot D \cdot K}{(\pi[\tau])}}. \quad (5.23)$$

Якщо в умові (5.23) врахувати, що $D/d = C$, то формулу для визначення діаметра дроту пружини можна записати у вигляді

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{8 \cdot P \cdot K \cdot C}{(\pi[\tau])}}. \quad (5.24)$$

Допустимі напруження для пружин залежать від матеріалу пружини, характеру зміни навантаження та ступеня відповідальності пружини. Циліндричні гвинтові пружини відповідального призначення виготовляють здебільшого з дроту підвищеної та високої міцності. Для таких навантажених статично пружин допустимі напруження беруть: при розрахунку витків на кручення $[\tau]_c = 0,5\sigma_s$; при розрахунку на згин $[\sigma]_c = 0,5\sigma_B$.

Під час роботи на пружину діють змінні навантаження, тому допустимі напруження вибираємо з умови запобігання втомному руйнуванню. У такому разі рекомендують брати [12]:

$$[\tau] = [\tau]_c \cdot K_L, \quad [\sigma] = [\sigma]_c K_L, \quad (5.25)$$

де $[\tau]_c$, $[\sigma]_c$ – допустимі напруження при статичному навантаженні пружин;

K_L – коефіцієнт довговічності, залежить від числа циклів N_u навантаження пружини за строк її служби та коефіцієнтів асиметрії циклів R .

Із [12] вибираємо границю міцності дроту $\sigma_b = 1100$ МПа, коефіцієнт $K_L = 0,4$, орієнтуючись на виготовлення пружини із пружинного дроту III класу міцності діаметром 3-4 мм. Тоді, допустиме напруження витків

$$[\tau] = 0,5 \sigma_b K_L = 0,5 \cdot 1100 \cdot 0,4 = 220 \text{ МПа.}$$

Якщо попередньо взяти індекс пружини $C' = 5$, то матимемо коефіцієнт, що враховує кривизну витків

$$K' = 1 + 1,4/5 = 1,3.$$

Тоді, з (5.24) визначаємо діаметр дроту

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{8 \cdot 65,3 \cdot 1,3 \cdot 5}{(3,14[220])}} = 4,2 \text{ мм.}$$

Знайдене значення d округлюємо до значення у стандартному ряду діаметрів дроту для виготовлення пружин, $d = 5$ мм.

Діаметр дроту пружини дає змогу визначити середній та зовнішній діаметри пружини:

$$D = C d = 5 \cdot 5 = 25 \text{ мм;}$$

$$D_3 = D + d = 25 + 5 = 30 \text{ мм.}$$

Осьову пружну деформацію пружини (розтяг або стиск) під дією навантаження P можна знайти як добуток кута закручування витків пружини та середнього радіуса пружини $0,5D$

$$\lambda = 0,5D \cdot \theta = \frac{0,5 \cdot D \cdot M \cdot \pi \cdot D \cdot i}{(G \cdot I_p)}, \quad (5.26)$$

де i – кількість робочих витків пружини;

G – модуль пружності при зсуві матеріалу пружини (для сталі $G = 8 \cdot 10^4$ МПа);

I_p – полярний момент інерції перерізу витка пружини, $I_p = \pi d^4/32$.

Виражаючи I_p через d та враховуючи, що $D/d = C$, вираз для осьової пружної деформації пружини (4.27) можна записати у вигляді

$$\lambda = \frac{8 \cdot P \cdot D^3 \cdot i}{(G \cdot d^4)} = \frac{8 \cdot F \cdot C^3 \cdot i}{(G \cdot d)}. \quad (5.27)$$

Відношення навантаження P до осьової пружної деформації λ пружини – це жорсткість k пружини. Із виразу (5.27)

$$k = \frac{G \cdot d^4}{(8 \cdot D^3 \cdot i)} = \frac{G \cdot d}{(8 \cdot C^3 \cdot i)}. \quad (5.28)$$

З виразу (5.27) можна визначити потрібну кількість робочих витків пружини, якщо відоме значення λ

$$i = \frac{G \cdot d^4 \cdot \lambda}{(8 \cdot P \cdot D^3)} = \frac{G \cdot d \cdot \lambda}{(8 \cdot P \cdot C^3)} \quad (5.29)$$

Для того, щоб правильно розрахувати та підібрати пружину, необхідно визначити її робочу характеристику, на якій повинні бути зазначені: λ_{\min} , λ_{\max} — відповідно мінімальна та максимальна розрахункові деформації пружини; P_{\min} , P_{\max} , P_{gr} — відповідно мінімальне, максимальне і розрахункове навантаження та граничне навантаження на пружину (при посадці витків у пружинах стиску і за міцністю витків у пружинах розтягу).

Граничне навантаження для пружин розтягу та стиску приймають $P_{gr} = (1,1 - 1,2)P_{\max}$.

Граничне навантаження

$$P_{gr} = 1,2 \cdot P = 1,2 \cdot 175 = 210 \text{ Н.}$$

Потрібна кількість витків пружини при деформації $\lambda = 20$ мм

$$I = 8 \cdot 10^4 \cdot 3^4 \cdot 20 / (8 \cdot 175 \cdot 15^3) \cong 73.$$

При такому навантаженні розрахункове напруження у витках пружини вибраних параметрів

$$\tau = \frac{8 \cdot 78,36 \cdot 15 \cdot 1,3}{3,14 \cdot 3^3} = 144,2 \leq [\tau] = 220 \text{ МПа.}$$

Решту розмірів пружин обчислюємо за такими формулами:

- довжина робочої частини ненавантаженої пружини

$$H_p = i \cdot d, \quad (5.30)$$

$$H_p = 73 \cdot 5 = 365 \text{ мм};$$

- повна кількість витків

$$i_0 = i + (1 \dots 2), \quad (5.31)$$

$$i_0 = 73 + 2 = 75;$$

При максимальному осьовому навантаженні $P = 78,36 \text{ Н}$ мінімальний зазор між витками

$$\Delta = 0,2\lambda / i, \quad (5.32)$$

$$\Delta = 0,2 \cdot 20 / 73 = 0,05 \text{ мм}.$$

Кут підйому витків

$$\alpha = \frac{\arctg[h / (\pi \cdot D)]}{(8 \cdot F \cdot D^3)}. \quad (5.33)$$

$$\alpha = \arctg[3,32 / (3,14 \cdot 30)] = \arctg[0,0705] = 4,03^\circ.$$

Для гвинтових циліндричних пружин розтягу або стиску з дроту круглого перерізу можна використовувати також табличний метод визначення розмірів за відомими навантаженнями (ДСТУ 13765—96).

6 ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ОПЕРАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ З ВИКОРИСТАННЯМ КУЛЬТИВАТОРА- ПОДРІБНЮВАЧА

Рух машинного агрегату при проведенні обробки ґрунту характеризується певною циклічністю. В цей час входить робочий хід і поворот для зміни напрямку руху на зворотній. Сюди відносяться також додаткові переїзди з загінки на загінку.

При проведенні без відвального обробітку ґрунту використовується, в основному, човниковий спосіб руху агрегату. Він характеризується чергуванням робочих ходів довжиною L_p і холостих поворотів довжиною L_x на 180° .

При розрахунках основних технологічних показників приймаємо наступні вихідні дані: площа поля – 90 га; довжина гонів – 900 м; схил місцевості – 2° ; фон – поле після збирання озимої пшениці. Прийmemo, що розроблена машина буде агрегатуватися з трактором Т-150К.

6.1 Розрахунок режимів роботи агрегату

Визначимо швидкісні режими роботи агрегату з врахуванням агротехнічних вимог. Для плоскорізів інтервал робочих швидкостей знаходиться в межах 7...12 км / год. В цьому діапазоні трактор Т-150К має дві передачі: другу і третю. Згідно даних [11] робочі швидкості (з врахуванням буксування) трактора є наступними:

друга передача $V_{p_2} = 7,8$ км / год.;

третья передача $V_{p_3} = 9,10$ км / год.

Сила тяги трактора при русі по стерні на зазначених передачах становить [11].: $P_{T_2} = 41$ кН, $P_{T_3} = 33,5$ кН.

Питомий тяговий опір агрегату з врахуванням швидкості руху можна визначити за формулою:

$$k = k_0[1 + \Delta(V_p - V_0)], \quad (6.1)$$

де k_0 – питомий опір агрегату, який складається із суми питомого опору плоско різа і дискового подрібнювача на швидкості руху 5 км /год, кН /м;

Δ – темп приросту питомого опору, в частка одиниці;

V_0 – 5 км /год.

Темп приросту питомого опору $\Delta = 0,03$.

Оскільки робочі органи плоскоріза розташовані пошарово (три яруси) з різницею по висоті в 8 см, то можна прийняти, що їх питомий опір буде в три рази більшим, ніж в парового культиватора, який здійснює обробіток ґрунту при глибині 6...8 см, тобто питомий опір плоско різа буде становити $2,6 \cdot 3 = 7,8$ кН/м. Прийmemo, що питомий опір дискового подрібнювача дорівнює питомому опору дискової борони при обробітку стерні і становить 1,8 кН/м. Тоді, питомий опір агрегату при швидкості руху 5 км/год. буде становити $7,8 + 1,8 = 9,6$ кН/м.

Отже, питомий опір агрегату на вибраних передачах буде становити:

на другій $k_2 = 9,6[1 + 0,03(7,8 - 5)] = 10,4$ кН/м,

на третій $k_3 = 9,6[1 + 0,003(9,1 - 5)] = 10,8$ кН/м.

Опір агрегату визначимо за формулою:

$$R = kV_k + Gi, \quad (6.2)$$

де V_k – конструктивна ширина захвату агрегату, м;

G - вага машини, $G = 9,5$ кН;

i - схил поля.

Тяговий опір агрегату на вибраних передачах буде становити:

на другій передачі

$$R_2 = 10,4 \cdot 2,5 + 9,5 \cdot 0,02 = 26,2 \text{ кН,}$$

на третій передачі

$$R_3 = 10,8 \cdot 2,5 + 9,5 \cdot 0,02 = 27,2 \text{ кН.}$$

Визначимо коефіцієнт використання тягового зусилля трактора при роботі на вибраних передачах за формулою:

$$\eta = \frac{R}{P_T}. \quad (6.3)$$

Коефіцієнт використання тягового зусилля трактора становить:
на другій передачі

$$\eta_2 = \frac{26.2}{41.0} = 0,64,$$

на третій передачі

$$\eta_3 = \frac{27.2}{33.5} = 0,81.$$

Допустиме значення коефіцієнта використання тягового зусилля тракторів Т-150 і Т-150К на оранці $[\eta] = 0.86 \dots 0.90$. Отже, робочою передачею трактора буде третя передача, оскільки в неї більший коефіцієнт використання тягового зусилля трактора і він не перевищує допустиме значення.

6.2 Розрахунок продуктивності агрегату і витрат палива

Норму виробітку агрегату визначимо за формулою:

$$H = 0.1B\beta V_p T \tau, \quad (6.4)$$

де β – коефіцієнт використання ширини захвату, $\beta = 0,96$;

T – тривалість зміни, год., $T = 7$ год;

τ – коефіцієнт використання часу зміни.

Для визначення коефіцієнта використання часу зміни розглянемо кінематику агрегату і складемо баланс часу зміни.

При проведенні обробітку використовується петльовий грушовидний спосіб повороту агрегату і мінімальна ширина поворотної смуги визначається за формулою:

$$E_{\min} = 2,8R_0 + e + d_k, \quad (6.5)$$

де R_0 – радіус повороту агрегату;

e – відстань, на яку необхідно перемістити агрегат від контрольної лінії поворотної смуги перед початком і в кінці повороту, щоб якісно провести процес обробітку ґрунту;

d_k – кінематична ширина агрегату (відстань від його поздовжньої осі, яка проходить через кінематичний центр, до найбільш віддалених від неї точок).

Для агрегатів з симетричним розташуванням машини відносно поздовжньої вісі трактора:

$$d_k = 0,5 B_k \beta, \quad (6.6)$$

$$e = 0,1l_k,$$

де B_k – конструктивна ширина захвату агрегату, м;

l_k – кінематична довжина агрегату, м.

Величина l_k для навісних агрегатів визначається з врахуванням кінематичної довжини трактора l_T (відстань від кінематичного центру агрегату до точки навіски культиватора і машини l_M (відстань від місця приєднання машини до трактора і до подрібнюю чога котка)

$$l_k = l_T + l_M. \quad (6.7)$$

Для розробленої конструкції плоскоріза кінематична довжина агрегату дорівнює

$$l_k = 1,2 + 3,53 = 4,73 \text{ м}$$

Підставивши в (6.7), будемо мати

$$d_k = 0,5 \cdot 2,5 \cdot 0,96 \approx 1,2 \text{ м.}$$

$$e = 0,1 \cdot 4,73 = 0,47 \text{ м.}$$

Радіус повороту агрегату визначаємо по формулі [13, 14]

$$R_0 = 2 B_p \quad (6.8)$$

$$R_0 = 2 \cdot 2,5 \cdot 0,96 \approx 5,0 \text{ м.}$$

З врахуванням цих значень мінімальна ширина поворотної смуги буде дорівнювати

$$E_{\min} = 2,8 \cdot 5,0 + 0,47 + 1,2 = 15,8 \text{ м.}$$

Для обробки поворотної смуги необхідно, щоб її ширина була більша за мінімальну і кратна ширині захвату

$$E = 2,5 \cdot 0,96 \cdot 7 = 16,8 \text{ м.}$$

Довжина робочого ходу агрегату на полі буде дорівнювати

$$L_p = L - 2E. \quad (6.9)$$

$$L_p = 900 - 2 \cdot 16,8 \approx 866 \text{ м.}$$

Довжина холостого ходу залежить від способу повороту і для петльового способу визначається за формулою

$$L_x = (6,6 \dots 8,0) R_0 + 2e. \quad (6.10)$$

$$L_x = 7 \cdot 5,0 + 2 \cdot 0,47 \approx 36 \text{ м.}$$

Коефіцієнтом робочих ходів визначимо за формулою

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + L_x}. \quad (6.11)$$

$$\varphi = \frac{866}{866 + 36} = 0,96.$$

Коефіцієнт використання часу зміни визначимо так:

$$\tau = \frac{T_p}{T}, \quad (6.12)$$

де T_p – чистий час роботи протягом змін, год;

T – тривалість зміни, год., $T = 7$ год.

Чистий час роботи протягом зміни можна визначити за формулою:

$$T_p = \frac{T - (T_1 + T_2 + T_3 + T_4)}{1 + \tau_n}, \quad (6.13)$$

де T_1 – тривалість підготовчо-заключних робіт, $T_1=4$ хв;

T_2 – норматив часу на щоденне технічне обслуговування агрегату (трактора – 24 хв., машини – 8 хв., тобто $T_2 = 32$ хв.);

T_3 – норматив часу на фізіологічні потреби: відпочинок 20 хв. та особисті потреби 10 хв. за зміну, тоді $T_3 = 30$ хв.

T_4 – переїзди агрегату протягом зміни, год, $T_4 = 30$ хв.

τ_n – коефіцієнт поворотів.

$$\tau_n = \frac{1 - \varphi}{\varphi}. \quad (6.14)$$

$$\tau_n = \frac{1 - 0.96}{0.96} = 0,042.$$

Підставляючи ці дані в (6.13), будемо мати

$$T_p = \frac{420 - (4 + 32 + 30 + 30)}{1 + 0.042} = 321 \text{ хв. або } 5,35 \text{ год.}$$

Таким чином коефіцієнт використання часу зміни

$$\tau = \frac{5,35}{7} = 0,76$$

Норма виробітку агрегату буде становити

$$H = 0,1 \cdot 2,5 \cdot 0,96 \cdot 9,1 \cdot 7 \cdot 0,76 = 11,62 \text{ га.}$$

Витрати палива на гектар визначаються відношенням кількості витраченого палива за годину роботи до продуктивності. Але при цьому необхідно враховувати, що агрегат працює також і на холостому ході під час поворотів, переїздах і при короткочасних зупинках. Приблизно погектарні витрати палива можуть бути визначені за формулою:

$$g_{га} = \frac{G_H \cdot K_T}{W_{год}}, \quad (6.15)$$

де G_n – витрати палива за годину при номінальній потужності двигуна, $G_n = 25$ кг/год.;

K_T – поправочний коефіцієнт, який враховує неповне завантаження двигуна при холостих поворотах, переїздах і під час зупинки трактора з працюючим двигуном, $K_T = 0,9$ [13].

$$g_{GA} = \frac{25 \cdot 0,90}{1,66} = 13,7 \text{ кг/га або } 16,6 \text{ л/га.}$$

В результаті проведених розрахунків визначені основні технологічні показники процесу обробітку ґрунту запропонованим культиватором-подрібнювачем рослинних залишків.

7 ОХОРОНА ПРАЦІ

7.1 Організація охорони праці

При організації охорони праці в господарстві слід керуватися «Правилами охорони праці у сільськогосподарському виробництві», затвердженими наказом Міністерства соціальної політики України 29 серпня 2018 року № 1240 (Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 21 вересня 2018 р. за № 1090/32542).

У будь-якому сучасному сільськогосподарському підприємстві повинно постійно відбуватися удосконалення заходів з охорони праці.

Керівник господарства (власник, генеральний директор і т.д.) разом з інженером з охорони праці в межах передбачених посадових обов'язків проводять розробку планів по підтриманню умов праці у відповідності з існуючими вимогами, дотриманню вимог техніки безпеки, затверджує інструкцію з охорони праці та техніки безпеки для кожного виробничого підрозділу.

Керівник підприємства може особисто вирішувати основні питання, пов'язані з охороною праці, з іншими фахівцями і профспілковим комітетом. Він займається роботою по створенню здорових і безпечних умов праці, попередженню травматизму і нещасних випадків на виробництві.

Ні в якому разі до роботи не допускаються співробітники, які не пройшли відповідного інструктажу: вступного, первинного на робочому місці і т.д. Облік інструктажів ведеться в журналах реєстрації інструктажів з охорони праці (вступних та на робочому місці). Проте, неповна відповідальність самих робітників іноді призводить до непередбачуваних наслідків, не дивлячись на значне докладання зусиль керівництва.

Заходи з охорони праці повинні повністю виключати виробничий травматизм та професійні захворювання з робітниками зайнятими на цій роботі.

Згідно вимог ДСТУ 12.0.004-99 проводять вступний, первинний на робочому місці, повторний, позаплановий і цільовий інструктажі.

Вступний інструктаж проводять фахівці з охорони праці чи особа призначена відповідним наказом. При цьому робітник, прийнятий на роботу, вивчає загальні положення і правила охорони праці і виробничої санітарії при виконанні робіт, пов'язаних з експлуатацією, технічним обслуговуванням відповідної техніки.

Програму вступного інструктажу узгоджують з місцевим комітетом профспілки, затверджує її головний інженер.

Після проведення інструктажу про це роблять відмітку в журналі реєстрації вступного інструктажу по охороні праці. В журналі обов'язкові підписи особи, яку інструктують та особи, яка проводить інструктаж.

Первинний інструктаж на робочому місці здійснює керівник структурного підрозділу (завідуючий гаражем, бригадир тракторної бригади тощо) з наглядною демонстрацією виконання окремих технологічних операцій, ознайомлення з вимогами по організації робочого місця. Допуск до самостійної роботи робочого фіксують в журналі реєстрації інструктажів на робочому місці з вказанням дати інструктажу та підписом особи, яка його проводила.

Позаплановий інструктаж проводять при зміні правил з охорони праці, технологічного процесу, оновленні обладнання, пристроїв та інструменту, порушення робітниками вимог або правил з охорони праці.

Знання, отримані при інструктажі, перевіряють робочі, які проводили його. Працівник, який показав незадовільні знання, до роботи не допускається.

Безпечним методам праці робочих навчають на курсах з охорони праці, з наступною перевіркою знань. Проходження курсового навчання фіксують в журналі курсового навчання по охороні праці.

7.2 Охорона праці при вирощуванні сої

До роботи допускаються лише технічно справні машини і знаряддя, що

повністю відповідають вимогам безпеки. Нові, відремонтовані, а також машини, що тривалий час не використовувались, допускаються до роботи лише після їх обкатки і ретельної перевірки всіх вузлів.

До роботи на агрегатах допускаються фізично здорові, навчені за спеціальною програмою і проінструктовані механізатори. Залежно від виду роботи, механізатори забезпечуються засобами захисту та спецодягом.

На місце роботи агрегатів не допускаються сторонні особи, які не мають відношення до технологічного процесу.

Механізовані роботи і рух агрегатів відповідають розробкам і затвердженим головним інженером господарства технологіям та маршрутам руху агрегатів.

При агрегуванні різної сільськогосподарської техніки з універсальними тракторами застосовуємо автоматичні зчіпні пристрої. Під час автоматичного щеплення машини на трактор не допускати перебування працюючих у небезпечній зоні.

Агрегати укомплектовані для сівби обладнують двосторонньою сигналізацією. Лише за командою старшого на агрегаті дозволяється розпочати рух. Один сівач може обслуговувати лише одну сівалку.

Під час руху агрегату забороняється виконувати будь-які регулювання, усувати несправності, очищати робочі органи, а також переходити на іншу сівалку. Розрівнювати насіння і мінеральні добрива у ящиках дозволяється лише спеціальними дерев'яними лопатками, очищати сошники – чистиками, а висівні апарати – спеціальними гачками. При цьому забороняється чіпляти до гачків мотузку, а її намотувати на руку.

Під час роботи з отрутохімікатами не дозволяти палити та приймати їжу. Для вживання їжі в польових умовах відводимо спеціальне місце на відстані 200 метрів від поля, обробленого отрутохімікатами. Слідкувати щоб перед вживанням їжі працівники знімали спецодяг, вимивали руки та обличчя чистою водою з милом, полоскали рот.

При роботі з мінеральними добривами ознайомлюємо працівників з їх основними властивостями, можливим впливом на організм людини та з індивідуальним захистом. Під час завантаження сухих мінеральних добрив необхідно стояти з навітряного боку, надівши респіратор.

Перед початком збиральних робіт проводять інструктаж з охорони праці, інформуємо робітників про існуючі небезпечні фактори і можливі наслідки в разі недотримання відповідних правил безпеки.

Розмічаємо поля на загінки відповідно до операційної карти та складаємо план поля.

Відпочивати на полі дозволяється в спеціально відведеному і відповідно позначеному місці.

Усунення несправностей, заміна ножів, ланцюгів, пасів, операції технічного обслуговування виконувати тільки при зупиненому двигуні. Запускати двигун методом буксирування або скочування з гори забороняється.

Видаляти масу при забиванні робочих органів можна лише за допомогою спеціальних пристроїв із дотриманням інших вимог безпеки.

Не дозволяється керувати транспортним засобом особам, які не закріпленні за даною машиною наказом по господарству. У загінці механізатор повинен стежити за роботою робочих органів.

Перевірку технічного стану і технічну наладку машин потрібно проводити на спеціальному регулювальному майданчику. Регулювальний майданчик повинен бути оснащений справним інструментом та пристроями. На майданчику обов'язково повинна бути аптечка.

При перевірці технічного стану машин звертати увагу на наявність і надійність кріплення захисних засобів над карданними, ланцюговими та пасовими передачами. Для відкручування гайок забороняється використовувати несправні, спрацьовані ключі, зубило та молоток.

Піднімати машини потрібно спеціальним піднімачем або домкратом, попередньо перевіривши стійкість їх встановлення, під рами машини підкладати

надійні підставки заданої висоти. Робітникам забороняється перебувати в зоні дії підйомних механізмів.

Під час наладки машин звертати увагу на наявність і справність системи сигналізації та освітлення машинно-тракторного агрегату.

Перед запуском двигуна трактора , перевірити, щоб важіль включення коробки передач знаходився у нейтральному положенні. Під'їжджати трактором до машини потрібно на малих обертах колінчастого валу двигуна, рухатись без ривків і не знімати ногу з педалі зчеплення.

Перед початком руху впевнитись, що люди знаходяться на безпечній відстані від агрегату та подати сигнал. Під час руху агрегату забороняється сходити або сідати на трактор чи сільськогосподарську машину.

Технічне обслуговування машинно-тракторних агрегатів проводити тільки після їх зупинки і вимкнення двигуна.

При роботі з акумулятором не допускати короткого замикання клем. В приміщенні, де заряджаються акумулятори, забороняється палити, запалювати сірники, виконувати зварні та інші роботи. Транспортувати акумулятори тільки на візку з гніздами. Переносити акумуляторні батареї на руках без спеціальних захватів забороняється.

Перед демонтажем шин необхідно очистити їх і випустити повітря з камери. Якщо шина пристала до ободу, необхідно застосувати спеціальний знімач.

Відкривати пробки картера двигуна, коробок передач, задніх або передніх мостів необхідно спеціальним ключем. Забороняється стукати по пробках молотком, щоб не викликати загоряння палива.

Особливої обережності слід дотримуватись при роботі з етиловим бензином та антифризами, оскільки вони отруйні.

При проведенні наладки плугів та інших ґрунтообробних машин необхідно спочатку опустити їх робочі органи на регульовальний майданчик, а під раму машини підкласти надійні підставки. При загостренні лемешів плугів, обов'язково потрібно користуватися рукавицями та захисними окулярами.

Забороняється залишати трикутну рамку в замку автозчіпки при від'єднанні машини від трактора. Перед транспортуванням навісної машини слід затягнути обмежувальні ланцюги навісної системи трактора.

У полі усувати несправності машини, очищати її робочі органи потрібно тільки після зупинки агрегату. Очищати робочі органи ґрунтообробних машин від зелі та рослинних решток спеціальними чистиками.

Мінеральні добрива завантажувати в місткості (ящики, бункери) машин тільки при зупиненому агрегаті та вимкненому ВВП трактора. Якщо внесення добрив проводиться у вітряну погоду, то потрібно користуватись вітрозахисним пристроєм для машини. Під час роботи машин з розкидачами відцентрового типу не можна наближатись до них ближче як на 10-15м. На поворотних смугах слід вимкнути ВВП трактора.

При внесенні аміачної води необхідно постійно стежити за герметичністю резервуарів, всмоктувальних та нагнітальних трубопроводів. Із кранів, клапанів, затворів трубопроводів не повинна підтікати рідина.

Працівники, що працюють на агрегатах для внесення добрив, повинні мати спецодяг, користуватись захисними окулярами, респіраторами. Крім того, працювати необхідно в головному уборі. Готуючи обприскувачі та протруювачі насіння до роботи звернути увагу на щільність закриття кранів, заливних горловин, щільність і надійність з'єднання трубопроводів тощо. Особливо уважно перевірити комплектність розпилювачів. Кріплення їх на колекторі повинно бути щільне, рідина не повинна підтікати із з'єднань.

В процесі обприскування вибирають напрямок руху агрегату так, щоб розпилена рідина не потрапляла на працюючих. Кабіна трактора при обприскуванні повинна бути закрита. Після закінчення обприскування вимити водою з милом руки, обличчя. Заборонено вживати їжу під час обприскування та протруєння.

При постановці машин на зберігання дотримуватись діючих правил техніки безпеки. Застосовувати засоби безпеки при підготовці до зберігання машин, які працювали з отрутохімікатами, протруєним насінням та іншими

шкідливими речовинами. Слідкувати, щоб під рами та робочі органи машини встановлювались тільки міцні та надійні спеціально виготовлені підставки.

Для механізованої мийки машин, нанесення захисних покриттів обов'язково використовувати фартухи, рукавиці та захисні окуляри.

Місця зберігання машин та їх окремих складальних одиниць, агрегатів повинні бути забезпечені укомплектованим справним протипожежним інвентарем та обладнанням.

Розроблені заходи з охорони праці можуть бути використані при проведенні інструктажів.

8 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Плоскорізи в порівнянні з традиційними ґрунтообробними знаряддями, які застосовуються для основної обробки ґрунту, мають значні економічні переваги за експлуатаційними показниками. Так, при обробці ґрунту на глибину до 40 см плоскоріз в порівнянні з полицевим плугом ПТК-9-35, який працює на глибину 25 см, забезпечує підвищення продуктивності праці до 14 %, зниження затрат праці до 13 %, зменшення питомих витрат палива до 26 % [8].

Розраховуємо економічну ефективність від використання розробленого плоскоріза – подрібнювача рослинних залишків, який агрегується з трактором Т-150К. За базовий варіант приймаємо агрегат, який включає зазначений трактор і полицевий плуг ПЛП-6-35.

При визначенні ціни розробленого культиватора (плоскоріза) – подрібнювача приймемо до уваги наступне. Запропонована машина подібна до культиватора - плоскоріза КПУ-400-3, який агрегується з тракторами класу 3. Крім того, до складу запропонованої машини входить коток-подрібнювач рослинних залишків. Світова ціна культиватора - плоскоріза КПУ-400-3 становить 1375 ум. од. або 34300 грн. Якщо прийняти, що ціна котка подрібнювача складає 75 % від ціни культиватора - плоскоріза КПУ-400-3, то ціна розробленого запропонованого агрегату буде становити $1,75 \cdot 34300 \approx 60000$ грн. Нормативне річне завантаження культиватора - плоскоріза КПУ-400-3 становить 230 год., а норма відрахувань на ремонти і ТО - 16 %

Світова ціна плуга ПЛП-6-35 становить 2800 ум. од. або 71650 грн., нормативне річне завантаження 240 год., а норма відрахувань на ремонти і ТО - 20 %.

Балансова ціна трактора Т-150К становить 250000 грн. Нормативне річне завантаження – 1600 год. Відрахування на ремонти і технічне обслуговування – 6 %.

Продуктивність розробленого культиватора подрібнювача в агрегаті з трактором Т-150К становить 1,66 га/год. при питомих витратах палива 16,6 л/га (розд. 6). Продуктивність базового агрегату (Т-150К+ПЛП-6-35) становить 1,3 га/год. при витратах палива 18 л/га.

Затрати праці на виконання операції визначимо за формулою:

$$z_n = \frac{m}{W_{г.ек}} \quad (8.1)$$

де m – кількість обслуговуючого персоналу.

Затрати праці при оранці будуть становити:

- у базового агрегату

$$(z_n)^6 = \frac{1}{1,3} = 0,77 \text{ люд.-год/га,}$$

- в нового агрегату

$$(z_n)^n = \frac{1}{1,66} = 0,60 \text{ люд.-год/га.}$$

Питомі, прямі експлуатаційні витрати $C_{пит}$ грн./га, на виконання механізованих робіт визначається за формулою:

$$C_{пит} = C_{оп} + C_{пмм} + C_a + C_{то}, \quad (8.2)$$

де $C_{оп}$ – питомі прямі експлуатаційні витрати грошових коштів на оплату праці обслуговуючого персоналу, грн./га;

$C_{пмм}$ – вартість витрачених паливо-мастильних матеріалів, грн./га;

C_a – амортизаційні відрахування складових елементів машинно-тракторного агрегату, грн./га;

$C_{то}$ – відрахування на ремонти та технічне обслуговування складових елементах машинно-тракторного агрегату.

Оплата праці обслуговуючого персоналу визначимо за формулою:

$$C_{\text{оп}} = \frac{mf}{W_{\text{зм}}} \quad (8.3)$$

де f – оплата праці за змінну норму виробітку, грн.;

m – кількість обслуговуючого персоналу, осіб;

$W_{\text{зм}}$ – змінна норма виробітку, га.

Оплата праці механізатору нараховується за тарифною сіткою за норму виконаної роботи. По шостому розряду з врахуванням мінімальної заробітної праці 6700 грн. вона становить 291 грн. за зміну [29].

Тоді, будемо мати:

- для базового агрегату

$$C_{\text{оп}}^{\text{б}} = \frac{1 \cdot 291}{9,1} = 31,98 \text{ грн./га,}$$

Крім того в господарстві проводяться доплати: 50 % - за продукцію і 50 % за складність збиральних робіт, що становить 15,99 грн./га; 12 % - за інтенсивність робіт, що становить 3,84 грн./га. І оплата праці з нарахуваннями становить:

$$C_{\text{оп}}^{\text{б}} = 31,98 + 15,99 + 15,99 + 3,84 = 67,8 \text{ грн/га.}$$

- для нового агрегату

$$C_{\text{оп}}^{\text{н}} = \frac{1 \cdot 291}{11,62} = 25,04 \text{ грн./га.}$$

І з відповідними доплатами (50% - 12,52 грн/га, 12% - 3.0 грн/га) становить:

$$C_{\text{оп}}^{\text{н}} = 25,04 + 12,52 + 12,52 + 3,0 = 53,08 \text{ грн/га.}$$

Вартість витрачених паливо мастильних матеріалів, грн./га можна визначити за формулою:

$$C_{\text{пмм}} = \Pi_{\text{к}} g_{\text{га}} \quad (8.4)$$

де C_k – комплексна ціна палива з урахуванням основного палива, пускового бензину і мастил, $C_k = 56$ грн./л;

$g_{га}$ – витрата палива, л/га.

Звідси, вартість витрачених ПММ становить:

для базового агрегату

$$C_{ПММ}^б = 18 \cdot 56,0 = 1008,00 \text{ грн./га};$$

для нового агрегату

$$C_{ПММ}^н = 16,6 \cdot 56,0 = 929,6 \text{ грн./га}.$$

Амортизаційні відрахування машини в агрегаті $C_{ра}$ грн./га визначимо за формулою:

$$C_a = \frac{\alpha_T \cdot B_T}{100 \cdot W_{га} \cdot t_T} + \frac{\alpha_M \cdot B_M}{100 \cdot W_{га} \cdot t_M}, \quad (8.5)$$

де α_T і α_M – норма річних амортизаційних відрахувань від вартості відповідно трактора і плуга %;

B_T і B_M – вартість відповідно трактора і плуга, грн.;

$W_{га}$ – продуктивність агрегату за годину експлуатаційного часу, га;

t_T і t_M – зональне річне завантаження відповідного трактора і плуга, год.

Відрахування на амортизацію для базового і нового агрегату, будуть становити:

$$(C_a)^б = \frac{15 \cdot 250000}{100 \cdot 1,3 \cdot 1600} + \frac{15 \cdot 71650}{100 \cdot 1,3 \cdot 240} = 52,48 \text{ грн./га},$$

$$(C_a)^н = \frac{15 \cdot 250000}{100 \cdot 1,66 \cdot 1600} + \frac{15 \cdot 60000}{100 \cdot 1,66 \cdot 230} = 37,68 \text{ грн./га}.$$

Відрахування на ремонти і технічне обслуговування, $C_{ТО}$ грн./га можна визначити за (8.5), якщо замість норм амортизаційних відрахувань підставити значення відрахувань на ремонти і ТО. Тоді, будемо мати:

$$(C_{\text{то}})^{\text{б}} = \frac{8 \cdot 250000}{100 \cdot 1,3 \cdot 1600} + \frac{20 \cdot 71650}{100 \cdot 1,3 \cdot 240} = 55,55 \text{ грн./га},$$

$$(C_{\text{то}})^{\text{н}} = \frac{8 \cdot 250000}{100 \cdot 1,66 \cdot 1600} + \frac{16 \cdot 60000}{100 \cdot 1,66 \cdot 230} = 32,67 \text{ грн./га}.$$

Таким чином, питомі прямі експлуатаційні витрати для базового агрегату становлять

$$(C_{\text{пнт}})^{\text{б}} = 67,8 + 1008,00 + 52,48 + 55,55 = 1183,83 \text{ грн./га}.$$

Для нового агрегату прямі експлуатаційні витрати становлять

$$(C_{\text{пнт}})^{\text{н}} = 53,08 + 929,6 + 37,68 + 32,67 = 1053,03 \text{ грн./га}.$$

Отже, використання розробленої машини дозволить зменшити прямі експлуатаційні витрати на оранку на

$$E_{\text{га}} = 1183,83 - 1053,03 = 130,8 \text{ грн./га}.$$

Питомі капіталовкладення визначимо за формулою:

$$K_{\text{п}} = \frac{B_{\text{г}}}{W_{\text{га}} \cdot t_{\text{г}}} + \frac{B_{\text{м}}}{W_{\text{га}} \cdot t_{\text{м}}} . \quad (8.6)$$

Підставивши дані, будемо мати наступні питомі капіталовкладення:

- для базового агрегату

$$K_{\text{п.б.}} = \frac{250000}{1600 \cdot 1,3} + \frac{71650}{240 \cdot 1,3} = 349,84 \text{ грн./га},$$

- для агрегату з розробленим плоскорізом-подрібнювачем

$$K_{\text{п.н.}} = \frac{250000}{1600 \cdot 1,66} + \frac{60000}{230 \cdot 1,66} = 251,28 \text{ грн./га}.$$

Економію питомих капітальних вкладень від використання запропонованої машини визначимо за формулою

$$K = K_{\text{п.б.}} - K_{\text{п.н.}} . \quad (8.7)$$

$$K = 349,84 - 251,28 = 98,56 \text{ грн./га.}$$

Річний економічний ефект від впровадження культиватора-подрібнювача визначимо за формулою:

Таблиця 8.1 – Основні економічні показники проекту

Назва показників	Агрегат		Відхилення +, -
	Т-150К + ПЛП-6-35	Т-150К + культиватор- подрібнювач	
Вартість плуга, грн.	71650	60000	+11650
Продуктивність, га/год.	1,30	1,66	+ 0,33
Затрати праці, люд.-год./га	0,77	0,60	- 0,17
Прямі експлуатаційні затрати, грн./га	1183,83	1053,03	- 130,8
В т.ч.: - оплата праці	67,8	53,08	- 14,72
- амортизаційні відрахування	52,48	37,68	- 14,8
- затрати на ремонт і ТО	55,55	32,67	- 22,88
- затрати на ПММ	1008	929,60	- 78,4
Питомі капіталовкладення, грн./га	349,84	251,28	- 98,56
Річний економічний ефект, грн.		55586,3	

$$E_p = [(C_{\text{пит.б.}} + EK_{\text{п.б.}}) - (C_{\text{пит.н.}} + EK_{\text{п.н.}})]Wt_m, \quad (8.8)$$

де E - нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень, $E = 0,15$.

Підставивши дані, будемо мати

$$E_p = [(1183,83 + 0,15 \cdot 349,84) - (1053,03 + 0,15 \cdot 251,28)] \cdot 1,66 \cdot 230 \approx 55586,3 \text{ грн.}$$

Оскільки використання запропонованого культиватора - подрібнювача не вимагає додаткових капітальних вкладень, то термін окупності їх визначати не потрібно.

Результати розрахунків економічної ефективності від використання запропонованого культиватора - подрібнювача зведемо в табл. 8.1.

Результати розрахунків економічної ефективності показують, що використання запропонованого культиватора - подрібнювача в агрегаті з трактором Т-150К дозволить, в порівнянні з агрегатом Т-150К+ПЛП-6-35, знизити питомі капіталовкладення при оранці на 98,56 грн./га. Від використання запропонованого культиватора-подрібнювача може бути одержаний річний економічний ефект в сумі 55586,3 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Аналіз характеристик сої і існуючих технологій вирощування дав можливість розробити удосконалену технологію для умов господарства з врахуванням використання розробленого культиватора-подрібнювача для обробітку ґрунту.

2. При виконанні основного обробітку агротехнічні вимоги передбачають кришення ґрунту до стану, який на 75 - 80 % повинен складатися з агрегатів розміри яких не повинні перевищувати 50 мм. В більшості випадків по даному показнику безполицеві знаряддя (плоскорізні, чизельні та інші) поступаються полицевим. Різниця в рівнях даного якісного показника становить 10 - 15 %, але цього достатньо, щоб виникала необхідність додаткового кришення ґрунту пов'язаного з використанням знарядь для поверхневого обробітку і переміщенням по обробленому полю засобів агрегування.

3. Задачу по поліпшенню якості розпушування ґрунту при безполицевому обробітку пропонується вирішити наступним шляхом. Відомо, що стрілчасті лапи при культивації (глибина обробітку 8... 15см) відносно рівномірно кришать ґрунт по глибині без руйнування його структури. Враховуючи зазначені обставини роботи культиваторних лап вирішено встановлювати їх на гряділі по три лапи уступом на різних горизонтах таким чином, щоб кожна лапа мала свою невелику глибину ходу у необробленому ґрунті, і кожна послідуєча лапа знаходилась би у «тіні» своєї попередньої. Така конструкція робочого органу і такий спосіб безполицевого обробітку ґрунту гарантують рівномірне кришення його на усю глибину обробітку.

4. Запропоновано конструкцію ґрунтообробного агрегату, який включає плоскоріз із розташованими на різних рівнях лапами і дисковий подрібнювач рослинних залишків. Конструкція розробленої машини дає можливість суттєво підвищити інтенсивність кришення ґрунту в порівнянні з існуючими

полицевими і безполицевими знаряддями, подрібнювати рослинні залишки і мульчувати поверхню поля і таким чином підготовлювати ґрунт до передпосівного обробітку під посів будь якої культури за один прохід агрегату.

5. Визначені основні технологічні та конструктивні параметри культиватора-подрібнювача, зокрема встановлено, що норма виробітку машини становить 11,6 га при питомих витратах палива 16,6 л/га. Розроблено заходи з охорони праці при вирощування сої в господарстві.

6. Проведені розрахунки економічної ефективності при впровадженні технології з використанням розробленого культиватора-подрібнювача показали, що річний економічний ефект становить 55586,3 грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ботанічна характеристика сої | AGROScience.COM.UA.
2. Бабич А.О. Стан та перспективи виробництва сої в Україні// Аграрний тиждень. - №5, 2014. – с. 27-32.
3. Технологія вирощування сої/ Пропозиція - Головний журнал з питань агробізнесу. - <https://propozitsiya.com/ua/inkrustaciya-efektivniy-zahid-pidvishchen-nya-produktivnosti-soyi>.
4. Вирощування сої - прибуткова справа - Агробізнес/ agro-business. com.ua › ahronomiia-sohodni › item.
5. Технологія вирощування сої/ www.semagro.com.ua › info › tehnologija-virosh..
6. Попри війну урожай сої в Україні цього річ не зменшиться, – європейські експерти// <https://www.agronom.com.ua/popry-vijnu-urozhaj-soyi-v-ukrayini-tsogorich-ne-zmenshytsya-yevropejski-eksperty/>.
7. Войтюк В.С., Гапоненко Д.Г. Сільськогосподарські машини.- К.: Урожай, 1988. - 384 с.
8. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Том 2 (ч. 1 і 2): Зернозбиральні машини. – Харків.: Око, 2004.
9. Сільськогосподарські машини: підручник/ Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: «Агроосвіта», 2015. – 679 с.
10. Механізація вирощування сільськогосподарських культур в Україні/ А.С.Кобець, О.Д.Деркач, М.І.Ролдугін, В.М.Яцук, П.М.Кухаренко, А.М.Пугач; Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет. – Дніпропетровськ, 2014. – 285 с.
11. Кобець А.С., Іщенко Т.Д., Волик Б.А., Демидов О.А. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: Навчальний посібник. – Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 2009. – 84 с.

12. Сільськогосподарські машини: підручник/ Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: «Агросвіт», 2015. – 679 с.
13. Машиновикористання та екологія довкілля: Підручник/ Головчук А.Ф., Лімонт А.С., Бондаренко М.Г. За ред. А.Ф.Головчука. – К.: Грамота, 2007. - 360 с.
14. Довідник з опору матеріалів / Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвієв В.В. Відп. Ред. Писаренко Г.С. – 2-е вид., перероб. і доп. К: Наукова думка, 1988 – 736 с.
15. Опір матеріалів/ Під заг. ред. Г.С. Писаренка, К.: Вища школа, 1973р. – 672 с.
16. Землеробська механіка. Т.2. Теоретичні основи сільськогосподарської механіки/ А.С. Кобець, А.Г. Дем'яненко, О.Ю. Береза, О.А. Гонь і ін.- Дніпро, «Свідлер А.Л.», 2022. – 712 с.
17. Кобець А.С. Основи теорії робочих органів сільськогосподарських машин: Навчальний посібник/ Дніпропетровськ. держ. агр. ун-т. – Дніпропетровськ, 1999. – 204 с.
18. Гряник Г.М., Лехман С.Д., Бутко Д.А. Охорона праці. – К.: Урожай, 1994. – 272 с., іл..
19. Лешахін С.Д. Довідник з охорони праці в сільському господарстві. - К.: Урожай, 1990. - 165 с.
20. Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві// Затверджені наказом Міністерства соціальної політики України 29 серпня 2018 року № 1240, зареєстровано в Міністерстві юстиції України 21 вересня 2018 р. за № 1090/32542.
21. Вініченко І.І, Сітковська А.О. Методичні рекомендації з економічного обґрунтування дипломних робіт для студентів факультету механізації сільського господарства// Дніпропетровськ: ДДАЕУ, 2016. – 27 с.

