

**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
другого (магістерського) рівня вищої освіти
на тему:

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ
СОЇ З ОБГРУНТУВАННЯМ ПАРАМЕТРІВ
СІВАЛКИ**

Виконав: _____ Борисенко Віталій Олегович

Керівник: _____ Сокол Сергій Петрович

Рецензент: _____

Дніпро 2025

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 _____

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

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

Борисенко В.О. Удосконалення технології вирощування сої з обґрунтуванням параметрів сівалки/ Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Магістр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2025. – 79 с.

В роботі представлено аналіз технологій вирощування сої і розроблено технологію вирощування сої для умов господарства. Складено технологічну карту вирощування і визначено необхідний комплекс машин зі складанням графіків використання тракторів і сільськогосподарських машин.

Приведено аналіз машин, які застосовуються для сівби сої, характеристику культури, основні елементи агротехніки вирощування сої, запропонована модернізація висіваючого апарату сівалки, яка дозволить покращити якість сівби.

Проведено розрахунок операційних показників сівби сої удосконаленою сівалкою.

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 1737800 грн. При цьому зниження затрат праці складає 0,62 люд.год./га.

Ключові слова: соя, сівба, технологія, удосконалення, сівалка, параметри, охорона праці, економічний ефект.

З М І С Т

| | |
|---|----|
| В С Т У П. | 6 |
| 1 УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ В УМОВАХ ГОСПОДАРСТВА. | 9 |
| 1.1 Місце культури в сівозміні. | 9 |
| 1.2 Обробіток ґрунту. | 10 |
| 1.3 Вибір сорту і сівба. | 11 |
| 1.4 Догляд за посівами та удобрення сої. | 13 |
| 1.5 Збирання врожаю. | 16 |
| 2 ВИЗНАЧЕННЯ СКЛАДУ КОМПЛЕКСУ МАШИН ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ В ГОСПОДАРСТВІ. | 18 |
| 2.1 Складання технологічної карти. | 18 |
| 2.2 Побудова графіка використання тракторів і машин. | 24 |
| 3 ОБГРУНТУВАННЯ СХЕМИ УДОСКОНАЛЕННЯ ВИСІВНОГО АПАРАТУ. | 26 |
| 4 ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ УДОСКОНАЛЕНОЇ СІВАЛКИ. | 29 |
| 4.1 Визначення основних технологічних параметрів. | 29 |
| 4.2 Розрахунок осі опорного колеса посівної секції. | 36 |
| 4.3 Розрахунок ланцюгової передачі приводу посівної секції. | 39 |
| 5 РОЗРАХУНОК ОПЕРАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ СІВБИ УДОСКОНАЛЕНОЮ СІВАЛКОЮ. | 44 |
| 5.1 Вихідні дані до розрахунків і агротехнічні вимоги до сівби. | 44 |
| 5.2 Визначення режимів роботи агрегату. | 44 |
| 5.3 Визначення норми виробітку і витрат палива. | 51 |
| 6 ОХОРОНА ПРАЦІ. | 56 |
| 6.1 Організація охорони праці. | 56 |
| 6.2 Експлуатація машин в рослинництві. | 57 |
| 6.3 Охорона праці при вирощуванні сої. | 59 |
| 7 ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ. | 62 |
| ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ. | 69 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ. | 70 |
| ДОДАТКИ. | 72 |

В С Т У П

Соя є основною зернобобовою культурою у світі. Її зерно збалансоване за протеїном і перетравними амінокислотами. 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 [1, 4].

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.

У світовому виробництві олійних культур соєві боби займають домінуючі позиції. Збільшення виробництва пов'язане із розширенням посівних площ та підвищенням урожайності. Площа вирощування сої у світі мала тенденцію до щорічного зростання, тож, як наслідок, у нинішньому сезоні є найвищою за всі періоди вирощування цієї культури. Вона становить 103,5 млн. га, що на 1,3 млн. га більше порівняно з попереднім сезоном. Очікується врожайність близько 2,5 т/га - на рівні з попереднім роком.

Світове виробництво сої у 2024 році сягло рекордних показників, прогнозується зростання до 421 млн тонн у сезоні 2024/25. Головними виробниками є Бразилія, США та Аргентина, які сукупно виробляють значну частку світового врожаю [2, 3, 5].

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.

Зростання перехідних запасів сої підтримуватиме стабільність цінової ситуації на олійному ринку. Провідні аналітичні компанії прогнозують, що з липня поточного року та до завершення нового сезону таке зерно в світі коштуватиме в середньому на \$20-30 дорожче від нинішнього рівня.

В Україні склалися сприятливі кліматичні умови для вирощування сої, тому впродовж 20 років посівні площі та валовий збір цієї культури збільшились у 12 та 17 разів, відповідно.

Таким чином, за обсягами виробництва сої Україна вийшла на провідні позиції серед країн європейського простору. Суттєве зростання посівних площ

і валових зборів сої свідчить про її надзвичайно важливу роль в аграрному комплексі України.

З початком широкомасштабної війни, яку почала росія проти України, суттєво зменшилися посівні площі, як ярих, так і озимих культур. За основними групами культур скорочення сягнуло 30-40%. Сюди входить, як кукурудза, так і пшениця чи соняшник. Причина – висока затратна частина і низькі ціни на продукцію. А от культури, під якими площі збільшились – це ріпак і соя, яка менш вибаглива і, головне, не потребує такої великої кількості добрив [5, 7, 8]. В передвоєнний 2021 р. соєю було засіяно 1,28 млн га української землі. За даними Держслужби статистики врожайність цієї сільськогосподарської культури була 26,8 ц/га. В 2022 р. – 2,7 млн. га з середньою урожайністю 24,3 ц/га.

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 даної роботи є удосконалення технології вирощування сої з обґрунтуванням параметрів сівалки для її сівби.

1 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 [4, 5, 7, 8] і запропоновано господарству для впровадження найбільш ефективні елементи технології з використанням удосконаленої сівалки точного висіву, що дозволить підвищити якість висівання насіння.

1.1 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 корневих 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.

1.2 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.

Основний обробіток ґрунту при засміченні полів однорічними бур'янами - покращена зяблева оранка (два-три дискування і осіння оранка) або напівпаровий обробіток (літня оранка і 1-2 культивації для знищення

сходів бур'янів). За наявності коренепаросткових бур'янів застосовують пошаровий обробіток ґрунту - лушення дисковими та лемішними знаряддям з наступній глибокою оранкою на 30-32 см при появі масових сходів бур'янів.

При короткому післязбиральному періоді, проводять лушення стерні, наступну оранку з вирівнюванням поверхні поля.

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.

1.3 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 абортивних 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.

Використання удосконаленої сівалки дасть можливість підвищити точність норми висіву і глибини заробки насіння при зменшенні ймовірності механічного пошкодження насіння висіваючим апаратом.

1.4 Догляд за посівами та удобрення сої

Сою на початку вегетації росте відносно повільно і бур'яни конкурують з 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. Сою 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 сходях – 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. Досвід 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 ефективне тоді, коли на коренях рослин сої мало бульбочкових бактерій. Основне добриво, залежно від умов вирощування, під сою вносять восени або на весні у вигляді тукосумішей 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. 1.1). 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.

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.

Таблиця 1.1 – Засвоєння добрив в залежності від фази розвитку рослин [4]

| 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 |

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.

1.5 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%.

2 ВИЗНАЧЕННЯ СКЛАДУ КОМПЛЕКСУ МАШИН ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ В ГОСПОДАРСТВІ

2.1 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, культивування 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” (графі 3) визначається в залежності від типу агрегату:

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

$$\Omega = F \cdot k, \text{ га} \quad (2.1)$$

- для навантажувальних

$$\Omega = F \cdot q_m, \text{ т} \quad (2.2)$$

- для транспортних

$$\Omega = F \cdot q_m \cdot L_n, \text{ т-км} \quad (2.3)$$

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 $K_{зм}$ (графі 6) підраховують за формулою:

$$K_{зм} = T_d / T_{зм} \quad (2.4)$$

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:

$$g_{\Pi} = N_{\text{ен}} \cdot q_{\text{е}} \cdot K_3 / W_{\text{зм}}, \quad (2.5)$$

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

$q_{\text{е}}$ – 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 лушення стерні технологічні витрати не передбачаються.

Кількість механізаторів $m_{\text{м}}$ і допоміжних робітників $m_{\text{д}}$, які обслуговують агрегат (графи 13 і 14), визначають в залежності від його складу і рекомендації заводів-виробників машин. Лушення ґрунту передбачається одним механізатором.

В графу 15 записують значення годинної еталонної продуктивності трактора λ .

Необхідну, для виконання запланованого обсягу робіт, кількість агрегатів $n_{\text{а}}$ визначаються по формулі

$$n_{\text{а}} = \Omega / W_{\text{зм}} \cdot K_{\text{зм}} \cdot D_{\text{р}}. \quad (2.6)$$

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 $n_{\text{а}}$ (графа 13) та добову продуктивність агрегату $W_{\text{д}}$, тобто

$$D_{\text{ф}} = \Omega / n_{\text{а}} \cdot W_{\text{д}} = \Omega / n_{\text{а}} \cdot W_{\text{зм}} \cdot K_{\text{зм}} \quad (2.7)$$

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

$$N_{3M} = \frac{\Omega}{W_{3M}} \quad (2.8)$$

Необхідну кількість обслуговуючого персоналу визначають за формулами:

$$n_M = m_M \cdot n_a \cdot K_{3M} \quad (2.9)$$

$$n_D = m_D \cdot n_a \cdot K_{3M} \quad (2.10)$$

де n_M і n_D – відповідно кількість механізаторів (графа 19) та допоміжних робітників (графа 20).

В графу 21 записують кількість палива, необхідну для виконання роботи

$$G_{\Pi} = \Omega \cdot g_{\Pi} \quad (2.11)$$

В графу 22 записують необхідну кількість технологічних матеріалів для виконання роботи

$$G_M = \Omega \cdot g_M$$

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

$$Z_{\Pi} = (n_M + n_D) \cdot N_{3M} \cdot T_{3M} \quad (2.12)$$

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

$$W_y = \lambda \cdot N_{3M} \cdot T_{3M} \quad (2.13)$$

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

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

Дату початку роботи (граф 4) орієнтовно 20.07. Тривалість роботи (граф 5) обумовлюється агротехнікою, і відповідно до агротехнічних вимог ставиться 5 днів. Роботу агрегатів при лущенні 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. (граф 10) та витрату палива на одиницю роботи $q_n = 2,8$ л/га. (граф 11) визначаємо з довідника. При лущенні стерні, технологічні матеріали не витрачаються, тому в графу 12 не записуємо цифрових значень. Необхідну для виконання запланованого обсягу робіт, кількість агрегатів n_a (граф 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 (граф 17), підраховують діленням обсягу Ω (граф 3) на кількість агрегатів n_a (граф 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 лущення 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.

2.2 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 прямокутник, 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.

3 ОБГРУНТУВАННЯ СХЕМИ УДОСКОНАЛЕННЯ ВИСІВНОГО АПАРАТУ

Рекомендована відстань між рядками рослин – не більше 15 см. Але якщо планується обробіток міжрядь, то використовуються сівалки з більшою шириною міжрядь, наприклад серії ССТ. Глибина загортання насіння сої при достатньому зволоженні верхнього шару ґрунту становить 3–4 см, а при пересиханні посівного шару її доцільно збільшити до 5–6 см.

За даними наукових установ, оптимальними нормами висіву насіння сої є 400–700 тис./га.

В Україні для пунктирної сівби використовують начіпні дванадцятирядкові сівалки та вісімнадцятирядкові сівалки серії ССТ, обладнані вертикально-дисковими комірковими висівними апаратами. Рівномірність розміщення насіння в рядках згаданими сівалками збільшується в міру зменшення норми висіву насіння (в штуках на 1 м довжини рядка). Тому, щоб забезпечити поодиноке рівномірне розміщення насіння в рядках з метою одержання сходів з найменшою відстанню між ними 5 см необхідно висівати не більше 10-18 насінин на 1 м довжини рядка. Сівалки ССТ при висіві таких норм насіння забезпечують розміщення насіння з рівномірністю, оцінюваною коефіцієнтом варіації довжини відстаней між висіяним насінням в межах 35-40 %. Такої високої точності розміщення насіння досягають тоді, коли застосовують однорядні висівні диски, а швидкість руху сівалки не перевищує 4 км/год.

Проводячи сівбу сівалками ССТ необхідно враховувати особливість роботи висівних апаратів, яка пов'язана з тим, що інколи в комірки попадає дві і більше насінин. Це призводить до невидимого травмування їх виштовхувачем або навіть до повного подрібнення. Крім того, при підготовці сівалок до роботи треба ретельно перевірити висівний диск та виштовхувач у кожному висівному апараті, щоб розміри їх та технічний стан не призводили

до пошкоджень насіння. Дуже часто деформація виштовхувача буває причиною того, що кількість сходів у рядку в два-три рази менша, ніж в сусідньому рядку, де виштовхувач справний, бо насіння пошкоджувалося.

Тому в дипломному проекті ставиться завдання розробити пневматичний висівний апарат точного висіву насіння сої, який не травмував би насіння, а крім того, висівний апарат повинен забезпечувати сівбу на підвищених швидкостях руху (до 8 км/год).

Розроблений висівний апарат має корпус 1 (рис. 3.1), в якому на осі 2 встановлено висівний диск 3. Для відсікання вакууму в порожнині апарата, що розташований між корпусом і висівним диском на осі 4 у вилці 5 встановлений ролик 6. На торці висівного диска 3 знаходяться комірки 7 для відбору одиничного насіння. Камера забору 8 насіння закривається кришкою 9. Привід висівних апаратів здійснюється від опорно-ходових коліс сівалки через механізм передачі. Завантажується насіння у бункер 10. Борозна утворюється полозовидним сошником 11.

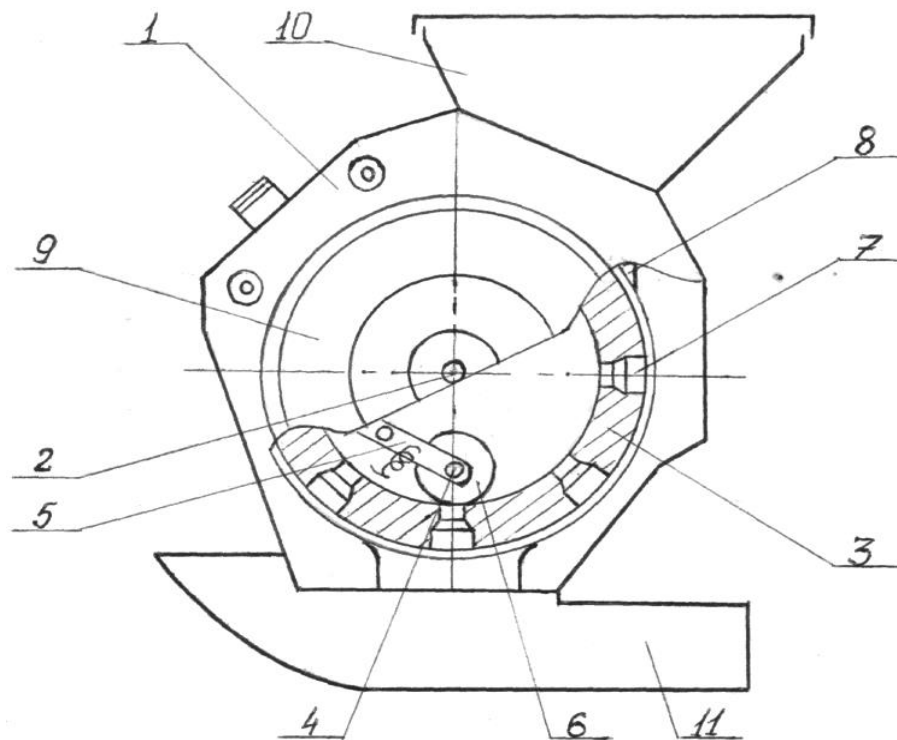


Рисунок 3.1 – Схема запропонованого висівного апарату:

1 – корпус; 2 – вал; 3 – висівний диск; 4 – вісь; 5 – вилка; 6 – ролик;
7 – комірка; 8 – камера забору; 9 – кришка; 10 – бункер; 11 – сошник

Процес роботи сівалки, що обладнана розробленим пневматичним висівним апаратом, здійснюється таким чином. Висівний диск приводиться в рух через механізм передачі від опорно-привідних коліс сівалки. Вентилятором у порожнині, що є між корпусом і висівним диском створюється вакуум, який передається через наскрізні отвори в комірки висівного диска. Насіння із бункера поступає в камеру заповнення і поштучно заповнює комірки висівного диска, присмоктуючись до них утвореним вакуумом. Зайві насінини знімаються зчісуючим роликком і подаються назад в камеру заповнення.

В процесі обертання висівного диска, насіння, яке присмоктуються до його комірок, виносяться диском в нижню частину висівного апарата, тобто в зону викиду його на дно борозни, що утворюється полозовидним сошником.

Розміщений у порожнині висівного апарату ролик постійно перекочуючись по внутрішній поверхні висівного диска, перекриває вакуум і насіння під дією сили тяжіння і відцентрової сили вільно випадає, із розміщених назовні комірок на дно борозни.

4 ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ УДОСКОНАЛЕНОЇ СІВАЛКИ

4.1 Визначення основних технологічних параметрів

Вихідними даними для технологічного і конструктивного розрахунку робочих органів посівної секції пунктирної сівалки перш за все є кількість насінин, які мають бути висіяні на гектар і схема розміщення зерен у відповідності з агротехнічними вимогами.

Кількість насінин, які мають бути висіяні сівалкою на одному погонному метрі рядка можна визначити за формулою:

$$q = \frac{Na}{10^4}, \quad (4.1)$$

де N – норма висіву насіння, шт./га;

a – ширина міжрядь, м.

Норму висіву насіння сої визначимо виходячи із наступного. На період збирання на одному гектарі повинно бути 247000 рослин. Якщо врахувати, що польова схожість насіння становить 75 %, то на гектар необхідно висіяти 308750 насінин.

Ширина міжрядь посівів сої в зоні Степу становить 0,45 м.

Тоді, підставивши дані в (4.1), будемо мати

$$q = \frac{308750 \cdot 0,45}{10^4} = 14 \text{ шт/м.}$$

Для забезпечення норми висіву насіння N на гектар при швидкості поступального руху сівалки V висівний апарат повинен подавати за одиницю часу наступну кількість насіння:

$$q_c = \frac{V}{a_1}, \quad (4.2)$$

де q_c – кількість насінин, яку має подавати висівний апарат за одиницю часу, шт./с;

a_1 - віддаль між насінинами в рядку, м;

V – поступальна швидкість руху посівної секції (сівалки), $V = 2,22$ м/с або 8 км/год.

При висіванні 14 насінин на погонний метр рядка середня віддаль між насінинами буде становити $1/14 = 0,07$ м.

Підставивши значення у формулу (4.2), одержимо

$$q_c = \frac{2,22}{0,07} \approx 32 \text{ зернини за секунду.}$$

За рекомендацією академіка Г.М. Бузенкова діаметр висівного диска має бути в межах 160 - 220 мм. Приймаємо $D_d = 215$ мм. Кількість комірок на диску приймаємо 70 шт.

Частоту обертання диска висівного апарату обчислюємо за формулою:

$$n_\partial = \frac{60 \cdot V}{a_1 \cdot z}, \quad (4.3)$$

де z – кількість комірок на висівному диску, шт.

Підставивши значення у формулу (4.3), будемо мати

$$n_\partial = \frac{60 \cdot 2,22}{0,07 \cdot 70} = 27,2 \text{ хв}^{-1}.$$

Привід висівних апаратів сівалки здійснюється від ходових коліс. При

загальному передаточному відношенні від ходового колеса до висівного апарату i_d за один оберт останнього сівалка проходить шлях:

$$S = \frac{\pi \cdot D}{i_d}, \quad (4.4)$$

де D – діаметр висівного диска, м;

i_d – передаточне відношення.

Передаточне відношення i_d визначаємо за формулою:

$$i_d = \frac{n_d}{n_k}, \quad (4.5)$$

де n_k – частота обертання ходового колеса, хв^{-1} .

Частоту обертання ходового колеса визначаємо виходячи із робочої швидкості посівного агрегату:

$$V = \omega \cdot R_k, \quad (4.6)$$

де V – поступальна швидкість руху посівного агрегату, м/с;

ω – кутова швидкість ходового колеса, с^{-1} ;

R_k – радіус колеса, м.

Із рівності (4.6) визначаємо кутову швидкість:

$$\omega = \frac{V}{R_k}, \quad (4.7)$$

або

$$\omega = \frac{\pi \cdot n_k}{30}, \quad (4.8)$$

де n_k – частота обертання колеса, хв^{-1} .

Звідси частота обертання колеса буде дорівнювати

$$n_n = \frac{30 \cdot \omega}{\pi}. \quad (4.9)$$

Підставивши у вираз (4.9) значення кутової швидкості, одержимо:

$$n_k = \frac{30 \cdot V}{\pi \cdot R_k}. \quad (4.10)$$

Прийmemo, що радіус колеса становить 0,255 м. Тоді,

$$n_k = \frac{30 \cdot 2,22}{3,14 \cdot 0,255} = 83,2 \text{ хв}^{-1}.$$

Підставивши значення у формулу (4.5), будемо мати

$$i_\partial = \frac{27,2}{83,2} = 0,33.$$

Шлях, що проходить сівалка за один оберт висівного диска становитиме

$$S = \frac{3,14 \cdot 0,215}{0,33} = 2,05 \text{ м.}$$

Розглянемо умови забору і виносу одиничного насіння повітряним потоком. Схема сил, що діють на насіння представлена на рис. 4.1.

Силу, з якою повітряний потік присмоктує насінину до висівного диску Р виразимо через площу отвору S і розрідження ΔP , яке створює вентилятор:

$$P = K \cdot \Delta P \cdot S, \quad (4.11)$$

де K – коефіцієнт пропорціональності, $K = 0,35 - 1,35$.

Для насіння сої приймаємо $K = 1,0$.

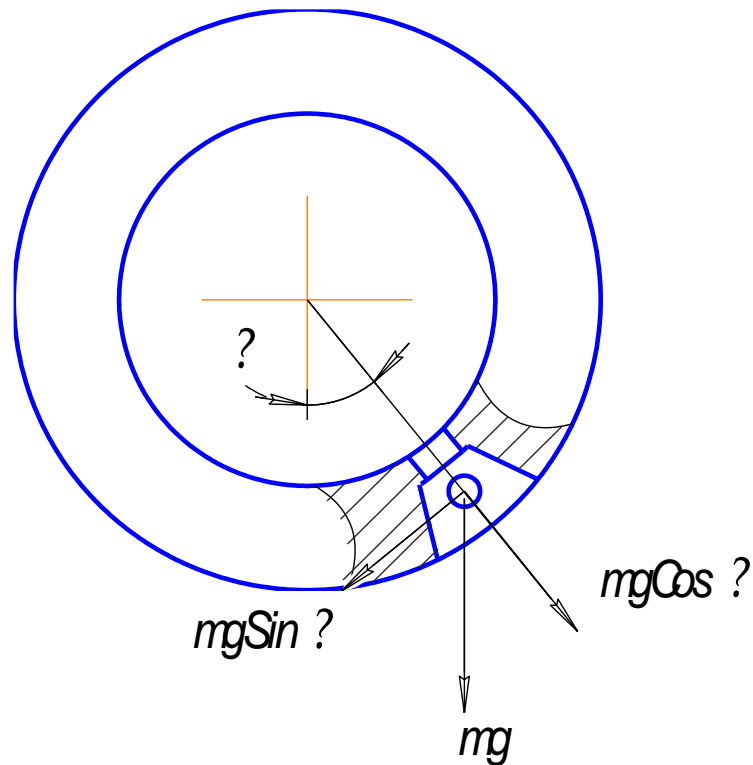


Рисунок 4.1 – Схема присмоктування насіння до отворів диска

Розрідження ΔP підбираємо із умови, щоб сила P була більшою за вагу насінини.

Маса 1000 насінин сої становить 155-175 г. Приймемо, що маса 1000 насінин становить 165 г. Масу однієї насінини визначаємо за формулою:

$$m = \frac{m'}{1000}, \quad (4.14)$$

де m – маса однієї насінини, кг;

m' - маса 1000 насінин, кг.

$$m = \frac{0,165}{1000} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ кг.}$$

Присмоктуючу силу визначаємо за формулою:

$$P = 32,2 \cdot m \cdot g, \quad (4.15)$$

де P – присмоктуюча сила, Н;

Підставляємо значення у формулу (4.15) і отримуємо

$$P = 32,2 \cdot 2 \cdot 10^{-4} \cdot 9,81 = 0,063 \text{ Н.}$$

Величину розрідження ΔP визначаємо за формулою:

$$\Delta P = \frac{P}{K \cdot S}, \quad (4.16)$$

S – площа отвору, м^2 .

Площу отвору S , визначаємо за формулою:

$$S_1 = \frac{\pi \cdot d^2}{4}, \quad (4.17)$$

де d – діаметр присмоктуючого отвору, м.

Виходячи з геометричних розмірів насіння сої приймаємо $d = 6$ мм або $d = 0,006$ м.

Підставляємо значення у формулу (4.17) і дістанемо

$$S_1 = \frac{3,14 \cdot 0,006^2}{4} = 0,00003 \text{ м}^2.$$

Тоді,

$$\Delta P = \frac{0,063}{1 \cdot 0,00003} = 2106,7 \text{ Па.}$$

Швидкість повітряного потоку в отворі комірки визначаємо за формулою:

$$V_n = \alpha \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta P}{\rho}}, \quad (4.18)$$

де α - аеродинамічний коефіцієнт опору, $\alpha = 0,7$;

ρ - щільність повітря, $\rho = 1,2 \text{ кг/м}^3$.

Підставляємо значення у формулу (4.18) і отримуємо:

$$V_n = 0,7 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 2106,7}{1,2}} = 15,78 \text{ м/с.}$$

Загальну витрату повітря визначаємо за формулою:

$$Q = K_n \cdot V \cdot S_1 \cdot n \cdot N, \quad (4.19)$$

де K_n – коефіцієнт присмоктування, $K_n = 0,8$;

N – кількість висівних апаратів сівалки, $N = 12$.

Підставляємо значення у формулу (4.19) і дістанемо

$$Q = 0,8 \cdot 15,78 \cdot 0,00003 \cdot 70 \cdot 12 = 0,32 \text{ м}^3/\text{с}, \text{ або } Q = 1152 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Повний тиск повітря, який має створювати вентилятор визначаємо за формулою:

$$H_m = \frac{\Delta P}{\eta_N}, \quad (4.20)$$

де η_N – коефіцієнт корисної дії вентилятора, $\eta_N = 0,6$.

Підставляємо значення і дістанемо

$$H = \frac{2106,7}{0,6} = 3511,2 \text{ мм водяного стовпа.}$$

Отже, повний повітряний тиск становить $H = 3,511$ м водяного стовпа.

4.2 Розрахунок осі опорного колеса посівної секції

Визначаємо сили, що діють на вісь. На вісь колеса діє зусилля, що викликане масою посівної секції. Оскільки вага посівної секції становить 250 Н, тоді реакції по кінцях дорівнюють по 125 Н. Отже, $P_1 = P_2 = 125$ Н.

Викреслюємо розрахункову схему осі (рис. 4.2), позначимо відомі сили, що викликають згин і визначаємо згинаючі моменти.

Для побудови епюри згинаючих моментів визначаємо їх величини від дії сил R_a і R_b :

$$M_a = R_b \cdot \ell, \quad (4.21)$$

$$M_a = 125 \cdot 0,26 = 32,5 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

$$M_b = R_a \cdot \ell,$$

$$M_b = 125 \cdot 0,26 = 32,5 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

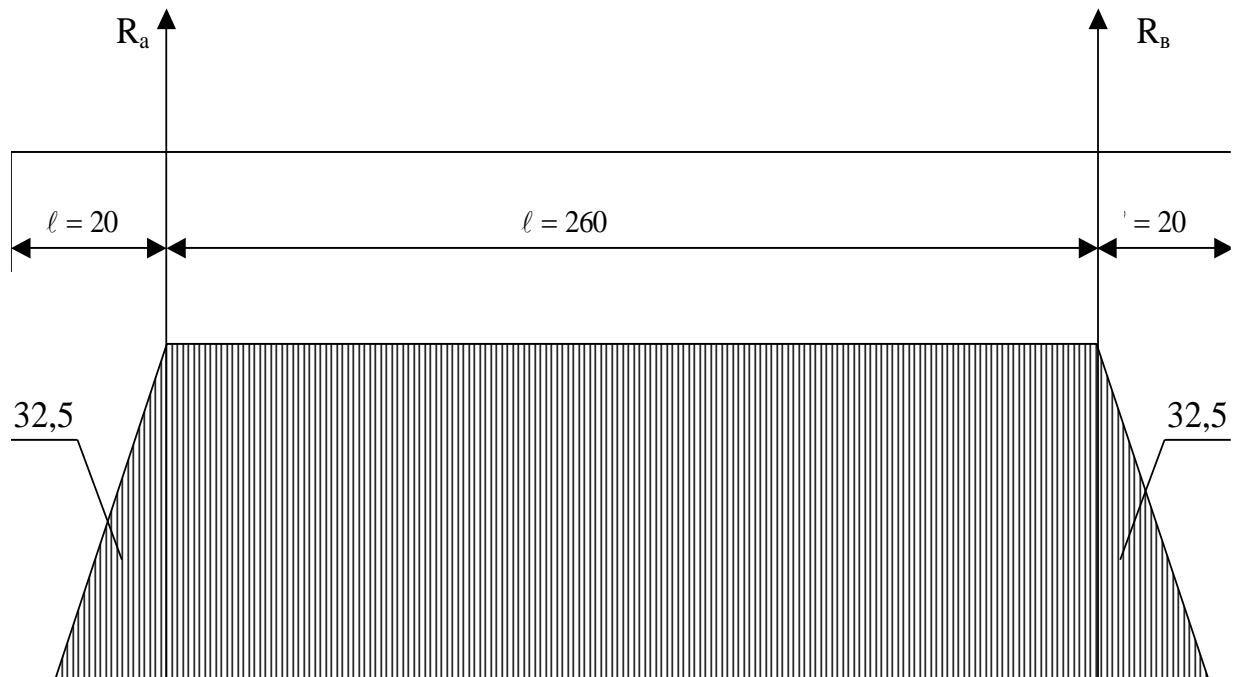


Рисунок 4.2 – Схема до визначення згинаючих моментів

Визначаємо діаметр осі сил за формулою:

$$d = \sqrt{\frac{M_a}{0,1 \cdot \epsilon \cdot [\sigma_u]}} \quad (4.22)$$

де M_a – згинаючий момент в точці А, н/м;

ϵ – коефіцієнт напружень, які викликані щільною посадкою на вісь внутрішнього кільця підшипника;

$[\sigma_u]$ - допустима напруга на згин осі .

По ГОСТ 6636 – 90 приймаємо найближче значення діаметра $d = 30$ мм.

В точці В вісь буде мати такий же діаметр із-за дії однакових згинаючих моментів.

Визначаємо найменший допустимий запас міцності, скориставшись формулою:

$$K = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (4.23)$$

де K_1 – коефіцієнт, що враховує степінь відповідальності деталі, $K_1 = 1,3$;

K_2 – коефіцієнт, що враховує точність визначення навантажень, $K_2 = 1,1$;

K_3 – коефіцієнт, що враховує надійність матеріалу, $K_3 = 1,5$.

Підставляємо значення у формулу і отримуємо

$$K = 1,3 \cdot 1,1 \cdot 1,5 = 2,15.$$

Перевіряємо запас міцності по межі витривалості в перерізі А. Визначаємо ефективний коефіцієнт концентрації напруги маючи на увазі, що вісь в цьому місці має отвір.

Для осі, що має $\sigma_{вр} = 950 \cdot 10^6$ н/м² знаходимо $K\sigma = 1,95$. Значення масштабного фактору при згинанні для осі діаметром $d = 30$ мм $E\sigma = 0,88$,

тоді коефіцієнт буде визначений із залежності

$$\frac{K_{\sigma}}{E_{\sigma}} = \frac{1,95}{0,88} = 2,22.$$

Запас міцності при згині осі визначаємо за формулою:

$$n_{\sigma} = \frac{\sigma - 1}{\frac{H_{\sigma}}{E_{\sigma}} \cdot \sigma_u}, \quad (4.24)$$

де σ_u – номінальна напруга згину.

$$\sigma_u = \frac{M_a}{W_u}, \quad (4.25)$$

де W_u – момент опору при згині у перерізі.

Підставивши значення у формулу, одержуємо

$$\sigma_u = \frac{32,5}{9 \cdot 10^6} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ н/м}^2.$$

Тоді

$$n_{\sigma} = \frac{350 \cdot 10^6}{2,22 \cdot 3,6 \cdot 10^6} = 43.$$

Отже, запас міцності більший допустимого. Перевіряємо запас міцності в місці насадки підшипника на вісь.

Визначаємо ефективний коефіцієнт концентрації напруги при згині осі, що викликані внутрішнім кільцем підшипника, насадженим на вісь з натягом.

Для осі діаметром 30 мм, виготовленої із сталі, що має $\sigma_{кр} = 950 \cdot 10^6$ н/м², шляхом інтерполяції знаходимо $\frac{K_{\sigma}}{E_{\sigma}} = 3,8$.

Визначаємо запас міцності при згині в перерізі А:

$$n = \frac{\sigma - 1}{\frac{K_{\sigma}}{E_{\sigma}} \cdot \sigma}, \quad n = \frac{350 \cdot 10^6}{3,8 \cdot 3,6406} = 25.$$

Отже, запас міцності більший допустимого.

4.3 Розрахунок ланцюгової передачі приводу посівної секції

Ланцюгова передача є останнім ступенем приводу посівної секції. Вибираємо привідний ланцюг.

Крутний момент, що передається ведучою зірочкою буде рівним $M_I = 60$ Нм.

Цей момент необхідно підвести до висівного диску. Враховуючи невелику швидкість ланцюга приймаємо кількість зубів ведучої зірочки $Z_1 = 30$ (рис. 4.3). Передаточне число від вала контрприводу до висівного диску становить 1,3.

Кількість зубів веденої зірочки Z_2 буде становити:

$$Z_2 = \frac{Z_1}{i}; \quad Z_2 = \frac{30}{1,3} = 23.$$

Визначаємо розрахунковий коефіцієнт навантаження:

$$K_r = K_{\partial} \cdot K_a \cdot K_n \cdot K_p \cdot K_c \cdot K_n, \quad (4.26)$$

де K_{∂} – динамічний коефіцієнт. При спокійному навантаженні, $K_{\partial} = 1$;

K_a – враховує вплив міжосьової відстані. При $A_u = (30 - 50) \cdot t$, $K_a = 1$ (припустимо, що A_u знаходиться у вказаних межах);

K_n – враховує вплив кута нахилу передачі. При нахилі до 60° $K_n = 1$ (у нашому випадку нахил 30°);

K_p – враховує спосіб регулювання натягу ланцюга, $K_p = 1,25$ (натяг натяжним роликом);

K_n – враховує тривалість роботи при однозмінній роботі, $K_n = 1$;

K_c – враховує спосіб змащення. Змащення періодичне, $K_c = 1,5$.

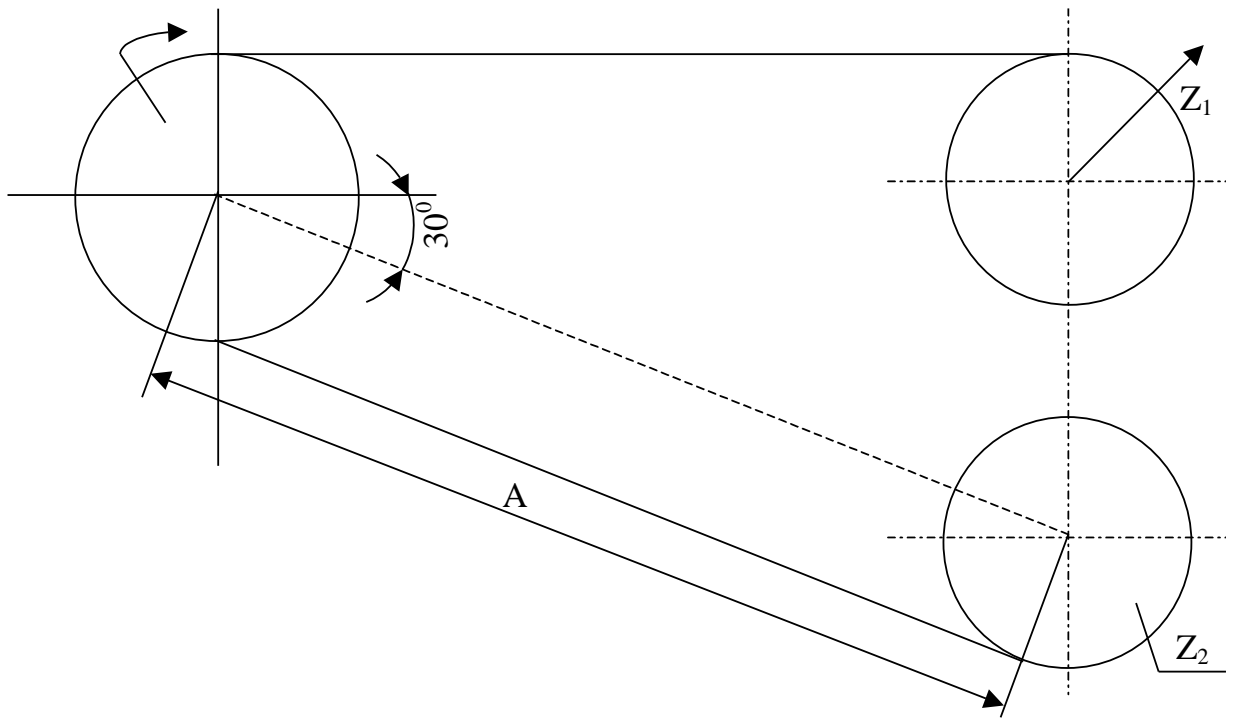


Рисунок 4.3 – Схема до розрахунку ланцюгової передачі

Підставляємо значення у формулу і одержуємо:

$$K = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 1,5 \cdot 1 = 1,875.$$

Крок ланцюга визначаємо за формулою:

$$t \geq 2,8 \cdot \sqrt[3]{\frac{M \cdot K_s}{Z_1 \cdot [P] \cdot M}}, \quad (4.27)$$

де M – ланцюг однорядний;

$[P]$ - допустимий тиск для роликів ланцюгів в залежності від кроку ланцюга, $[P] = 34 \text{ Н/мм}^2$.

Підставляємо значення в формулу і дістанемо

$$t \geq 2,8 \cdot \sqrt[3]{\frac{60 \cdot 10^3 \cdot 1,875}{30 \cdot 34 \cdot 1}} = 2,8 \cdot \sqrt[3]{\frac{113}{1,050}} = 16,1 \text{ мм.}$$

Вибираємо ланцюг з $t = 15,875$ мм. Розміри ланцюга: внутрішній діаметр втулки $d = 5,08$ мм; довжина втулки $B = 13,95$ мм; відстань між внутрішніми пластинками $B_{вн} = 9,65$ мм; довжина з'єднувального валика $l = 23,2$ мм; навантаження $Q = 23$ кН; маса одного метра ланцюга $3,73$ кг.

Швидкість ланцюга визначаємо за формулою:

$$V = \frac{Z_1 \cdot t \cdot n_3}{60 \cdot 10^3}, \quad (4.28)$$

Підставляємо значення у формулу і отримуємо

$$V = \frac{30 \cdot 15,875 \cdot 120}{60000} = \frac{56700}{60000} = 0,95 \text{ м/с.}$$

Визначимо зусилля, яке діє в ланцюгу:

$$P_y = \frac{N}{\gamma}, \quad (4.29)$$

де N – потужність необхідна для приводу висівного апарату.

Підставляємо значення у формулу і дістанемо:

$$P_y = \frac{1,2 \cdot 10^3}{0,95} = 1210 \text{ Н/м.}$$

Розраховуємо середній тиск у шарнірі:

$$P = \frac{P_y \cdot K_3}{F}, \quad (4.30)$$

де F – проекція опорної поверхні шарніра, $F = B \cdot d = 27,5 \cdot 9,55 = 263 \text{ мм}^2$.

Підставляємо значення у формулу і отримуємо

$$P = \frac{1210 \cdot 1,875}{263} = 860 \text{ Н / мм}^2.$$

Зусилля від натягу ланцюга розраховуємо за формулою:

$$P_f = K_f \cdot g \cdot A, \quad (4.31)$$

де K_f – коефіцієнт, що враховує вплив розміщення передачі, $K_f = 1,5$;

A – міжосьова відстань, $A = 30 \cdot t$, $A = 30 \cdot 15,875 = 476 \text{ мм}$.

Підставляємо значення у формулу і отримуємо

$$P = 1,5 \cdot 3,73 \cdot 476 = 26,6 \text{ Н}.$$

Зусилля від відцентрової сили визначаємо за формулою

$$P_v = g \cdot V^2, \quad (4.32)$$

$$P_v = 3,73 \cdot 0,95^2 = 3,4 \text{ Н}.$$

Що дуже мало порівняно з P_y .

Коефіцієнт запасу міцності визначаємо за формулою

$$n = \frac{Q}{(k_d \cdot P_y) + P_f}, \quad (4.33)$$

Підставляємо значення у формулу і отримуємо

$$n = \frac{23000}{(1 \cdot 1210) + 26,6} = \frac{23000}{1236,6} = 18,5.$$

Силу тиску на вал визначаємо за формулою:

$$R_y = P_y + 2 \cdot P_f, \quad (4.34)$$

Підставляємо значення у формулу і дістанемо

$$R_y = 1210 + 53,2 = 1263,2H.$$

Умовне позначення привідного роликового однорядного ланцюга з кроком $t = 15,875$ мм. Ланцюг ПР – 15,875 – 2300 ГОСТ 10947 – 94.

5 РОЗРАХУНОК ОПЕРАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ СІВБИ УДОСКОНАЛЕНОЮ СІВАЛКОЮ

5.1 Вихідні дані до розрахунків і агротехнічні вимоги до сівби

Склад агрегату МТЗ-80 + сівалка із запропонованим висівними апаратами. Кількість висівних апаратів у сівалки становить 12, тоді ширина захвату сівалки при ширині міжрядь 45 см буде дорівнювати 5,4 м. Рельєф поля $i = 2\%$. Площа поля 160 га. Довжина поля 860 м.

Сою сіють пунктирним способом з шириною міжрядь 45 см. Глибина загортання насіння 3-4 см. Відхилення від заданої норми висіву насіння не повинно перевищувати $\pm 5\%$, а від заданої норми внесення мінеральних добрив - $\pm 10\%$. Відхилення ширини основних міжрядь не повинно перевищувати ± 1 см, а стикових - $\pm 2,5$ см. Поверхня поля після сівби має бути рівною. Робоча швидкість руху агрегату не повинна перевищувати 8 км/год. Тривалість сівби в господарстві на одному не повинна перевищувати 2 дні.

5.2 Визначення режимів роботи агрегату

Оскільки швидкість руху сівалки не повинна перевищувати 8 км/год, то дотримання цієї вимоги можна досягти, якщо трактор МТЗ-80 буде рухатись на другій, третій або четвертій передачі. Теоретична швидкість руху трактора на зазначених передачах відповідно становить: $V_2 = 4,26, V_3 = 7,24$ і $V_4 = 8,9$ км/год. Передаточні числа трансмісії на цих передачах рівні $i_{тр2} = 142; i_{тр3} = 83,5; i_{тр4} = 68$.

Визначимо дотичну сили тяги на вибраних передачах [17]:

$$P_{\partial} = \frac{9,554Nei_{mp}\eta_{mp}}{r_k n_n}, \quad (5.1)$$

де P_{∂} – дотична сила тяги трактора, кН;

N_e – ефективна потужність двигуна, кВт;

i_{mp} – передаточне число трансмісії;

η_{mp} – коефіцієнт корисної дії трансмісії;

r_k – дійсний радіус кочення, м;

n_n – номінальна частота обертання колінчастого валу, об/хв.

Номінальна потужність двигуна трактора МТЗ-80 $N_e = 58,9$ кВт. Коефіцієнт корисної дії трансмісії становить $\eta_{mp} = 0,91$. Номінальна частота обертання колінчастого валу двигуна $n_n = 2200$ об/хв.

Дійсний радіус перекочування трактора можна визначити за формулою [16]:

$$r_k = (r_o + h) \lambda, \quad (5.2)$$

де r_o – радіус сталевго ободу колеса, м;

h – висота шини;

λ - коефіцієнт деформації шини.

У тракторів МТЗ $r_o = 0,483$ м; $h = 0,305$. Коефіцієнт деформації шини залежить від фону і на полі підготовленому до сівби $\lambda = 0,8$.

$$\text{Тоді, } r_k = (0,483 + 0,305) \cdot 0,8 = 0,63 \text{ м.}$$

Отже, для вибраних передач, дотичні сили будуть становити:

$$P_{g2} = \frac{9,554 \cdot 58,9 \cdot 142 \cdot 0,91}{0,63 \cdot 2200} = 52,46 \text{ кН,}$$

$$P_{g3} = \frac{9,554 \cdot 58,9 \cdot 83,5 \cdot 0,91}{0,63 \cdot 2200} = 30,85 \text{ кН,}$$

$$P_{g4} = \frac{9,554 \cdot 58,9 \cdot 68 \cdot 0,91}{0,63 \cdot 2200} = 25,13 \text{ кН.}$$

Дотична сила тяги трактора може бути прийнятою за рушійну силу в тому випадку, коли сила зчеплення його рушіїв з ґрунтом $F_{зч}$ є більшою або рівною дотичній силі. В протилежному випадку за рушійну силу трактора приймають силу зчеплення рушіїв з фоном $F_{зч}$, яку можна визначити за формулою [16]:

$$F_{зч} = \mu G \varphi, \quad (5.3)$$

де μ - коефіцієнт зчеплення рушіїв з ґрунтом;

G – вага трактора, кН.;

φ - коефіцієнт, що враховує зчіпну вагу трактора.

Коефіцієнт зчеплення рушіїв трактора з ґрунтом на полі підготовленому до сівби, з врахуванням класу ґрунту $\mu = 0,61$.

Вага трактора МТЗ-80 $G = 33,5$ кН, а коефіцієнт $\varphi = 1$.

Тоді,

$$F_{зч} = 0,61 \cdot 33,5 \cdot 0,7 = 17,1 \text{ кН.}$$

Оскільки сила зчеплення $F_{зч}$ є меншою за дотичну силу на вибраних передачах, то рушійна сила трактора дорівнює силі зчеплення рушіїв з ґрунтом, тобто на будь-якій із вибраних передач $P_p = F_{зч}$ (тут – P_p – рушійна сила трактора).

Визначимо зусилля тяги трактора:

$$P_{зак} = P_p - P_f - P_i, \quad (5.4)$$

де $P_{зак}$ – сила тяги трактора на гаку, кН.;

P_f – сила опору перекочування, кН.;

P_i – сила опору підйому, кН.

$$P_f = fG, \quad (5.5)$$

де f – коефіцієнт опору перекочування трактора ($f = 0,12$).

Тоді,

$$P_f = 33,5 \cdot 0,12 = 4,0 \text{ кН.}$$

$$P_i = G \frac{i}{100}, \quad (5.6)$$

де i – нахил поля.

$$P_i = 33,5 \cdot \frac{2}{100} = 0,7 \text{ кН.}$$

Отже, на будь-якій із вибраних передач

$$P_{гак} = 17,1 - 4 - 0,7 = 12,4 \text{ кН.}$$

Визначимо коефіцієнт буксування рушіїв трактора. Для практичних розрахунків коефіцієнт буксування визначають як функцію від показника [16, 17]:

$$P = \frac{P_{гак} \eta_v}{F_{зч}}, \quad (5.7)$$

де η_v – коефіцієнт використання тягового зусилля трактора. $\eta_v = 0,75 - 0,85$.

Прийmemo $\eta_v = 0,80$, тоді

$$P = \frac{12,4 \cdot 0,8}{17,1} = 0,58.$$

Згідно даних [16] при $P = 0,58$ коефіцієнт буксування рушіїв трактора $\delta = 11,3 \%$.

Визначимо робочі швидкості трактора на вибраних передачах:

$$V_{pi} = V_m \left(1 - \frac{\delta}{100}\right), \quad (5.8)$$

де V_{pi} – робоча швидкість трактора на i -тій передачі, км/год,

V_m – теоретична швидкість руху трактора на i -тій передачі.

Отже, робочі швидкості трактора на вибраних передачах становлять:

$$V_{p2} = 4,26 \left(1 - \frac{11,3}{100}\right) = 3,8 \text{ км/год.},$$

$$V_{p3} = 7,24 \left(1 - \frac{11,3}{100}\right) = 6,4 \text{ км/год.},$$

$$V_{p4} = 8,9 \left(1 - \frac{11,3}{100}\right) = 7,9 \text{ км/год.}$$

Визначимо питомий тяговий опір сівалки на вибраних передачах за формулою [16]:

$$K = K_o \left[1 + (V_p - V_o) \cdot \frac{\Delta}{100}\right], \quad (5.9)$$

де K_o – питомий опір сівалки при швидкості руху 5 км/год ($V_o = 1,2$ кН/м);

V_p – робоча швидкість руху агрегату, км/год.;

V_o – швидкість руху сівалки, при якій визначають K_o ($V_o = 5$ км/год);

Δ - темп приросту робочого опору ($\Delta = 3$ %).

Оскільки робоча швидкість руху агрегату на другій передачі є меншою за 5 км/год., то прийmemo, що питомий опір сівалки на цій передачі $K_2 = K_o = 1,2$ кН/м.

Питомий опір сівалки на третій і четвертій передачах є відповідно рівним:

$$K_3 = 1,2 \cdot \left(1 + (6,4 - 5) \cdot \frac{3}{100}\right) = 1,25 \text{ кН/м},$$

$$K_4 = 1,2 \cdot \left(1 + (7,9 - 5) \cdot \frac{3}{100}\right) = 1,30 \text{ кН/м}.$$

Оскільки трактор МТЗ-80 може агрегатувати лише одну сівалку то розрахунки по визначенню максимальної ширини захвату агрегату і кількості

сівалок в агрегаті проводити недоцільно.

Визначимо тяговий опір агрегату [16]:

$$R_a = R_m + R_{np}, \quad (5.10)$$

де R_a – загальний тяговий опір агрегату, кН;

R_m – тяговий опір переміщення сівалки, кН;

R_{np} – приведений тяговий опір сівалки, пов'язаний із втратою рушійної сили трактора на вибраній передачі при відборі частини потужності через ВВП.

$$R_m = K_i B + G_m \frac{i}{100}, \quad (5.11)$$

де K_i – питомий опір агрегату на i -тій передачі;

B – ширина захвату агрегату, м ($B = 4,0$ м);

G_m – вага сівалки, кН ($G_m = 9,6$ кН).

Тоді, тяговий опір на переміщення агрегату на вибраних передачах становить

$$R_{m2} = 1,2 \cdot 5,4 + 9,6 \cdot \frac{2}{100} = 6,7 \text{ кН},$$

$$R_{m3} = 1,25 \cdot 5,4 + 9,6 \cdot \frac{2}{100} = 6,9 \text{ кН},$$

$$R_{m4} = 1,30 \cdot 5,4 + 9,6 \cdot \frac{2}{100} = 7,2 \text{ кН}.$$

Приведений тяговий опір R_{np} можна визначити за формулою [17]:

$$R_{np} = \frac{9,54 \cdot N_{ВВП} \cdot i_{np} \eta_{np}}{r_k \cdot n_n \cdot \eta_{ВВП}}, \quad (5.12)$$

де $N_{ВВП}$ – потужність, яка витрачається на привод робочих органів сівалки через ВВП, кВт ($N_{ВВП} = 5$ кВт);

$\eta_{ВВП}$ – ККД ВВП ($\eta_{ВВП} = 0,95$).

Тоді, приведений тяговий опір агрегату вибраних передач становить:

$$R_{np2} = \frac{9,54 \cdot 5 \cdot 142 \cdot 0,91}{0,63 \cdot 2200 \cdot 0,95} = 4,7 \text{ кН},$$

$$R_{np3} = \frac{9,54 \cdot 5 \cdot 83,5 \cdot 0,91}{0,63 \cdot 2200 \cdot 0,95} = 2,8 \text{ кН},$$

$$R_{np4} = \frac{9,54 \cdot 5 \cdot 68 \cdot 0,91}{0,63 \cdot 2200 \cdot 0,95} = 2,3 \text{ кН}.$$

Отже, загальний тяговий опір агрегату на вибраних передачах дорівнює:

$$R_{a2} = 6,7 + 4,7 = 11,4 \text{ кН},$$

$$R_{a3} = 6,9 + 2,8 = 9,7 \text{ кН},$$

$$R_{a4} = 7,2 + 2,3 = 9,5 \text{ кН}.$$

Визначимо коефіцієнт використання тягового зусилля трактора на передачах:

$$\eta = \frac{R_a}{P_{зак}}, \quad (5.13)$$

$$\eta_2 = \frac{11,4}{12,4} = 0,92,$$

$$\eta_3 = \frac{9,7}{12,4} = 0,78,$$

$$\eta_4 = \frac{9,5}{12,4} = 0,77.$$

Таким чином, трактор може працювати на будь якій із вибраних передач, оскільки визначені коефіцієнти використання тягового зусилля менші допустимого значення коефіцієнта використання тягового зусилля на сівбі $[\eta]$ 0,90-0,94 [17]. Однак доцільно агрегувати сівалку на четвертій передачі, оскільки буде досягнута більша продуктивність.

5.3 Визначення норми виробітку і витрат палива

Розрізняють три види способів руху машинно-тракторних агрегатів: гоновий, діагональний та круговий.

Одним із різновидів гонових способів руху, який використовують при сівбі, є човниковий спосіб руху. Робоча довжина гонів при цьому дорівнює [16, 17]:

$$L_p = L - 2E, \quad (5.14)$$

де L_p – робоча довжина гону, м;

L – довжина поля, м;

E – ширина поворотної смуги.

При петльових поворотах мінімальна ширина поворотної смуги [17]:

$$E_{\min} = 0,5 B_p + 2,7 R + e, \quad (5.15)$$

де B_p – ширина захвату агрегату ($B = 4,0$ м);

R – радіус повороту агрегату, м;

e – довжина виїзду агрегату, м.

Радіус повороту односівалкового агрегату становить $1,6 B_p$ [17]. Отже, в нашому випадку $R = 1,6 \cdot 4,0 = 6,4$ м.

Довжина виїзду агрегату – це відстань, на яку необхідно відвести агрегат (його кінематичний центр) для виведення робочих органів сівалки на контрольну лінію.

Для начіпних агрегатів [17]:

$$e = 0,1 (l_m + l_M), \quad (5.16)$$

де l_m – кінематична довжина трактора ($l_m = 1,2$ м).

l_M – кінематична довжина сівалки ($l_M = 1,5$ м).

Тоді, $e = 0,1 (1,2 + 1,5) \approx 0,3$ м,

$$E_{\min} = 0,5 \cdot 4,0 + 6,4 + 0,3 = 8,7 \text{ м.}$$

Дійсна ширина поворотної смуги повинна бути більша E_{\min} і кратна ширині захвату агрегату, тобто

$$E_{\phi} \geq E_{\min} = nB_p, \quad (5.17)$$

де n – число проходів агрегату.

Прийmemo $n = 2$, тоді $E_{\phi} = 10,8$ м.

Отже,

$$L_p = 860 - 2 \cdot 10,8 \approx 838 \text{ м.}$$

Визначимо коефіцієнт робочих ходів [20]:

$$\phi = \frac{L_p}{L_p + L_x}, \quad (5.18)$$

де L_x – довжина холостого ходу агрегату, м.

Довжина холостого ходу при грушевидному повороті при русі човником можна визначити за формулою [6]:

$$L_x = k R, \quad (5.19)$$

де k – коефіцієнт ($k = 6,6 \dots 8,0$).

Прийmemo $k = 7,4$, тоді $L_x = 7,4 \cdot 6,4 \approx 48$ м.

$$\text{Отже, } \phi = \frac{838}{838 + 48} = 0,94.$$

Змінну норму виробітку агрегату можна визначити за формулою [18]:

$$H = 0,1 B_p V_p T_p, \quad (5.20)$$

де V_p – робоча швидкість руху ($V_p = 7,9$ км/год);

T_p – чистий робочий час зміни, год.

Чистий робочий час агрегату протягом зміни становить [17]:

$$T_p = \frac{T_{зм} - (T_{пз} + T_{обс} + T_{пов})}{1 + \tau_{пов} + \tau_{то}}, \quad (5.21)$$

де $T_{зм}$ – тривалість зміни, год ($T_{зм} = 7$ год);

$T_{пз}$ – підготовчо-заключний час, год;

$T_{обс}$ – час організаційно-технічного обслуговування агрегату (очищення робочих органів, перевірка якості роботи, регулювання і т.д.);

$T_{воп}$ – витрати часу на відпочинок та особисті потреби, год;

$\tau_{пов}$ – коефіцієнт поворотів;

$\tau_{то}$ – коефіцієнт технологічного обслуговування агрегату.

Підготовчо-заключний час посівних агрегатів складає $T_{пз} = 39 - 65$ хв.

Прийmemo $T_{пз} = 50$ хв = 0,83 год. Час організаційно-технічного обслуговування $T_{обс} = 9 - 21$ хв. Приймаємо $T_{обс} = 20$ хв = 0,33 год.

Коефіцієнт поворотів можна визначити за формулою [17]:

$$\tau_{пов} = \frac{1 - \varphi}{\varphi} = \frac{1 - 0,94}{0,94} = 0,06.$$

Коефіцієнт технологічного обслуговування складається із суми двох коефіцієнтів, коефіцієнта технологічного обслуговування заправки сівалки насінням τ_1 , і добривами τ_2 , тобто

$$\tau_{то} = \tau_1 + \tau_2. \quad (5.22)$$

Коефіцієнти τ_1 і τ_2 розраховуються за аналогічними формулами [17]:

$$\tau_1 = t_{зав1} \frac{WU_{B1}}{60V_1\psi \cdot \rho_1},$$

$$\tau_2 = t_{зав2} \frac{WU_{B2}}{60V_2\psi\rho_2},$$

де $t_{зав1}$ і $t_{зав2}$ – відповідно, тривалість часу одного завантажування сівалки насінням і добривами ($t_{зав1} = 5$ хв, $t_{зав2} = 6$ хв);

$W = 0,1 B_p V_p$ – продуктивність агрегату за годину чистої роботи ($W = 0,1 \cdot 5,4 \cdot 7,9 = 4,27$ га/год);

U_{B1} і U_{B2} – відповідно норма висіву насіння і внесення мінеральних добрив ($U_{B1} = 250$ кг/га, $U_{B2} = 20$ кг/га);

V_1 і V_2 – місткість насінневих і тукових ящиків сівалки ($V_1 = 12 \cdot 0,042 = 0,504$ м², $V_2 = 6 \cdot 0,032 = 0,192$ м³);

ψ - коефіцієнт використання технологічних місткості, $\psi = 0,85$;

ρ_1 і ρ_2 – кількість насіння і добрива ($\rho_1 = 700$ кг/м³, $\rho_2 = 580$ кг/м³).

Тоді,

$$\tau_1 = 5 \frac{4,27 \cdot 20}{60 \cdot 0,504 \cdot 0,85 \cdot 580} = 0,03,$$

$$\tau_2 = 6 \frac{4,27 \cdot 250}{60 \cdot 0,192 \cdot 0,85 \cdot 980} = 0,10.$$

Отже,

$$\tau_{то} = 0,03 + 0,10 = 0,13.$$

Таким чином, чистий час роботи агрегату за зміну становить

$$T_p = \frac{7 - (0,83 + 0,33 + 0,5)}{1 + 0,06 + 0,13} = 4,49 \text{ год},$$

а норма виробітку агрегату дорівнює

$$H = 0,1 \cdot 5,4 \cdot 7,9 \cdot 4,49 = 19,2 \text{ га}.$$

Продуктивність агрегату за годину змінного часу становить

$$W = \frac{H}{T_{зм}} = \frac{19,2}{7} = 2,7 \text{ га/год.},$$

при коефіцієнті використання часу зміни

$$\tau = \frac{T_p}{T_{зм}} = \frac{4,49}{7} = 0,64 .$$

Норму витрат палива можна визначити за формулою [17]:

$$Q = \frac{T_p G_p + T_{пов} G_n + T_{пер} G_{пер} + T_{зуп} G_{зуп}}{H}, \quad (5.23)$$

де $T_{пов}$, $T_{пер}$, $T_{зуп}$ – затрати часу протягом зміни відповідно на повороти ($T_{пов} = T_{пов} \cdot T_p = 0,08 \cdot 4,2 = 0,34$ год.), переїзди і на зупинках.

Прийmemo, що тривалість переїздів на поле і назад складає 25 хв = 0,42 год, а на зупинках трактор працював тільки під час заправки сівалки насінням і добривами.

$$\text{Тоді, } T_{зуп} = \tau_{то} \cdot T_p = 0,13 \cdot 4,49 = 0,6 \text{ год.}$$

G_p , $G_{п}$, $G_{пер}$ і $G_{зуп}$ – норматив витрат палива відповідно на виконання основної роботи, при поворотах, переїздах і на зупинках.

$$G_p = 11,7 \text{ кг/год; } G_{п} = 8,2 \text{ кг/год; } G_{пер} = 7 \text{ кг/год; } G_{зуп} = 2,3 \text{ кг/год.}$$

Тоді

$$Q = \frac{4,2 \cdot 11,7 + 0,34 \cdot 8,2 + 0,42 \cdot 7 + 0,6 \cdot 2,3}{18,6} = 2,9 \text{ кг/га або } 3,5 \text{ л/га.}$$

Отримані результати використовуємо для подальших розрахунків економічної ефективності розробок і планування посівних робіт в господарстві.

6. ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1 Організація охорони праці

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

Керівник господарства (власник, генеральний директор іт.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 державних стандартів 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 інструмента, 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.

6.2 Експлуатація машин в рослинництві

При експлуатації машин в рослинництві вимоги безпеки передбачають наступне:

- відповідність технічного стану машин та стаціонарного обладнання і порядку їх експлуатації вимогам інструкцій по експлуатації конкретних машин, відповідним державним стандартам, Єдиним вимогам до конструкції тракторів та сільськогосподарських машин по безпеці та гігієні праці,

Правилам будови електроустановок (ПБЕ), Правилам техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів (ПТБ) [19, 20], Правилам технічної експлуатації електроустановок споживачів (ПТЕ), Правилам дорожнього руху [18];

- використання на технологічних операціях сільськогосподарських машин, пройшовши обкатку та технічний огляд (готовність машин та обладнання до експлуатації оформляється актом);

- виконання робіт по заміні, чищенню та регулюванню робочих органів машин тільки при непрацюючому двигуні, а у електрифікованих установках та механізмах - при знятих запобіжних вставках і остаточної їх зупинці і тільки після прийняття мір по застереженню випадкового опускання, чи падіння робочих органів;

- позначення небезпечних ділянок робочої зони обладнання та відповідних місць при проведенні робіт стандартними знаками безпеки;

- заборона експлуатації машин та обладнання без передбачених конструкцією захисних огорожень, а машин з передбаченою нормативно-технічною документацією постійним робочим місцем – без підніжки, і з запобіжним бортиком, перил, поручнів, запобіжних ланцюгів або планок для закриття входу, зонтиків чи тентів;

- негайну зупинку машин при поломках та травмах - небезпечних ситуаціях та усунення несправності;

- агрегування машин та знаряддя з тракторами та самохідними шасі, а також переведення їх в транспортне положення у повній відповідальності з вимогами, вказаними в заводських посібниках для конкретних типів машин;

- шплінтування з'єднувального пристрою при зчіпці трактора з причіпними машинами та додатковим з'єднанням з тягачем страхувальним ланцюгом чи тросом причепів та напівпричепів;

- зчіпку, навіску машини та знаряддя на трактори або самохідні шасі, а також монтаж та підключення стаціонарних машин в відповідності з вимогами заводських посібників; ці операції виконують особи, обслуговуючі дані

машини з використанням справного інструменту та підіймаючих пристроїв, гарантуючих безпеку операцій (перед проведенням робіт перевіряють справність системи навіски);

- наявність двобічної сигналізації у агрегатів до складу яких входять причіпні машини, обладнанні робочим місцем;

- укомплектування самохідних машин та агрегатів медичними аптечками, термосами з питною водою та засобами пожежогашіння в відповідності з державними стандартами;

- недопущення розсипання та підтікання пестицидів чи інших отруйних речовин в місцях з'єднання фланців, штуцерів, ніпелів, люків, а також роботи оприскувачів з несправним манометром та без бачків для миття рук; на спецмашинах банки, ящики та інші ємності для туків під час роботи повинні бути щільно закриті та зафіксовані запірним пристроєм;

- обладнання самохідних та причіпних машин світловідбивачами, укомплектування набором справного інструменту та пристосуваннями у відповідності із заводської інструкцією;

- заборона відпочинку під машиною, в копицях сіна та інших не встановлених для відпочинку місцях, посадки та виходу при русі агрегату, а також виконання регулювань та ремонту на ходу;

- опускання навісних машин при стоянці агрегату, а також їх фіксацію при ремонті чи наладці;

- заземлення машин з електроприводом із забезпеченням опору заземлюючих пристроїв не більше 40 м;

- обладнання машин на роботах, сполучених з небезпекою перекинутися, опорними пристроями, противагами;

- початок роботи агрегату, обслуговуючого декількома особами, тільки по встановленому сигналу і після повної впевненості, що виконувачі зрозуміли його.

6.3 Охорона праці при вирощуванні сої

Безпека процесів вирощування та збирання забезпечує реалізацією

заходів, розроблених відповідно з державними стандартами, операційної технології та ОСТ 46.31.112.-81.

Крім загальних положень, стосовно розглянутим умовам забороняється перебування людей на сівалках під час переїзду або розвороту останніх, на транспортних засобах при завантаженні та транспортуванні соломи та зерна. Робітникам, які зайняті на ручних роботах, заборонено підштовхувати транспортні засоби, які буксують. Розміщають сою на полях з відхиленням: уздовж напрямку сівби - 7° , поперек - 2° .

Робоче місце сівача укомплектовують чистиками та гачками чи штирем для очищення сошників та висівних апаратів сівалок.

Під час роботи змішувача по приготуванні розчинів отрутохімкатів забороняється знаходитися стороннім особам біля агрегату для приготування розчину. При проведенні польових робіт після застосування пестицидів разом з мінеральними добривами (інсектициди + гербіциди + азотні добрива) слід дотримуватися правил безпеки; при різкій зміні температури повітря на фоні високої вологості ґрунту, а також при великій росі та швидкості вітру не більш 2 м/с треба робити перерву в праці з 9 до 14 години.

При появі травмо-небезпечної ситуації персонал повинен припинити роботу, прийняти заходи по її ліквідації та доповісти керівнику робіт. Працюючі з пестицидами повинні суворо дотримуватись правил особистої гігієни, приймати їжу, пити воду, палити після зняття спецодягу та миття з милом рук та лица, полоскання рота.

За кожним працівником є відповідний комплект засобів особистого захисту, підібраний особисто (підбір проводить особа, яка відповідає за проведення робіт).

Загальне керівництво по охороні праці у виробничому процесі очолює керівник господарства.

При зарахуванні працівника на роботу необхідно проводити вступний інструктаж. На робочому місці інструктаж з працівником проводить керівник підрозділу.

З метою визначення відповідності робочих місць, машин та механізмів, технічних процесів, будівель і споруд санітарним нормам, правилам охорони праці, одержання вихідних даних для планування працезохоронних заходів проводять паспортизацію об'єктів на відповідність вимогам охорони праці.

Розглянемо технологічну операцію сівби сої. На полі, де проводять сівбу, обладнують місце для відпочинку (бажано пересувний вагончик), за 10 м від нього майданчик для куріння, пожежний майданчик з протипожежним інвентарем (ящик з піском, лопати, вогнегасники), майданчик для зберігання технологічних матеріалів (насіння, мінеральних добрив). З іншої сторони поля розміщують транспортний майданчик, автомобіль технічного обслуговування, майданчик для прийому їжі.

Приведені заходи з охорони праці дозволять попередити травмування і хвороби обслуговуючого персоналу при вирощуванні сої в господарстві.

7 ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Застосування удосконаленої технології і сівалки в господарстві дозволить отримати більш високий урожай сої. При цьому урожайність збільшиться як мінімум на 20-25%, а продуктивність сівалки при підвищенні якості посівних робіт збільшиться на 25-30%, що також позитивно вплине на кінцевий результат.

Розрахунок економічної ефективності від застосування удосконаленої сівалки проводимо по відомій методиці [21] в порівнянні з серійною сівалкою. Вихідні дані для проведення розрахунків приведені в таблиці 7.1.

Таблиця 7.1 - Вихідні дані для проведення економічних розрахунків

| Показники | Базова сівалка | Удосконалена сівалка |
|--|----------------|----------------------|
| Продуктивність, га/год | 2,1 | 2,7 |
| Питомі витрати палива, л/га | 4,12 | 3,5 |
| Балансова вартість машини, грн. | 149500 | 151600 |
| Кількість обслуговуючого персоналу, чол. | 1 | 1 |

Затрати праці на процес визначаються за формулою:

$$H = \frac{M}{W}, \quad (7.1)$$

де M – кількість обслуговуючого персоналу, чол.;

W – продуктивність агрегату, га/год.

Затрати праці при роботі базового агрегату на сівбі сої дорівнюють:

$$H_6 = \frac{1}{2,1} = 0,48 \text{ люд.год/га.}$$

При використанні удосконаленої сівалки затрати праці будуть дорівнювати:

$$H_n = \frac{1}{2,7} = 0,37 \text{ люд.год/га.}$$

Зниження затрат праці при використанні розробленої машини будуть дорівнювати:

$$H_3 = H_6 - H_n; \quad (7.2)$$

$$H_3 = 0,48 - 0,37 = 0,11 \text{ люд.год./га.}$$

За сезон при сівбі сої на площі 160 га зниження затрат праці становить:

$$H_3^c = 0,11 \cdot 160 = 17,6 \text{ люд. год.}$$

Прямі експлуатаційні затрати при сівбі сої визначаються за формулою:

$$C = C_o + C_a + C_p + C_{\text{пмм}}; \quad (7.3)$$

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

C_a – амортизаційні відрахування, грн/га;

C_p – витрати на ремонт і технічне обслуговування, грн/га;

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

В господарстві прийнята наступна система оплати праці працівників, які зайняті на сівбі сої. Оплату праці механізаторів здійснюють по 6-му розряду тарифної сітки. З врахуванням підвищення мінімальної зарплати до 8000 грн. вона становить 348 грн. за виконану норму виробітку.

$$C_o^1 = \frac{C^T}{W_{\text{зм}}}, \quad (7.4)$$

де C^T – оплата праці по тарифній сітці, грн./зм.;

$W_{зм}$ – продуктивність агрегату за зміну, га/зм.

Для механізатора, який працює на базовій машині, оплата праці за 1 га засіяної площі буде становити:

$$C_{об}^1 = \frac{348}{14,7} = 23,7 \text{ грн/га.}$$

Крім того, в господарстві проводяться доплати: 50 % - за продукцію; 50 % - за складність збиральних робіт; 20% - за класність, 12 % - за інтенсивність робіт:

$$50 \% = 11,8 \text{ грн/га, } 20\% = 4,7 \text{ грн./га; } 12 \% = 2,8 \text{ грн/га.}$$

І оплата праці при роботі базової сівалки з нарахуваннями становить:

$$C_{об} = 23,7 + 11,8 + 11,8 + 4,7 + 2,8 = 50,1 \text{ грн/га.}$$

Для механізатора, який працює на агрегаті з удосконаленою сівалкою, оплата праці за 1 га засіяної площі буде становити:

$$C_{ор}^1 = \frac{348}{19,2} = 18,1 \text{ грн/га.}$$

Аналогічно визначаються всі необхідні нарахування на оплату праці механізатора, який працює на агрегаті з удосконаленою сівалкою. І повні затрати на оплату праці будуть становити:

$$C_{ор} = 18,1 + 9,1 + 9,1 + 3,6 + 2,2 = 38,4 \text{ грн/га.}$$

Амортизаційні відрахування визначаються виходячи з річних норм на відрахування від загальної вартості машини за формулою:

$$C_a = \frac{Ц \cdot \alpha}{100 \cdot Д \cdot К \cdot W_{зм}} \quad (7.5)$$

де $Ц$ – ціна машини, грн;

D – кількість днів роботи в рік;

K – коефіцієнт змінності.

За нормативами річна норма відрахувань на амортизацію для сівалок становить 15%. Тоді відрахування для базової машини будуть становити:

$$C_{аб} = \frac{149500 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 14,7} = 28,3 \text{ грн/га.}$$

Амортизаційні відрахування на удосконалену сівалку будуть становити:

$$C_{ар} = \frac{151600 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 19,2} = 21,9 \text{ грн/га.}$$

Затрати на ремонт і технічне обслуговування агрегату також визначається за нормативами, які становлять 15 % в рік від вартості машини. Розрахунки проводяться за формулою:

$$C_p = \frac{Ц \cdot \beta}{100 \cdot D \cdot K \cdot W_{3M}}, \quad (7.6)$$

де β - норма річних відрахувань.

Для базової машини затрати на ремонт і технічне обслуговування машини будуть дорівнювати:

$$C_{р.б} = \frac{149500 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 14,7} = 28,3 \text{ грн/га.}$$

Для удосконаленої сівалки затрати на ремонт і технічне обслуговування будуть дорівнювати:

$$C_{р.н.} = \frac{151600 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 19,2} = 21,9 \text{ грн/га.}$$

Витрати на паливо і мастильні матеріали визначаються по формулі:

$$C_{пмм} = Ц_{п} \cdot V_{га}; \quad (7.7)$$

де $Ц_{п}$ – комплексна ціна 1 кг палива;

$V_{га}$ – витрати палива на 1 га.

Комплексна ціна включає витрати на основне паливо, а також на мастильні матеріали і диференціюється в залежності від марки трактора і зони застосування. Приймаємо наступні норми витрат мастильних матеріалів в % до основного палива:

- моторне масло – 11,7 %;
- трансмісійне масло – 3,43 %;
- індустриальне масло – 0,64 %;
- консерваційні мастила – 0,47%.

На сьогодні вартість на паливо-мастильні матеріали залежить від цінової політики ринку, постачальника, величини оптових закупок і т. ін. Для розрахунків приймаємо комплексну ціну 1 л палива, яка дорівнює 59,4 грн/л. Тоді затрати на паливо-мастильні матеріали при роботі базової машини будуть становити:

$$C_{ПММ}^6 = 59,4 \cdot 4,12 = 244,7 \text{ грн/га.}$$

При роботі агрегату з удосконаленою сівалкою затрати на ПММ будуть становити:

$$C_{ПММ}^H = 59,4 \cdot 3,5 = 207,9 \text{ грн/га.}$$

Загальні прямі експлуатаційні затрати при роботі базового агрегату будуть дорівнювати:

$$C_6 = 50,1 + 28,3 + 28,3 + 244,7 = 351,4 \text{ грн/га.}$$

Загальні прямі експлуатаційні затрати при роботі агрегату з удосконаленою сівалкою будуть дорівнювати:

$$C_H = 38,4 + 21,9 + 21,9 + 207,9 = 290,1 \text{ грн/га.}$$

Зниження прямих затрат при впровадженні розробленої машини в виробництво в порівнянні з базовим об'єктом буде становити:

$$E = C_6 - C_H = 351,4 - 290,1 = 61,3 \text{ грн/га.}$$

У відсотках економічний ефект буде становити:

$$E_v = \frac{61,3 \cdot 100}{351,4} = 17,4 \text{ \%}.$$

Річний економічний ефект при впровадженні розробок на площі 160 га буде становити:

$$E_p = 61,3 \cdot 160 = 9808 \text{ грн.}$$

При впровадженні удосконаленої технології урожайність сої збільшиться в середньому на 20%. Таким чином буде отримана додатково продукція – 0,6 т/га насіння (бобів) сої. При вартості 18000 грн./т буде отримано додатково 10800 грн/га, а на всій площі річний ефект від додаткової продукції становитиме

$$E_d = 10800 \cdot 160 = 1728000 \text{ грн.}$$

Загальний (річний) економічний ефект від впровадження розробок в господарстві становитиме

$$E_z = 1728000 + 9808 = 1737800 \text{ грн.}$$

Основні техніко-економічні показники, які розраховані в роботі, приведені в таблиці 7.2.

Окупність затрат на удосконалення визначається за формулою:

$$E_o = \frac{Ц}{E_{зр}} \quad (7.8)$$

$$Z_o = \frac{2100}{1737800} = 0,001 \text{ роки.}$$

Таблиця 7.2 - Основні техніко-економічні показники

| Назва показників | Базовий агрегат | Розроблений агрегат |
|---|-----------------|---------------------|
| 1. Продуктивність, га/год. | 2,1 | 2,7 |
| 2. Питомі витрати палива, кг/га | 4,12 | 3,5 |
| 3. Затрати праці, люд.год./га | 0,48 | 0,37 |
| 4. Прямі експлуатаційні затрати, грн/га | 351,4 | 290,1 |
| в т . ч. – оплата праці з нарахуваннями | 50,1 | 38,4 |
| - амортизаційні відрахування | 28,3 | 21,9 |
| - затрати на ремонт і ТО | 28,3 | 21,9 |
| - затрати на ПММ | 244,7 | 207,9 |
| 4. Зниження прямих затрат, грн/га | - | 61,3 |
| 5. Економічний ефект від додаткової продукції, грн. | - | 1728000 |
| 5. Загальний річний економічний ефект, грн | - | 1737800 |
| 6. Строк окупності затрат на удосконалення, років | - | 0,001 |

Аналіз прямих затрат на виконання процесу показує, що основна частка затрат припадає на паливо і мастильні матеріали, що пояснюється надто високими цінами на ринку.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Дякуючи своїм властивостям соя стала найбільш поширеною зерною бобовою культурою в світі. Розроблена нами удосконалена технологія її вирощування в умовах господарства дозволить підвищити урожайність і скоротити затрати на вирощування

2. Головна задача сівби полягає в оптимальному розміщенні насіння в ґрунті, яке забезпечує одержання найбільшого врожаю. При цьому до сівби як до технологічного процесу висуваються три основні вимоги: висів заданої кількості насіння на одиницю площі поля; рівномірне розміщення його на площі поля; загортання на відповідну (однакову) глибину в ґрунт.

3. Аналіз конструкції сівалок, які використовуються для сівби сої, показав певні недоліки серійних сівалок, над якими слід працювати. Розроблений пристрій для висіву насіння забезпечує підвищення точності висіву насіння, економію насіннєвого матеріалу при можливості збільшення робочої швидкості поліпшення умов проростання насіння і розвитку рослин. Проведені розрахунки і визначені основні конструктивні параметри окремих вузлів і деталей удосконаленої сівалки. А також визначено технологічні показники процесу сівби.

4. Розроблені заходи з охорони праці при використанні в господарстві дозволять покращити умови праці, знизити ризики травматизму і захворювань при вирощуванні сої.

5. Результати розрахунків економічної ефективності модернізації сівалки показують, що запровадження її у виробництво дасть змогу одержати річний економічний ефект в сумі 1737800 грн. на одну сівалку, а затрати на удосконалення окупляться протягом першого року експлуатації .

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. У 2025 році світове виробництво сої зросте на 2 млн т — прогноз// <https://superagronom.com/news/19725-u-2025-rotsi-svitove-virobnitstvo-soyi-zroste-na-2-mln-t--prognoz>.
2. Світове виробництво сої досягне рекорду — IGC // <https://kurkul.com/news/37076-svitove-virobnitstvo-soyi-dosyagne-rekordu--igc>.
3. Потапенко О. Соя: країни-виробники та їхній внесок у світовий ринок // <https://gelios.ua/soya-krayiny-vyrobnyky-ta-yihnij-vnesok-u-svitovyj-rynok/>.
4. Маковей Ю. Вирощуємо сою на максимум — досвід фермерів та поради професіоналів// 12 квітня 2023. - <https://kurkul.com/spetsproekty/1437-viroschuyemo-soyu-na-maksimum--dosvid-fermeriv-ta-poradi-profesionaliv>.
5. Соя зберегла посівні площі в Україні в умовах війни і користується попитом на світових ринках//1 вересня 2022. - <https://ukragroconsult.com/news/soya-zberegla-posivni-ploshhi-v-ukrayini-v-umovah-vijny-i-korystuyetsya-popytom-na-svitovyh-rynках>.
6. Маковей Ю. Що буде з цінами на сою та які прогнози на врожай// 30 червня 2023 <https://kurkul.com/spetsproekty/1469-scho-bude-z-tsinami-na-soyu-ta-yaki-prognozi-na-vrojaj>.
7. Технологія вирощування сої під раундап в Україні на 2023// <https://agroexp.com.ua/uk/tehnologiya-vyiraschivaniya-soi-pod-raundap-ukraina>.
8. Вирощування сої як бізнес// 12/07/22. - https://tetra-agro.com.ua/news/viroshhuvannya_soyi_yak_biznes.
9. 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.
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. Сільськогосподарські машини: підручник/ Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: «Агросвіт», 2015. – 679 с.
12. Кобець А.С. Основи теорії робочих органів сільськогосподарських машин: Навчальний посібник/ Дніпропетровськ. держ. агр. ун-т. – Дніпропетровськ, 1999. – 204 с.
13. Мізін І.А., Омеляненко І.С. Кінематичний розрахунок приводу. Методичні вказівки по курсу деталей машин. - Полтава. 2000.
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. Машиновикористання в землеробстві /В.Ю.Ільченко, Ю.П.Нагірний, А.П. Джалос та ін.; За ред. В.Ю. Ільченка і Ю.П. Нагірного. – К.: Урожай, 1996. – 384 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.