

**ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**Факультет інженерно-технологічний**  
**Кафедра технологій та засобів механізації аграрного виробництва**

Пояснювальна записка

до *дипломної роботи* на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»  
на тему: «Дослідження технологічного процесу сівби зернових культур  
по стерньовому фону»

Виконав: здобувач вищої освіти за  
освітньо-професійною програмою  
Технології і засоби механізації  
сільськогосподарського виробництва  
спеціальності 208 Агроінженерія  
ступеня вищої освіти «*магістр*» групи 4  
Краснокутський Віталій Валерійович  
Керівник: Горбенко О. В.  
Рецензент: Харак Р. М.

**Полтава – 2021 року**

## ВСТУП

При вирощуванні зернових культур сівба має особливе значення, оскільки від рівномірного розподілу насіння по площі живлення на заданій глибині, залежить поява дружніх сходів і в підсумку підвищення врожайності. Рівномірний розподіл насіння по площі живлення є однією з найбільш складних завдань при сівбі зернових культур. Оптимальне розміщення насіння по площі живлення на заданій глибині посіву можливе тоді, коли насіння розташовані на однаковій відстані одна від одної, або форма цієї площі - коло, або, близький до нього квадрат.

Дослідження в області землеробської науки і практики показують, що найкраща площа живлення для одного стебла пшениці – квадрат, зі стороною не менше 4,5 сантиметра, то на одному квадратному метрі повинно знаходитися приблизно 400 рослин. При цьому насіння знаходяться в однакових умовах по забезпеченості теплом, світлом, ґрунтовою вологою і поживними речовинами.

У більшості нині існуючих способів посіву, форма площі живлення вдає із себе витягнутий прямокутник із співвідношенням сторін рівним від 1:6 до 1:10. Це призводить до того, що велика частина площі поля залишається незасіяною, рослини виявляються тісно зближеними в рядках відносно один одного, потрапляючи в умови конкуренції між собою за поживні елементи, що згодом призводить до ослаблення їх у розвитку та загущення рослин у рядках, що збільшує засміченість поля і як наслідок знижує врожайність. Домогтися отримання оптимальної площі живлення рослин розмістивши їх рівномірно в ґрунті, можна лише при використанні всередині ґрунтового розкидного способу посіву зернових культур.

Одним з основних переваг всередині ґрунтового розкидного способу посіву є те, що даний спосіб посіву дозволяє одночасно поєднати кілька технологічних операцій, а саме: передпосівний обробіток з розпушуванням ґрунту і підрізання бур'янів, і операцію посіву з розподілом насіння і його

закладенням на необхідну глибину. В результаті застосування даного способу посіву вдається зменшити терміни проведення посіву, зменшити втрати ґрунтової вологи, рівномірно розподілити посівний матеріал по всій засівальній площі поля, зменшити кількість проходів посівного агрегату по полю, а так само знизити енерго- та ресурсні витрати [1, 2].

Однак, існуючі конструкції сошників для всередині ґрунтового розкидного посіву не забезпечують необхідну рівномірність і ширину розподілу насіння, що призводить до того, що насіння в ґрунті розподіляється нерівномірно, а незасіяних рядків на площі поля стає більше. У зв'язку з цим, підвищення рівномірності всередині ґрунтового розподілу насіння зернових культур є актуальною науково-технічною задачею.

Тому, дана робота спрямована на підвищення рівномірності всередині ґрунтового розподілу насіння зернових культур за рахунок розробки і обґрунтування конструктивних параметрів розподільника сошника стерньової сівалки.

**Мета дослідження.** Підвищення рівномірності всередині ґрунтового розподілу насіння зернових культур.

**Об'єкт дослідження.** Процес всередині ґрунтового розподілу насіння зернових культур.

**Предмет дослідження.** Вплив конструктивних параметрів розподільника сошника для всередині ґрунтового розкидного посіву на рівномірність розподілу насіння зернових культур по засівальній площі.

**Методика досліджень.** Теоретичні дослідження виконані з використанням принципів класичної механіки, математичного аналізу, моделювання та ін. Експериментальні методи використовувалися при проведенні лабораторних і лабораторно-польових досліджень з використанням теорії багатофакторного експерименту, математичної статистики.

**Теоретична та практична значущість.** Результати теоретичних і експериментальних досліджень можуть бути використані при розробці робочих органів для всередині ґрунтового розкидного способу посіву.

## РОЗДІЛ 1

### СТАН ПИТАННЯ ТА ВИБІР НАПРЯМКУ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 1.1. Агротехнічні вимоги до посіву зернових культур

Сучасною наукою і передовою практикою доведено, що для досягнення високих показників врожайності і створення всіх необхідних умов для нормального росту і розвитку сільськогосподарських рослин, необхідно розмішати не максимальну кількість рослин на одиницю площі, а домогтися оптимального за густотою і рівномірністю розміщення рослин по всій площі живлення. Для цього необхідно вдосконалювати існуючі машини для обробітку сільськогосподарських рослин [3, 6].

Одним з перспективних способів обробітку зернових культур в Україні вважається використання комбінованих агрегатів, які зменшують кількість і глибину обробітку ґрунту, та які суміщають декілька технологічних операцій в один процес [3,10, 12].

Якість, а також величина врожаю вирощуваних сільськогосподарських культур, в значній мірі залежить від стану і передпосівної підготовки ґрунтів, а також від правильного проведення посіву насіння [3,9,10].

Для забезпечення найкращого розвитку і росту рослин, необхідно підготувати ґрунт, згідно агротехнічним вимогам для ґрунтово-кліматичних умов даного району обробітку. Серед агротехнічних вимог до посіву, можна виділити чотири основні: рівномірний розподіл насіння по засівальній смузі, дотримання норми висіву, необхідна глибина закладення і час посіву насіння, при дотриманні яких досягається найкраща врожайність.

Одним з найбільш важливих агротехнічних вимог для обробітку будь-якої сільськогосподарської культури є рівномірний розподіл посівного матеріалу по засівальній площі поля. Це пов'язано з тим, що кожній рослині повинна бути забезпечена певна площа, для отримання ним необхідної кількості поживних речовин, сонячного світла, ґрунтової вологи, тепла і.т.д. -

такою площею називають площу живлення рослини. Це площа, яку займає одна рослина і забезпечує сприятливі умови для її росту і розвитку. Вона залежить від виду оброблюваної культури, кількості рослин, що припадають на 1 м<sup>2</sup> (або на 1 га.), а також від тривалості вегетаційного періоду рослини, ступеня розгалуження і куціння та зволоженості зони обробітку. Чим менше необхідна (оптимальна) площа живлення кожної рослини, тим більше рослин можна розмістити на одній і тій же засівальній площі [10, 12].

Відомо, що врожайність зернових культур тим вище, чим більш рівномірна площа живлення для кожної окремої рослини в ґрунті. Оптимальна площа поля з відповідною товщиною ґрунту і об'ємом повітря, які припадають на одну рослину в посіві або насадження є така площа, при якій досягається максимальні показники врожайності даної культури при найменших енерго-ресурсних витратах.

Рослини, які мають оптимальну площу живлення і гарну освітленість, краще кушаться, ростуть швидше, мають міцні стебла, у таких рослин колос довше, а зерно повноцінніше, в порівнянні, з рослинами з недостатньою освітленістю. На практиці, як правило, найбільш високі показники продуктивності рослин досягається при площі живлення, за формою близькою до квадрата, при якій створюються відносно сприятливі умови для рослин: краще засвоювати поживні речовини з ґрунту і використовувати сонячну енергію.

Кількість схожих насінин в штуках або кілограмах необхідних для висіву на гектар засівальної площі називається нормою висіву. Якщо норма висіву насіння буде менше рекомендованої, то внаслідок цього зменшиться кількість рослин, що призведе до зниження врожайності. Збільшення норми висіву також призводить до нераціональної витрати посівного матеріалу, зайвої густоти рослин, що веде до зниження площі живлення кожної окремо взятої рослини, внаслідок чого рослини починають конкурувати між собою за отримання поживних речовин, що також тягне за собою зниження врожайності і схожості рослин. Тому на кожному гектарі землі необхідно

висіяти оптимальну кількість насіння для досягнення максимальної схожості насіння оброблюваної культури для даного району, однак, необхідно враховувати, що врожайність залежить не тільки від кількості рослин на засівальній площі, а й від продуктивності кожної окремої рослини [13].

У зв'язку з цим до розподілу насіння і норми висіву ставляться такі вимоги:

- середня нерівномірність висіву між окремо взятими висіваючими апаратами не повинна перевищувати 3% для зернових культур і 4% для бобових;

- відхилення загального висіву насіння від заданої норми не повинно перевищувати 3%;

- кількість насіння в кожному рядку повинно бути однаковим і відповідати встановленим нормам, відхилення загального висіву від норми допускається не більше  $\pm 3$ ;

- коливання ширини міжрядь має бути не більше: у основних  $\pm 1$  см, суміжних сівалок  $\pm 2$  см, суміжних проходів  $\pm 5$  см.

Глибина посіву – відстань від поверхні ґрунту до нижньої частини посадженого зерна. Глибина посіву, при якій забезпечується найбільша повнота сходів, вважається оптимальною. Залежно від особливості висіваємої культури, розмірів насіння, а також від ґрунтово-кліматичних умов в районі обробітку глибина посіву може змінюватися. Середня глибина закладення озимих зернових становить від 4 до 6 см., ярих зернових 5-7см. Зменшення глибини посіву може привести до вимерзання сходів озимих і не дружних сходів ярих. Надлишкова глибина закладення призводить до ослаблення і загибелі сходів. Також насіння необхідно закладати на задану глибину у вологий ґрунт і забезпечувати насінню хороший контакт з ґрунтом [12].

До глибини загортання насіння ставляться такі вимоги:

- відхилення від заданої глибини закладення не повинно перевищувати більше 15%, при глибині загортання 3 ... 4, 4 ... 5 і 6 ... 8 см. Відповідно  $\pm 0,5$ ;  $\pm 0,7$  і  $\pm 1,0$  см;

- сошники повинні створювати злегка ущільнене дно борозни, глибина борозен повинна бути однакова;

- не допускаються не зароблене насіння на поверхні поля;

- неприпустимо поява між ґрунтом і насінням повітряного прошарку.

Також не останню роль на розвиток рослин впливає і час посіву. Посів повинен проводитися строго в агротехнічні встановлені терміни для даного району обробітку. Оптимальні терміни для проведення посіву визначають наявністю в ґрунті всіх необхідних умов для проростання насіння таких як: тепло, волога, повітря та ін. Основним показником оптимального строку сівби кожної культури, висіваємої навесні, є температура ґрунту, при якій проростає насіння. Пізній посів, як правило, веде за собою значне зниження врожайності.

## **1.2. Аналіз способів посіву зернових культур**

Розміщення насіння в ґрунті, площа живлення кожної рослини, її форма на практиці визначаються обраним способом і нормами посіву. Вибір раціонального способу посіву для конкретного району обробітку дозволяє домогтися найбільш інтенсивного формування врожаю при мінімальних виробничих витратах.

У практиці сільськогосподарського виробництва знайшли застосування наступні способи посіву зернових культур, які розглянуті нижче.

Рядовий посів – на сьогоднішній день є найпоширенішим способом посіву зернових, овочевих, технічних та інших культур, що використовується в сільському господарстві нашої країни. Насіння висівають з відстанню між рядами (міжряддями) 12 ... 15 см, а глибину загортання насіння вибирають в залежності від виду висіваємої культури, а також від ґрунтових і кліматичних

умов. Глибина загортання варіюється 1 ... 10 см, оскільки саме на цю глибину загортання насіння пристосовані робочі органи (сошники) борозновідкриваючих сівалок. Залежно від засіваємої культури і норми висіву насіння на гектар також змінюється відстань між рослинами. У районах, які схильні до вітрової та водної ерозії, насіння висівають з міжряддями 23 см. Насіння в рядках розташовуються не рівномірно, але середнє значення відстані між насінням не перевищує встановлені межі 1,5 ... 2,0 см один від одного. Цим способом посіву висівають насіння сільськогосподарських культур, які дають хороший урожай при невеликій площі живлення кожної рослини (близько 30 см<sup>2</sup>). До цих культур відносяться зернові, горох, гречка, однорічні та багаторічні трави та ін. [9, 13].

Недоліком рядового способу посіву, проведеного сівалками з міжряддями в 12 ... 15 см, є недосяжність рівномірного розподілу насіння в рядках.

Рослини в рядках знаходяться тісно зближеними відносно один одного, потрапляючи в умови жорстокої конкуренції між собою, що згодом призводить до ослаблення в розвитку і появи підгону на фазі кушіння, а також до випадів рослин. Між рядками є значні проміжки, в яких з'являються сходи бур'янів; на перших порах сходи культурних рослин недостатньо пригнічують сходи бур'янів, що призводить до засмічення поля і зниження розвитку рослин.

Удосконалення рядового посіву з метою отримання більш рівномірних по площі живлення способів посіву призвело до появи перехресного і вузькорядного посівів.

Вузькорядний посів – проводять з міжряддям 7 см при тій же нормі висіву, що і у рядового посіву. При даному способі посіву відстань між насінням, що знаходяться в рядках знижується в 2 рази в порівнянні з рядовим посівом. Площа живлення при вузькорядному посіві наближається до прямокутника зі сторонами 7,5x1,3см, що сприяє поліпшенню розвитку

рослин і знижує забур'яненість полів [3, 10, 17]. Незасіяна площа поля при використанні даного способу посіву досягає 30% [10].

При вузькорядному посіві родючість ґрунту і сонячна енергія для рослин використовуються значно повніше внаслідок чого, зростає врожайність.

До застосування вузькорядних сівалок для посіву зернових, практика передових господарств в прагненні усунути недоліки звичайного рядового сівби розробила новий агротехнічний прийом – перехресний посів.

Перехресний посів – виконують за два проходи в двох взаємно перпендикулярних напрямках з шириною міжрядь 12 ... 15см. При проході сівалки в кожному напрямку висівають половинну норму висіву на 1 га. Це призводить до того, що відстань між насінням в ряду збільшується в 2 рази в порівнянні з рядовим посівом, розміщення насіння по площі відбувається більш рівномірно, що значно підвищує врожаї, покращуючи умови зростання окремих рослин і сприяючи пригнічення бур'янів. Площа, яку займає рослина при даному способі посіву, становить близько 50% [13, 14].

Основним недоліком перехресного посіву є те, що дворазова операція підвищує кількість часу посіву, праці, виробничих витрат енергії і паливно-мастильних матеріалів. Однак практика показала, що в зв'язку зі значним підвищенням врожаю на 15-20% перехресний посів зернових виявляється економічно вигідним. А додаткові витрати можуть бути зменшені при правильній організації перехресного посіву (перехресно-діагональний посів при беспетлевому русі агрегату) [6, 7].

Оскільки для досягнення найкращих умов розвитку і зростання кожної окремої рослини можна домогтися лише при рівномірному розподілі рослин по засевальній смузі і забезпеченні для кожної рослини площі живлення, що наближається до квадрату, вдосконалення існуючої технології обробітку рослин дозволило розробити агрегати для застосування всередині ґрунтового розкидного способу посіву зернових культур.

Робочий орган цих машин виконаний на основі стрілкової лапи культиватора, який за один прохід дозволить виконати кілька робочих операцій по обробітку ґрунту перед посівом, а саме: розпушування ґрунту і підрізання бур'янів, а так само посів насіння. В результаті застосування такого способу посіву вдається досягти зниження часу посіву, втрат випаровування вологи в ґрунті і також домогтися рівномірного розміщення рослин по засівальній площі, що в результаті призведе до підвищення врожайності [3, 4, 7, 10].

Розкидний посів можна поділити на поверхнево-розкидний, всередині ґрунтового смуговий і всередині ґрунтового суцільний посів.

Поверхнево-розкидний спосіб посіву полягає в тому, що насіння по поверхні поля розкидаються спеціальними розкидачами, або вручну, а потім бороною закладаються в ґрунт.

Недоліком даного способу посіву є те, що насіння закладаються не рівномірно, на різну глибину, а частина насіння залишається заробленим на поверхні поля, внаслідок цього сходи з'являються не одночасно, що ускладнює боротьбу рослин з бур'янами. Насіння ж, закладене занадто глибоко або не зароблене, зовсім не дають сходів. У зв'язку з цим, в даний час даний спосіб посіву використовується тільки для посіву насіння трав на пасовищах і луках. Також розкидний спосіб посіву застосовується на надмірно зволжених ґрунтах і в інших специфічних умовах для посіву гречки і рису, коли не можна користуватися наземними посівними агрегатами.

Всередині ґрунтового смуговий посів полягає в тому, що насіння при такому способі посіву розподіляються смугами різної ширини. Недоліком даного способу посіву є те, що, як і у випадку з перехресним способом посіву, насіння в засівальних смугах розподіляються не рівномірно, а частина засівальної площі поля залишається незасіяною [3, 4, 5, 7]. Останнім часом цей спосіб сівби витіснив всередині ґрунтового розкидний посів.

Всередині ґрунтовий розкидний спосіб посіву відрізняється від вище перелічених способів тим, що при його використанні насіння вирощуваних культур розподіляються в ґрунті рівномірно, по всій ширині посівного агрегату без незасіяних проміжків. При такому розміщенні насіння їх конкуренція зведена до мінімуму, а кожній рослині забезпечується оптимальна площа живлення, що призводить до поліпшення польової схожості насіння, значно краще загальному розвитку рослин, збільшення діаметра і висоти стебла збільшення кількості насіння в колосі і ваги окремо взятого зерна. Також зменшується загибель рослин в період вегетації і знижується засміченість поля за рахунок пригнічення здоровими рослинами бур'янів. У порівнянні з вузькорядним способом даний спосіб посіву дає прибавку у врожайності від 10% до 30% [16, 25].

З вищесказаного можна зробити наступний висновок. Серед існуючих на сьогоднішній день способів посіву, найбільш перспективним є всередині ґрунтовий розкидний, оскільки він забезпечує оптимальну площу живлення для кожної окремо взятої рослини, підвищує рівномірність розподілу насіння, що в кінцевому підсумку призводить до збільшення врожайності, при мінімальних енерго-ресурсних витратах.

### **1.3. Аналіз існуючих конструктивних схем зернових сівалок і робочих органів**

Серед існуючих в даний час агрегатів для проведення посіву зернових культур, найбільшого поширення набули сівалки для рядового посіву.

Основними моделями зернових сівалок для рядового посіву, що випускаються вітчизняними виробниками, є зернові сівалки сімейства СЗ-3,6.

Сівалка СЗ-3,6 (рисунок 1.1) – це гідрофікована, універсальна, причіпна, зернотукова сівалка, призначена для рядового посіву насіння зернових і зернобобових культур з можливістю одночасного внесення мінеральних добрив. Агрегується з тракторами тягового класу 1,4 т.



Рисунок 1.1 – Загальний вигляд зернотукової сівалки СЗ-3,6 (СЗФ-3600)

При посіві без добрив обидва відділення заповнюються насінням. При цьому закривають заслінки туковисіваючих апаратів і відкривають заслінки в перегородках.

При проведенні посіву привід катушок висівних апаратів, за рахунок зірочок, здійснюється від коліс сівалки.

Переваги сівалок СЗФ-3600:

- посилений центральний брус рами, виключає прогин агрегату;
- обсяг бункера збільшений до 1,0 т.
- порошкове фарбування бункера значно збільшує його термін служби, захищає від корозії;
- широка гума за розміром рівномірно розподіляє навантаження агрегату на ґрунт;
- встановлено сошник зі зміщенням – виключає забивання сошників бур'янами і пожнивними залишками, зменшує тяговий опір, дозволяє працювати з вологим ґрунтами без налипання ґрунту на леміш.

Диск сошника виготовлений зі сталі з вмістом бору, товщина – 3 мм. Ресурс диска збільшений в два рази в порівнянні з вітчизняними аналогами.

На диску сошника і корпусі присутнє клеймо виробника - гарантія якості і захист від підробки:

- в маточину сошника встановлений дворядний підшипник кочення, який значно збільшує термін служби даного вузла.

- єдина конструкція вузла («сошник - коток») дозволяє налаштовувати сошник на певну глибину загортання насіння з інтервалом до 1 см, що позитивно впливає на рівномірну схожість та збільшення врожайності.

Норма висіву задається регулюванням робочої довжини катушки, груповим регулюванням висівних апаратів і зміною частоти обертання валу висівних апаратів.

Сівалки даного типу зарекомендували себе, як агрегати з високою прохідністю посівом насіння на непідготовлених посівних площах. Наявність прикочуючих котків дозволяє поєднати за один прохід посів з коткуванням, що знижує експлуатаційні витрати.

Основним недоліком сівалок даного сімейства є те, що застосовувані в їх конструкції дводискові сошники, не відповідають повною мірою новим агротехнічним вимогам, що пред'являються до глибини загортання насіння. Також дані сошники достатньо складні у виготовленні і експлуатації, а самі сівалки здатні здійснювати лише рядовий посів, а як було зазначено вище, при рядовому посіві відбувається нераціональне використання посівних площ [11, 14].

Наступним напрямком в розвитку конструкцій зернових сівалок стало впровадження і застосування пневматичних систем в сівалки і посівні комплекси.

Серед різних зарубіжних фірм, виробляють сівалки і посівні агрегати, найбільшого поширення серед фермерів отримали механічні сівалки, оскільки вони універсальні і мають велику ширину захвату, до того ж існує можливість роботи даних сівалок зі зчпним транспортним пристроєм. Однією з таких моделей зарубіжних сівалок є сівалка MEGA 600 виробництва італійської фірми Maschio Gaspardo SpA (рисунок 1.2). Ширина

захвату даної сівалки становить 6 і 12 метрів з шириною міжряддя 13,6 см. Робоча швидкість сівалки досягає до 15 км/год.



Рисунок 1.2 – Загальний вигляд навісної зернової сівалки Maschio Gaspardo MEGA 600

Дводискові сошники, призначені для мінімально оброблених ґрунтів, а також ґрунтів з великою кількістю рослинних залишків на поверхні. Легко заглиблюються в твердий ґрунт, можуть оснащуватися спеціальними прикочувальними коліщатками для поліпшення контакту насіння з ґрунтом і проростання насіння.

Є можливість висіву пшениці, різних круп, люцерни, сої та інших пересічних культур на попередньо підготовленому ґрунті з одночасним внесенням добрив.

Простота і надійність настройки норми висіву насіння і добрив, легкість і доступність настройки глибини закладення, дозволяють виконати сівбу максимально якісно і в оптимальні терміни. Система довантаження кожного сошника дозволяє не тільки надрізати культиваторну подошву, і покласти насіння трохи нижче глибини культивації в гарантовану вологу, але

також, при грамотних налаштуваннях, дає можливість витримувати задану глибину висіву по сліду тракторів і культиваторів, що залишився від попередніх обробок.

Нові телескопічні насіннепроводи дають можливість прекрасно працювати з будь-якими дрібно насінневими культурами. Основні переваги навісної зернової сівалки Maschio Gaspardo MEGA 600 полягають в наступному:

- наявність S - подібних стійок на рамі сівалки, встановлених по сліду трактора дозволяє закрити колію, а встановлені за сошниками пружинні борінки прекрасно справляються з роллю загортача, залишаючи за сівалками рівний фон без борозен.

- норма висіву сівалки регулюється плавною зміною швидкості обертання висівних котушок, що дозволяє виконати посів різних культур.

- одночасне внесення мінеральних добрив дозволяє підтримувати рослини на початкових стадіях розвитку і підвищити врожайність.

- мінімальна відстань падіння зерна від котушки до сошника, дозволяє отримати точне дозування і рівномірний розподіл зерна по площі.

- дводискові сошники оснащені пружинами тиску, які дозволяють копіювати рельєф ґрунту і виконувати посів на задану глибину. Навіть при високій швидкості роботи дотримання заданої глибини дводисковим сошником залишається ідеальним.

- встановлена за сошниками дворядна пружинна борона для заробляння зерна в ґрунт і створення на поверхні дрібно грудкової структури, запобігає випаровуванню вологи з ґрунту. [8].

До недоліків даної сівалки можна віднести використання рядового посіву, що призводить до нерівномірного використання посівної площі поля, конкуренції між рослинами і як наслідок зниження врожайності і польової схожості насіння. Також до недоліків даного агрегату можна віднести складність конструкції сівалки її високу вартість, а також високу вартість її обслуговування.

Удосконалення існуючих технологій обробітку рослин призвело до впровадження в сівалки робочого органу у вигляді сошника на основі культиваторної лапи, який дозволяє виконувати одночасно посів і розпушування ґрунту з підрізанням бур'янів.

Сівалка-культиватор СЗС-2,1Л призначена для смугового способу посіву зернових, дрібно і середньо насінневих бобових культур з одночасним суцільним розпушуванням поверхні поля, повним підрізанням бур'янів, внесенням гранульованих мінеральних добрив і коткуванням ґрунту засіяних смуг на стерньових фонах в районах, схильних до вітрової ерозії і з недостатнім зволоженням ґрунту. Сівалка має ширину захвату – 2,05 м, продуктивність сівалки становить 15 гектар за одну зміну, робоча швидкість при проведенні посіву становить 9 км/год. Залежно від поставлених завдань і агрокліматичних умов району обробітку, агрегується з тракторами при використанні одного агрегату 1,4 т; при використанні багатосівалкового агрегату – від 2 до 5 т. Сівалка СЗС-2,1Л забезпечує якісний посів на ґрунтах, що мають різний механічний склад відносна вологість яких не перевищує 20%.

Аналіз існуючих конструкцій сівалок і посівних агрегатів, застосовуваних, для посіву зернових культур показав, що основним напрямком у розвитку посівних агрегатів є створення посівних машин з робочими органами у вигляді стрілкової лапи для безрядкового, суцільного посіву, що працюють за ресурсозберігаючими технологіями обробітку зернових культур, що дозволяють проводити за один прохід кілька технологічних операцій. Однак існуючі сівалки і посівні агрегати використовують рядовий або смуговий способи посіву зернових культур, які призводять до нераціонального використання посівної площі. У зв'язку з цим необхідно розробити конструкцію сошника стерньової зернової сівалки для здійснення суцільного всередині ґрунтового розкидного посіву зернових культур. Оскільки сівалка СЗС-2,1 в даний час набула широкого поширення, як в невеликих фермерських господарствах, так і у великих

сільськогосподарських підприємствах, і на її базі випускаються сівалки СКП-2,1.

В даний час для всередині ґрунтового розкидного посіву насіння використовуються розподільники посівного матеріалу різних конструкцій, в яких розподіл посівного матеріалу в підсошниковому просторі відбувається лише за рахунок геометричної форми розподільника. У реальних, виробничих умовах більшість розроблених конструкцій сошників для всередині ґрунтового розкидного способу посіву не забезпечують необхідну ширину розподілу насіння в підсошниковому просторі [13].

Спроби створення першого сошника для всередині ґрунтового розкидного посіву насіння зернових культур робилися на початку 30-х років професором К.М. Васильєвим. У ньому в якості наральника використовувалася плоскорізальна культиваторна лапа, з розташованим під нею розкидачем насіння.

Однак дані сошники не набули широкого поширення, оскільки лапи з великою шириною захвату збільшували тяговий опір посівного агрегату і погіршували його прохідність.

У зв'язку з цим, в даний час триває робота по створенню робочих органів для всередині ґрунтового розкидного посіву, які будуть відповідати сучасним агротехнічним вимогам до посіву. Розглянемо сучасні конструкції робочих органів для здійснення всередині ґрунтового розкидного способу посіву.

Леміш для всередині ґрунтового розкидного посіву (рисунок 1.3) [12].

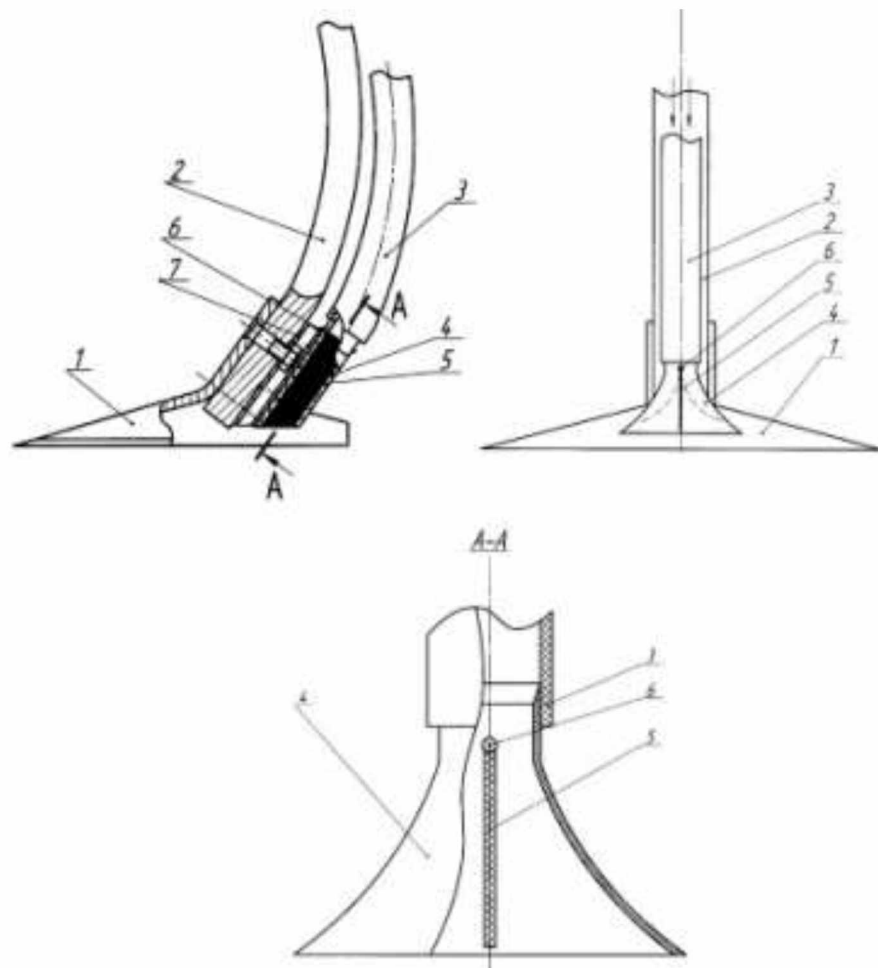


Рисунок 1.3 – Леміш для всередині ґрунтового розкидного посіву: 1 - стрілочата лапа; 2 - стійка; 3 – насінне-повітрепровід; 4 - розподільник насіння; 5 - еластичний розсіювач; 6 - вісь; 7 - тримач

Робота даного сошника здійснюється наступним чином: посівний матеріал надходить з висівного апарату в насіннепровід, де підхоплюючись потоком повітря подається в розподільник насіння, де під впливом повітряного потоку еластичний розсіювач приводиться в коливальний рух тим самим проводячи розподіл посівного матеріалу в підсошниковому просторі стрілчастої лапи.

Однак даній конструкції сошника притаманні такі недоліки. Застосування обраної конструкції розподільника сприяє розподілу посівного матеріалу по краях стрілчастої лапи, внаслідок чого середина засівальної сошником смуги залишається засіяною, що призведе до нерівномірного

розподілу посівного матеріалу на посівній площі поля; застосування розподілу насіння повітряним потоком неминуче призведе до травмування посівного матеріалу; вартість виготовлення конструкції сошника.

Леміш для розкидного посіву (рисунок 1.4) [12] складається з розподільника насіння 2, виконаного у вигляді штока, що має форму тіла обертання, верхня частина якого представляє собою конус 3 з прямолінійною твірною. Середня частина - циліндр 9 з розсікачами потоку насіння у вигляді поздовжніх ребер по всій його довжині, розташованих відносно один одного на кут 100-130°. Нижня - усічений конус 4 з криволінійною твірною, що знаходиться в зоні розкиду насіння, дальність польоту після відскоку якого від неї регулюється шляхом підйому або опускання розсікача 2 і фіксації за допомогою болтів.

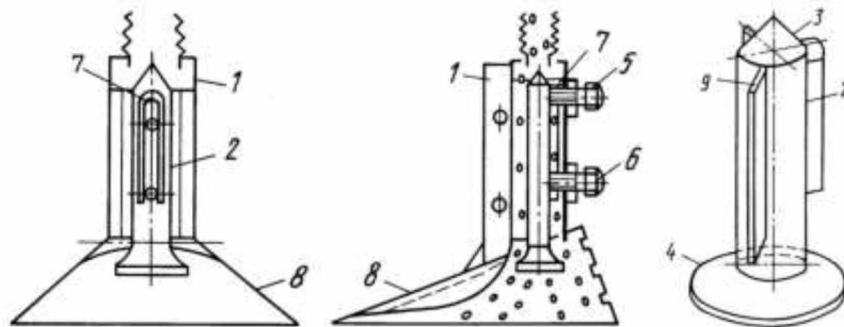


Рисунок 1.4 – Леміш для розкидного посіву: 1 - стійка-насіннепровід; 2 - шток; 3 - конусна частина штока з прямолінійною твірною; 4 - криволінійна твірна штока; 5,6 - регулювальні болти; 7 - відбивач; 8 - стрілочаста лапа; 9 - розсікачі насіння

Леміш працює наступним чином: насіння, що надходять в леміш, знаходиться в стані вільного падіння всередині підводячого насіннепроводу, спочатку у верхній частині порожньої стійки-насіннепроводу 1 потрапляють на верхню конусну частину 3 штока, де здійснюється перший етап їх рівномірного розподілу в насіннепровід. Потік насіння за допомогою розсікачів 9 розподіляється за трьома поздовжніми напрямними каналам. Три

розосереджених потоки насіння потрапляють на нижню частину штока 2 з криволінійною твірною 4, після відскоку, від якої рівномірно розподіляються в борозні по всій ширині захвату лапи. Частину насіння, що потрапила після відскоку від верхньої конусної частини 3 штока на відбивач 7, розподіляється на ліву і праву частини заднього каналу. Дальність польоту насіння після відскоку його від криволінійної твірної 4 штока регулюється шляхом його підйому або опускання за допомогою болтів 5, 6.

Недолік даного сошника полягає в тому, що при проходженні декількох ступенів розподілу, насіння втрачає свою кінетичну енергію, внаслідок чого максимальна дальність відскоку знижується. Також до недоліків можна віднести складність у виготовленні розподільника, його регулювання та схильність розподільника до забивання насінням.

Також, для підґрунтового розкиду насіння використовуються сошники з активним розкидальним диск. За таким принципом працює сошник для всередині ґрунтового розкидного посіву (рисунок 1.5) [17].

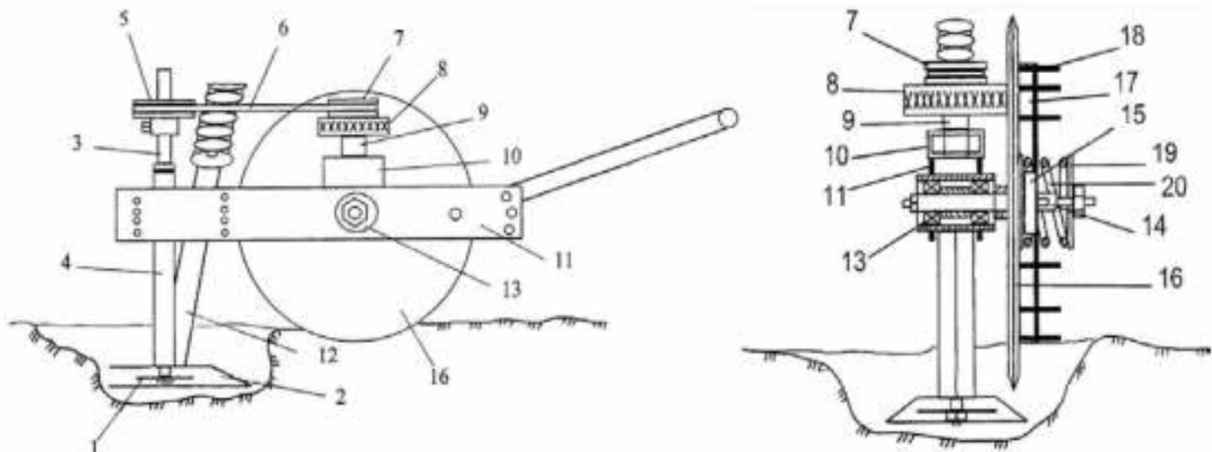


Рисунок 1.5 – Леміш для всередині ґрунтового розкидного посіву: 1 - розкидальний диск; 2 - ніж; 3 - вертикальний вал; 4 - порожниста стійка; 5 - ведений шків; 6 - клиновидний ремінь; 7 - провідний шків 8 - каток; 9 - вісь; 10 - труби; 11 - пластинчасті повідці; 12 - трубчастий насіннепровід; 13 - корпус; 14 - валик; 15 - маточина; 16 - приводний диск; 7 - обмежувальне кільце; 18 - ґрунтозачеп; 19 - шайба; 20 - спіральна пружина

Розподіл насіння в даній конструкції сошника відбувається за рахунок застосування активного розподільника, який приводиться в рух за допомогою

пасової передачі від приводного диска сівалки. Основним недоліком даної конструкції є її велика металоємність, а також складність в її виготовленні та збирання. Також через прослизання розкидального ножа при зносі фрикційного матеріалу обода підвищується травмування насіння.

Аналіз існуючих робочих органів для розкидного посіву показав, що можна виділити наступні основні способи здійснення розподілу посівного матеріалу:

1. за рахунок застосування активних розподільників;
2. за рахунок використання енергії повітряного потоку;
3. за рахунок використання енергії вільного падіння.

Активні розподільники працюють за принципом обертального руху розподільника, що знаходиться в підсошниковому просторі [13], або за рахунок вібрацій здійснюваних спеціальним пристроєм, встановленим на стійці сошника [18]. Застосування даних розподільників дозволяє домогтися найкращого розподілу насіння, проте розподільники такого типу характеризуються конструктивною складністю, оскільки вимагають наявності додаткових пристроїв і приводних механізмів, які дорогі у виготовленні і значно знижують експлуатаційну надійність конструкції всієї сівалки.

Розглянувши конструкції існуючих сошників і застосовуваних в них розподільчих пристроїв, можна зробити висновок, що найбільш оптимальним типом розподільників насіння є розподільники пасивного дії, оскільки вони прості в конструкції і виготовленні, а також забезпечують високу рівномірність розподілу насіння по посівній площі поля. У свою чергу рівномірність розподілу посівного матеріалу при використанні розподільників пасивного дії обумовлена їх геометричною формою, отже, необхідно вибрати таку форму утворюючого розподільника, яка забезпечить найбільш рівномірний розподіл посівного матеріалу по всій ширині посівної сошником смуги.

## **Висновки, мета і завдання досліджень**

На підставі проведеного нами аналізу способів посіву зернових культур і існуючих посівних комплексів і агрегатів з різними конструкціями сошників, можна зробити наступні висновки:

1. Для забезпечення кожної окремої рослини оптимальною площею живлення і зниження конкуренції між рослинами, найбільш перспективним способом посіву зернових культур є всередині ґрунтовий розкидний. При його використанні поліпшується польова схожість насіння, значно краще відбувається зростання і розвиток рослин, зменшується їх загибель в період вегетації. В результаті чого, досягаються вищі показники врожайності.

2. Проведений аналіз наявних конструкцій сошників для всередину ґрунтового розкидного посіву показав, що більшість запропонованих конструкцій сошників виконані у вигляді закритих стрілчастих лап з розподільниками пасивного дії, оскільки такі типи розподільників відрізняються простотою конструкції, легкістю у їх виготовленні та кріпленні до сошнику. Однак недоліком конструкцій сошників з даним видом розподільників є недостатня дальність і рівномірність розподілу посівного матеріалу по ширині захвату сошника.

Відповідно до викладеного поставлені наступні задачі досліджень:

1. Провести аналіз літературних і патентних джерел і на його підставі визначити перспективний напрямок вдосконалення всередині ґрунтового розподілу насіння при посіві зернових культур.

2. Дослідити конструкцію сошника для всередині ґрунтового розкидного посіву, провести теоретичні дослідження процесу розподілу насіння в підсошниковому просторі і обґрунтувати конструктивні параметри розподільника насіння.

3. Визначити економічну ефективність від впровадження сівалки обладнаної сошниками для всередині ґрунтового розкидного посіву.

## РОЗДІЛ 2

### МЕТОДИКА І ОСНОВНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 2.1. Методика визначення рівномірності розподілу насіння

В ході проведення теоретичного дослідження, процесу взаємодії насіння з поверхнею розподільника, ми з'ясували, що ширина розподілу насіння і як наслідок рівномірність розподілу безпосередньо залежить від дальності польоту насіння після удару об поверхню розподільника. У свою чергу дальність польоту насіння залежить від наступних факторів:

1. форми поверхні розподільника;
2. кута розподільника, що визначає ширину розподілу насіння;
3. ексцентриситету установки насіннепровода відносно розподільника.

Для визначення рівномірності розподілу насіння по довжині в залежності від форми поверхні розподільника, нами була виготовлена лабораторна установка (рисунок 2.1). Лабораторна установка складається з підстави 1 з встановленим на ньому міліметровим папером, на якому нанесені радіальні півкола, штатива 3 з кріпленнями 4, на яких жорстко закріплений насіннепровід 5 з встановленим на ньому, механізмом подачі насіння 6. Під сім'япроводом встановлювалися досліджувані розподільники 2 з різною формою поверхні.

При проведенні експерименту використовувалися такі форми поверхні розподільників:

1. Плоский розподільник (встановлений під кутом  $45^\circ$  до горизонту).
2. Конусоподібний розподільник (твірна з нахилом до горизонту під кутом  $45^\circ$ ).
3. Розподільник, утворений кривою другого порядку (з твірною заданою рівнянням).

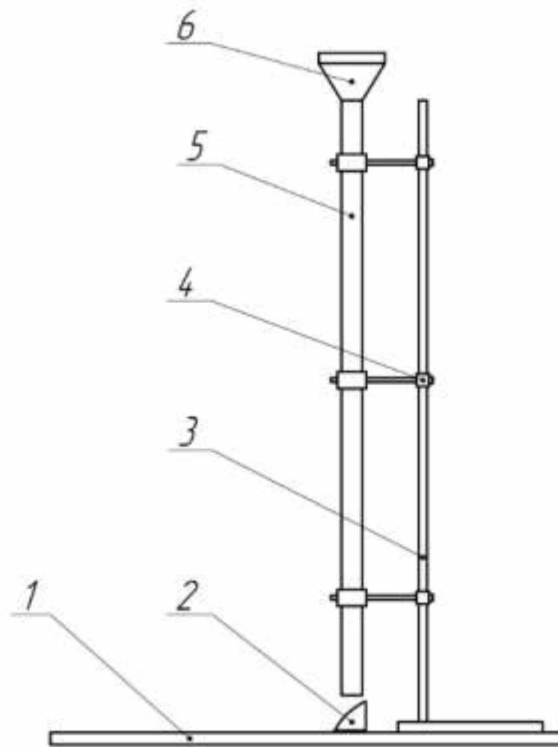


Рисунок 2.1 - Схема лабораторної установки для визначення рівномірності розподілу насіння по довжині в залежності від форми розподільника

Всі розподільники були виготовлені з матеріалу сталь 3, товщина експериментальних розподільників становила 0,002 м.

Експерименти проводилися за наступною методикою. На підставу встановлювався міліметровий папір, на який через кожні 0,02 м були накреслені півкола. Після чого під насіннепровід встановлювався розподільник з певною формою утвореної поверхні. Далі через пристрій подачі насіння відбувався висів насіння озимої пшениці «Полтавська 5» навісками, з розрахунку норми висіву для вимірювальної ділянки з радіальними інтервалами, з десятиразової повторністю, після чого, проводився підрахунок кількості насіння, що випало в кожен радіальний інтервал (рисунок 2.2). На підставі отриманих даних визначалася рівномірність розподілу насіння по довжині в залежності від форми поверхні розподільника.

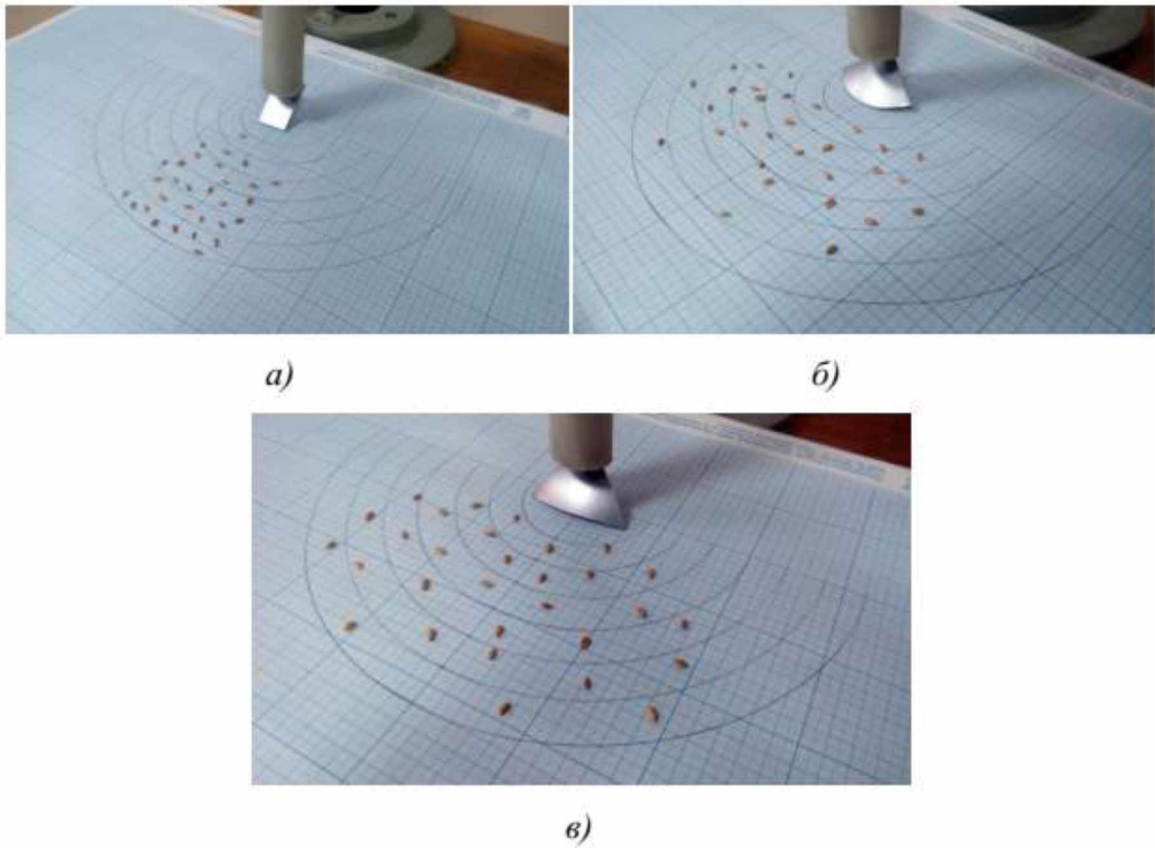


Рисунок 2.2 – Визначення рівномірності розподілу насіння по довжині в залежності від форми поверхні розподільника: а) - плоский розподільник; б) - конусоподібний розподільник; в) - розподільник, утворений кривою другого порядку

Критерієм оцінки рівномірності розподілу насіння по довжині в кожному радіальному інтервалі служив коефіцієнт варіації, виражений у відсотках, показує відхилення від очікуваної величини. Коефіцієнт варіації визначався за такою формулою:

$$v_i = \left| 100\% - \frac{\sigma_i}{x_{cp}} \cdot 100\% \right|, \quad (2.1)$$

де  $v_i$  – коефіцієнт варіації в  $i$ -му інтервалі, %;

$\sigma_i$  – середньоарифметичне значення кількості насіння в  $i$ -му інтервалі, шт.;

$x_{cp}$  – середнє очікуване значення кількості насіння в інтервалі, шт.

Критерієм оцінки рівномірності розподілу насіння по всій довжині слугувало середньоарифметичне значення коефіцієнта варіації на всіх радіальних інтервалах, яке визначалося за формулою (2.2):

$$v_{cp} = \frac{\sum_1^n v_i}{n}, \quad (2.2)$$

де  $v_i$  – коефіцієнт варіації в  $i$ -му інтервалі, %;

$n$  – кількість інтервалів, шт.

Для проведення подальших досліджень по впливу залишившихся з перерахованих вище факторів на рівномірність розподілу насіння в підсошниковому просторі, нам було необхідно розглядати процес висіву насіння в русі. Для цього нам потрібно було створити лабораторну установку, що імітує рух посівного агрегату по полю, яка дозволила б, зробити якісну оцінку рівномірності розподілу посівного матеріалу, по ширині засівальної сошником смуги.

## 2.2. Опис лабораторної установки

Лабораторна установка (рисунок 2.3-2.4) складається з рами 1, на якій встановлена стрічка транспортера 15, закріплена між ведучим валом 4 і веденим валом 16, які встановлені в корпусні підшипники. Привід стрічки транспортера здійснюється по засобу електродвигуна 2 встановленого на рамі і пасової передачі 3. На рамі змонтована опора для кріплення висіваючої системи 6. На опорі закріплена поперечина з регулюванням висоти 7, на якій змонтовані: стійка сошника 8, леміш 5 з розподільником 14, насіннепровід

13, висіваючий апарат 12, ящик для насіння 11. Привід висівного апарату здійснюється по засобу електродвигуна 10 з ремінною передачею 9.

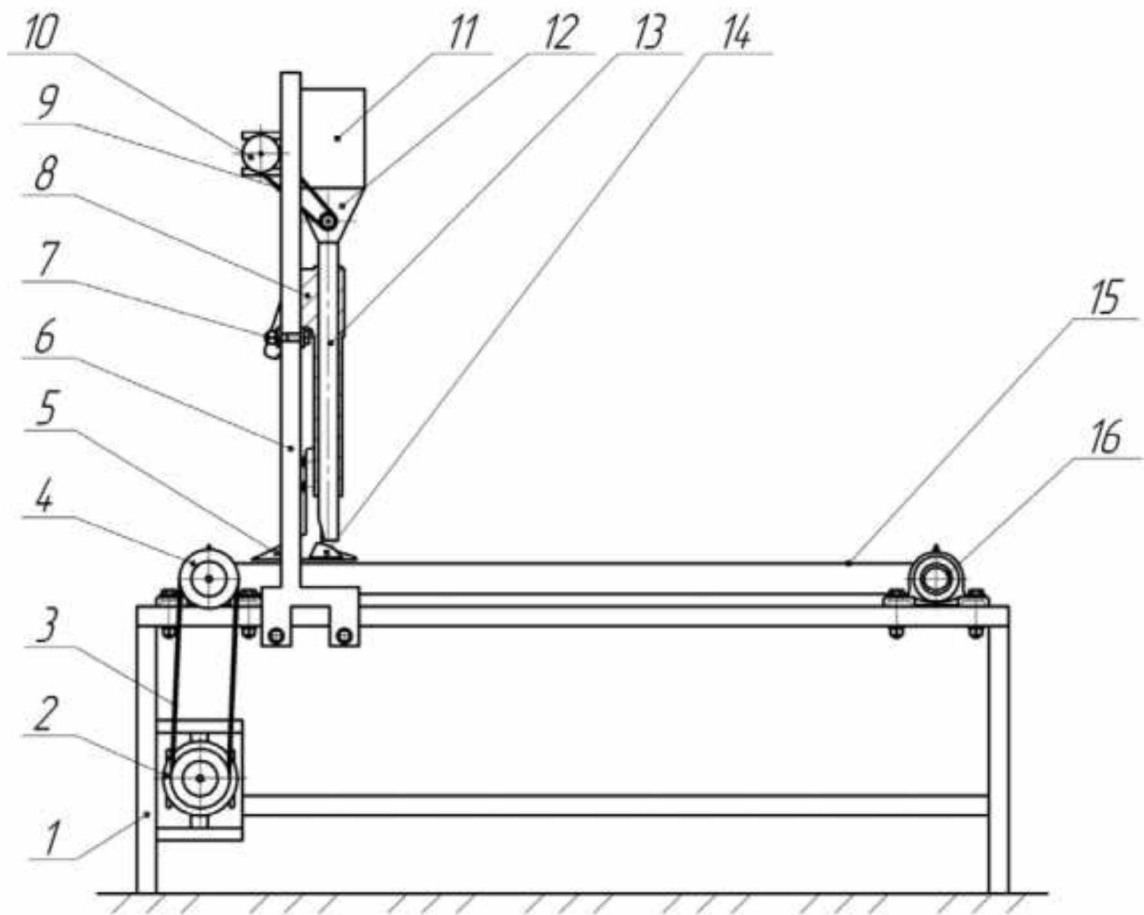


Рисунок 2.3 – Схема лабораторної установки: 1 - рама; 2 - електродвигун стрічки транспортера; 3 - ремінна передача стрічки транспортера; 4 - ведучий вал; 5 - сошник; 6 - опора для кріплення висіваючої системи; 7 - перекладина; 8 - стійка сошника; 9 - ремінна передача посівного апарату; 10 - електродвигун висівного апарату; 11 - ящик для насіння; 12 - висіваючий апарат; 13 - насіннепровід; 14 - розподільник; 15 - стрічка транспортера; 16 - ведений вал

Лабораторна установка імітує рух посівного агрегату по полю, принципом руху ґрунту під сошником, використання даної лабораторної установки дозволяє проводити подальші експерименти по визначенню

рівномірності розподілу насіння по ширині сошника. Для фіксації насіння на поверхні стрічки, стрічка змащувалася клейким матеріалом. Визначення рівномірності розподілу насіння по ширині проводилося спеціально виготовленим для цього пристосуванням, яке виконано у вигляді рамки з розмірами 0,5x0,6 м, яка має поперечні перегородки через кожні 0,02 м.



Рисунок 2.4 – Загальний вигляд лабораторної установки для оцінки ширини і рівномірності розподілу посівного матеріалу

Установка працює в такий спосіб. Перед проведенням дослідження висівний апарат налаштовувався на рекомендовану норму висіву 180 кг/га. У підсошниковому просторі встановлювався розподільник з певною формою поверхні, після чого стрічка змащувалася тонким шаром клейкого матеріалу. Потім запускався двигун, що приводить в рух стрічку транспортера зі

швидкість поступального руху дорівнює 3 м/с. Після чого запускався двигун, що приводить в рух висіваючий апарат і проводився висів насіння.

### **Висновки**

У відповідності з поставленими завданнями при проведенні експериментальних досліджень були використані існуючі та розроблено окремі методики по визначенню основних конструктивних і технологічних параметрів сівалки.

## РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ТЕОРЕТИЧНИХ І ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ  
ДОСЛІДЖЕНЬ

## 3.1. Теоретичні дослідження процесу розподілу насіння

При описі процесу руху насіння при їх висіві з насіннепроводу приймемо такі припущення: насіння в насіннепроводі орієнтується в одному напрямку і при взаємодії з поверхнею розподільника поводяться однаково, в зв'язку з цим при проведенні розрахунків насіння буде розглядатися як матеріальні точки.

Розглянемо рух зерна по прямолінійній траєкторії на ділянці виходу з насіннепроводу (рисунок 3.1). Початкова швидкість зерна на виході з насіннепроводу  $\overline{v}_0$ , для отримання максимальної дальності польоту зерна, після відскоку від поверхні розподільника, приймається рівною 4,1 м/с.

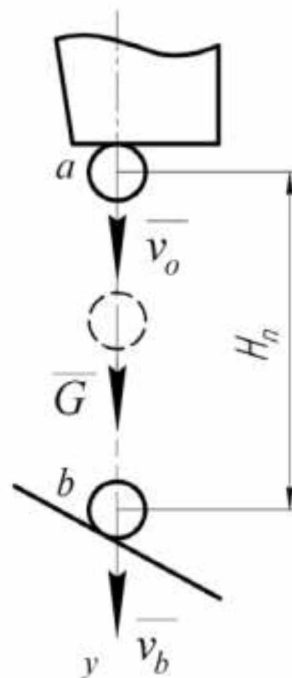


Рисунок 3.1 – Схема прямолінійного руху зерна

$\overline{v}_0$  – початкова швидкість зерна;  $\overline{v}_b$  – кінцева швидкість зерна перед ударом об поверхню розподільника в точці  $b$ ;  $H_n$  – висота установки насіннепроводу відносно розподільника

Вільне падіння тіл це рівноприскорений рух [10], тоді, для визначення кінцевої швидкості зерна перед ударом об поверхню плоского розподільника скористаємося формулами рівноприскореного руху для визначення координати тіла і швидкості (3.1) і (3.2).

$$v_y = v_0 + gt_n, \quad (3.1)$$

$$y = v_0 t_n + g \frac{t_n^2}{2}. \quad (3.2)$$

У момент падіння зерна на поверхню плоского розподільника  $y = H_n$  виражаємо час польоту зерна з рівняння (3.2):

$$t_n = \frac{-v_0 \pm \sqrt{v_0^2 + 2gH_n}}{g}. \quad (3.3)$$

Підставивши отримане значення часу в рівняння (3.1), визначимо кінцеву швидкість зерна перед ударом об поверхню плоского розподільника:

$$v_b = \sqrt{v_0^2 + 2gH_n}. \quad (3.4)$$

При подальшому русі зерна відбувається його удар об поверхню розподільника, розглянемо цей процес докладніше.

Процес удару можна розбити на дві фази. У першій фазі відбувається зближення тіл по лінії загальної нормалі, внаслідок чого проекція на нормаль відносної швидкості точки контакту тіл зменшується до нуля. Потім настає друга фаза удару, в якій тіла віддаляються один від одного, а величина відносної швидкості зіткнення тіл, змінивши знак, зростає, але не досягає свого значення на початку удару. Відношення між нормальною складовою відносної швидкості точки контакту тіла після удару до його значення до

удару є фізична величина, що характеризує фізичні властивості співударяючих тіл, називається коефіцієнтом відновлення.

Удар зерна об поверхню розподільника відбувається під кутом до поверхні розподільника, який в теорії удару називається косим ударом (рисунок 3.2).

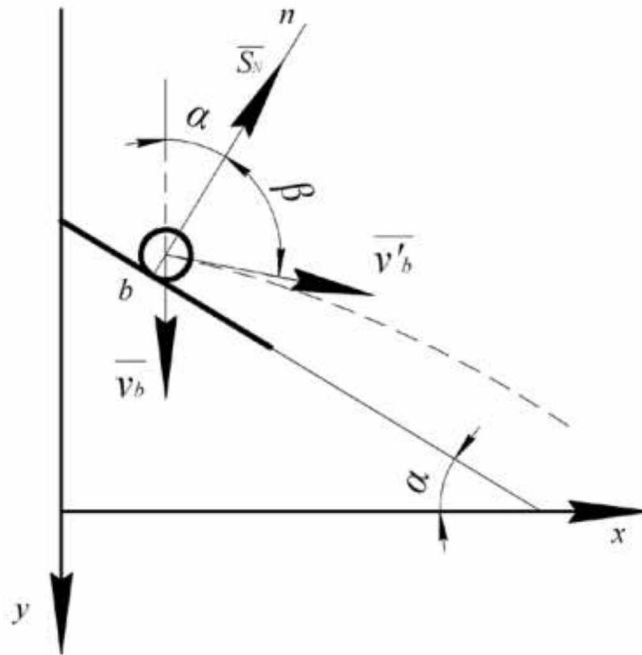


Рисунок 3.2 – Схема удару зерна об поверхню плоского розподільника

З теорії удару [14] відомо, що при косому ударі коефіцієнт відновлення пов'язаний з модулем нормальних проекцій швидкостей за такою залежністю:

$$k = \frac{v'_b \cos \beta}{v_b \cos \alpha} = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \beta} \quad (3.5)$$

де  $\alpha$  – кут падіння зерна, град;

$\beta$  – кут відображення зерна, град.

З (3.5) можна зробити наступні висновки: по-перше, кут відображення  $\beta$  буде завжди більше кута падіння  $\alpha$ , оскільки  $k < 1$ ; по-друге, задаючись відомим нам значенням кута падіння, що дорівнює куту нахилу плоского розподільника до горизонту, а також знаючи чисельно значення коефіцієнта відновлення, можна визначити значення кута відображення зерна.

Другим важливим фактором при ударі зерна об поверхню розподільника є швидкість відскоку  $v'_b$ , яка при косому ударі пов'язана зі швидкістю падіння  $v_b$  і кутом падіння  $\alpha$ .

Виразивши з (3.5) кут відображення  $\beta$ , і швидкість відскоку зерна отримаємо:

$$\beta = \arctg\left(\frac{tg\alpha}{k}\right). \quad (3.6)$$

$$v'_b = v_b \sin\alpha \sqrt{1 + k^2 ctg^2\alpha}. \quad (3.7)$$

Таким чином ми знайшли необхідні нам складові для розрахунку подальшого руху зерна, яке після відскоку від поверхні плоского розподільника падає вниз, під кутом до горизонту, по криволінійній траєкторії на дно вимірювальної рамки (рисунок 3.3). Даний рух являє собою рух пікіруючого тіла.

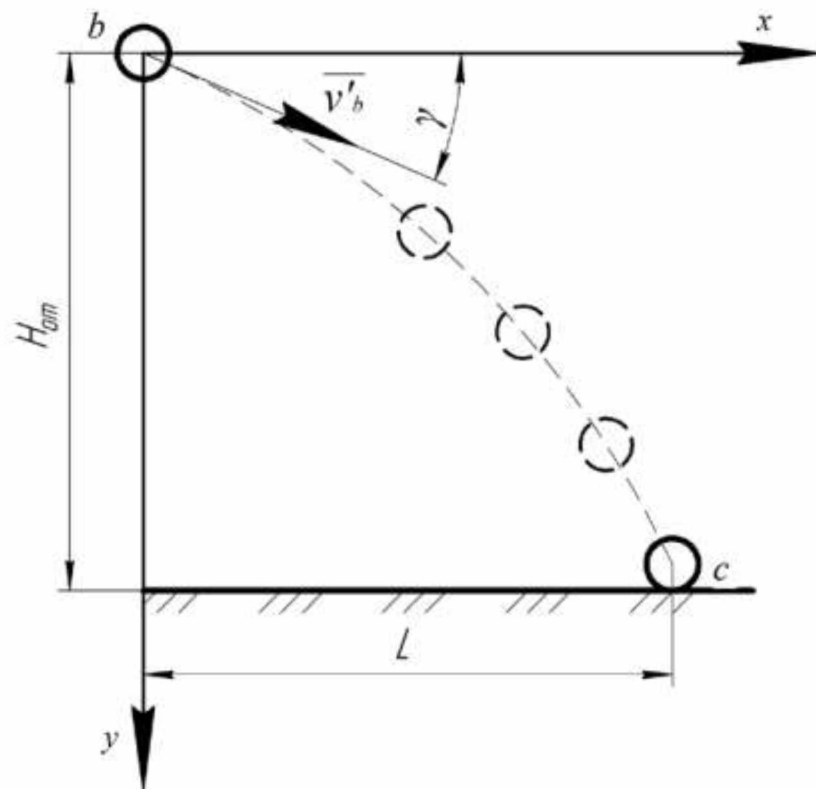


Рисунок 3.3 – Схема руху зерна після відскоку від поверхні плоского розподільника:  $\gamma$  – кут падіння зерна після відскоку;  $H_{om}$  – висота падіння зерна після відскоку;  $L$  – дальність польоту зерна

Для визначення дальності польоту зерна після відскоку від поверхні плоского розподільника запишемо рівняння руху зерна в координатах:

$$x = v'_b \cos \gamma t, \quad (3.8)$$

$$y = v'_b \sin \gamma t + \frac{gt^2}{2} - H_{om}. \quad (3.9)$$

У момент падіння на дно борозни  $y = 0$ ;  $x = L$ .

Висловивши з (3.9) час польоту зерна, отримаємо:

$$t = \frac{\sqrt{v'^2_b \sin^2 \gamma + 2gH_{om}} - 2v'_b \sin \gamma}{g}. \quad (3.10)$$

Підставивши (3.10) в (3.8), ми знайдемо дальність польоту зерна  $L$  після відскоку від поверхні розподільника:

$$L = v'_b \cos \gamma \frac{\sqrt{v'^2_b \sin^2 \gamma + 2gH_{om}} - 2v'_b \sin \gamma}{g}. \quad (3.11)$$

За результатами проведення теоретичні розрахунків по визначенню дальності польоту зерна після відскоку від поверхні плоского розподільника, була побудована графічна залежність (рисунок 3.4), яку ми порівняли з даними отриманими при поводженні лабораторних досліджень.

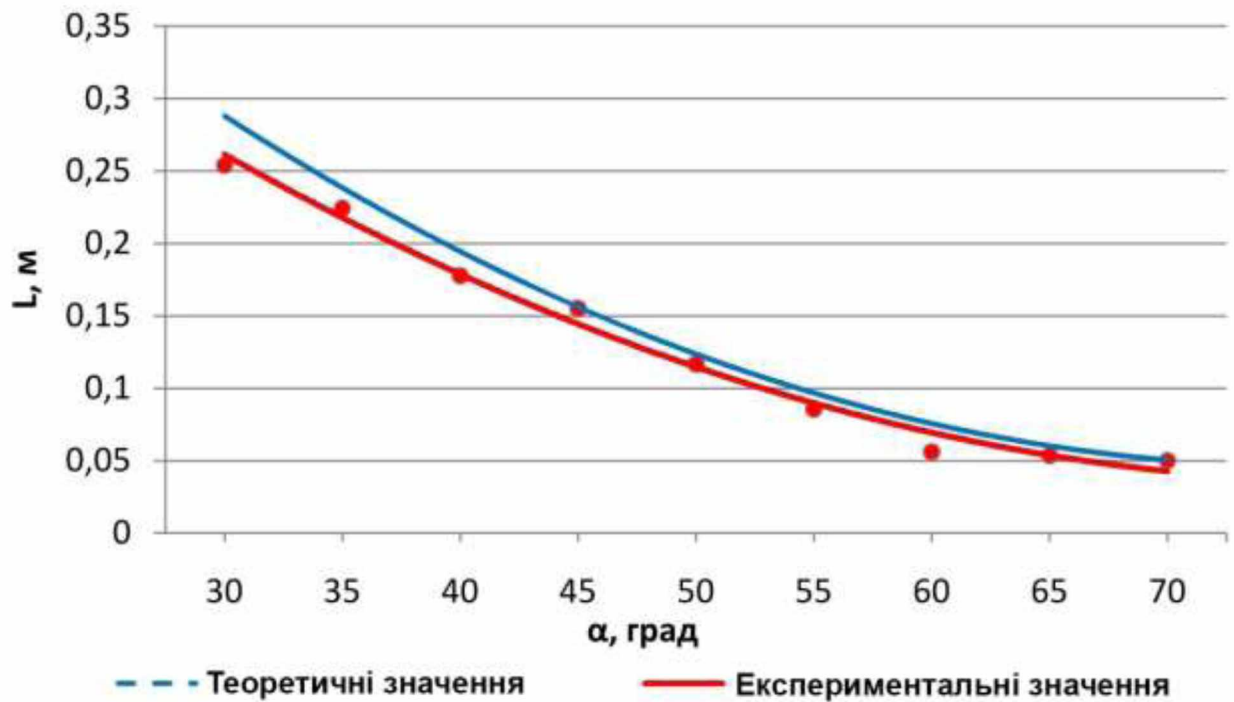


Рисунок 3.4 – Графік дальності польоту насіння в залежності від кутів нахилу до горизонту плоского розподільника

Як видно з графіка 3.4 залежність, отримана за результатами теоретичних розрахунків, повністю підтверджується результатами, отриманими при проведенні лабораторних випробувань.

Однак оскільки на практиці висів насіння відбувається постійним потоком, з урахуванням необхідної норми висіву, дальність польоту навіски насіння після відскоку від поверхні розподільника буде менше дальності польоту одного зерна. Для визначення дальності польоту насіння, з урахуванням норми висіву доповнимо формулу (3.11) коефіцієнтом висіву насіння постійним потоком:

$$L_q = L\zeta_\alpha, \quad (3.12)$$

Отриману за формулою (3.12) графічну залежність, можна порівняти з результатами, отриманими в ході проведення лабораторних досліджень (рисунок 3.5).

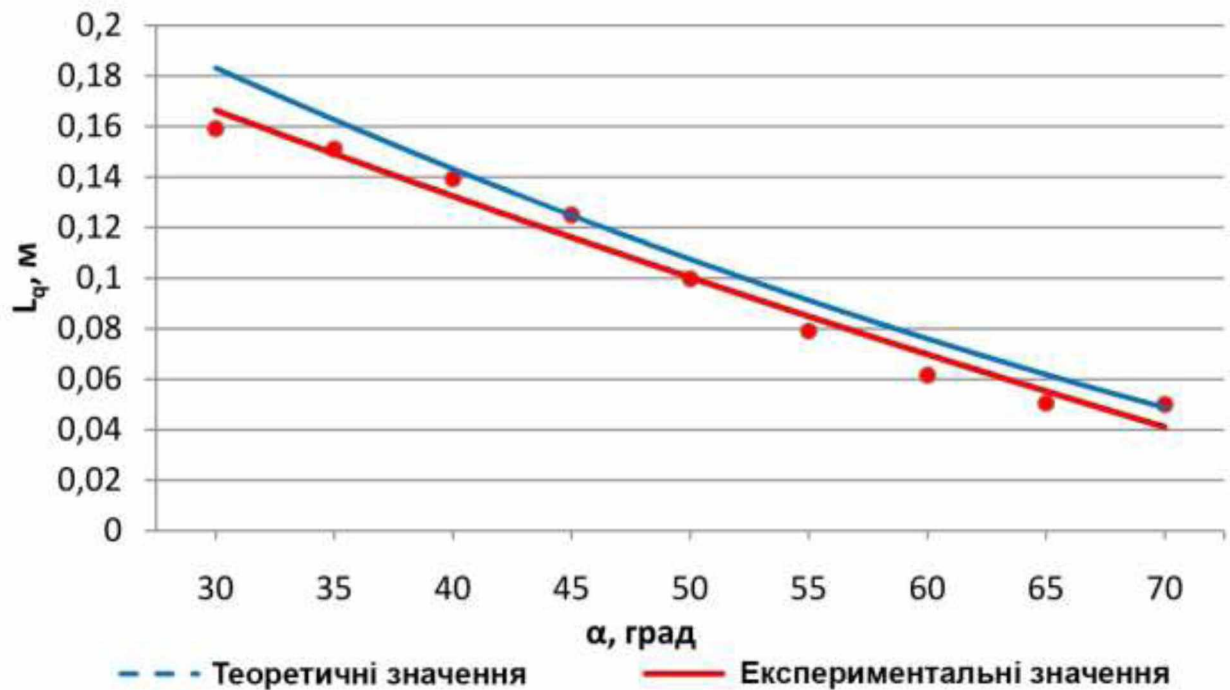


Рисунок 3.5 – Графік дальності польоту насіння в залежності від кутів нахилу до горизонту плоского розподільника, з урахуванням коефіцієнту висіву насіння постійним потоком

Як видно з графіка 3.5 теоретична залежність дальності польоту насіння після відскоку від твірної поверхні розподільника, підтверджує експериментальну залежність, отриману при проведенні лабораторних випробувань по визначенню дальності польоту насіння після відскоку від поверхні розподільника, встановленого під кутом до горизонту з урахуванням норми висіву.

### 3.2. Результати досліджень по визначенню впливу конструктивних параметрів розподільника на рівномірність розподілу насіння

Дослідження по визначенню рівномірності розподілу насіння по довжині в залежності від форми поверхні розподільника проводилися з використанням трьох форм поверхні розподільника, а саме:

- плоский розподільник;

- конусоподібний розподільник;
- розподільник, утворений кривою другого порядку.

За отриманими результатами будувалася діаграма рівномірності розподілу насіння по дальності в залежності від форми поверхні розподільника (рисунок 3.6).

Аналізуючи отримані діаграми, можна зробити наступні висновки. Всі досліджувані розподільники різних форм забезпечують розподіл насіння на задану довжину. Однак найбільша рівномірність розподілу насіння по довжині спостерігається у розподільника, утвореного кривою другого порядку (коефіцієнт варіації  $v_{cp} = 19,4$ ). Це пояснюється тим, що твірна поверхні такого розподільника має плавну зміну кутів нахилу її до горизонту в необхідних межах, на відміну від фіксованих кутів установки твірної до горизонту у плоского і конусоподібного розподільника.

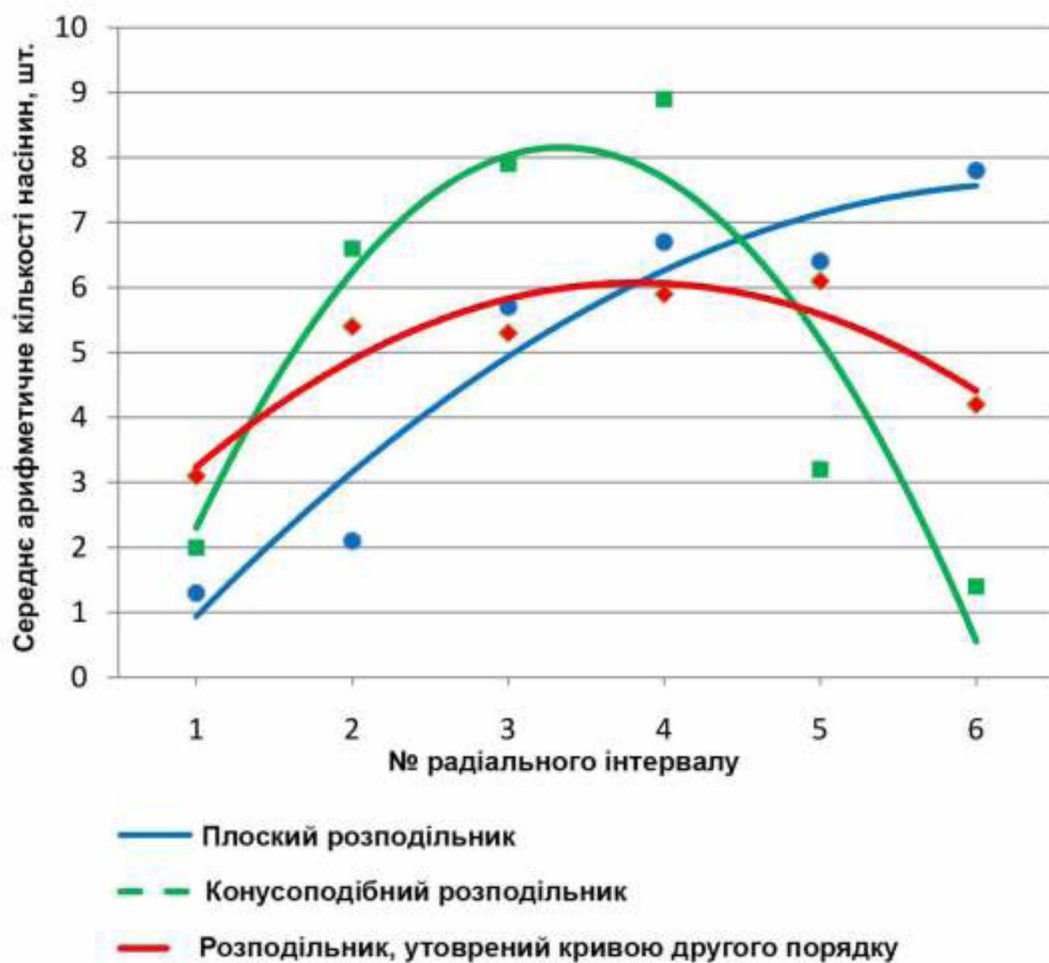


Рисунок 3.6 – Діаграма рівномірності розподілу насіння по довжині в залежності форми поверхні розподільника

Однак рівномірність розподілу насіння в підсошниковому просторі складається з рівномірності розподілу насіння по довжині і ширині засівальної сошником смуги, для вибору оптимальної форми поверхні розподільника, нам необхідно провести лабораторні дослідження з визначення рівномірності розподілу насіння по ширині засівальної смуги в залежності від форми поверхні розподільника.

Для визначення рівномірності розподілу насіння по ширині використовувалася спеціально виготовлена рамка з розмірами 0,5 x 0,6 м, яка розділена на рівні інтервали поперечними перегородками через кожні 0,02 м.

За даними отриманими в ході проведення лабораторних досліджень була побудована діаграма рівномірності розподілу насіння по ширині засівальної смуги в залежності форми поверхні розподільника (рисунок 3.7).

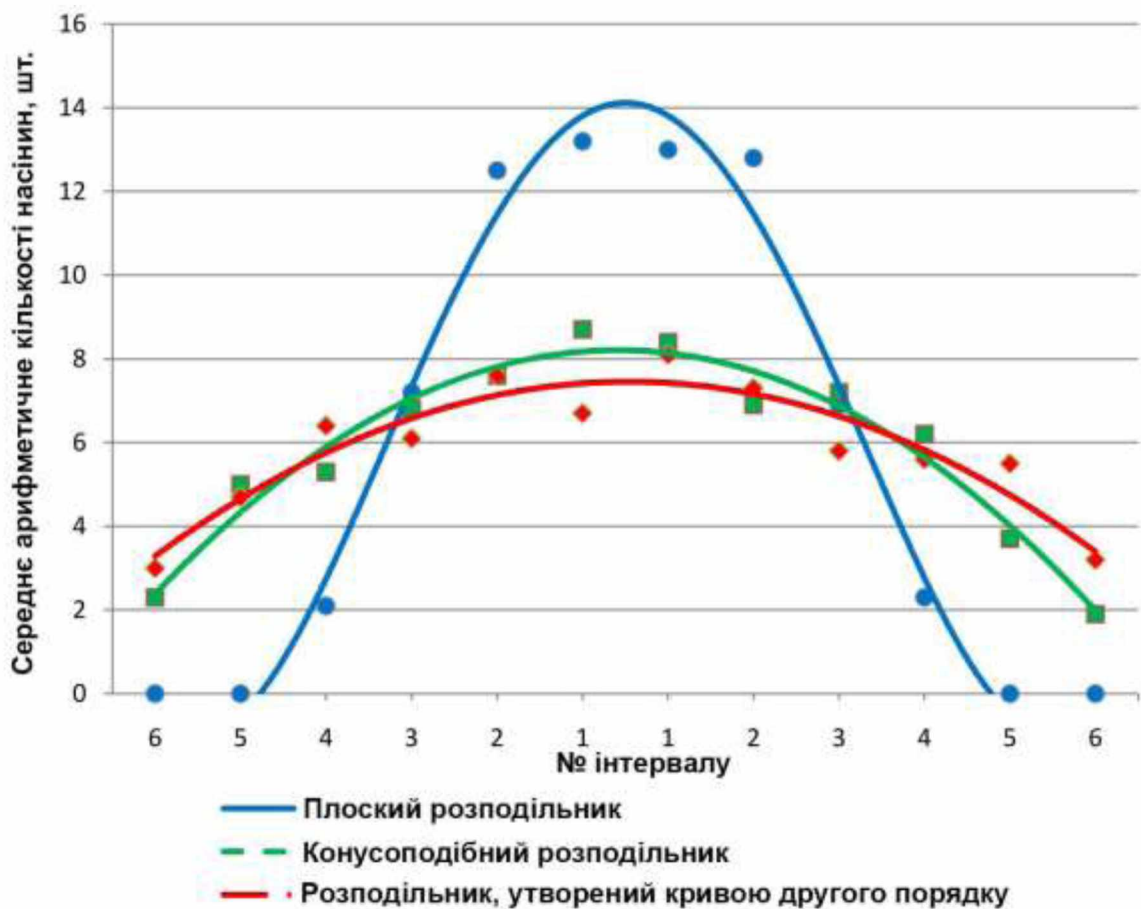


Рисунок 3.7 – Діаграма рівномірності розподілу насіння по ширині засівальної смуги в залежності від форми поверхні розподільника

Аналіз отриманої діаграми показав, що розподіл насіння на необхідну ширину засівальної сошником смуги забезпечується при використанні конусоподібного розподільника і розподільника, утвореного кривою другого порядку, однак найбільша рівномірність розподілу насіння по ширині засівальної смуги спостерігається у розподільника, утвореного кривою другого порядку (коефіцієнт варіації  $v_{cp} = 20,6$ ).

Беручи до уваги те, що розподільник повинен забезпечувати рівномірний розподіл насіння, як по довжині, так і ширині засівальної сошником смуги, і з огляду на результати експериментів по визначенню рівномірності розподілу насіння по дальності в залежності від форми поверхні розподільника, даній вимозі відповідає лише розподільник з твірною поверхні у вигляді кривої другого порядку. Отже, для проведення подальших експериментальних досліджень ми приймаємо розподільник з поверхнею, утвореною кривою другого порядку.

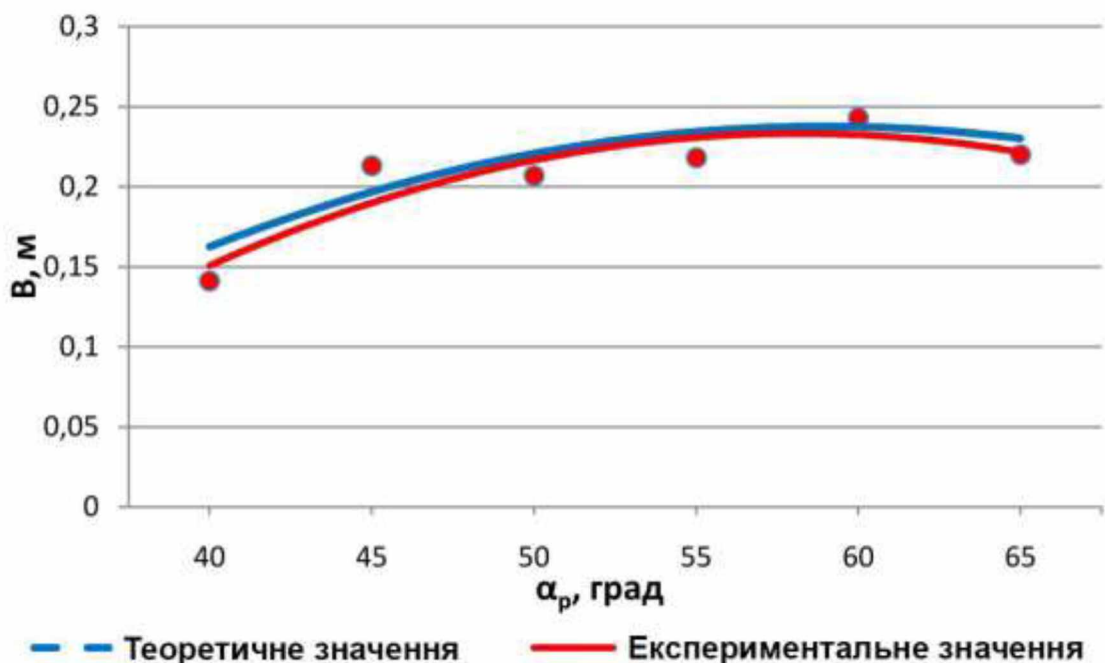


Рисунок 3.8 – Графік теоретичної і експериментальної залежності ширини засівальної сошником смуги від кута розподільника, що визначає ширину розподілу насіння

Дослідження по визначенню ширини засівальної сошником смуги, в залежності від кута розподільника, що визначає ширину розподілу насіння, проводилися на лабораторній установці, описаній вище.

При проведенні досліджень використовувалися розподільники з кутами, що визначають ширину розподілу насіння від 40, до 65 градусів зі зміною даного кута в 5 градусів.

В результаті проведення експерименту, була отримана графічна залежність ширини засівальної сошником смуги, в залежності від кута розподільника, що визначає ширину розподілу насіння (рисунок 3.8), яка показує, то необхідна нам ширина засівальної сошником смуги дорівнює 24 см забезпечується при значенні кута розподільника, що визначає ширину розподілу насіння рівного 60 градусам, що підтверджує наші теоретичні розрахунки.

### **Висновки**

Проведені експериментальні дослідження по визначенню впливу конструктивних параметрів розподільника на рівномірність розподілу насіння в підсошниковому просторі дозволили зробити наступні висновки:

1. Найбільша рівномірність розподілу насіння по довжині спостерігається у розподільника утвореного кривою другого порядку (коефіцієнт варіації  $v_{cp} = 19,4$ ).

2. Найбільша рівномірність розподілу насіння по ширині засівальної смуги забезпечується при використанні розподільника, утвореного кривою другого порядку (коефіцієнт варіації  $v_{cp} = 20,6$ ).

3. При значенні кута розподільника, що визначає ширину розподілу насіння, рівного  $\alpha_p = 60^\circ$  забезпечується необхідна ширина засівальної сошником смуги дорівнює 24 см.

4. При ексцентриситеті установки насіннепроводу відносно розподільника  $\varepsilon = 0,003$  м, забезпечується необхідна нам максимальна дальність польоту насіння рівна 12 см.

5. При значенні кута розподільника, що визначає ширину розподілу насіння  $\alpha_p = 60^\circ$  і ексцентриситеті установки насіннепроводу відносно розподільника  $\varepsilon = 0,003$  м, спостерігається найбільш рівномірний розподіл насіння по всій ширині засівальної сошником смуги (коефіцієнт варіації  $v_{cp} = 13,3$ ).

## 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.

## **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.

Україна в освітньому плані приєдналася до Європейської програми навчання з ризиків FORM-OSE. Безпека життя та праці сьогодні формується як меганаука, без якої людство приречене на значні втрати.

Умови праці – це складне об'єктивне суспільне явище, що формується в процесі трудової діяльності під впливом взаємопов'язаних факторів соціально-економічного характеру, які впливають на здоров'я, працездатність людини, на її відношення до праці та ступінь задоволення від неї, на ефективність праці та інші економічні результати виробництва. Вони характеризуються оціночними показниками мікроклімату, наявністю в робочій зоні шкідливих та небезпечних виробничих факторів, психофізичним та естетичними елементами діяльності працівників господарства.

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.

### **Висновки щодо підвищення стану охорони праці**

У розділі охорони праці представлений аналіз загальних питань охорони праці, розглянуто основні шкідливі фактори, що виникають в під час технологічного процесу та їх вплив на організм людини, запропоновано заходи для забезпечення нормальних умов праці:

- 1) для забезпечення безпеки обладнання запропоновані захисні і огорожувальні пристрої;
- 2) для виключення ураження електричним струмом необхідно застосування заземлюючих пристроїв;
- 3) для захисту від небезпечних хімічних речовин – використання спеціального захисного одягу;
- 4) для зменшення запиленості – використання вентиляції, для зменшення шуму і вібрацій – звукоізолюючі засоби.

### 4.3. Техніко-економічне обґрунтування розробки

Одним з базових показників визначення ефективності нової техніки є річний приведений економічний ефект, що складається з різниці приведених витрат існуючої і дослідної техніки, через нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень:

$$E_P = [(\Pi_{\text{т.б}} - \Pi_{\text{т.н}}) + \Delta Y] \cdot B_3, \quad (4.1)$$

де  $\Pi_{\text{т.б}}$  і  $\Pi_{\text{т.н}}$  – питомі витрати базового і дослідного агрегату відповідно, грн./га;

$\Delta Y$  – додатковий економічний ефект при зміні кількості продукції, одержуваної новою технікою, грн./га;

$B_3$  – зональне річне напрацювання техніки, год.

Питомі приведені витрати:

$$\Pi_{\text{т.н}} = Z_{\text{т.н}} + E_n \cdot K_{\text{т.н}}, \quad (4.2)$$

де  $\Pi_{\text{т.н}}$  – експлуатаційні витрати, грн./га;

$E_n$  – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень 0,15;

$K_{\text{т.н}}$  – питомі капітальні вкладення, грн./га.

Для визначення капітальних питомих вкладень скористаємося формулою:

$$K_{num} = \frac{B}{T_3 \cdot W_{ек}}, \quad (4.3)$$

де  $B$  – балансова вартість техніки, грн.;

$W_{ек}$  – продуктивність машини за годину, га/год.;

$T_3$  – річне зональна завантаження, год.

Вартість машини включає в себе витрати на транспортування, монтаж, торгову націнку.

Ціна модифікованої сівалки розраховується за такою формулою:

$$K_{ем} = \frac{M_e}{M_q} \cdot K_q, \quad (4.4)$$

де  $K_q$  – ціна базової моделі сівалки, грн.;

$M_q$  – маса базової моделі сівалки СЗУ-3,6, кг;

$M_e$  – маса експериментальної сівалки, кг.

Так само необхідно визначити продуктивність експериментального посівного агрегату:

$$W_e = 0,360 \cdot V \cdot B \cdot \tau, \quad (4.5)$$

де  $V$  – швидкість посівної машини, м/с;

$B$  – ширина захвату, м;

$\tau$  – коефіцієнт використання змінного часу ( $\tau = 0,75$ ).

Потім визначаємо питомі експлуатаційні витрати:

$$Z_{num} = P + A + Z + \Gamma + \Pi, \quad (4.6)$$

де  $P$  – витрати на планове технічне обслуговування, а також поточний ремонт грн./рік;

$A$  – амортизаційні відрахування на реновацію, грн./га;

$Z$  – заробітна плата грн./га;

$\Gamma$  – вартість ПММ, грн./га;

$\Pi$  – інші витрати, грн./га.

Для визначення витрат на поточний ремонт скористаємося такою формулою:

$$P = \frac{B \cdot (R_k + R_t)}{W_e \cdot T_3}, \quad (4.7)$$

де  $R_k, R_t$  – коефіцієнти відрахувань на поточний ремонт.

Визначення приблизної вартості ПММ:

$$\Gamma = \frac{N_{\text{дв}} \cdot q \cdot a \cdot \Pi}{100 \cdot W_e}, \quad (4.8)$$

де  $q$  – питома витрата палива, кг/кВт год.;

$N_{\text{дв}}$  – номінальна потужність двигуна, кВт;

$a$  – коефіцієнт використання потужності двигуна;

$\Pi$  – комплексна ціна одного кілограма дизпалива, грн./кг.

Також до витрат відноситься переобладнання, використання допоміжного персоналу та техніки, а також вартість всіх оборотних коштів.

Додатковий ефект від коливання кількості виробленої продукції:

$$\Delta Y = [\Pi + (C_b - C_n)] \cdot A_n, \quad (4.9)$$

де  $\Pi$  – ціна закупівлі одиниці продукції, грн./ц;

$A_n$  – підвищення врожаю від впровадження дослідної техніки, ц/га;

$C_b$  і  $C_n$  – собівартість однієї продукції за різними варіантами, грн./ц.

В наступній таблиці (4.1) представлені результати розрахунку річного економічного ефекту, отриманого і застосуванням запропонованої і базової техніки.

Таблиця 4.1 – Розрахунок річного економічного ефекту

Показники	Серійна сівалка	Експериментальна
Балансова вартість, тис. грн.	63300	66165
Робоча швидкість агрегату, км/год.	8	8
Річне навантаження, га	190	190
Продуктивність за одиницю часу, га/год.	1,35	1,35
Експлуатаційні затрати, грн./га	1090	1100
Економія від отримання додаткової продукції, грн./га		368
Очікуваний річний економічний ефект, тис. грн.		70,3
Термін окупності, років		0,94

Розрахунок основних економічних показників показує, що впровадження експериментальних робочих органів зернової сівалки, дозволяє отримати річний економічний ефект у розмірі 70 тис. грн. на одну посівну машину. Термін окупності проекту становить 0,94 року.

### **Висновки**

Проведена екологічна експертиза свідчить, що запропонований експериментальний робочий орган зернової сівалки є безпечним для навколишнього середовища.

Виконано аналіз умов виникнення і розвитку травм і аварій, для їх усунення запропоновані наступні заходи: встановлення захисних щитків, блокуючих приладів, заземлення при роботі з металообробними верстатами,

використання спецодягу для приготування технологічних розчинів, проведення регулярних інструктажів з техніки безпеки.

Розрахунок основних економічних показників показує, що впровадження експериментальних робочих органів зернової сівалки, дозволяє отримати річний економічний ефект у розмірі 70 тис. грн. на одну посівну машину. Термін окупності проекту становить один рік.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Проведений аналіз існуючих способів посіву зернових культур і існуючих посівних агрегатів, показав, що найбільш перспективним способом посіву є всередині ґрунтовий розкидний, однак існуючі конструкції сошників для всередині ґрунтового розкидного посіву не забезпечують необхідну дальність і рівномірність розподілу насіння по ширині захвату сошника.

2. Проведені лабораторні дослідження показали, що найбільш рівномірний розподіл насіння по довжині і ширині засівальної сошником смуги спостерігаються при використанні розподільника з поверхнею утвореної кривою другого порядку, що має наступні параметри: кут розподільника, що визначає ширину розподілу насіння рівний  $\alpha_p = 60^\circ$ , ексцентриситет установки насіннєпроводу відносно розподільника дорівнює  $\varepsilon = 0,003$  м.

3. Рівномірність загортання насіння на задану глибину у експериментальних сошників відповідає агротехнічним вимогам, що пред'являються до глибини загортання насіння.

4. Розрахунок основних економічних показників показує, що впровадження експериментальних робочих органів зернової сівалки, дозволяє отримати річний економічний ефект у розмірі 70 тис. грн. на одну посівну машину. Термін окупності проекту становить один рік.