

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

**Інженерно-технологічний факультет**

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

**П о я с н ю в а л ь н а   з а п и с к а**

до дипломного проекту  
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти  
на тему:

**УДОСКОНАЛЕННЯ МЕХАНІЗАЦІЇ  
ВИРОЩУВАННЯ СОЇ І КОНСТРУКЦІЇ  
СІВАЛКИ**

**Виконав:** студент \_\_\_\_\_ Лисаков Сергій Олександрович

**Керівник:** \_\_\_\_\_ Кобець Анатолій Степанович

**Рецензент:** \_\_\_\_\_

Дніпро 2024

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра: Тракторів і сільськогосподарських машин (ТСГМ)

Освітній ступінь - "Бакалавр"

Напрямок підготовки: 208 "Агроінженерія"

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

ТСГМ

(назва кафедри)

канд. техн. наук, доцент

(вчене звання)

Г.В. Теслюк

(підпис)

(прізвище, ініціали)

„\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**З А В Д А Н Н Я  
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ**

\_\_\_\_\_ (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

керівник проєкту \_\_\_\_\_

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ року № \_\_\_\_\_

2. Строк подання студентом проєкту \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до проєкту \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

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

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

---



---



---



---



---



---

6. Консультанти розділів проєкту

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

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту	Строк виконання етапів проєкту	Примітка

Студент

\_\_\_\_\_ ( підпис )

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Керівник проєкту

\_\_\_\_\_ ( підпис )

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Лисаков С.О. Удосконалення механізації вирощування сої і конструкції сівалки/ Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2024. – 74 с.

В роботі представлено характеристики сої, проведено аналіз конструкцій сучасних машин, які використовуються для сівби сої. На підставі аналізу запропонована і обґрунтована схема удосконалення висівного апарату.

Приведено розрахунки і визначено основні параметри удосконаленої сівалки та розроблено креслення удосконалених вузлів і деталей.

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 192900 грн. При цьому зниження затрат праці складає 0,06 люд.год./га. Затрати на удосконалення конструкції окупаються протягом першого року експлуатації сівалки.

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

## З М І С Т

В С Т У П. ....	6
1 ОСОБЛИВОСТІ КУЛЬТУРИ. ....	10
2 АНАЛІЗ МАШИН, ЯКІ ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ ДЛЯ СІВБИ СОЇ. ....	15
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 ОХОРОНА ПРАЦІ. ....	44
5.1 Організація охорони праці. ....	44
5.2 Основні вимоги безпечної експлуатації посівних агрегатів. ....	45
5.3 Заходи безпеки при підготовці поля до посівних робіт. ....	46
5.4 Охорона праці при вирощуванні сої. ....	48
6 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ. ....	50
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ. ....	60
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ. ....	61
Д О Д А Т К И. ....	63

## В С Т У П

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 [1, 2, 3]. 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.

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.

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 синте-

зуються 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.

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.

По-перше, це високорентабельна культура. За дотримання рекомендованих технологій вирощування та проведення агротехнічних заходів цілком реальна врожайність від 2,5 т/га і вище. Враховуючи витрати на 1 га - близько 4,1-4,3 тис. грн., середню ціну реалізації - 3,5 тис. грн/т, рентабельність виробництва сої становить понад 100%. Такий рівень рентабельності дає змогу повернути витрачені на вирощування культури кошти та додатково отримати 1 гривню на кожну гривню, вкладену у її виробництво. Відтак, враховуючи стабільний попит на цю культуру в світі та Україні, зокрема, економічні результати її вирощування у вітчизняних господарствах не будуть нижчими за показники попередніх років.

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

По-третє, це - незамінна культура в кормовиробництві, зокрема в свинарстві. За сучасними технологіями утримання із запровадженням у годівлі свиней соєвого шроту конверсія корму становить до 2,6-3,0 кг, середньодобові прирости зростають до 750-800 г, при цьому собівартість продукції становить 8-10 грн/кг, що відповідає середньоєвропейським показникам. За нинішніх



умов потреби України в соєвому шроті забезпечені лише на 25%, що й веде до середньодобових приростів у свинарстві лише до 376 г, конверсії корму - 5-10 кг, собівартості приросту живої маси - 14-20 грн./кг за закупівельних цін 12-16 грн. за кілограм.

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 механізації вирощування сої і конструкції сівалки для її сівби.

## 1 ОСОБЛИВОСТІ КУЛЬТУРИ

Нині вирощуванню сої приділяють багато уваги, так як вона покращує родючість землі, якість кормів та призводить до здешевлення продуктів харчування, які мають профілактичний характер. Соя є справжнім шедевром природи, адже її білок за своїм складом дуже близький до білка тваринного походження і доволі часто спроможний замінити його.

У світі існують тенденції до зростання цін на продукти харчування та значний дефіцит продовольчої сировини. Дуже багато зерна, зокрема кукурудзи, переробляють на біопаливо. Наприклад, Америка задекларувала, що не буде експортувати кукурудзу взагалі і використовуватиме її на отримання біоетанолу, що спричинило хвилю протестів у Мексиці. Чимало країн світу змушені шукати альтернативну сировину для компенсації недостачі цих продуктів, а соя - ідеальний замінник.

Соя в Україні потрібна не менше, ніж кукурудза чи картопля. Адже споживання м'яса, як основного джерела білка, невпинно зменшується. Причина полягає не лише у скороченні обсягів виробництва. В Україні поголів'я худоби зменшилося у 2-2,5 рази порівняно з радянськими роками. Скоротилися посівні площі під продукти харчування на користь олійних культур, які в подальшому перероблятимуться на біопаливо.

У багатьох країнах, зокрема в Америці, Канаді, Японії, Китаї, Індії дефіцит тваринного білка компенсується соєвим. Америка виробляє 70 млн т сої (з них 29 млн т експортує), Китай - 15-17 млн т, Аргентина - 47 млн т, Бразилія - 61 млн т.

Україна в 2022 році виробила 2,7 млн т сої, але показники можуть бути нижчими через зменшення площ під цією культурою в умовах війни. Наприклад, під вирощування ріпаку використовується понад 1,6 млн га орних земель, і прикро те, що переробляємо лише мізерну частку на паливо, а решта

експортується. Українські поля заповнили культури, які використовуються у виробництві біопалива.

За посівними площами і валовими зборами зерна соя є основною зерною бобовою культурою світу. Таке велике поширення пояснюється універсальністю її використання як важливої продовольчої, технічної і кормової культури. Зумовлено це винятково сприятливим поєднанням у насінні органічних і мінеральних речовин.

Соя - культура мусонного клімату, має підвищені вимоги до забезпечення вологою і теплом. Потреба сої в теплі зростає від проростання насіння до сходів, а потім до цвітіння і формування насіння, під час дозрівання вимоги до температури дещо зменшуються.

Насіння починає проростати за температури 8-10 °С, проте сходи з'являються через 20-30 днів, при 14-16 °С - через 7-8 днів, а при 20-22 °С - через 4-5 днів.

Підвищення середньодобової температури на початку вегетації до 24-25 °С призводить до деякого зниження ростових процесів, а температура 35-37 °С негативно позначається на ріст, розвиток і утворення бульбочок. Оптимальна температура в період вегетаційного росту - 18-22 °С, для формування репродуктивних органів - 22-24 °С, цвітіння - 25-27 °С, формування бобів - 20-22 °С і дозрівання - 18-20 °С.

Рослини досить легко переносять весняні приморозки до -2,5 °С; осінні до -3 °С не мають негативного впливу на врожай насіння; приморозки -4,0-4,5 °С призводять до сильного промерзання листків, знищення квіток і бобів.

Соя на формування урожаю використовує значно більше води, ніж зернові колосові культури. Коефіцієнт транспірації коливається від 400 до 1000 мм. Оптимальна вологість ґрунту в період вегетації повинна бути не нижче 70-80%, а на момент дозрівання - 60% від найменшої вологості.

Впродовж вегетації потреба у волозі неоднакова. Від сходів до цвітіння – вона менша. Найінтенсивніше водоспоживання відбувається у фазу цвітіння і формування бобів. За цей період соя споживає 6-70% сумарного

використання води за вегетацію. Соя негативно реагує на повітряну посуху, особливо в період цвітіння й утворення бобів. За дуже низької вологості на рослинах не утворюються нові і відбувається скидання вже сформованих бобів.

Вимоги до ґрунтів відносно низькі. Сою можна вирощувати на всіх типах ґрунтів за умови, що вони не кислі і добре керовані. Культура не переносить тривалого затоплення (більше 3-х днів), засолення і кислотності нижче рН 5,5.

За хімічним складом насіння сої є унікальним. Воно містить у середньому 39% (33-52%) білків, 20% (14-5%) напіввисихаючої олії, 24% вуглеводів, 5% зольних елементів (з переважним вмістом калію, фосфору і кальцію), а також потрібні для організму людини і тварин різні ферменти, вітаміни (А, В, С, D, Е) та інші важливі органічні й неорганічні речовини.

Висока цінність сої визначається насамперед великим вмістом повноцінного білка, який за амінокислотним складом наближається до білків тваринного походження і добре засвоюється людиною і тваринами.

Має значення також те, що основний протеїн сої - гліцидин здатний при закисанні згортатися, що дає змогу виготовляти з насіння і бобів велику кількість різноманітних продуктів харчування. Причому медициною встановлено, що в продуктах харчування із сої є антисклеротичні речовини, що особливо важливо для людей старшого і похилого віку.

З насіння сої виготовляють соуси, молоко, сир, котлети, кондитерські вироби, ковбаси, харчове борошно, сурогати кави тощо. В їжу використовують також незрілі боби у вареному й консервованому вигляді.

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

Як кормову культуру сою використовують на зелений корм, сінаж, для виробництва трав'яного борошна, на силос (у сумішах з кукурудзою), монокорм. Поживність соєвих кормів досить висока. Наприклад, у 100 кг її зеленої маси міститься 21 корм. од. та 3,5 кг перетравного протеїну; в 100 кг кукурудзяно-соєвого силосу - відповідно 26 і 2,9 кг.

Цінними концентрованими кормами є соєва макуха із вмістом до 47% і шрот, який містить понад 45% білка. За амінокислотним складом вони не поступаються м'ясному й рибному борошну. Задовільним кормом (для овець, кіз) є полова й солома сої.

До найбільш важливих біологічних процесів, що мають глобальну післядію для біосфери, відносять фотосинтез і азотфіксацію. Від фіксації молекулярного азоту, яку здійснюють обмежене число мікорорганізмів, залежить існування життя на Землі в тій же пропорції, у якій воно залежить від фотосинтезу як джерела енергії. Якби азот, який виноситься із ґрунту, постійно туди не повертався, життя на планеті повільно припинилося б. Соя збагачує ґрунт азотом, тому, як і решта бобових, є цінним попередником для різних сільськогосподарських культур.

Важливою особливістю її є здатність до ендосимбіозу з азотфіксуючими суббактеріями - ризобіями. Завдяки азотфіксації, яка відбувається у сформованих у симбіозі з ризобіями бульбочками, соя може, значною мірою, або навіть повністю задовольняти свою потребу в азоті (симбіотрофне живлення азотом). Це знижує залежність рослини від наявності азотних сполук у ґрунті і дозволяє вирощувати її при відсутності або при мінімальному використанні дорогих й екологічно небезпечних азотних добрив.

Правильний вибір сорту - одна з вирішальних умов одержання максимального врожаю. У кожному господарстві доцільно вирощувати два-три сорти, що різняться тривалістю вегетаційного періоду, стійкістю проти хвороб, шкідників і несприятливих факторів середовища (знижені температури, посухи тощо).

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

## 2 АНАЛІЗ МАШИН, ЯКІ ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ ДЛЯ СІВБИ СОЇ

Наразі основною зернотуковою сівалкою в господарствах України є СЗ-3,6А із захватом 3,6 м. Така ширина захвату сівалки зберігається з 30-х років минулого століття. Сучасний трактор МТЗ-82 під час сівби зернових сівалкою СЗ-3,6А на швидкості 9,7–10,4 км/год використовує лише 30–50% тягового зусилля, а на швидкості 11,3–12,3 км/год — 40–55%. Щоб повніше завантажити двигун трактора типу МТЗ, це підприємство випускає зернотукову сівалку СЗ-5,4 із захватом 5,4 м, основні вузли й деталі якої уніфіковані з СЗ-3,6А. Сівалки СЗ-3,6А і СЗ-5,4 призначені для рядкової сівби насіння зернових культур (пшениця, жито, ячмінь, овес), зернобобових (горох, квасоля, соя, сочевиця, боби, чина, нут, люпин), насіння інших культур, близьких до зернових за розмірами насіння і нормами висіву (гречка, просо, сорго тощо) з одночасним внесенням у рядки гранульованих мінеральних добрив. Сівалка СЗ-5,4 завантажує двигун трактора МТЗ-80 до 80% його потужності, дає змогу підвищити продуктивність праці не лише сівалки, а й економити паливно-мастильні матеріали. Сівалки СЗ-3,6-05 і СЗ-3,6-06 різняться з іншими модифікаціями конструкцією рами, сниць, поводків. Для сівби рису сівалка СЗ-3,6А може бути обладнана пристроєм СЗГ 06.000 за сівби на легких ґрунтах і СУК 02.000А — за сівби на важких ґрунтах. Як видно, вітчизняні зернотукові сівалки СЗ-3,6А та СЗ-5,4 є універсальними. Вони здатні висівати насіння різних культур із нормою від 10 до 400 кг/га на глибину 3–8 см за швидкості руху 9,5–13 км/год. з одночасним внесенням у рядки 50–250 кг/га мінеральних добрив. На окреме замовлення мінімальна норма висіву насіння може бути зменшена до 5 кг/га. Ці сівалки успішно конкурують із закордонними за якістю сівби, глибиною загортання та нормами висівання. Проте поки що програють іноземним фірмам за дизайном і

надійністю. Щодо співвідношення якість/ціна, українські зернотукові сівалки вдвічі-втричі дешевші, порівняно із закордонними аналогами.

Дискові сошники для однострічкової сівби у заводському виконанні незадовільно утворюють насінневе ложе. Для утворення стабільного ущільнення ложа кожний такий сошник доцільно обладнати полозом трикутної форми конструкції ННЦ “ІМЕСГ”, на якому розміщено сошник. Під час роботи такого полоза диски сошника не обертаються. У разі потреби можна виключити з роботи, закріпивши його на поводку сошника.

В ешелонованих агрегатах із сівалок СЗ-3,6А та СЗ-5,4 важко витримати стабільність стикових міжрядь, і на полях із нерівним рельєфом з’являються огріхи. Щоб огріхів не було, сівалки СЗ-3,6А та СЗ-5,4 доцільно приєднувати до зчипки з перекриттям 30 см. Таких самих приблизно перекриттів дотримують під час водіння агрегатів між суміжними проходами. При цьому близько 8% площі засівають подвійною нормою насіння і туків. Як наслідок, маємо перевитрату посівного матеріалу і загущені посіви у зонах перекриття рядків. Така вада усувається встановленням дільника потоку на воронках висівних апаратів, що по краях сівалки, конструкції ННЦ “ІМЕСГ”. Сусідні апарати відключаються перекриттям їх приймальних вікон заслінками. Завдяки встановленню дільників, крайні висівні апарати обслуговують по два сошники, подаючи в них половинну норму висіву насіння і туків. Тому в зоні перекриття отримуємо в сумі таку саму норму висіву, як і на всьому засіяному полі. Ешелоновані агрегати із сівалок СЗ-3,6А на базі зчіпок громіздкі, мають низьку маневреність. Тому в господарствах із великими площами земель застосовують беззчіпкові трисівалкові агрегати. Щоб скласти такий агрегат, слід підсилити причіпний пристрій середньої сівалки, закріпити на її рамі хомутами й за допомогою розтяжок брус завдовжки 7,5 м і до кінця цього бусу приєднати дві крайні сівалки. Ще компактніший агрегат буде із розміщенням крайніх сівалок по боках трактора. Переобладнані агрегати з трьох сівалок СЗ-3,6А маневреніші, добре утримують прямолінійність руху, мають на 7–12% менший тяговий опір. Стандартні дводискові сошники для



однострічкової сівби з міжряддям 15 см можна використовувати в усіх зонах України. Дводискові сошники для двострічкової сівби із середньою шириною міжрядь 7,5 см більш придатні для Лісостепу і Полісся України. Однодискові сошники можуть бути використані на сівбі зернових, підсіванні трав, зрідженої озимини та на підживленні їх азотними добривами під час догляду за посівами. Використання однодискових сошників замість дводискових для однострічкової сівби дає можливість зменшити масу сівалки пересічно на 140 кг. Наральникові сошники краще, ніж дискові, створюють ущільнене насінневе ложе. Такі сошники доцільно використовувати на добре оброблених ґрунтах, не засмічених бур'янами. Для поліпшення якості загортання насіння сошники доцільно обладнати двома відбивачами у вигляді пластинок, які спрямовують насіння під полоз наральника. Дводискові сошники для двострічкової сівби сівалок СЗ-3,6А-04 та СЗ-5,4-04 забиваються під час роботи в екстремальних умовах (підвищена вологість ґрунту, наявність великої кількості пожнивних решток, брилиста поверхня).

Таблиця 2. 1 - Характеристики сівалок ССН

Модель	ССН-5.8Д	ССН-5.8Д-01	ССН-5.8Д-02
Продуктивність, га/год	4,1–5,85	4,9 – 7,0	3,81–5,45
Робоча швидкість, км/год	7 – 10	7 – 10	7 – 10
Робоча ширина захвату, м	5,85	7,0	5,45
Норма висіву насіння кукурудзи, кг/га	10 – 152	10 – 152	10 – 152
Норма висіву насіння сої, кг/га	17 – 420	13 – 280	17 – 400
Норма внесення добрив, кг/га	70 – 250	45 – 170	60 – 225
Маса, кг	1500.00	1360.00	1420.00

Поліпшити прохідність дводискових сошників для двострічкової сівби можна завдяки зменшенню кількості їх на сівалці. На сівалці СЗ-3,6А зазор між дисками сошника змінюється в межах 100–120 мм, а у СЗ-3,6А-04 з 24 сошниками - в межах 40–55 мм, що спричиняє їх забивання під час роботи в екстремальних умовах. Україна виготовляє також зернотукову сівалку СЗ-10,8, яка замінює три сівалки СЗ-3,6А із зчіпкою СП-11А. Висівні апарати й сошники уніфіковані з сівалкою СЗ-3,6А. Продуктивність дорівнює 9,5–13 га/год за швидкості 9–12 км/год. Працює вона з тракторами класу 3 т.с. У

транспортному положенні ширина сівалки дорівнює 3,8 м. У робочому положенні зернотукові сівалки розміщені в один ряд, що дає змогу економити час на завантаження насінням і добривами. Новинкою вітчизняних виробників є також зернотукова сівалка СЗ-4,2 із захватом 4,2. Вона має 4 опорні колеса в межах ширини захвату. Тому дві або три сівалки можна агрегатувати в шеренговому варіанті. У транспортному положенні габаритна ширина сівалки - 2,7 м. Агрегатується вона з тракторами МТЗ-80.

а)

б)

Рисунок 2.1 – Рядкові сівалки Saphir 7 (а) і Solitair 9 (б) фірми LEMKEN

а)

б)

Рисунок 2.2 – Сівалки точного висіву фірми AMAZONE (а) і набір змінних дисків (б) висівного апарату

а)

б)

Рисунок 2.3 – Навісні рядкові сівалки FLORA 27.110N (а) і  
PRIVAT DRILL 300 (Чехія)

Таблиця 2.2 - Характеристики сівалки Combinata

Модель	250	300	400
Робоча ширина, мм	2500.00	3000.00	4000.00
Кількість рядків, шт.	23.00	29.00	39.00
Відстань між рядками, мм	109.00	103.00	102.00
Місткість бункеру, л	405.00	505.00	705.00
Маса, кг	604.00	652.00	829.00

Деякі господарства придбали начіпні пневматичні сівалки “Містраль” спільного українсько-словацького підприємства АГРОСП (Вінниця). Ці сівалки комплектуються наральниковими або, на замовлення, дводисковими сошниками. Випускається чотири моделі таких сівалок, що агрегатуються з різними класами тракторів і різняться шириною захвату та місткістю бункера. Вони забезпечують якісну сівбу зернових, ріпаку і трав за умов якісної підготовки ґрунту, коли у посівному шарі невелика кількість рослинних решток. Висівні апарати сівалок “Містраль” є аналогом сівалок фірми “Квернеленд-Аккорд”, що першою почала виготовляти зернові сівалки з централізованою пневматичною висівною системою. Така система забезпечує раціональне компонування сівалки. Принцип дії пневмомеханічної системи полягає в тому, що з великого бункера насіння механічним дозатором подається в пневмосистему і з потоком повітря, що створює вентилятор, транспортується і розподіляється по сошниках. Мале спільне науково-виробниче підприємство “Клен” виготовляє начіпну зернову сівалку “Клен-6”

із захватом 6 м, а також модифікації цієї сівалки “Клен-3” та “Клен-4,5” із захватом, відповідно, 3 та 4,5 м. Ці сівалки мають вібродискретну електромагнітну висівну систему ВСС конструкції Сухіна, якій надає дії бортова електрична система трактора напругою 12 В. Система здатна висівати насіння різних культур у широкому діапазоні норм - від 0,5 до 400 кг/га.

а)

б)

Рисунок 2.4 – Пневматичні сівалки VENTA (а) і KINZE (б) фірми KUHN

Таблиця 2.3 - Характеристики сівалки Roger XR-Pack

Модель	3,0	3,5	4,0
Кількість рядків, шт.	25.00	29.00	33.00
Місткість бункеру, л	530.00	640.00	750.00
Маса, кг	615.00	680.00	740.00
Необхідна потужність енергоносія, к.с.	90/100	100/110	110/120

Сівалки комплектуються на замовлення дводисковими або анкерними сошниками. Ширина міжрядь - 12,5 см, глибина загорання насіння може регулюватися в межах від 0 до 8 см. Сівалка із захватом 6 м агрегується з тракторами класу 1,4–2. Транспортується по дорогах уздовж ширини захвату. Підприємство виготовляє комплекти висівної системи ВВС для переобладнання серійних зернотукових сівалок типу СЗ-3,6А, а також для двота трисівалкових агрегатів. Для сівби зернових із міжряддям 7,5 см можна використати зернотукотрав'яну сівалку СЗТ-3,6А. Для цього насіння, що висівається великими реберчастими катушками, спрямовується у дводискові однострічкові сошники. Насіння, що висівається штифтовими туковими висівними катушками, спрямовується з тукового ящика спеціально виготовленими лотками до анкерних (трав'яних) сошників сівалки, які розміщені в задньому ряду. Для збільшення глибини загорання насіння анкерними сошниками вантажі на шарнірному поводку максимально зміщують назад у бік таких сошників.

а)

б)

Рисунок 2.6 – Схема посівної секції (а) і висівного апарату (б)  
сівалки UNICORN-3 фірми KLEINE

Таблиця 2.5 - Характеристики сівалки 08-60 SUPER

Модель	D8-60
Ширина захвату, м	6.00
Ширина міжрядь, см	12.5; 10.0
Кількість рядків, шт.	48; 60
Місткість зернового бункеру без надставки, л	1120.00
Місткість зернового бункеру з надставкою, л	1500.00
Тип шин	10.0/75-15
Загальна ширина, мм	6530.00
Загальна висота без надставки, мм	1350.00
Загальна висота з надставкою, мм	1560.00

Рисунок 2.7 – Висіваючий апарат точного висіву сівалки  
MAXICORN-SW фірми KLEINE



Рисунок 2.8 - Сівалка зернова серії 455 фірми JOHN DEERE

Таблиця 2.6 - Характеристики сівалки серії 455 фірми JOHN DEERE

Модель	455-7.62	455-9.1	455-10.67
Ширина захвату, м	7.62	9.10	10.67
Ширина міжрядь, см	15;18;25	15;18;25	15;18;25
Мінімальна потужність ВВП, л.с.	100.00	140.00	155.00
Швидкість обробки, км/год	8-11	8-11	8-11

У південних областях України в умовах дефіциту вологи у посівному шарі може бути виправданим застосування стерньових сівалок-культиваторів СТС-2, ССТ-6 і СТС-12 або пресових зернотукових сівалок СЗП-3,6А. Сівалка-культиватор зернотукотрав'яна СТС-2 призначена для рядкової сівби насіння зернових, зернобобових і трав'яних культур з одночасним внесенням гранульованих мінеральних добрив, культивацією стерньового фону та коткуванням. Комплектується наральниками та стрільчастими лапами. Ширина захвату - 2,1 м. Агрегатується з тракторами класу 1,4 т.с. Для економії палива і трудозатрат доцільно застосовувати комбіновані ґрунтообробно-посівні агрегати. Такі агрегати можна підготувати із серійних машин. До сівалки СЗ-3,6А можна приєднати два кільчасто-шпорових котки ККШ-2 або трисекційний гладкий водоналивний ЗКГВ-1,4. Обидва агрегати дають змогу поєднати операцію сівби із суцільним коткуванням ґрунту. При цьому якість сівби краща, трактор класу 1,4 т.с. використовується з вищим коефіцієнтом корисної дії, економиться до 12% палива і до 24% затрат праці. Фрезерний культиватор-сівалка КФС-3,6 призначений для сівби насіння рису з одночасним обробітком ґрунту фрезою з горизонтальною віссю обертання. На фрезу начіплено бункер із висівними апаратами сівалки СЗ-3,6А і наральниковими сошниками. Позаду їх розміщені коткувальні котки. За один прохід машина виконує передпосівний фрезерний обробіток ґрунту, вирівнювання поверхні, сівбу і коткування ґрунту. Комбінований агрегат КА-3,6 складається з начіпного фрезерного культиватора КФГ-3,6 і причіпної зернотукової сівалки СЗ-3,6А з котками. Культиватор і сівалка з'єднуються за допомогою спеціального зчіпного пристрою. Високу якість сівби після попередньої оранки або поверхневого розпушування ґрунту забезпечує комбінований агрегат, який складається із знаряддя АМО-3,6 і сівалки СЗ-3,6А, АКГ-6 та сівалки "Клен-6". Такі агрегати дають змогу зменшити витрати палива на 12–16% і підвищити продуктивність праці на 42–55%, порівняно з роздільним виконанням операцій передпосівного обробітку ґрунту і сівби зернових. Аналогічні показники має комбінований агрегат із знаряддям КА-4



та сівалкою СЗ-3,6А. У разі великої кількості рослинних решток у посівному шарі доцільно використовувати агрегат із голчастої борони Б-4 та зернотукової сівалки СЗ-3,6А. У господарствах для одночасного передпосівного обробітку і сівби застосовують комбіновані агрегати, які складаються з культиватора КПС-4 та сівалки СЗ-3,6А. Під час складання такого агрегату до середньої секції зчіпки СП-16 під'єднують два культиватори КПС-4 з вирівнювачами та ущільнювальними котками. До культиваторів за допомогою подовжувачів кріплять дві зернотукові сівалки СЗ-3,6А. Для полів невеликих розмірів складають агрегат з одним культиватором і однією сівалкою. Останнім часом в Україні створено машинно-технологічні станції, оснащені іноземною технікою, в тому числі й для сівби зернових. У сівалках іноземних фірм часто, замість звичайних сошників, використовують стрільчасті лапи. Такі посівні машини за один прохід виконують передпосівний обробіток ґрунту, стрічкову сівбу, вирівнювання поверхні ґрунту та його коткування. Застосовують також тридискові сошники замість стрільчастих лап. Впровадження технології прямої сівби потребує інтенсивного застосування гербіцидів у перші роки, які задорогі для селян (внесення гербіцидів на 1 га обходиться в \$50–60). Для господарств із невеликою площею ріллі потрібні універсальні ґрунтообробно-посівні машини, які мають виконувати різні роботи впродовж року змінними робочими органами: глибокий і поверхневий обробітки ґрунту, сівбу і догляд за посівами з різною шириною міжрядь тощо. Така потреба зумовлена тим, що фермеру не вигідно мати набір спеціальних машин через їх дороговизну і малі обсяги робіт у господарстві. Розширити можливості використання зернотукових сівалок можна у разі виготовлення їх начіпними. Начіпною сівалкою можна провести не лише сівбу зернових і трав суцільним способом, а й просапних із різною шириною міжрядь.

### 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 комірочки 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.

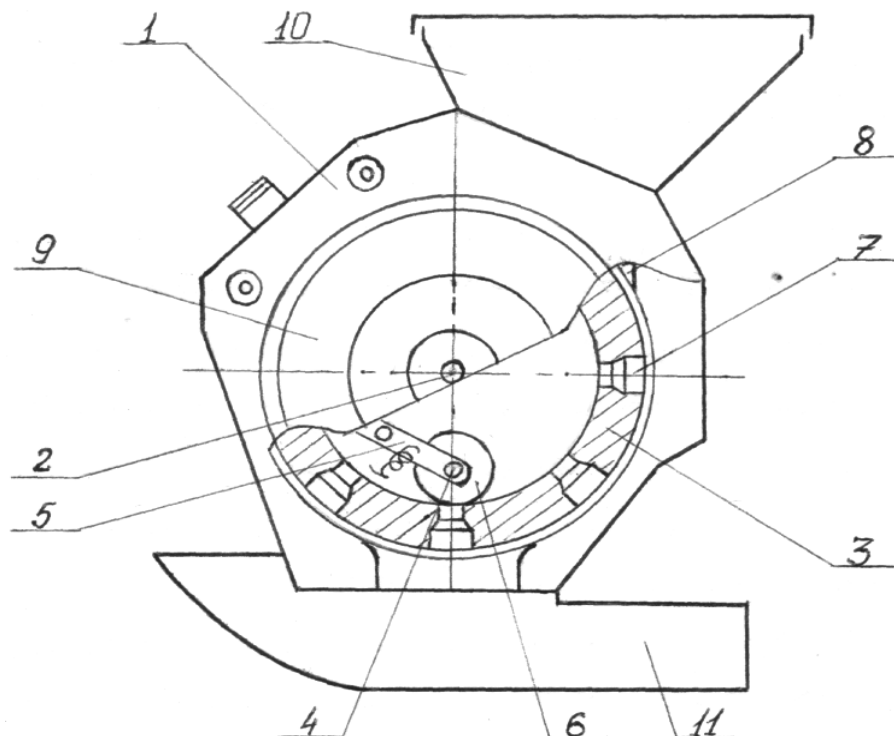


Рисунок 3.1 – Схема запропонованого висівного апарату:

- 1 – корпус; 2 – вал; 3 – висівний диск; 4 – вісь; 5 – вилка; 6 – ролик;  
7 – комірочка; 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 комірці висівного диска. Насіння із бункера поступає в камеру заповнення і поштучно заповнює комірці 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,  $\text{хв}^{-1}$ .

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;

$\omega$  – кутова швидкість ходового колеса,  $\text{с}^{-1}$ ;

$R_k$  – 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  $n_n$  – частота обертання колеса,  $\text{хв}^{-1}$ .

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

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

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 насініну до висівного диску Р виразимо через площу отвору S і розрідження  $\Delta P$ , 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  $K = 1,0$ .

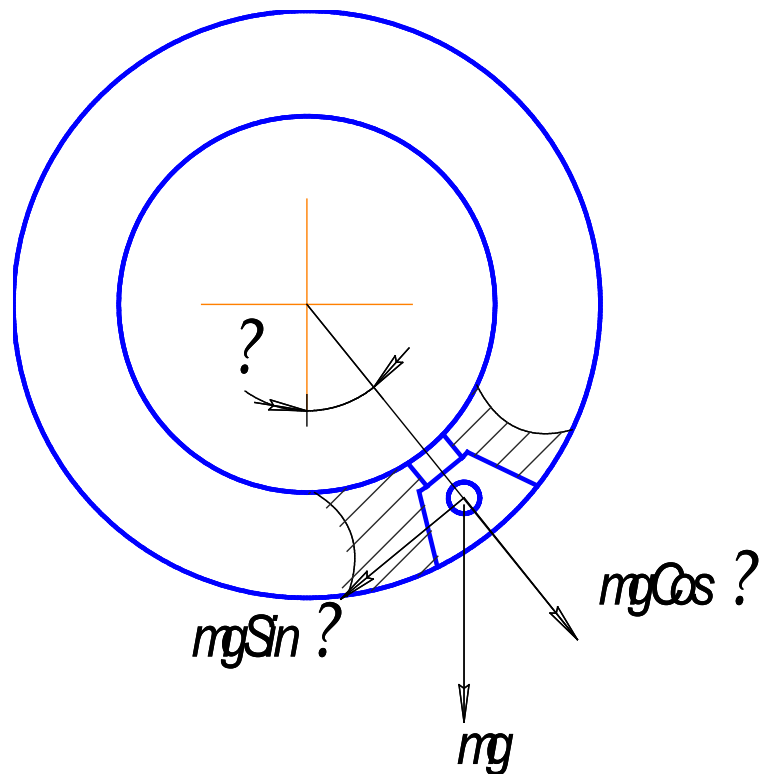


Рисунок 4.1 – Схема присмоктування насіння до отворів диска

Розрідження  $\Delta P$  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  $\Delta P$  визначаємо за формулою:

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

$S$  – площа отвору,  $\text{м}^2$ .

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:

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

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

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

Підставляємо значення у формулу (4.18) і отримуємо:

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

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  $\eta_N$  – 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  $R_b$ :

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

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

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

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

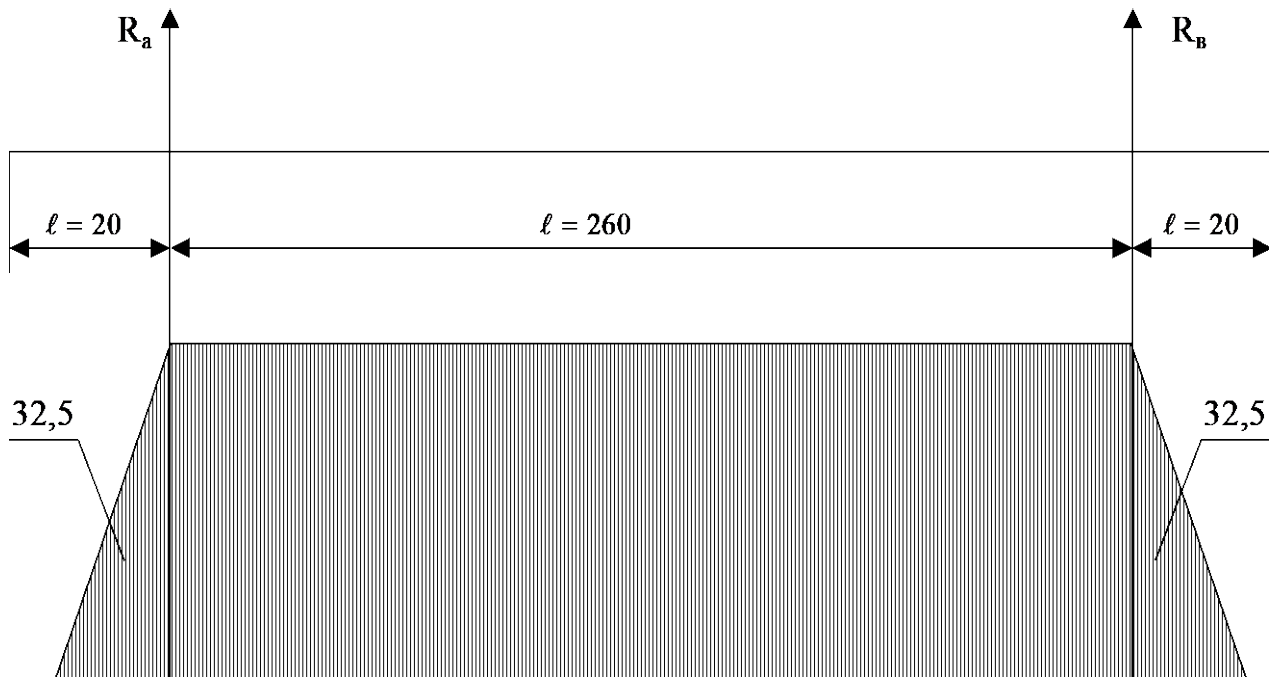


Рисунок 4.2 – Схема до визначення згинаючих моментів

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;

$\epsilon$  – 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/м<sup>2</sup> 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:

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

де  $\sigma_u$  – 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/м<sup>2</sup>, 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  $K_{\partial}$  – 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  $A_y$  знаходиться у вказаних межах);

$K_n$  – враховує вплив кута нахилу передачі. При нахилі до  $60^{\circ}$   $K_n = 1$  (у нашому випадку нахил  $30^{\circ}$ );

$K_p$  – 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,  $K_c = 1,5$ .

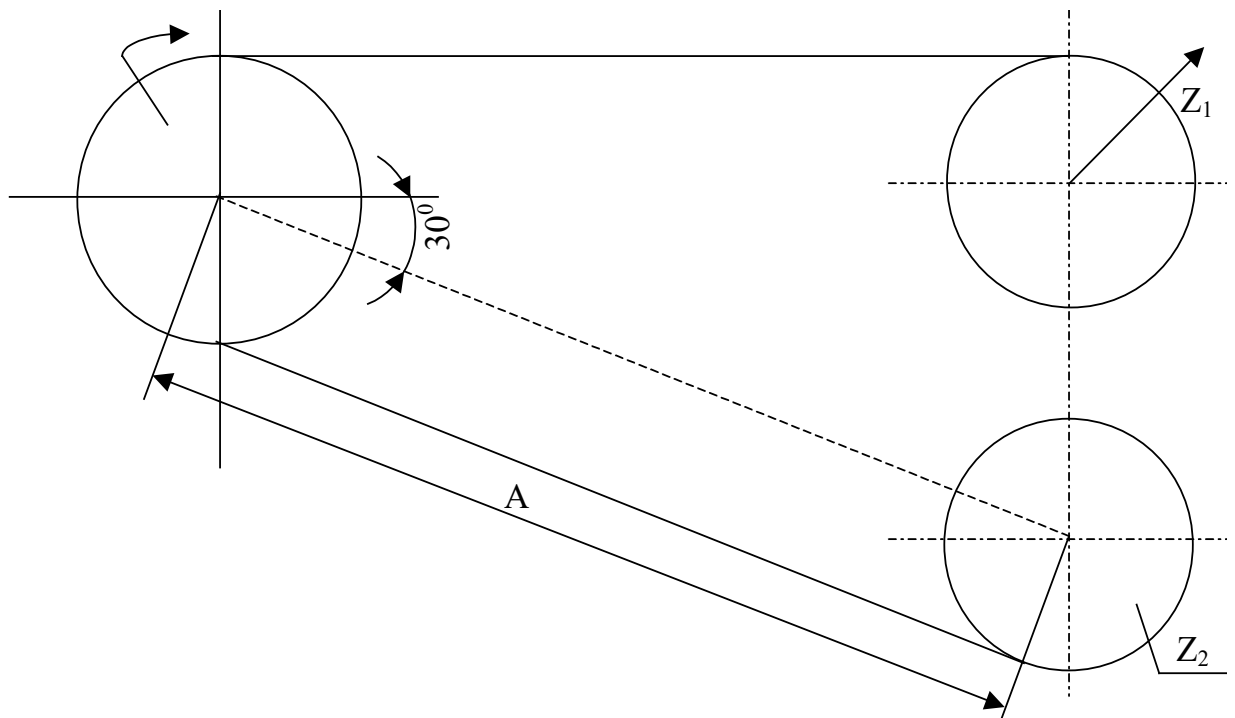


Рисунок 4.3 – Схема до розрахунку ланцюгової передачі

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  $B_{\text{вн}} = 9,65$  мм; довжина з'єднувального валика  $\ell = 23,2$  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 ОХОРОНА ПРАЦІ

### 5.1 Організація охорони праці

У будь-якому сучасному сільськогосподарському підприємстві слід постійно удосконалювати заходи з охорони праці.

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

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

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

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

Згідно вимог 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 робітника 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 робітники, 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.

## 5.2 Основні вимоги безпечної експлуатації посівних агрегатів

До експлуатації сівалок допускаються особи не молодші 18 років і які мають права тракториста-машиніста. Персонал, який обслуговує сівалки, повинен пройти інструктаж з техніки безпеки.

Не можна працювати на сівалках, які не оснащені підніжними дошками шириною 350 мм з не слизькою поверхнею і упорним бортиком висотою 100

мм. Сівалки повинні мати поручні з гладкою поверхнею і перила, встановлені на висоті 1 м. Кришки тукових банок і насінневих ящиків повинні щільно і надійно закриватися.

Не дозволяється працювати, якщо механізм передач не закритий щитками. Сівальникам забороняється працювати без респіраторів, рукавиць і захисних окулярів. Одежа повинна бути заправлена, без розвіваючихся кінців.

При заповненні зернових ящиків протруєним насінням і тукових пиловидними мінеральними добривами слід знаходитися з підвітряної сторони, щоб пил не летів в лице.

Під час руху посівних агрегатів забороняється заправляти вручну насінневі, тукові ящики і банки, залишати відкритими їх кришки без фіксації, так як вони можуть впасти і травмувати руки.

Посівні агрегати, які обслуговуються сівальниками, повинні бути обладнані двохсторонньою сигналізацією.

Сівалки повинні бути укомплектовані чистиками з довгими ручками для очистки робочих органів, дерев'яними лопатками для розрівнювання зерна в насінневих ящиках.

Забороняється під час руху перебігати з однієї сівалки на другу, забігати спереду агрегату що рухається і маркера.

Під час руху агрегату для запобігання травм забороняється зсувати рукою диски сошників, які не обертаються.

Сівальники, руки яких дотикаються до протруєного насіння і добрив, повинні кінці рукавів зав'язати навколо кісті рук, перед прийманням їжі добре прополоскати рот, мити руки з милом і очищати робочу одежу.

При проведенні технічного обслуговування і ремонту агрегату необхідно користуватися тільки справним інструментом и пристосуваннями.

### 5.3 Заходи безпеки при підготовці поля до посівних робіт

Перед початком роботи машинно-тракторних агрегатів необхідно

оглянути поле, убрати каміння, соломку і інші сторонні предмети, засипати ями і т.д. Під час робіт встановити місця поворотів, намітити поворотні смуги, а вздовж крутих схилів і ярів провести контрольні борозни, виїзд за які строго заборонений. Якщо до розвороту агрегату трактор опиниться за контрольною борозною, то слід відчепити машину і подати трактор назад. Найменша ширина поворотної смуги, розташованої поблизу яру, повинна бути рівною подвоєній довжині тракторного агрегату.

Тракторист повинен добре знати дороги до місця роботи і ділянки поля, де буде проходити робота. Під час руху трактора з причіпною сівалкою тракторист повинен спостерігати за станом шляху, прислуховуватися до сигналів причепщиків. Особливо уважним слід бути на поворотах, при проїзді по обочинах дороги і т.д. Слід уникати просування поза дорогами, по кущах і високій траві.

Строго забороняється сидіти на крилах трактора, причіпному пристрої, стояти на підніжці трактора і переходити з нього на причіпне знаряддя.

Для запобігання нещасних випадків забороняється знаходитися стороннім особам в зоні роботи агрегату.

При роботі на схилах необхідно проявляти особливу акуратність. Поперек схилу дозволяється працювати тільки на низьких передачах, застосуванням креноміра і при схилі до  $12^{\circ}$ .

На ділянках полів і доріг, над якими проходять лінії електропередач, робота і проїзд машин дозволяється при слідуючих відстанях від найвищої точки машини до проводів (див. таблицю).

Відстань від найвищої точки агрегату до проводів

Напруга лінії електро- передач, кВт	До 1	1-20	35-110	154	220	330-500
Відстань по горизонталі, м	1,5	2	4	5	6	9
Відстань по вертикалі, м	1	2	3	4	4	5

З метою попередження наїзду на людей слід виділяти спеціальні місця відпочинку, вони повинні бути відмічені добре видимими здалека вішками, а в нічний час освітлені. Категорично забороняється спати і відпочивати в борозні, в чагарнику, в траві і у обочини доріг, де працюють тракторні агрегати, а також біля машин і під машинами, що знаходяться на стоянці в полі.

Місця відпочинку механізаторів повинні відповідати санітарно-гігієнічним вимогам, інструкціям по техніці безпеки, бути забезпечені засобами по наданню першої (долікарняної) допомоги, а також доброякісною питною водою.

Територію площадки необхідно утримувати в чистоті і не загроможувати сторонніми предметами.

#### 5.4 Охорона праці при вирощуванні сої

Безпека процесів вирощування та збирання забезпечує реалізацією заходів, розроблених відповідно з ГОСТ 12.3.002-95, операційної технології та ОСТ 46.31.112.-81.

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

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) дотримуються 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 г.

При появі травмо-небезпечної ситуації персонал повинен припинити роботу, прийняти заходи по її ліквідації та доповісти керівнику робіт. Працюючи з пестицидами повинні суворо дотримуватись правил особистої гігієни, приймати їжу, пити воду, палити, після зняття спецодягу та миття з милом рук та лиця, 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 працезахоронних заходів проводять паспортизацію об'єктів на відповідність вимогам охорони праці.

Для організації безпечного виконання технологічної операції сівби сої слід на полі, де проводять сівбу, обладнати 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.

Розроблені заходи будуть сприяти підвищенню рівня охорони праці в господарстві в цілому і, зокрема, при вирощуванні сої.

## 6 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Основними економічними показниками сівби сої базовою і удосконаленою сівалкою є затрати праці, прямі експлуатаційні витрати, питомий і річний економічний ефект, строк окупності затрат на модернізацію. Для визначення цих показників необхідно знати продуктивність і витрати палива на сівбі базовою та модернізованою сівалкою їх балансову вартість і ряд інших вихідних даних.

Запровадження удосконаленої сівалки дасть змогу збільшити швидкість сівби з 6 до 8 км/год., тобто збільшити продуктивність. Швидкість руху базового агрегату МТЗ–82+ССТ-12 на сівбі сої становить 6,4 км/год. (третя передача трактора). Продуктивність агрегату за годину чистої роботи визначається за формулою:

$$W = 0,1 B_p V_p, \quad (6.1)$$

де  $V_p$  - робоча швидкість руху агрегату, км/год.;

$B_p$  - робоча ширина захвату агрегату, м,  $B_p = 5,4$  м.

Для базового агрегату продуктивність становить:

$$W_6 = 0,1 \cdot 5,4 \cdot 6,4 = 3,46 \text{ га/год.}$$

Визначимо продуктивність агрегату до складу, якого входить удосконалена сівалка за годину чистої роботи. З врахуванням збільшення швидкості руху агрегату (трактор зможе рухатися на четвертій передачі із робочою швидкістю 7,9 км/год), будемо мати

$$W_n = 0,1 \cdot 5,4 \cdot 7,9 = 4,27 \text{ га/год.}$$

З врахуванням коефіцієнту використання часу зміни (приймаємо 0,7)

продуктивність базового і удосконаленого агрегату за зміну (7 годин) становитиме відповідно:

$$W_6^{3M} = 0,7 \cdot 3,46 \cdot 7 = 16,96 \text{ га/зм.}$$

$$W_H^{3M} = 0,7 \cdot 4,27 \cdot 7 = 20,92 \text{ га/зм.}$$

Питомі витрати палива можна визначити за формулою:

$$g_{га} = \frac{G_T}{W}, \quad (6.2)$$

де  $G_T$  – витрати палива трактором за годину на відповідній передачі;

$W$  – продуктивність агрегату за годину чистої роботи.

Для базового і удосконаленого агрегату питомі витрати палива становитимуть відповідно:

$$g_{га}^6 = \frac{4,8}{3,46} = 1,39 \text{ кг/га,}$$

$$g_{га}^H = \frac{5,4}{4,27} = 1,26 \text{ кг/га.}$$

Балансова вартість базової (серійної) сівалки становить  $S_6 = 190000$  грн. При визначенні балансової вартості удосконаленої сівалки приймемо до уваги наступне. Модернізація сівалки зводиться до зміни конфігурації дисків висівної системи сівалки і наділення кожного висівного апарату розробленим пристроєм. Це дасть змогу покращити процес скидання (зняття) насіння з присмоктуючих отворів висівних дисків, зменшити пропуски насіння, підвищити швидкість руху сівалки і за рахунок цього збільшити

продуктивність. Зміна конфігурації висівних дисків і встановлення на сівалку 12 пристроїв призведе до зростання ціни сівалки на 12000 грн. Тоді, вартість удосконаленої сівалки буде становити  $190000 + 12000 = 202000$  грн.

Вихідні дані для проведення економічних розрахунків доцільності модернізації сівалки зведемо в табл. 6.1.

Таблиця 6.1 - Вихідні дані для проведення економічних розрахунків

Показники	Базова сівалка	Удосконалена сівалка
Продуктивність, га/год	3,46	4,27
Питомі витрати палива, кг/га	1,39	1,26
Вартість машини, грн.	190000	202000
Кількість обслуговуючого персоналу, чол.	1	1

Затрати праці на процес визначаються за формулою:

$$H = \frac{M}{W}, \quad (6.3)$$

де  $M$  – кількість обслуговуючого персоналу, чол.;

$W$  – продуктивність агрегату, га/год.

Затрати праці при роботі базового агрегату на сівбі сої дорівнюють:

$$H_6 = \frac{1}{3,46} = 0,29 \text{ люд.год/га}$$

При використанні удосконаленої сівалки затрати праці будуть дорівнювати:

$$H_H = \frac{1}{4,27} = 0,23 \text{ люд.год/га}$$

Зниження затрат праці при використанні розробленої машини будуть дорівнювати:

$$H_3 = H_6 - H_H; \quad (6.4)$$

$$H_3 = 0,29 - 0,23 = 0,06 \text{ люд.год./га}$$

За сезон при сівбі сої на площі 500 га зниження затрат праці становить:

$$H_3^c = 0,06 \cdot 500 = 30 \text{ люд. год.}$$

Прямі експлуатаційні затрати при сівбі сої визначаються за формулою:

$$C = C_o + C_a + C_p + C_{\text{ПММ}}; \quad (6.5)$$

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.

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

$$C_o^1 = \frac{C_T}{W_{3M}}, \quad (6.6)$$

де  $C_T$  – оплата праці за тарифною сіткою;

$W_{3M}$  – продуктивність агрегату за зміну.

Для механізатора, який працює на базовому агрегаті оплата праці по п'ятому розряду тарифної сітки з врахуванням мінімальної заробітної плати 7100 грн. за місяць становить 309 грн. за зміну [19]. А за 1 га обробленої площі оплата праці буде становити:

$$C_{O.B}^1 = \frac{309}{16,96} = 18,2 \text{ грн./га}$$

Крім того, в господарстві проводиться доплата: 50 % - за складність робіт (становить 9,1 грн./га), 12% - за інтенсивність робіт (становить 2,2 грн./га). І тоді оплата праці з нарахуваннями буде становити:

$$C_{об}^н = 18,2 + 9,1 + 2,2 = 29,5 \text{ грн./га}$$

На цю суму механізатору нараховується 20 % за класність (становить 5,9 грн./га) і 51 % соціального страхування і ін. (становить 15,0 грн./га). І тоді вся оплата праці з нарахуваннями механізатору, який працює на базовому агрегаті, становить:

$$C_{об} = 29,5 + 5,9 + 15,0 = 50,4 \text{ грн./га.}$$

Для механізатора, який працює на агрегаті з удосконаленою сівалкою, оплата праці буде проводитися по п'ятому розряду тарифної сітки і за 1 га обробленої площі вона становить:

$$C_{O.H}^1 = \frac{309}{20,92} = 14,7 \text{ грн./га}$$

Аналогічно нараховуються всі необхідні доплати: 50 % за складність робіт (7,4 грн./га), 12 % за інтенсивність робіт (1,7 грн./га). І оплата праці з нарахуваннями буде становити:

$$C_{он}^н = 14,7 + 7,4 + 1,7 = 23,8 \text{ грн./га.}$$

На цю суму нараховується 51 % соціального страхування (12,1 грн./га) і 20% за класність (становить 4,7 грн./га) і оплата праці з усіма нарахуваннями

для механізатора, який працює на новому агрегаті, буде становити

$$C_{\text{он}} = 23,8 + 12,1 + 4,7 = 40,6 \text{ грн./га.}$$

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

$$C_a = \frac{Ц \cdot \alpha}{100 \cdot Д \cdot К \cdot W_{3M}} \quad (6.7)$$

де  $Ц$  – балансова ціна машини, грн.;

$Д$  – кількість днів роботи в рік;

$К$  – коефіцієнт змінності.

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

$$C_{\text{аб}} = \frac{190000 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 16,96} = 31,1 \text{ грн./га.}$$

Амортизаційні відрахування на удосконалену сівалку будуть становити:

$$C_{\text{ар}} = \frac{202000 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 20,92} = 26,8 \text{ грн./га.}$$

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

Розрахунки проводяться за формулою:

$$C_p = \frac{Ц \cdot \beta}{100 \cdot Д \cdot К \cdot W_{3M}}, \quad (6.8)$$

де  $\beta$  - норма річних відрахувань.

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

$$C_{p.б} = \frac{190000 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 16,96} = 31,1 \text{ грн./га.}$$

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

$$C_{p.н.} = \frac{202000 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 20,92} = 26,8 \text{ грн./га..}$$

Витрати на паливо і мастильні матеріали визначаються по формулі:

$$C_{пмм} = C_{п} \cdot V_{га}; \quad (6.9)$$

де  $C_{п}$  – 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 кг палива, яка дорівнює 56,8 грн./кг. Тоді затрати на паливо-мастильні матеріали при роботі базової машини будуть становити:



$$C_{\text{ПММ}}^{\text{б}} = 1,39 \cdot 56,8 = 79,0 \text{ грн./га.}$$

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

$$C_{\text{ПММ}}^{\text{н}} = 1,26 \cdot 56,8 = 71,6 \text{ грн./га.}$$

Загальні прямі експлуатаційні затрати при роботі базового агрегату будуть дорівнювати:

$$C_{\text{б}} = 50,4 + 31,1 + 31,1 + 79,0 = 191,6 \text{ грн./га.}$$

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

$$C_{\text{н}} = 40,6 + 26,8 + 26,8 + 71,6 = 165,8 \text{ грн./га.}$$

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

$$E = C_{\text{б}} - C_{\text{н}} = 191,6 - 165,8 = 25,8 \text{ грн./га.} \quad (6.10)$$

У відсотках економічний ефект буде становити:

$$E_{\text{в}} = \frac{25,8 \cdot 100}{191,6} = 13,5 \%$$

Річний економічний ефект при впровадженні розробок на площі 500 га буде становити:

$$E_{\text{р}} = 25,8 \cdot 500 = 12900 \text{ грн.}$$

При впровадженні технології в господарстві досягається економія

насіннєвого матеріалу до 10%, що при нормі висіву 200 кг/га становить 20 кг/га. На площі 500 га економічний ефект від економії насіння на сівбу при його вартості 18000 грн./т становить

$$E_n = 18000 \cdot 0,02 \cdot 500 = 180000 \text{ грн.}$$

Таблиця 6.2 - Основні техніко-економічні показники проекту

Назва показників	Базовий агрегат	Розроблений агрегат
1. Продуктивність, га/год.	3,46	4,27
2. Питомі витрати палива, кг/га	1,39	1,26
3. Затрати праці, люд.год./га	0,29	0,23
4. Прямі експлуатаційні затрати, грн./га	191,6	165,8
в т . ч. – оплата праці з нарахуваннями	50,4	40,6
- амортизаційні відрахування	31,1	26,8
- затрати на ремонт і ТО	31,1	26,8
- затрати на ПММ	79,0	71,6
5. Зниження прямих затрат, грн./га	-	25,8
6. Економічний ефект від економії насіння, грн.	-	180000
7. Річний економічний ефект, грн.	-	192900
8. Строк окупності затрат на удосконалення, років		0,06

Загальний економічний ефект від впровадження удосконаленої технології і сівалки в господарстві становить:

$$E_z = 12900 + 180000 = 192900 \text{ грн.}$$

Основні техніко-економічні показники, які розраховані в проекті, приведені в таблиці 6.2.

Окупність затрат на удосконалення сівалки визначається за формулою:

$$E_o = \frac{Ц}{E_p} \quad (6.11)$$

$$З_o = \frac{1200}{192900} = 0,06 \text{ року.}$$

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. Навіть в умовах воєнного стану в Україні з усіма проблемами вирощування і експорту вона може бути рентабельною і її слід вирощувати, застосовуючи нові технології і удосконалені комплекси машин.

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.

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 192900 грн. на одну сівалку, а затрати на удосконалення окупляться протягом першого року експлуатації.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Позняк В. Особливий біб// Агробізнес сьогодні. - №4 (203), лютий 2011.
2. 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>.
3. 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>.
4. 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>.
4. Технологія вирощування сої під раундап в Україні на 2023// <https://agroexp.com.ua/uk/tehnologiya-vyiraschivaniya-soi-pod-raundap-ukraina>.
5. Вирощування сої як бізнес// 12/07/22. - [https://tetra-agro.com.ua/news/viroshhuvannya\\_soyi\\_yak\\_biznes](https://tetra-agro.com.ua/news/viroshhuvannya_soyi_yak_biznes).
6. 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.
7. 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.
8. Сільськогосподарські машини: підручник/ Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко та ін.; за ред.. Д.Г. Войтюка. – К.: «Агросвіт», 2015. – 679 с.

9. Кобець А.С. Основи теорії робочих органів сільськогосподарських машин: Навчальний посібник/ Дніпропетровськ. держ. агр. ун-т. – Дніпропетровськ, 1999. – 204 с.
10. Мізін І.А., Омеляненко І.С. Кінематичний розрахунок приводу. Методичні вказівки по курсу деталей машин. - Полтава. 2000.
11. 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.
12. Опір матеріалів/ Під заг. ред. Г.С. Писаренка, К.: Вища школа, 1973р. – 672 с.
13. 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.
14. Машиновикористання в землеробстві /В.Ю.Ільченко, Ю.П.Нагірний, А.П. Джолос та ін.; За ред. В.Ю. Ільченка і Ю.П. Нагірного. – К.: Урожай, 1996. – 384 с.
15. Машиновикористання та екологія довкілля: Підручник/ Головчук А.Ф., Лімонт А.С., Бондаренко М.Г. За ред. А.Ф.Головчука. – К.: Грамота, 2007.- 360 с.
16. Гряник Г.М., Лехман С.Д., Бутко Д.А. Охорона праці. – К.: Урожай, 1994. – 272 с., іл..
17. Лешахін С.Д. Довідник з охорони праці в сільському господарстві. - К.: Урожай, 1990. - 165 с.
18. 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.
19. Вініченко І.І, Сітковська А.О. Методичні рекомендації з економічного обґрунтування дипломних робіт для студентів факультету механізації сільського господарства// Дніпропетровськ: ДДАЕУ, 2016. – 27 с.