

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерно-технологічний
Кафедра загальнотехнічних дисциплін

Пояснювальна записка

до *дипломної роботи* на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»
на тему: «Підвищення якості сівби насіння зернових культур сівалкою із
комбінованим сошником»

Виконав: здобувач вищої освіти за
освітньо-професійною програмою
Технології і засоби механізації
сільськогосподарського виробництва
спеціальності 208 Агроінженерія
ступеня вищої освіти «*магістр*» групи 3
Бражніков Даниїл Русланович
Керівник: Флегантов Л. О.
Рецензент: Лапенко Г. О.

Полтава – 2021 року

ВСТУП

Актуальність теми. Якісним посівом вважається рівномірний розподіл насіння по довжині рядка, глибині загортання, а також забезпечення необхідної кількості насіння в заданому шарі відповідно до агротехнічних вимог. Досягти цього можна застосуванням у зернових сівалках дводискових сошників, які ведуть укладання насіння в борозну, що забезпечує більш щільний контакт насіння з ґрунтом і приплив поживних речовин до них. Посівні машини з робочими органами такого типу можуть застосовуватися як з традиційною, так і з мінімальною обробкою ґрунту для обробітку зернових культур.

Однак сівалки з робочими органами дводискового типу мають недоліки, до яких відноситься утворення негоризонтального, щодо поверхні ґрунту, дна борозни, осипання стінок борозни, при цьому укладання насіння ведеться на неущільнене ложе. Це призводить до погіршення якості посіву і від цього врожайність культури знижується. Багато підприємств, що спеціалізуються на випуску посівних машин та зіткнулися з цими недоліками усувають лише їх частину, при цьому залишаючи загальне положення справ незмінним. Тому слід провести дослідження з розробки конструкції комбінованого сошника зернової сівалки з комбінованим напрямлячем насіння і розпушувачем, що відповідає агротехнічним вимогам до посіву.

Мета дослідження. Підвищення якості посіву насіння зернових культур сівалкою розробкою і застосуванням комбінованого сошника.

Об'єкт дослідження. Технологічний процес посіву насіння зернових культур комбінованим сошником.

Предмет дослідження. Показники якості посіву насіння зернових культур, конструктивні і режимні параметри комбінованого сошника.

Методика досліджень. За основу теоретичних досліджень взяті загальноприйняті закони класичної механіки і математики. Експериментальні дослідження проводились на основі порівняльних лабораторно-польових

досліджень якості посіву насіння зернових культур сівалкою, оснащеною комбінованими сошниками.

Теоретична та практична значущість. На етапі теоретичних досліджень встановлено залежності, що дозволяють визначити основні параметри комбінованого сошника (закон руху насіння в момент викиду його з розпушувача в параметричному і аналітичному вигляді, визначення кута нахилу дотичної до кривої загибу нижньої частини розпушувача, визначення показника кінематичного режиму і ширини п'яти розпушувача комбінованого сошника), що впливають на якісні показники посіву.

РОЗДІЛ 1

СТАН ПИТАННЯ ТА ВИБІР НАПРЯМКУ ДОСЛІДЖЕНЬ

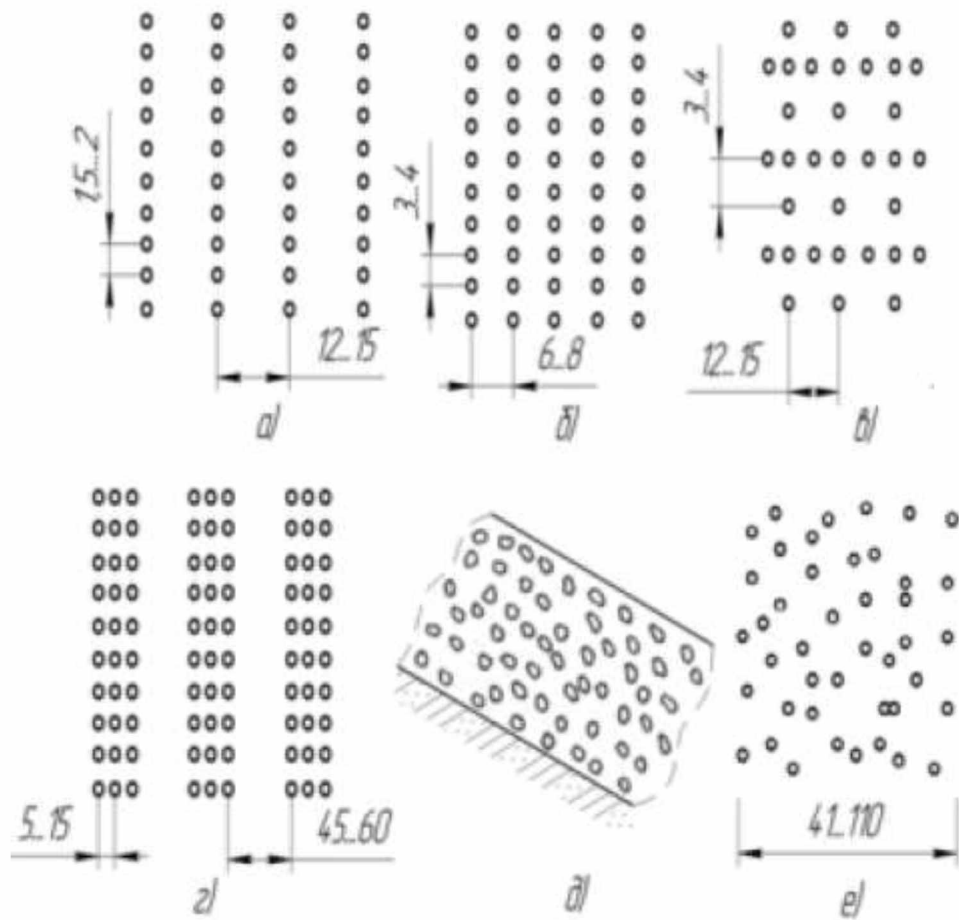
1.1. Класифікація способів і схем посіву насіння зернових культур

Вибір способу посіву зернових культур ведуть з урахуванням регіональних ґрунтових і кліматичних умов, а також приділяють увагу якості посівного матеріалу. Обраний спосіб посіву впливає на терміни його проведення, витрату паливно-мастильних матеріалів, розміщення насіння по площі живлення, їх закладення на заданій глибині і ущільнення насінневого ложа. Нерівномірне розміщення насіння по глибині загортання і площі живлення веде до роз'єданого розвитку сходів, подальшого нерівномірного зростання і дозрівання рослин, що в свою чергу відбивається на врожайності культури, якісних показниках зерна, зайвій витраті паливно-мастильних матеріалів тощо [1-4].

Спосіб посіву визначає технології та технічні засоби необхідні для його здійснення, в тому числі конструкцію сошників.

Способи посіву зернових культур (рисунок 1.1) діляться на дві групи: рядові і розкидні. У свою чергу вони поділяються на: а) звичайний рядовий; б) вузькорядний; в) перехресний; г) стрічковий; д) поверхнево-розкидному; е) підґрунтового-розкидний [5].

У господарствах регіону зернові сіють переважно рядовим способом при ширині міжряддя 15 см. Насіння при цьому лягають у вологу борозну і добре закладаються. Недоліком рядового способу посіву є неповне використання площі живлення рослинами. Для рядового способу посіву площа живлення, яка припадає на одну рослину, представляє собою чотирикутник – дві сторони по 1-2 см і інші дві – по 15 см [6].



а) рядовий; б) вузькорядний; в) перехресний; г) стрічковий; д) поверхнево-розкидний; е) підгрунтового-розкидний

Рисунок 1.1 – Класифікація способів посіву насіння зернових культур:

Вузькорядний посів являє собою підвид рядового способу посіву з міжрядною відстанню 6,5-8,5 см. Погектарна норма висіву при використанні вузькорядного способу посіву дорівнює нормі при рядовому посіві, або збільшена на 10%. Застосування вузькорядного посіву веде до невеликого підвищення врожайності в порівнянні з рядовим посівом, але це врівноважується великим вмістом сирого протеїну в зерні у рядового посіву [7]. Вузькорядний посів також не позбавлений серйозних недоліків, до яких відноситься налипання ґрунту між дисками. На посіві по пізнім попередникам (кукурудза, соняшник та ін.) залишається досить значна кількість поживних залишків, що при роботі вузькорядних сівалок

призводить до забивання їх робочих органів. З огляду на наявність цих факторів застосування вузькорядного посіву не завжди виправдано [8].

Перехресний посів ведеться звичайними рядовими сівалками з міжрядною відстанню 15 см. Посів проходить в два етапи спочатку уздовж і потім поперек. Площа живлення при цьому ближче до оптимальної в порівнянні з рядовим посівом, проте необхідно пройти в два рази більшу площу поля агрегатом, а значить, тривалість посівної кампанії затягується і вимагає більше витрат. При посіві озимих по пізнім попередникам терміни посіву досить стислі і застосування даного способу недоцільно. Також збільшується вплив ходових систем агрегатів на ґрунт в результаті чого утворюється тверда ґрунтова кірка, що перешкоджає посіву на задану глибину і можливо викидання ходовими системами вже забитого насіння [8]. Енергетична оцінка різних способів посіву показала, що перехресний спосіб збільшує витрату палива в 2 рази на 1 га площі, а вузькорядного в 1,2-1,4 рази в порівнянні з рядовим. Це необхідно враховувати при виборі того чи іншого способу [9].

Стрічковий посів також підвид рядового способу посіву, в якому широкі міжрядні відстані чергують з вузькими. Стрічка може містити як два, так і три засіяних «рядки». Недоліком даного способу є пригнічення рослинами один одного в рядку і засміченість міжрядь [10].

При поверхнево-розкидному посіві закладення насіння проводять боронами. Недоліки полягають в наступному: верхні шари ґрунту досить часто схильні до пересихання і насіння не отримують необхідне їм живлення, також можливо їх обмороження, насіння розподіляються нерівномірно по площі розсівання і закладаються на неоднакову глибину, отже сходи рослин йдуть нерівномірно. В даний час розкидний спосіб посіву практично не застосовується [11].

Підґрунтово-розкидний також ділиться на смуговий підґрунтово-розкидний і суцільний підґрунтово-розкидний способи.

Основною відмінною рисою смугового підґрунтового-розкидного способу посіву в порівнянні з рядовим і стрічковим способами, є схема розміщення насіння у вигляді декількох смуг заданої ширини. Розподіл насіння в смузі при цьому не має будь-якої закономірності. До недоліків відноситься заповнення незасіяних смуг бур'янами і розміщення насіння нерівномірно в засіяних смугах.

Більш досконалим є суцільний підґрунтового-розкидний спосіб посіву. При посіві суцільним підґрунтового-розкидним способом посіву, незасіяні смуги відсутні і сівба ведеться по всій ширині захвату сівалки. Недоліками суцільних підґрунтового-розкидних способів посіву є складність їх здійснення. Застосовувані для цього способу робочі органи мають велику матеріаломісткість і вимагають більшого тягового зусилля, при посіві на ухилі розподільники пасивного типу розкладають насіння нерівномірно по площі розсівання [12].

За підсумками аналізу способів посіву, можна виділити як найбільш актуальний рядовий спосіб посіву. Цей спосіб позбавлений головних недоліків інших способів, в числі яких великі витрати ресурсів і часу і нерівномірне використання площі живлення рослин призводить до зниження врожайності.

Аналіз результатів досліджень показав, що звуження міжрядь при рядовому посіві (з 15 до 7,5), застосування стрічкового і перехресного способів посіву забезпечують невелике збільшення врожайності. Однак рівень надбавки коливається в залежності від умов від нуля до 0,25 т/га.

1.2. Огляд конструкцій зернових сівалок

Сівалка зернотукова «СЗ» застосовується для посіву зернових і зернобобових культур рядовим способом із закладкою стартової дози добрив в засівальні ряди.

Сівалка СЗ-3,6 проводить посів рядовим способом і обладнується дводисковими однорядковими сошниками і загортачами пальцевого типу. До недоліків відноситься осипання борозни, утвореної дисками сошника, до укладання в неї насіння напрямлячем відкритого типу, в результаті чого знижується рівномірність розподілу насіння по довжині борозни і по глибині його закладення. Також відсутнє ущільнення посівної борозенки для припливу вологи до насіння.

Сівалка зернова СЗТ-4,2. Сівалка СЗТ-4,2 застосовується для посіву зернових культур (пшениця, жито, ячмінь, овес) рядовим способом, а також зернобобових (горох, соя) і дрібнонасінневих культур, можливий посів з одночасним внесенням мінеральних добрив і наступним коткуванням. Агрегатують сівалку за допомогою тракторів з тяговим класом від 1,4 і вище. Ширина захвату машини – 4,2 м. Робоча швидкість 8-12 км/год. Продуктивність агрегату за годину чистого робочого часу – до 5 га. Загальний вигляд сівалки і пристрій робочого органу представлено на рисунку 1.2.



а – загальний вигляд; б – пристрій робочого органу; 1 – остов; 2 – диск; 3 – шпренгель; 4 – поводок; 5 – очищувач; 6 – регулятор глибини з опорно-прикотним колесом; 7 – штригель

Рисунок 1.2 – Сівалка СЗТ-4,2

Сівалка СЗТ-4,2 складається з наступних складових частин: бункер, приводний механізм для туків, приводний механізм для насіння, рама, лоток з воронками, лоток мірний, транспортний пристрій, маркер, сошникові секція, дишло, опорно-приводні колеса, гідроциліндр. Рама сівалки кріпиться до трактора за допомогою транспортного пристрою і спирається пневматичні опорно-приводні колеса. На сошниковий брус рами розміщують повідки з сошниками, спереду до бруса рами за допомогою кронштейнів прикріплено дишло. У ребрах рами стоять два квадрата – для передачі крутного моменту кронштейнів сошників. Гідроциліндр проводить підняття і опускання сошників. Для загортання насіння застосовуються штригелі.

На сівалці встановлено дводискові сошники з чистиком з внутрішньої сторони дисків. За допомогою стиснення притискної пружини регулюється тиск на ґрунт. Недоліком сівалки є застосування серійного направляча насіння який не забезпечує ущільнення посівного ложа і осипання борозенки йде в середній частині дисків сошника ще до потрапляння в неї насіння, що призводить до появи незакритого в ґрунт насіння.

Сівалки зернові причіпні Amazone Citan 6000, Citan 8000, Citan 9000. Загальний вигляд сівалки Amazone Citan 6000 представлений на рисунку 1.3.



1 – бункер; 2 – дозатор; 3 – розподільна головка; 4 – насіннєпровід; 5 – сошник; 6 – вирівнювач; 7 – маркер; 8 – ходова частина

Рисунок 1.3 – Загальний вигляд і будова сівалки зернової причіпної «Amazone Citan 6000»

Сівалки призначені для посіву зернових культур. Сівалка з індексом 6000 має ширину захвату 6 метрів, для сівалок з індексом 8000 і 9000 ширина захвату становить відповідно 8 і 9 метрів. Такий широкий діапазон марок дозволяє підібрати сівалку в залежності від використовуваних тягових агрегатів і розмірів полів. На сівалках встановлені сошники RoTeC + Control. Тиск на сошник регулюється і може досягати 55 кг. Глибину закладення регулюють шляхом зміни тиску на сошник і перестановкою пластикового диска сошника.

Недоліками сівалок є їх висока вартість, а також їх запасних частин. Використовуються нестандартні для наших умов міжряддя 12,5 і 16,6 см. Насіння в напрямлячі сошника йде проти ходу сівалки і внаслідок цього відскакує з борозни. Встановлений в сошнику борозноущільнювач, ущільнює тільки стінки борозни і не ущільнює її дно, не забезпечуючи приплив вологи. Пластиковий рифлений диск сошника швидко забивається при контакті з ґрунтом і рослинними залишками нагрівається і від цього втрачає необхідну форму і зношується [13-15].

Аналіз технічних засобів, що застосовуються для посіву зернових культур, показав, що найбільш ефективними є сівалки, посівні агрегати і комплекси з дводисковими сошниками для посіву зернових культур.

1.3. Конструктивні схеми сошників зернових сівалок

1. За принципом дії сошники діляться на наральникові (робочим є поступальний рух) і дискові (робочим є обертальний рух).

2. За принципом технологічного процесу роботи плуга поділяються на групи: з гострим кутом входу сошника в ґрунт, з прямим кутом входу сошника в ґрунт, з тупим кутом входу сошника в ґрунт.

Класифікація сошників зернових сівалок представлена на рисунку 1.4.



Рисунок 1.4 – Класифікація сошників зернових сівалок

Принцип створення борозни серед даних сошників відрізняється кардинально. Леміш, що має гострий кут входження в ґрунт, утворює борозну, зрушуючи ґрунт від низу до верху, залишаючи дно борозни розпушеним. Леміш, що має прямий кут входження в ґрунт, утворює борозну, зрушуючи ґрунт по різні боки. Леміш, що має тупий кут входження в ґрунт, утворює борозну шляхом вдавнення ґрунт зверху вниз, тому дно борозни ущільнюється [16,17].

Анкерний тип сошника має гострий кут входження в ґрунт. Такий тип сошника застосовують на попередньо розпушений ґрунтах з дрібнокомкуватою структурою без залишків рослинності. Основні переваги анкерного сошника: простота конструкції, вирівнювання поверхні поля, ущільнення посівного ложа. Недоліки анкерного типу сошника: виносить назвні нижні, більш вологі шари ґрунту, тим самим приводячи до їх пересихання та сприяючи вітровій ерозії. Анкерні сошники недостатньо рівномірно проводять закладення насіння по глибині. Причиною цього є відскакування насіння від дна борозни, з огляду на їх велику поступальну швидкість. Також при посіві цими сошниками осипання борозни відбувається до укладання в неї насіння і частину насіння виявляється на

стінках борозни, що також негативно позначається на рівномірності глибини їх закладення [18].

Килеподібні сошники мають тупий кут входження в ґрунт. Вони менш ніж анкерні, забиваються рослинними залишками. Але вони не терплять великих грудок ґрунту, що зустрічаються на їхньому шляху і при попаданні на них виглибляються. Основними недоліками кулеподібних сошників є високий знос, виглиблення при зустрічі з великими грудками і сильне забивання рослинними залишками в порівнянні з дисковими сошниками [18].

Трубчастий тип сошника використовують на посіві зернових культур по стерні після попередньої обробки ґрунту. Даний тип сошника має прямий кут входження в ґрунт. Леміш є трубою-воронкою з товстостінного металу і наральник. Борозноутворення відбувається шляхом розсовування ґрунту по сторонам. Сошники приєднані до рами шарнірно-пружним з'єднанням, завдяки чому вони проводять коливальний рух і самоочищаються, але в свою чергу це негативно позначається на рівномірності глибини загортання насіння. Закладення насіння йде за рахунок самоосипання ґрунту. Їх недолік – низька робоча швидкість від 6 до 8 км/год. і утворення посівної борозни без ущільнення і осипання посівної борозни до укладання в неї насіння.

Лапові сошники мають гострий кут входження в ґрунт. Їх застосовують для посіву насіння зернових культур по стерньовому фону поля, без попередньої обробки, при відносно невисокій вологості ґрунту. Дані сошники можуть забезпечуватися пасивними розкидачами для безрядкового і рядкового способу сівби. При цьому даний тип сошників має такі недоліки – зайве інтенсивне розпушування ґрунту, що порушує необхідний водно-повітряний режим, різке падіння якості посіву при підвищених швидкостях, велика ширина міжрядь провокує заповнення їх бур'янами і вимагає додаткової обробки, підвищені вимоги до тягових характеристик МТА, групове кріплення сошників до рами сівалки знижує рівномірність глибини загортання насіння, використання пасивних розкидачів негативно позначається при посіві на схилах з ухилом більше 4° , залишаючи половину

засіваємої площі сошника порожньою, лапові робочі органи не можуть працювати при вологості ґрунту понад 20% і виглиблюються при установці глибини менше 6 см [7, 19].

Дискові сошники мінімально кришать ґрунт що безумовно є їх беззаперечною перевагою. Дискові сошники добре справляються з великою кількістю соломи на полі і не забиваються рослинними залишками, можуть працювати на високій швидкості. Загальним недоліком дискових сошників є осипання борозенки, за рахунок обертання дисків сошника, до укладання в неї насіння, що позначається на рівномірності глибини загортання насіння і рівномірності розподілу насіння по довжині борозни [20].

Односторонні сошники можуть застосовуватися в традиційній технології посіву після оранки, так і по необробленому полю. При роботі вони залишають стерню, тим самим перешкоджаючи вітровій та водній ерозії ґрунту. Для них характерний тупий кут входження в ґрунт. Диск сошника відхилений на певний кут по ходу руху сівалки. Це в свою чергу і є одним з головних недоліків односторонніх сошників. Їх досить важко збалансувати і при роботі можливе відхилення від прямолінійності рядка, що призводить до зниження рівномірності розподілу по довжині рядка.

Двосторонні сошники використовуються для посіву насіння зернових культур в грубо оброблений ґрунт. Дискові сошники можна застосовувати на грубо обробленому, грудкуватому ґрунті, з великою кількістю кореневих залишків. Дані сошники можуть комплектуватися чистиками які запобігають налипанню. Потреба в тяговій силі у них значно нижче ніж у лапових. Також двосторонні сошники добре копіюють рельєф поля.

Висновки і завдання досліджень

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити такі завдання:

1. Обґрунтувати і розробити конструктивно-технологічну схему і конструкцію комбінованого сошника для сівалки, що здійснює посів насіння зернових культур з урахуванням фізико-механічних властивостей насіння озимої пшениці.

2. Виконати теоретичні дослідження технологічного процесу роботи комбінованого сошника сівалки для посіву насіння зернових культур.

3. Провести дослідження сівалки з комбінованими сошниками для посіву насіння зернових культур і виконати оцінку економічної ефективності її застосування.

РОЗДІЛ 2

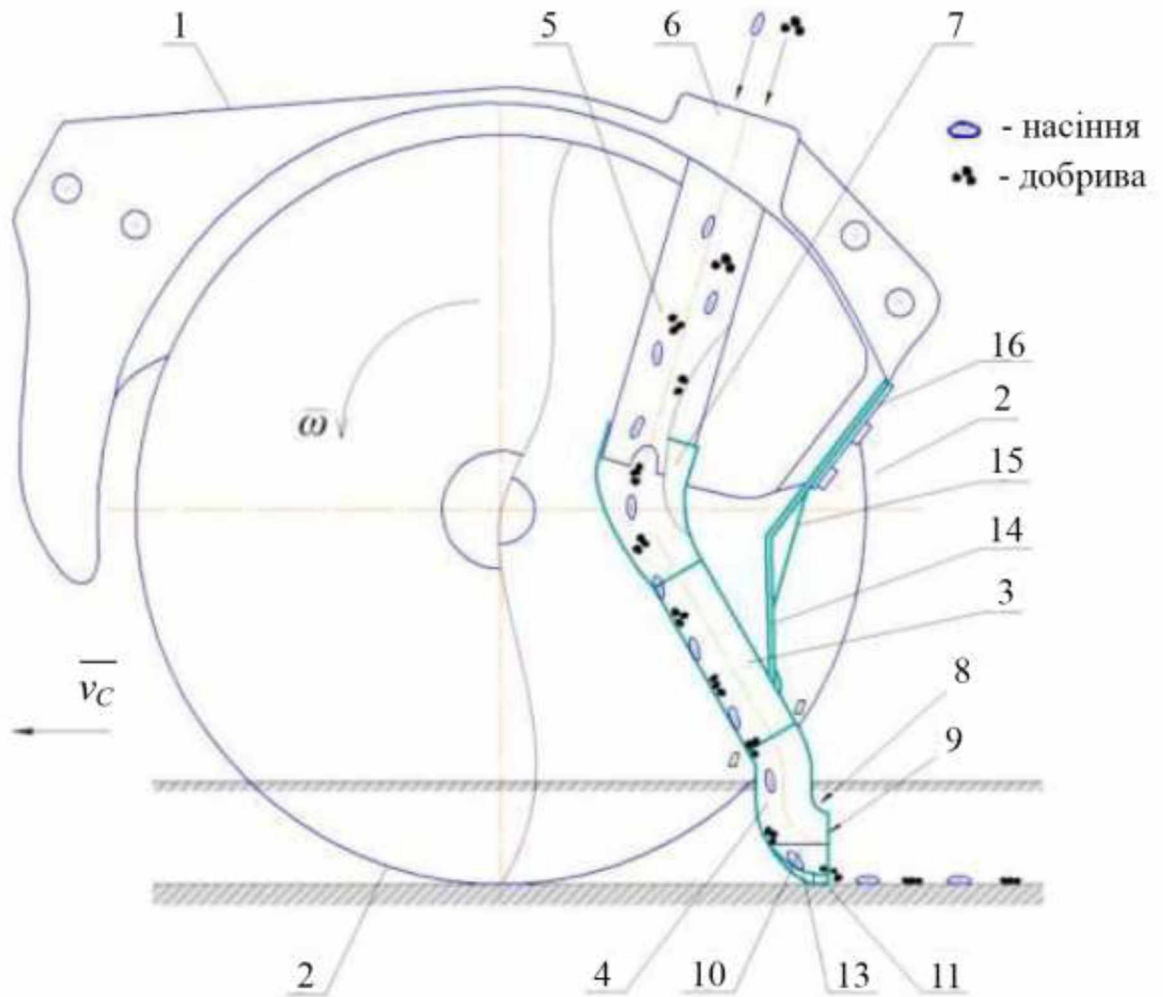
МЕТОДИКА І ОСНОВНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Вибір об'єкта дослідження

За результатами аналітичного огляду сучасних сошників для посіву насіння зернових культур можна вважати, що для якісного посіву з найбільшою мірою підходять дводискові сошники. Для поліпшення якісних показників посіву дводисковими сошниками необхідно усунути недоліки притаманні їм. До них відноситься розщільнення стінок і дна борозни, осипання борозни під час розкладки насіння по її дну, а також нерівномірність потоку насіння і потрапляння насіння на обертові диски сошника. Все це знижує якість посіву насіння, що призводить до зниження врожайності культури і підвищення собівартості продукції.

В усуненні цих недоліків з кращого боку проявили себе конструкції дводискових сошників з різними загортаючими пристроями, однак наявні робочі органи недостатньо задовольняють агротехнологічним вимогам, проводять укладання насіння і добрив в борозну як по довжині борозни, так і по глибині загортання насіння нерівномірно і без попереднього ущільнення борозни, в результаті чого потенціал рослин використовується не повністю і кінцевий показник врожайності культури залишає бажати кращого [14, 21]. Таким чином, робота присвячена підвищенню якості посіву зернових культур застосуванням комбінованого сошника, має достатню актуальність.

З урахуванням зазначених недоліків і на підставі проведеного аналізу прогресивних конструкцій сошників, як прототип був узятий комбінований дводисковий сошник, загальний вигляд якого і схема технологічного процесу посіву насіння зернових культур представлені на рисунку 2.1.



1 – корпус; 2 – диск; 3 – направляч насіння; 4 – розпушувач; 5 – воронка; 6 – горловина; 7 – розтруб; 8 – нижня відігнута частина розпушувача; 9 – вихідний отвір; 10 – пустотілий вигнутий клин; 11 – п'ята; 12 – підошва; 13 – похиле овальне ребро; 14 – кронштейн; 15 – ребро жорсткості; 16 – внутрішні чистики сошника; v_c – швидкість руху сівалки; ω – кутова швидкість обертання дисків сошника

Рисунок 2.1 – Схема технологічного процесу посіву насіння зернових культур експериментальним комбінованим сошником

Леміш включає в себе корпус 1 (рисунок 2.1, рисунок 2.2), два диска 2, встановлені під кутом один до одного на корпусі 1, направляч 3 насіння і розпушувач 4.

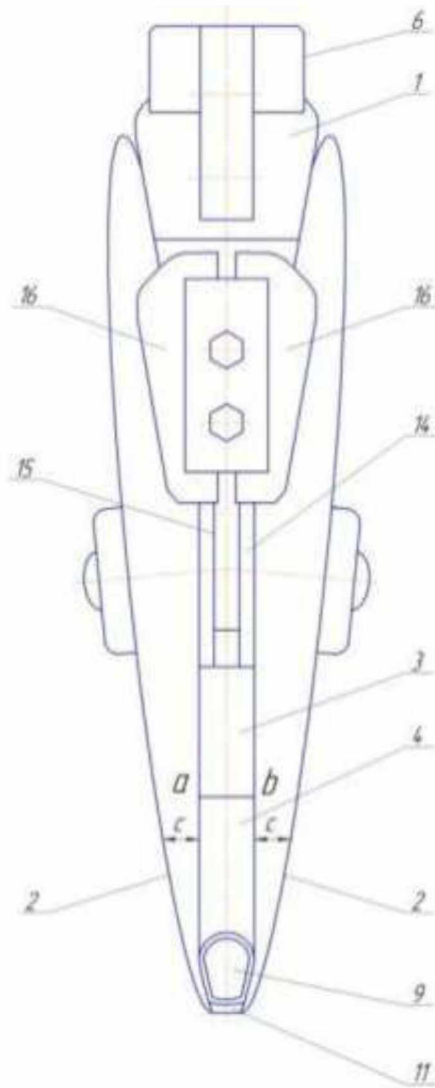


Рисунок 2.2 – Вигляд ззаду комбінованого сошника

Направляч 3 насіння і розпушувач 4 виконані як єдине ціле і при цьому закритого типу, при цьому направляч 3 насіння і розпушувач 4 розташовані між дисками 2 сошника (рисунок 2.1, рисунок 2.2) і при цьому встановлені в задній v_C частини сошника і при цьому нижче воронки 5 горловини 6 корпусу 1 сошника, при цьому поздовжньо-вертикальна площина симетрії направляча 3 насіння, розпушувача 4 і воронки 5 горловини 6 корпусу 1 сошника збігається з поздовжньо-вертикальною площиною симетрії сошника, при цьому направляч 3 насіння і розпушувач 4 виконані з труби, наприклад, круглого перетину, при цьому до передньої частини направляча 3 насіння приєднаний нерухомо розтруб, при цьому розтруб 7 щільно одягнений на воронку 5 горловини 6 корпусу 1 сошника, при цьому направляч 3 насіння

спрямований в бік, протилежний руху сошника, при цьому вісь симетрії напрямителя 3 насіння нахилена по ходу руху сошника відносно горизонталі на кут α_1 , рівний 60 градусів.

Технологічний процес посіву насіння зернових культур комбінованим сошником виконується в наступній послідовності. При русі сошника в напрямку посіву, два диска 2 (рисунок 2.1) сошника, встановлені під кутом один до одного на корпусі 1, нарізають в ґрунті борозну для насіння і добрив, при цьому насіння і добрива потрапляють в воронку 5 горловини 6 корпусу 1 сошника, потім через розтруб 7 надходять в напрямляч 3 насіння і далі в розпушувач 4, потім з розпушувача 4 насіння і добрива надходять в борозну, яка закладається ґрунтом обсіпалася зі стінок борозни за дисками 2 сошника.

2.2. Методика проведення лабораторних досліджень

При розробці та вдосконаленні конструкції робочого органу машин для посіву зернових культур необхідно дослідження фізико-механічних властивостей посівного матеріалу, для їх використання в розрахунку і обґрунтуванні оптимальних конструктивних і режимних параметрів комбінованого сошника [22]. Тому в рамках даних досліджень потрібно вивчити фізико-механічні властивості насіння озимої пшениці.

При дослідженні маси 1000 насінин, насіння необхідної культури розсипають в один шар на рівній поверхні у формі квадрата ретельно перемішують і потім квадрат ділять на 4 частини по діагоналях. З двох протилежних частин відраховують без вибору дві проби по 500 шт. і зважують їх на лабораторних вагах. У нашому випадку застосовувалися ваги типу ACCULAB «ALC» (рисунок 2.3) [22].



Рисунок 2.3 – Загальний вигляд лабораторних ваг ACCULAB «ALC»

Кут природного укосу відносять по фрикційним властивостям і визначають за допомогою приладу (рисунок 2.4). У нижній частині приладу є отвір, який перекривається клапаном. Бункер встановлюють горизонтально і заповнюють насінням, а потім клапан висувують і насіння надходить на горизонтальну поверхню. Утворюється фігура з насіння у вигляді конуса з кутом природного укосу. По межі не пройденого крізь проріз насіння визначають кут природного укосу [23].



Рисунок 2.4 – Загальний вигляд приладу для визначення кута природного укосу

Для визначення статичного кута тертя використовувався прилад, який складається з коробки 1, 2 для поверхонь, шкали 3, з позначенням кута нахилу, підстави 4, дослідженої поверхні 5, зразка насіння 6, осі 7, підстави приладу 8. На випробувану поверхню 5, попередньо закріплену зажимами 1 і 2, укладали зразок насіння 6 (5 шт.) і змінювали кут нахилу підстави 4 з поверхнею 5. При початковому моменті ковзання третьових зразків насіння по стрілці і шкалою 3 приладу визначався кут статичного тертя для кожної з поверхонь (сталеві пофарбовані, сталеві нефарбовані, алюмінієвої, полімерної). Знаходилося значення тангенса від даних кутів. Проводилась п'ятиразова повторність досвіду.

Коефіцієнт тертя спокою знаходили за допомогою приладу ПСТ. Він складається з нижньої нерухомої панелі з динамографа, каретки, напрямних стрижнів, верхньої рухомої панелі, переміщення якої можливо уздовж стрижнів за допомогою ходового гвинта від обертання рукоятки. На рухомій панелі розташований динамограф. Він включає в себе дві силовідтворювальні пружини, двоплечий важіль і записувальний столик для обліку показань сили тертя. Прилад вимірює силу зсуву каретки по поверхні тертя. Змінна поверхню тертя закріплюється на столику.

При проведенні досліджень встановлюють випробуваний тип поверхні, потім столик заправляють папером, зразок кріплять до каретки і знаходять їх вагу. Потім каретку ставлять по центру поверхні тертя, збільшують її гирями і приєднують динамограф за допомогою нитки, залишаючи деяке ослаблення нитки. Після чого без ривків обертають рукоятку і отримують нульову лінію, потім продовжуючи обертати рукоятку, отримують зусилля на зрушення каретки, в цей момент дослід вважають закінченим. Запис свідчень ведеться автоматично за допомогою двоплечого важеля, що відхиляє перо самописця. Значення відхилення відображає силу тертя. Значення ординати визначають з точністю до ± 1 мм і по тарировальній таблиці вибирають силу тертя T . Після чого каретку знімають, рахують нормальний тиск N і коефіцієнт тертя спокою.

Кількість насіння заробленого в заданому шарі, є одним з найважливіших показників якості посіву, яка повинна складати не менше 80%. Для цього знаходили середню фактичну глибину загортання насіння і нерівномірність розподілу насіння по глибині загортання. При лабораторних дослідженнях комбінованого сошника для визначення цих показників використовували метод розкопки. Засіяні ряди обережно розкривали шарами зрушуючи ґрунт поперек рядка до виявлення певної кількості насіння в кожному з рядів. Після чого до незайманої поверхні рядка прикладали вимірювальний інструмент. Причому один край вимірювального інструмента був над рядом розкритих насіння і замірявся відстань до нижнього краю вимірювального інструмента. Похибка вимірювання ± 1 мм. Число вимірювань по кожному сошнику не менше 15. Підрахунок незакритих насіння вели за місцем знаходження насіння [24].

Проведені виміри використовували для розрахунку наступних параметрів.

Середнє арифметичне:

$$x = \frac{\sum_1^n x_i}{n}, \quad (2.1)$$

де x_i – результати випробувань в кожному досліді, шт.;

n – число дослідів, шт.

Середнє квадратичне відхилення:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_1^n x_i^2 - x^2}{n-1}}. \quad (2.2)$$

Помилка середньої арифметичної:

$$P = \frac{\sigma}{n}. \quad (2.3)$$

Відносна помилка середньої арифметичної:

$$P = \frac{P}{x} \cdot 100\% . \quad (2.4)$$

Коефіцієнт варіації:

$$v = \frac{\sigma}{x} \cdot 100\% . \quad (2.5)$$

Кількість насіння заробленого в заданому шарі, вважається тим вище, ніж коефіцієнт варіації ближче до нуля. Виразити кількість насіння заробленого в заданому шарі можна в процентах.

Вологість ґрунту в значній мірі впливає на тяговий опір при роботі сошника і інші показники необхідні для розрахунку конструктивних параметрів комбінованого сошника.

Твердість ґрунту впливає на повітряний, водний і тепловий режими ґрунту, на тяговий опір сівалки, надає механічний опір росту кореневої системи рослин, що ускладнює схожість насіння [25].

При визначенні твердості ґрунту використовується твердомір ґрунту Wile Soil, загальний вид приладу і опис характеристик наведені в додатку. При визначенні твердості ґрунту необхідно послабити гвинт захисного затиску на щупі і опустити затиск на відстань як мінімум 2,5 см від пластикового корпусу.

У комплект твердоміра входять два наконечника. Наконечники вкручені в корпус твердоміра. Наконечник діаметром 1,27 см використовується для твердого ґрунту, діаметром 1,91 см – використовується для м'якого ґрунту.

Встановлювали відповідний наконечник на металевий щуп твердоміра. Розташовували твердомір наконечником вниз строго перпендикулярно поверхні ґрунту. Повільно вводили щуп твердоміра в землю, натискаючи на обидві ручки з однаковим зусиллям. На щуп твердоміра нанесені позначки глибини. Зафіксували показання твердоміра на необхідних глибинах.

Для дослідження опору переміщенню комбінованого сошника встановленого на експериментальній сівалці при лабораторно-польових дослідженнях була використана інформаційно-вимірювальна система ІП 238 МР. Проводилися дослідження сівалки з комбінованими сошниками як в робочому положенні, так і в транспортному, і отримані значення були використані для визначення опору переміщенню комбінованого сошника.

Висновки

Проведено вибір об'єкту досліджень. Використана методика визначення основних фізико-механічних характеристик ґрунту. Запропонована методика проведення експериментального досліджень.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ТЕОРЕТИЧНИХ І ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Дослідження руху насіння при вільному падінні та укладанні його в борозну

Важливим фактором, що забезпечує якісний посів, є виключення відскоку насіння від борозни і рівномірне укладання насіння по дну борозни.

Оптимальною щільністю ґрунту на дні посівної борозни для більшості типів ґрунтів і культур, що висіваються $1,2 \pm 0,1 \cdot 10^3$ кг/м³ [23]. Така щільність ґрунту обумовлюється забезпеченням припливу вологи до насіння при їх розвитку і зростанні, при цьому наднасінневий шар повинен бути пухким для створення оптимального тепло-повітряного режиму. При відхиленні положення насіння від посівної борозенки знижується врожайність культури.

При роботі сошників зернових сівалок основоположним процесом є вільне падіння насіння і укладання його в борозну.

Зважаючи на неможливість опису закону хаотичного руху насіння в повітряному потоці, при розрахунку руху насіння при вільному падінні і укладанні їх в борозну, взяли такі припущення:

- розглядається закон руху тільки окремого насіння, обертання насіння відсутнє;
- розглядаємо рух насіння як матеріальної точки з огляду на малий розмір насіння в порівнянні з пройденою ним відстанню, сівалка рухається прямолінійно і рівномірно, глибина загортання насіння постійна.

Встановлено, що для найменшої нерівномірності розподілу насіння по довжині рядка необхідно рівність швидкості v_B насіння при торканні дна

борозни і швидкості v_C руху сівалки, які характеризується показником кінематичного режиму λ і встановлюється залежністю [24]:

$$\lambda = \frac{v_B}{v_C}, \quad (3.1)$$

де v_B – швидкість насіння при торканні дна борозни, м/с;

v_C – швидкість руху сівалки, м/с.

Відповідно до агротехнічних вимог $v_C = 3$ м/с.

При теоретичних дослідженнях руху насіння в момент викиду його з розпушувача комбінованого сошника з урахуванням опору повітря вводили спочатку нерухому прямокутну систему координат $Oxyz$ (рисунок 3.1), при цьому точка O збігалася з положенням центру мас насіння в момент часу $t = 0$. Вісь Ox горизонтальна, вісь Oy – вертикальна (її позитивна піввісь спрямована вниз).

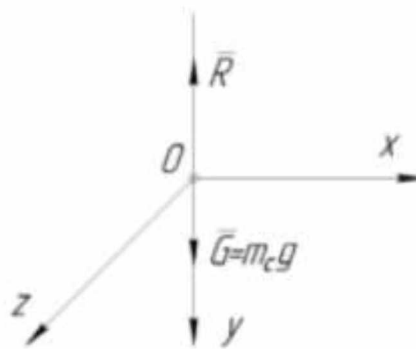


Рисунок 3.1 – Схема до розрахунку руху насіння в нерухомій системі координат

Нехай m_c – маса насіння, кг; x, y, z – положення його центру мас; $R = \{R_x, R_y, R_z\}$ – вектор сили опору повітря; $v_B = v_B \{v_x, v_y, v_z\}$ – вектор швидкості центру мас насіння. З теорії аеродинаміки відомо, що вектор R розташований на одній осі з вектором швидкості центру мас насіння і має протилежний йому напрямок, тобто $R_0 = -v_{B0}$, де $R_0 = \frac{R}{|R|}$; $v_{B0} = \frac{v_B}{|v_B|}$.

Сила R залежить тільки від швидкості і дорівнює $m_c g f(v_B)$, де функція $f(v_B) \geq 0$ монотонно зростаюча, при цьому $f(0) = 0$.

З урахуванням сили тяжіння насіння і сили повітряного опору, рівняння руху насіння в момент викиду його з розпушувача комбінованого сошника, (далі розпушувача) матимуть такий вигляд:

$$m_c \frac{d^2 x}{dt^2} = R_x; , \quad (3.2)$$

$$m_c \frac{d^2 y}{dt^2} = R_y - m_c g; , \quad (3.3)$$

$$m_c \frac{d^2 z}{dt^2} = R_z; , \quad (3.4)$$

Так як вектори R і v_B колінеарні:

$$R_x = k \frac{dx}{dt}; \quad R_y = k \frac{dy}{dt}; \quad R_z = k \frac{dz}{dt}; , \quad (3.5)$$

де k – коефіцієнт рівний модулю сили опору повітря, що припадає на одиницю маси рухомої точки O , при швидкості його, що дорівнює одиниці, c^{-1} . Тут $k = const = 0,7$.

Підставивши значення R_x і R_z в рівняння (3.2) і (3.4), отримали:

$$\begin{aligned} m_c \frac{d^2 x}{dt^2} &= k \frac{dx}{dt}; \\ m_c \frac{d^2 z}{dt^2} &= k \frac{dz}{dt}; \end{aligned} \quad (3.6)$$

отже,

$$\frac{\frac{d^2 x}{dt^2}}{\frac{dx}{dt}} = \frac{k}{m_c}, \quad \frac{\frac{d^2 z}{dt^2}}{\frac{dz}{dt}} = \frac{k}{m_c}, \quad (3.7)$$

прирівнявши дані рівняння отримали

$$\frac{\frac{d^2 z}{dz}}{\frac{dt}{dt}} = \frac{\frac{d^2 x}{dx}}{\frac{dt}{dt}}. \quad (3.8)$$

або

$$\frac{1}{z} \frac{dz}{dt} = \frac{1}{x} \frac{dx}{dt}. \quad (3.9)$$

Проінтегрувавши рівняння (3.5), отримали

$$\ln z = \ln x + \ln C_1, \quad (3.10)$$

Постійна інтегрування представлена у вигляді $\ln C_1$, тобто:

$$\dot{z} = \ln C_1 \dot{x}, \quad (3.11)$$

Проінтегрувавши рівняння (3.6), отримали:

$$z = C_1 x + C_2, \quad (3.12)$$

Рівняння (3.7) описує становище насіння на площині. Рівняння (3.7) положення насіння на площині в параметричному вигляді:

$$\begin{aligned} x &= 1; \\ z &= C_1 t + C_2. \end{aligned} \quad (3.13)$$

З урахуванням початкових умов $z(t=0) = 0$ рівняння (3.8) приводили до $z = 0$, тобто центр маси насіння в момент викиду його з розпусувача рухається в площині $z = 0$ (в площині Oxy), його траєкторією є плоска крива, а тіло здійснює складний рух. Тому вводили рухому систему координат, в якості осей нової системи вибирали дотичну (x') і нормаль (y') до траєкторії центру маси насіння. За позитивний напрямок осі x' , що збігається з дотичною, брали те, що збігається з напрямком вектора швидкості, за позитивний напрямок нормальної осі y' брали те, яке направлено в сторону центру кривизни траєкторії руху насіння (рисунок 3.2).

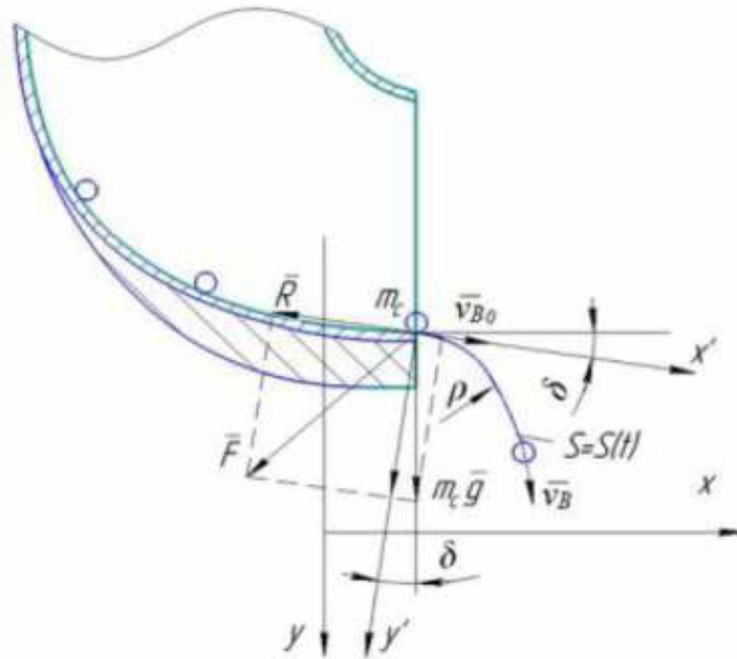


Рисунок 3.2 – Схема до розрахунку руху насіння в рухомій системі координат

Потім складали рівняння руху насіння в момент викиду його з розпушувача в проекціях на осі рухомої системи координат (рисунок 3.2), враховуючи що $S = s(t)$ – криволінійна абсциса центру маси насіння (довжина дуги траєкторії, яка відлічується від початкового положення); v_{B0} – початкова швидкість вильоту насіння, м/с; v_B – швидкість насіння при торканні дна борозни, м/с, $v_B = ds/dt$; $\rho = \rho(t)$ – радіус кривизни траєкторії, м; $\delta = \delta(t)$ – кут нахилу внутрішньої поверхні відігнутої частини розпушувача, град. Кут δ розташований між позитивним напрямом осі Ox і вектором миттєвої швидкості (тобто, між позитивними півосьми нерухомої і рухомої систем координат).

На насіння діє дві сили. Перша – сила тяжіння. Вектор сили тяжіння (рівний по абсолютній величині $m_c g$) утворює з дотичною x' віссю кут $(90^\circ - \delta)$ і з нормальною y' – δ . Проекції сили $m_c g \cos(90^\circ - \delta)$ на дотичну (x') вісь дорівнює $m_c g \sin \delta$, а на нормальну (y') – $m_c g \cos \delta$. Друга сила – опір повітря, дорівнює по абсолютній величині $m_c g f(v_B)$. Вектор її колінеарний вектору v_B

і протилежно йому спрямований, а проекція її на дотичну рухливу вісь дорівнює $m_c g f(v_B)$, на нормальну вісь – нулю. При цьому, як відомо дотична проекція прискорення дорівнює $a_\tau = \frac{dv_B}{dt}$, а нормальна $a_n = \frac{v_B^2}{\rho}$.

Рух насіння в момент викиду його з розпушувача відбувається під дією рівнодійної $F = m_c g R$ сил тяжкості і опору повітря, тоді його рівняння в проекції на дотичну і нормальну осі складуться:

$$m_c \frac{dv_B}{dt} = m_c g \sin \delta - m_c g f(v_B), \quad (3.14)$$

або

$$\frac{dv_B}{dt} = g [\sin \delta - f(v_B)], \quad (3.15)$$

в проекції на нормальну вісь

$$m_c \frac{v_B^2}{\rho} = m_c g \cos \delta, \quad (3.16)$$

Отже, для знаходження траєкторії центру маси насіння і визначення закону його руху по траєкторії маємо систему рівнянь:

$$\begin{aligned} \frac{dv_B}{dt} &= g [\sin \delta - f(v_B)]; \\ \frac{v_B^2}{\rho} &= g \cos \delta. \end{aligned} \quad (3.17)$$

Час t в цю систему входить не явно, а лише за допомогою диференціювання. Систему можна звести до одного диференціального рівняння першого порядку, розділивши рівняння (3.11) на рівняння (3.12), що можливо, так як $\frac{d\delta}{dt} \neq 0$ (через монотонності функції $\delta = \delta(t)$) і $\cos \delta \neq 0$, внаслідок того, що $\delta \neq \frac{\pi}{2}$ при будь-якому t отримаємо після перетворення

$$\frac{1}{v_B} \frac{dv_B}{d\delta} = \operatorname{tg} \delta - \frac{f(v_B)}{\cos \delta}.$$

Рівняння (3.13) – диференціальне рівняння руху центру маси насіння в момент викиду його з розпушувача (в рухомій системі координат). v_B – швидкість насіння в момент торкання дна борозни, м/с. При однозначному визначенні швидкості v_B насіння при торканні дна борозни необхідно розглянути початкові умови руху насіння, враховуючи що горизонтальна складова початкової швидкості вильоту насіння дорівнює v_{Bx0} , а вертикальна – v_{By0} . Початкова швидкість вильоту насіння v_{B0} [25] для висоти падіння насіння 50 мм і менше, становить 1-1,4 м/с. Приймали 1,2 м/с. Тоді при $t = 0$.

Остаточно отримали вираз для визначення закону руху насіння по осі x в параметричному вигляді:

$$x = \frac{1}{g} \int_{\arctg \frac{v_{By0}}{v_{Bx0}}}^{\delta} [\varphi(\delta)]^2 d\delta. \quad (3.18)$$

По осі y :

$$y = \frac{1}{g} \int_{\arctg \frac{v_{By0}}{v_{Bx0}}}^{\delta} [\varphi(\delta)]^2 \operatorname{tg} \delta d\delta. \quad (3.19)$$

Таким чином, рівняння (3.18) і (3.19) є рівняннями (законом) руху насіння в момент викиду його з розпушувача комбінованого сошника в параметричному вигляді.

3.2. Результати лабораторних досліджень комбінованого сошника

3.2.1. Визначення фізико-механічних властивостей насіння озимої пшениці

Згідно з методикою, були визначені маса 1000 насінин і кут природного укосу, результати представлені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Результати досліджень фізико-механічних властивостей насіння пшениці озимої маси 1000 насінин та кута природного укусу

Сорт	Маса 1000 насінин, г	Кут природного укусу насінин, град.
Пшениця озима «Диканька»	42	27

При дослідженні фрикційних властивостей насіння в результаті обробки експериментальних даних, керуючись обраними методиками, знайдені кути і коефіцієнти статичного тертя по різних поверхнях (сталевій пофарбованій, сталевій нефарбованій, алюмінієвій, полімерній) в табл. 3.2 [26].

Таблиця 3.2 – Результати досліджень фрикційних властивостей насіння пшениці озимої сорту «Диканька» по різних поверхнях

Показник	Поверхня			
	Сталева фарбована	Сталева нефарбована	Полімерна	Алюмінієва фольга
Статичний кут тертя, град.	17,5	19,47	12,5	16,3
Коефіцієнт статичного тертя, k_C	0,35	0,37	0,41	0,23

Аналіз даних табл. 3.2 показав, що коефіцієнти статичного тертя знаходяться в межах від 0,23 до 0,41. Значення коефіцієнта статичного тертя необхідно для вивчення впливу найбільшої кутової швидкості насіння при виході з розпушувача.

3.2.2. Визначення фізико-механічних властивостей ґрунту

Дослідні значення кутів тертя ґрунту середньосуглинистого чорнозему в залежності від вологості ґрунту представлені на рисунках 3.3 і 3.4.

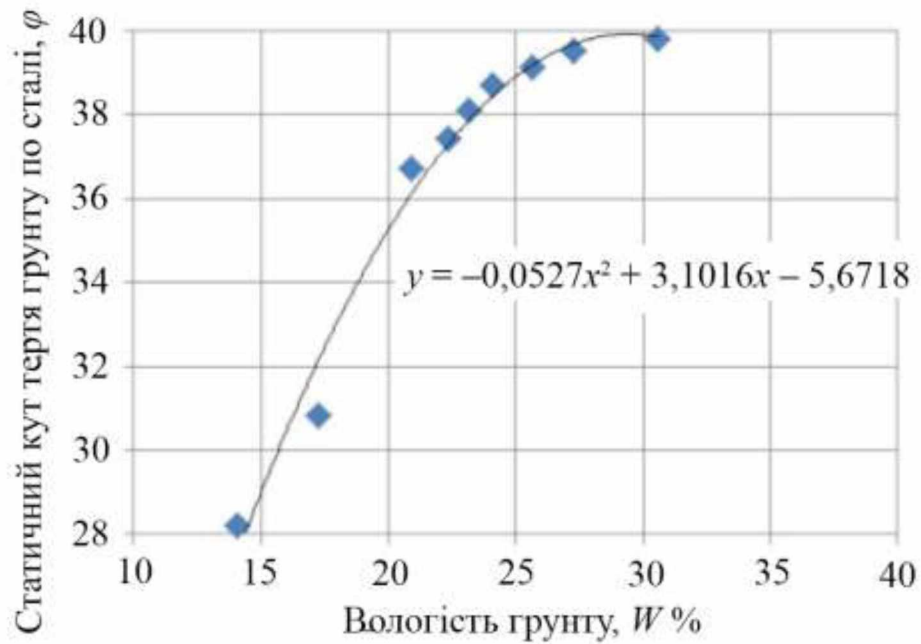


Рисунок 3.3 – Залежність статичного кута тертя ґрунту по сталі від вологості ґрунту

Аналіз досліджень показав, що статичний кут тертя ґрунту по сталі змінюється від 28,2 до 39,8 град., При цьому вологість ґрунту коливалася від 14,1% до 30,6% [16].

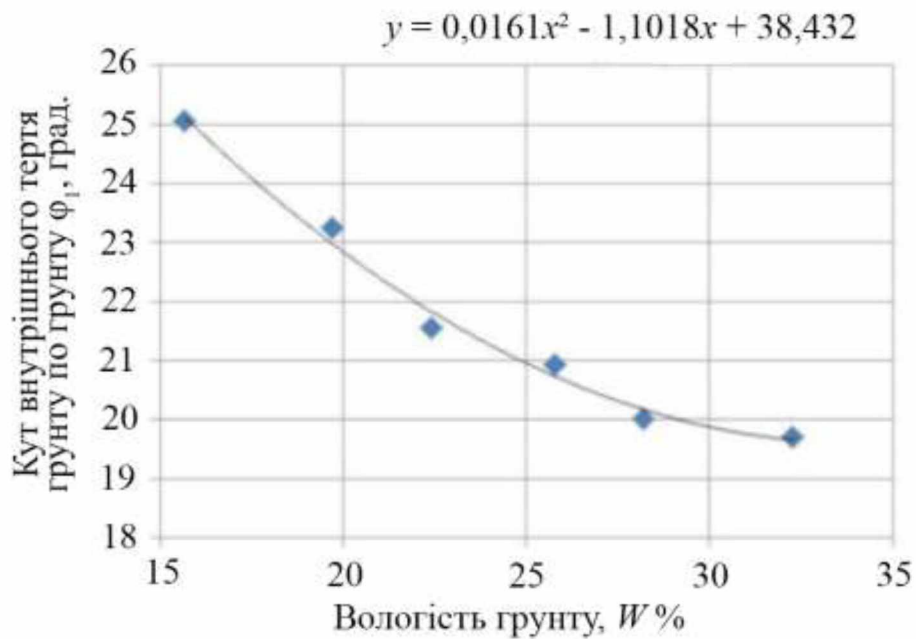


Рисунок 3.4 – Залежність кута внутрішнього тертя ґрунту від вологості ґрунту

Аналіз досліджень показав, що кут внутрішнього тертя ґрунту змінюється від 19,69 до 25,04, при цьому вологість ґрунту коливалася від 15,7% до 32,3%.

Значення кутів тертя необхідно для вивчення впливу найбільшої кутової швидкості насіння при виході з розпушувача.

3.2.3. Визначення кількості насіння пшениці озимої, заробленої в заданому шарі

Відповідно до представленої методики проводилися дослідження з визначення кількості насіння заробленого в заданому шарі пшениці озимої сорту «Диканька». Розраховували наступні показники: кількість насіння заробленого в заданому шарі, середня фактична глибина загортання насіння, середньоквадратичне відхилення, коефіцієнт варіації, помилка середнього наробітку. На підставі отриманих експериментальних даних (табл. 3.3)

побудований графік розподілу насіння пшениці озимої сорту «Диканька» по глибині загортання комбінованим сошником (рис. 3.5).

Таблиця 3.3 – Результати досліджень з визначення кількості насіння зароблених комбінованим сошником в заданому шарі

Шар ґрунту, см	Кількість насінин в шарах, %	
	Комбінований сошник	Серійний сошник
0-1	0	0
1-2	0	0,35
2-3	2,85	5,8
3-4	7,65	8,35
4-5	41,95	32
5-6	42,75	35,05
6-7	4	12,1
7-8	0,8	5,7
8-9	0	0,65
9-10	0	0
Кількість насінин в шарі 4-6 см, %	84,7	67,1

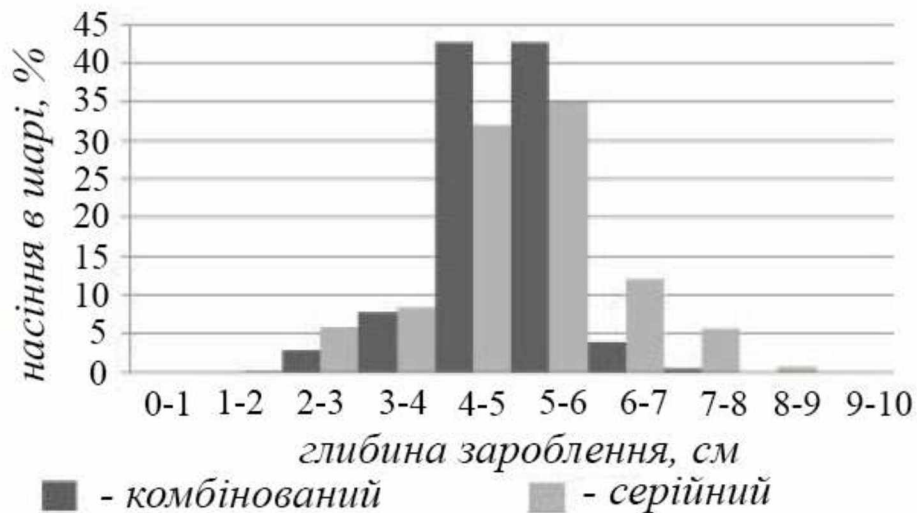


Рисунок 3.5 – Розподіл насіння пшениці озимої сорту «Диканька» комбінованим сошником в заданому шарі

Аналізуючи графік можна зробити висновок, що комбінований сошник веде укладку насіння на задану глибину якісніше в порівнянні з серійним

сошником, тому що число насіння, заробленого в заданому шарі склало (84,7%), що вище показників серійного сошника (67,1%), при цьому нерівномірність розподілу насіння по глибині загортання склала відповідно 23,1% для комбінованого сошника і 25,6% для серійного. Середня фактична глибина загортання насіння комбінованим сошником склала – 49,0 мм, а у серійного – 51,3 мм.

3.2.4. Результати проведення лабораторно-польових досліджень комбінованого сошника

При проведенні досліджень сівалки СЗ-5,4-06 з комбінованими сошниками вибирали рівну ділянку. Ґрунт представляв собою звичайний чорнозем середньосуглинистого гранулометричного складу. При дослідженнях було взято насіння пшениці озимої сорту «Диканька» з нормою висіву 200 кг/га.

Загальний вигляд серійного і комбінованого сошників представлений на рисунку 3.6.



а)

б)

а – комбінований (правий диск знятий); б – серійний (правий диск знятий)

Рисунок 3.6 – Загальний вигляд сошників:

Для проведення лабораторно-польових досліджень експериментальної сівалки СЗ-5,4-06 з комбінованими сошниками для посіву насіння зернових культур була обрана ділянка відповідно до агротехнічних вимог і з урахуванням місця в сівозміні оброблюваної культури.

Відповідно до представленої методики проводилися дослідження з визначення глибини загортання насіння пшениці озимої сорту «Диканька» комбінованим і серійним сошниками (рис. 3.7). На основі отриманих даних обчислюються статичні характеристики: середня фактична глибина закладення, середньоквадратичне відхилення, її нерівномірність (коефіцієнт варіації), помилка середньої заробки за наведеними вище формулами [17]. Далі проводиться зіставлення результатів.

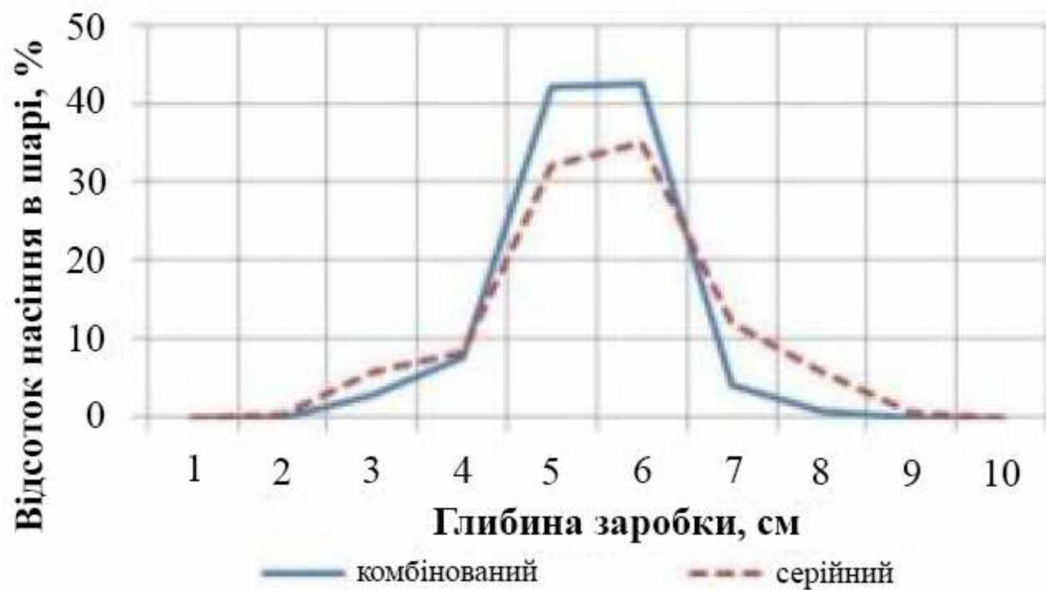


Рисунок 3.7 – Розподіл насіння по глибині загортання сівалки з комбінованими і серійними сошниками

На рисунку 3.7 видно, що середня фактична глибина загортання насіння комбінованими сошниками становить – 51,9 мм, серійними – 53 мм. Середньоквадратичне відхилення глибини загортання комбінованими сошниками – 1,21 мм, серійними – 1,34 мм. В результаті аналізу отриманих

значень було встановлено, що нерівномірність розподілу насіння по глибині загортання сівалки з комбінованими сошниками становить 24,7%, серійними – 26,3%. Отримані результати досліджень наведені в таблицях 3.4, 3.5.

Таблиця 3.4 – Частка насіння в ґрунтових шарах сівалкою з комбінованими і серійними сошниками

Шар ґрунту, см	Кількість насіння в шарах, %			
	Експериментальний сошник		Базовий сошник	
	1 слід	2 слід	1 слід	2 слід
0-1	0	0	0	0
1-2	0	0	0,4	0,3
2-3	2,8	2,9	5,9	5,7
3-4	7,2	8,1	8,2	8,5
4-5	41,6	42,7	30,4	33,6
5-6	43,3	41,8	35,3	34,8
6-7	4,4	3,6	11,7	12,5
7-8	0,7	0,9	7,4	4
8-9	0	0	0,7	0,6
9-10	0	0	0	0
Відсоток насіння в шарі 4...6 см, %	84,9	84,5	65,7	68,4

Таблиця 3.5 – Глибина загортання насіння пшениці

Показник	Результати розрахунків	
	сівалка з комбінованими сошниками	сівалка з серійними сошниками
Середня глибина заробки, мм	51,9	53,0
Середньоквадратичне відхилення, мм	1,21	1,34
Коефіцієнт варіації, %	24,7	26,3

В результаті аналізу отриманих значень було встановлено, що кількість насіння заробленого в заданому шарі комбінованими сошниками становить 84,5 ... 84,9%, а серійними сошниками 65,7 ... 68,4%.

За результатами досліджень опору переміщенню комбінованого сошника отримані дослідні дані на підставі яких побудований графік залежності опору переміщенню комбінованого сошника від швидкості руху агрегату (рисунок 3.8).

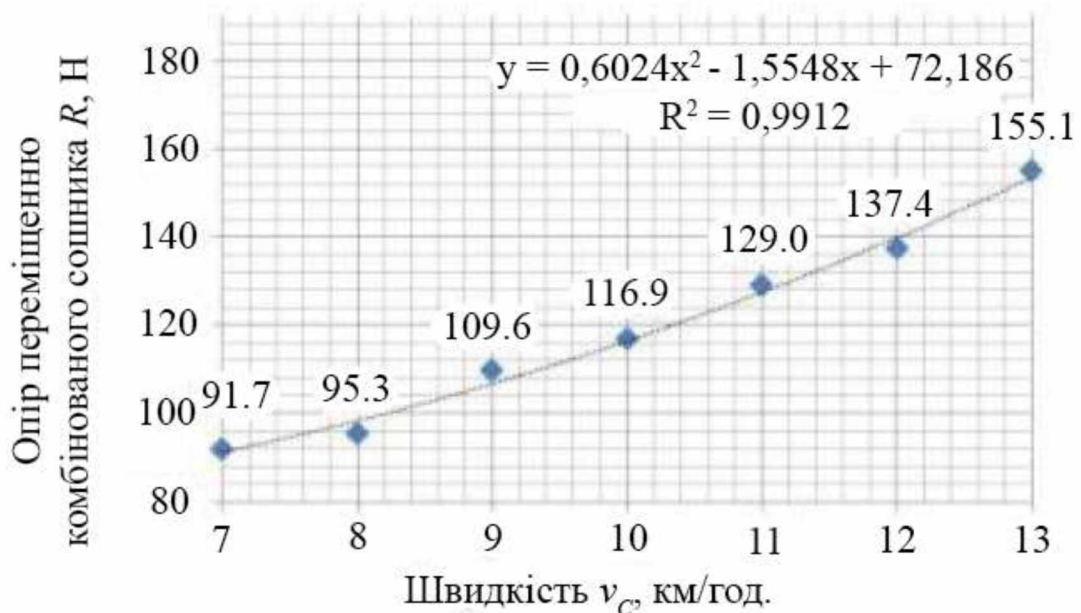


Рисунок 3.8 – Залежність опору переміщенню комбінованого сошника R , Н від швидкості руху сівалки v_c , км/год.

Отже, при зростанні швидкості руху сівалки, опір переміщенню комбінованого сошника буде збільшуватися, при 11 км/год. опір пересуванню комбінованого сошника складе 129,0 Н.

Висновки

1. Кількість насіння заробленого в заданому шарі комбінованим сошником склало 84,7% (серійним – 67,1%), нерівномірність розподілу насіння по глибині загортання – 23,1% (25,6%), середня фактична глибина загортання насіння – 49,0 мм (51,3 мм), тяговий опір переміщенню комбінованого сошника $R = 126,8$ Н.

2. Середня фактична глибина загортання насіння сівалкою оснащеної комбінованими сошниками складала – 51,9 мм (серійними – 53 мм), відхилення глибини закладення – 1,21 мм (1,34 мм), кількість насіння заробленого в заданому шарі – 84,5 ... 84,9% (65,7 ... 68,4%), при нерівномірності розподілу насіння по глибині загортання – 24,7% (26,3%). Опір R переміщенню комбінованого сошника експериментальної сівалки при глибині закладення 51,9 мм і швидкості 11 км/год. становить 129,0 Н. Надбавка врожайності пшениці при посіві сівалкою з розробленими комбінованими сошниками складала 11%.

РОЗДІЛ 4

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРАКТИЧНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ РОЗРОБОК

4.1. Екологічна експертиза розробок

Екологічна паспортизація ремонтно-обслуговуючих підприємств є одним з ефективних перспективних засобів охорони навколишнього природного середовища. Екологічний паспорт підприємства належить до його основної проектно-технічної документації. Поряд з технологічним регламентом він повинний бути на кожному підприємстві. У цьому документі наведені дані, що характеризують взаємовідносини підприємства з довкіллям.

У першій частині паспорта наводяться загальні відомості про виробництво: назва підприємства та продукції, що виробляється, район розташування, його потужність, займана площа, кількість працюючих та основні витратні величини споживаної сировини, води, енергії, палива, пари, повітря тощо, а також відомості про споживану сировину, джерела водо- і теплопостачання, короткий опис технологічних схем виробництва основної продукції, технології очищення газо- димових викидів в атмосферне повітря та стічних вод, оборотність, зберігання, транспортування та вилучення твердих відходів (назва, кількість, хімічний склад та деякі основні властивості, технологія відновлення або виготовлення), утримання приміщень і споруд, плани дій в аварійних умовах, небезпечні матеріали, відомості про кращі альтернативні технології, що застосовуються на інших підприємствах країни чи світової практики і завдають меншої шкоди довкіллю.

Характеризується також санітарно-захисна зона підприємства (площа зони, прилеглі об'єкти, її оформлення).

У другій частині паспорта відображені заплановані природоохоронні

заходи із зазначенням конкретних термінів, виконавців, обсягів і витрат, питомих і загальних газо-димових викидів в атмосферне повітря і скидів стічних вод та відходів виробництва до і після впровадження кожного заходу.

Екологічні паспорти дають змогу зробити аналіз екологічного середовища в регіоні, порівняти техніко- і еколого-економічні дані з даними інших підприємств, що характеризуються природоохоронними заходами.

Одночасно можна оцінити й ефективність застосованої технології, повноту використання матеріалів й палива, ефективність технології очищення стічних вод і газо-димових викидів.

Можна також зробити еколого-економічну оцінку збитків взагалі і завданих природі зокрема, ефективність використання палива та енергії.

Оскільки об'єкти підприємства є джерелами забруднення атмосфери і навколишнього середовища, то проводять аналіз забезпеченості технічними засобами контролю за станом навколишнього середовища, викидами забруднюючих речовин в атмосферу і дають оцінку виконання екологічних заходів, приводять дані про використання і охорону земельних і водних ресурсів, описують методи контролю за шкідливими викидами, заходи щодо їх зменшення.

Екологічні порушення (злочини) караються відповідно до вимог Кримінального кодексу України. Вимоги закону передбачають встановлення чіткого причинного зв'язку між зробленим порушенням і погіршенням навколишнього середовища.

До екологічних злочинів відносять: забруднення навколишнього природного середовища (води, повітря, ґрунту); порушення правил обороту небезпечних матеріалів і відходів.

Забруднення, виснаження поверхневих чи підземних вод, джерел питної води або зміна її природних властивостей можуть завдати шкоди сільському господарству. Оцінка завданого збитку здійснюється з урахуванням реальної вартості затрат на відновлювальні роботи та ліквідацію наслідків.

Порушення правил викиду забруднювальних речовин в атмосферу, експлуатації очисних споруд чи інших об'єктів спричиняють забруднення або зміну природних властивостей повітря, що може завдати істотної шкоди здоров'ю людини.

Шкідливий плив на ґрунти чинить забруднення їх відходами господарської діяльності, що може бути небезпечним для здоров'я людей, забруднювати сільськогосподарську продукцію і водойми.

Порушення правил охорони навколишнього середовища полягає у використанні непередбачених правилами методик, відмови від виконання відповідних робіт або в бездіяльності при необхідних обов'язках. Це може бути, зокрема, ігнорування інформації, відмова від проведення екологічної експертизи та будівництва очисних споруд, порушення правил будівництва, експлуатації і ліквідації побудованих споруд тощо.

За скоєні екологічні злочини порушники несуть правову відповідальність. Екологічне законодавство передбачає три рівні покарання: порушення; порушення, що завдали значних збитків; порушення, що спричинили смерть людей (тяжкі наслідки).

Залежно від величини заподіяних збитків це можуть бути штрафи, заборона обіймати певні посади на встановлений термін, виправні роботи та позбавлення волі на визначений законом термін.

Система екологічного менеджменту в країні визначається і регламентується Законом України «Про охорону навколишнього природного середовища». Згідно з цим законом, метою державного управління в галузі охорони довкілля є реалізація законодавства, контроль за дотриманням вимог екологічної безпеки, забезпечення проведення ефективних заходів щодо охорони навколишнього природного середовища. Отже, державний екологічний менеджмент включає чотири основні функції:

- здійснення природоохоронного законодавства;
- контроль за екологічною безпекою;
- забезпечення проведення природоохоронних заходів;

- досягнення узгодженості дій державних і громадських органів.

Ринково орієнтована економіка охоплює такі групи функцій екологічного менеджменту: реструктуризація виробництва, приватизація, створення конкурентного середовища і ринкового ціноутворення.

На рівні підприємства до загальних функцій управління належить:

- формування екологічної політики;
- визначення екологічних цілей та завдань відповідно до екологічної політики;
- розроблення стратегічного плану реалізації екологічної політики;
- розроблення та реалізація програми екологічного управління;
- формування екологічної свідомості та мотивування;
- ведення документації екологічного менеджменту;
- оперативне управління, аналіз та вдосконалення.

Виконання системоутворювальних функцій екологічної політики, визначення екологічних цілей і завдань, розроблення та реалізація екологічної програми здійснюється за допомогою екологічної експертизи. Екологічна експертиза – це науково-практична діяльність спеціально уповноважених державних органів, еколога-експертних формувань та об'єднань громадян, що ґрунтується на міжгалузевому екологічному дослідженні, аналізі та оцінці передпроектних, проектних та інших матеріалів чи об'єктів, дія яких впливає або може негативно впливати на стан довкілля та здоров'я людей.

Основними завданнями екологічної експертизи є визначення ступеня екологічного ризику й безпеки суб'єкта господарської діяльності; встановлення відповідності вимогам екологічного законодавства; оцінка впливу різних об'єктів на довкілля, здоров'я людей та можливих негативних екологічних наслідків.

Основними принципами екологічної експертизи є:

- гарантування безпечного життя довкілля;
- наукова обґрунтованість життя довкілля;

– державне регулювання та законність.

Державну екологічну експертизу об'єктів загальнодержавного і міжобласного значення проводить управління екологічної системи України, об'єктів місцевого значення – відділи екологічної експертизи обласних управлінь екологічної безпеки.

Законом «Про екологічну експертизу», прийнятим Верховною Радою України у 1995 р., передбачено державне регулювання і управління в галузі екологічної експертизи, статус експерта, обов'язки замовників експертизи, порядок проведення експертизи, її фінансування, відповідальність за порушення та міжнародне співробітництво [31].

Висновки громадської експертизи направляють в органи, що здійснюють державну екологічну експертизу, центральні й місцеві влади, замовникам проекту.

4.2. Охорона праці

Охорона праці в нашій країні охоплює заходи по подальшому полегшенні умов праці на основі механізації важких і шкідливих виробничих процесів, широкому впровадженню сучасних засобів охорони праці, усуненню причин, що породжують травматизм і професійні захворювання робітників. Вона тісно пов'язана з умовами праці.

Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях в умовах сільського виробництва – важливе завдання, вирішення якого забезпечить нормальні умови праці працівниками сільського господарства. Це заходи по подальшому поліпшенню і оздоровленню умов праці, широкому впровадженню сучасних засобів безпеки, усуненню причин, що породжують травматизм, створенню на виробництві необхідних гігієнічних і санітарно-побутових умов.

Кожна людина і, безперечно, людина з вищою освітою повинна усвідомлювати важливість питань уникнення ризиків у житті та праці.

Охорона життя та здоров'я громадян у процесі їх трудової діяльності, створення безпечних та нешкідливих умов праці є одним з найважливіших державних завдань. Успішне вирішення цього завдання значною мірою залежить від належної підготовки фахівців усіх освітньо-кваліфікаційних рівнів з питань охорони праці.

З часу виникнення людської цивілізації кожна людина дбала про власну безпеку та безпеку своїх близьких так само, як і людству доводилось дбати про безпеку свого існування. Людська цивілізація досягає все більшої могутності, а проблема безпеки її існування стає все більш гострою. Актуальність проблеми охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях в світі значно зросла на початку третього тисячоліття. Сьогодні ця проблема стала пріоритетною для світової цивілізації.

При нанесенні покриттів на робочі поверхні робітник має справу з різноманітними пристроями та обладнанням.

Основними технічними засобами охорони праці в цьому випадку є захисні пристрої.

Для запобігання захоплення, удару робочими механізмами всі види передач різних верстатів і установок, які використовуються при відновленні гільз і нанесенні покриттів повинні мати огорожувальні пристрої - кожухи, щити, екрани, козирки, планки, бар'єри (суцільні та сітчасті).

Крім того застосовують: блокувальні пристрої (механічні, електронні, електричні, пневматичні, гідравлічні), пристрої, до яких відносяться системи захисту від ураження електричним струмом, пристрої сигналізації.

Для безпеки експлуатації при нормальному режимі роботи електроустановок необхідно забезпечити захисне заземлення.

При виявленні нагріву тертьових деталей, появі гару або диму верстат потрібно негайно зупинити і приступити до гасіння пожежі наявними засобами, викликати пожежну команду. Двигун, що загорівся, або електропроводку необхідно гасити сухим піском або вогнегасником (вуглекислотним або порошковим). При значному поширенні пожежі, коли

його не можна ліквідувати наявними на ділянці засобами, робітники будуть евакуюватися через задалегідь передбачену необхідну кількість дверей.

Запропоновано пристосування для нанесення покриттів на поверхні зношених деталей. Характерною особливістю є використання різноманітних хімічних речовин.

Поряд з хімічними небезпечними і шкідливими факторами технологічний процес характеризується і фізичними факторами: шумом, вібрацією, запиленістю та ін.

Щоб захистити працюючих від запиленості, шуму і вібрації потрібно встановити в приміщенні вентиляцію, кондиціонери, звукоізолюючі кожухи, екрани, стіни, перетинки, які виготовляють із щільного матеріалу.

Також для працівників повинні проводитись всі потрібні інструктажі і навчання з охорони праці, повинен бути журнал з проведення інструктажів, з відповідними замітками.

Всяке порушення аналітичної цілості організму або його функцій внаслідок дії на людину, дії будь-якого небезпечного фактору визначається як травма.

Аналіз небезпечних умов, які існують чи виникають безпосередньо на виробництві показав, що їх можна поділити на групи, які:

- характеризують стан або рівень безпеки виробничого обладнання або певного робочого місця, конструктивні недоліки конкретного вузла чи машини;
- спонукають працюючого допускати помилки у процесі роботи, низька кваліфікація працюючого та рівень знань з охорони праці;
- створюють можливість проникнення працюючого у небезпечну зону в наслідок відсутності відповідного контролю за дотриманням правил з охорони праці, та інші.

Якщо внаслідок аварії технічної системи виникли травми у людей, то сам випадок травми необхідно розглянути як подію, що є наслідком аварії. Це стосується тих систем, у яких підсистемами одночасно є машина і

людина. Якщо при функціонуванні таких систем з ладу вийшла машина, раптово припинивши свої функції внаслідок руйнування окремих деталей або самої машини, і це привело до значного матеріального збитку, то таке випадкове явище необхідно назвати аварією.

Усі явища, що формують небезпечну ситуацію, мають повну достовірність виникнення, а це означає, що небезпечні умови (НУ), небезпечні дії (НД), небезпечні ситуації (НС) і наслідки таких ситуацій: аварія (А), травма (Т) і сприятлива подія належить до випадкових явищ.

Матеріальні системи поєднують у собі системи неорганічної природи (фізичні, хімічні, геологічні та ін.) і живі системи (клітини, найпростіші і високорозвинені організми, популяції, біологічні види, екологічні системи). Особливим класом матеріальних систем є соціальні системи (сім'я, колектив, державна політична система, суспільно-економічна формація). Ідеальною системою є поняття, гіпотеза, теорії, лінгвістичні і логічні побудови і т. ін. Штучною системою є система управління виробництвом, безпекою життєдіяльності і т. ін.

4.3. Техніко-економічне обґрунтування розробок

На підставі експериментальних досліджень зроблено розрахунок техніко-економічних показників застосування сівалки. Економічна ефективність визначалася на основі порівняння варіанту експериментальної сівалки СЗ-5,4-06 і базової СЗ-5,4-06.

Річний економічний ефект від застосування експериментальної сівалки СЗ-5,4-06 визначається за рахунок отримання прибутку, отриманої від реалізації врожаю насіння пшениці озимої сорту «Диканька», за мінусом додаткових капітальних вкладень на виготовлення експериментального комбінованого сошника [34].

Розрахунок експлуатаційних витрат проводиться на основі техніко-економічних показників базової і експериментальної сівалок, представлених в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Техніко-економічні показники сівалок з комбінованими і серійними сошниками для посіву насіння зернових культур

Показники	Числові значення	
	Сівалка з серійними сошниками	Сівалка з комбінованими сошниками
Агрегування	МТЗ-80/82	МТЗ-80/82
Обслуговуючий персонал, чол.	1	1
Коеф. використання часу зміни	0,75	0,75
Середньорічне (середньо сезонне) завантаження T_z , год.	120	120
Наробіток за 1 год. часу зміни $W_{год}$, га/год.	4,5	4,5
Відрахування на амортизацію, %	11	11
Відрахування на ремонт і ТО, %	11,7	11,7

За такою залежністю було розраховано годинну експлуатаційну продуктивність агрегатів $W_{год}$, га/год.:

$$W_{год} = 0,1B_p V_p K_n, \quad (4.1)$$

де 0,1 – коефіцієнт переведення квадратних метрів в гектари;

K_n – коефіцієнт переходу від технічної продуктивності МТА до експлуатаційної (0,7 ... 0,9);

B_p – ширина захвату МТА, м;

$W_{чб}$ – продуктивність базової машини;

$W_{че}$ – продуктивність експериментальної машини;

V_p – швидкість руху МТА, км / год.

За формулою визначалися витрати праці на одиницю роботи:

$$T_p = \mathcal{U} / W_{год}, \quad (4.2)$$

де T_p – трудомісткість роботи, люд.-год./га;

$W_{год}$ – годинна продуктивність МТА, га/год.;

\mathcal{U} – кількість працівників, які обслуговують МТА, чол.

Так само була розрахована питома витрата енергоресурсів (дизельного палива):

$$E_e = Nq_{нит}K_{\partial} / W_{\mathcal{U}}, \quad (4.3)$$

де E_e – витрата палива на га, кг;

K_{∂} – коефіцієнт, що враховує ступінь використання двигуна по потужності і часу;

N – потужність двигуна, кВт;

$q_{нит}$ – питома витрата палива, кг/кВт·год.

Розраховувалася собівартість одиниці роботи:

$$C = C_3 + C_a + C_p + C_2 + C_n, \quad (4.4)$$

де C_a – амортизаційні відрахування, грн./га;

C_p – витрати на ремонт;

C_3 – заробітна плата обслуговуючого персоналу, грн./га;

C_2 – витрати на ПММ, кг/га;

C_b – собівартість роботи базової;

C_n – накладні витрати, грн./га;

C_e – собівартість роботи експериментальної машини.

Заробітна плата C_3 грн./га обслуговуючого персоналу становить:

$$C_3 = C_4 \mathcal{U} K_3 / W_{\mathcal{U}}, \quad (4.5)$$

де C_4 – годинна тарифна ставка, грн.;

$W_{\mathcal{U}}$ – годинна продуктивність МТА, га/год.;

K_3 – коефіцієнт, що враховує різні види доплат і нарахувань;

\mathcal{U} – кількість працівників, які обслуговують МТА, чол.

Витрати на мастильні матеріали та пальне C_2 кг/га, будуть:

$$C_s = E_e \Pi_m K_z, \quad (4.6)$$

де E_e – питома витрата енергоресурсів, кг / га;

K_z – коефіцієнт, що враховує витрати на мастильні матеріали;

Π_m – ціна за 1 кг палива, 20,5 грн.

Витрати за одну годину роботи на ремонт C_p дорівнюватимуть:

$$C_p = B_{a1} / (100 T W \Upsilon), \quad (4.7)$$

де B – капітальні вкладення, грн.;

$a1$ – норма відрахувань на трактор (16,3%) і с/г. машину (20%),%;

W_Υ – годинна продуктивність МТА, га/год.;

T – річне завантаження машини (500 год.), год.

Річна економія експлуатаційних витрат E_p :

$$E_p = (C_x - C_n) T_0 W_\Upsilon, \quad (4.8)$$

де C_x , C_n – собівартість роботи відповідно для менш і більш економічного МТА, грн./га;

W_Υ – годинна продуктивність МТА, га/год.;

T_0 – завантаження МТА на даній операції протягом року, год.

Визначаємо з такою залежністю термін окупності L_o і рік додаткових капіталовкладень:

$$L_o = (B_n - B_x) / E_e, \quad (4.9)$$

де B_n – балансова вартість більш економічного агрегату, грн.;

B_x – балансова вартість менш економічного агрегату, грн.

У таблиці 4.2 наведені основні результати експлуатаційних витрат сівалки з серійними сошниками і сівалки з комбінованими сошниками

Результати розрахунку економічної ефективності використання експериментальної сівалки СЗ-5,4-06 з комбінованими сошниками, наведені в таблиці 4.3.

Таблиця 4.2 – Основні результати експлуатаційних витрат

Показники	Сівалка з серійними сошниками	Сівалка з експериментальними сошниками
Фонд оплати праці, грн./га	80,79	80,79
Амортизаційні затрати, грн./га	137,5	141,84
Затрати на ПР та ТО, грн./га	146,25	150,86
Затрати ПММ, грн./га	261,1	261,1
Сума затрат, грн./га	625,64	634,59

Таблиця 4.3 – Результати розрахунку економічної ефективності впровадження сівалки СЗ-5,4-06 з комбінованими сошниками для посіву насіння зернових культур

Показники	Сівалка з серійними сошниками	Сівалка з комбінованими сошниками
Балансова вартість сівалки, грн.	275000	296290
Урожайність зерна, т/га	2,81	3,12
Додаткові затрати на модернізацію, грн.	–	21290
Питомі експлуатаційні затрати, грн./га	625,64	634,59
Річна економія з урахуванням вартості додаткової продукції при нормативному річному навантаженні 120 год., тис. грн.	–	120,447
Річний економічний ефект з урахуванням вартості додаткової продукції при нормативному річному навантаженні 120 год., тис. грн.	–	119,319
Строк окупності додаткових капіталовкладень, рік	–	0,02

Аналіз таблиці 4.3 показав, що прямі експлуатаційні витрати у сівалки СЗ-5,4-06 з комбінованими сошниками збільшилися на 1,4% в порівнянні з сівалкою з серійними сошниками, але зростання врожайності склало 3,1 ц з 1 га. В результаті додаткові витрати окупляться за 0,02 року.

Висновок

Економічні розрахунки показали, що в результаті застосування сівалки СЗ-5,4-06 з з урахуванням вартості додаткової продукції від зростання врожайності пшениці на 11% в порівнянні з сівалкою з серійними сошниками. Річний економічний ефект при річному завантаженні 120 год. склав 119,3 тис. грн. на одну сівалку СЗ-5,4-06 з комбінованими сошниками. Термін окупності додаткових витрат на модернізацію склав 0,02 року.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Аналіз конструкцій сошників зернових сівалок показав, що сошники в недостатній мірі забезпечують необхідну якість посіву. Основними недоліками конструкцій сошників є розущільнення стінок і дна борозни, осипання борозни під час розкладки насіння по дну борозни, порушення сталого ходу сошників, підвищена нерівномірність розподілу насіння по дну борозни і травмування насіння дисками. Все це знижує якість посіву насіння зернових культур і призводить до зниження врожайності культури. Тому, найбільш перспективним напрямком розвитку конструкцій сошників сівалок є застосування комбінованих сошників з направлячами насіння і розпушувачами.

2. Кількість насіння заробленого в заданому шарі комбінованим сошником склало 84,7% (серійним – 67,1%), нерівномірність розподілу насіння по глибині загортання – 23,1% (25,6%), середня фактична глибина загортання насіння – 49,0 мм (51,3 мм), тяговий опір переміщенню комбінованого сошника $R = 126,8$ Н.

3. Середня фактична глибина загортання насіння сівалкою оснащеної комбінованими сошниками склала – 51,9 мм (серійними – 53 мм), відхилення глибини закладення – 1,21 мм (1,34 мм), кількість насіння заробленого в заданому шарі – 84,5 ... 84,9% (65,7 ... 68,4%), при нерівномірності розподілу насіння по глибині загортання – 24,7% (26,3%). Опір R переміщенню комбінованого сошника експериментальної сівалки при глибині закладення 51,9 мм і швидкості 11 км/год. становить 129,0 Н. Надбавка врожайності пшениці при посіві сівалкою з розробленими комбінованими сошниками склала 11%.

4. Річний економічний ефект з урахуванням вартості додаткової продукції склав 119 тис. грн. на одну сівалку СЗ-5,4-06 з комбінованими сошниками.