

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра агроінженерії

Допущено до захисту
« ____ » _____ 2025 р.
Т.в.о. зав. кафедри к.т.н., доцент
(науковий ступінь, вчене звання)
Андрій ВОЙТІК
(підпис) (ініціали, прізвище)

Кваліфікаційна робота (дипломний проект)
перший (бакалаврський)
(назва освітнього рівня)

тема проекту: «Удосконалення робочих органів зернової сівалки для
підвищення урожайності зернових культур»

Виконав: студент 3 курсу, групи 31к-ім
освітньої програми бакалавра
спеціальності 208 «Агроінженерія»
Ващенко Андрій Олександрович
(прізвище та ініціали)
Керівник к.е.н., доцент Кутковецька Т.О.
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

Вступ.....	3
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СТАНУ ДОСЛІДЖУВАНОВОГО ПИТАННЯ.....	4
1.1. Аналіз існуючих технологій для посіву зернових культур та агротехнічні вимоги.....	4
1.2. Аналіз технічних засобів для посіву зернових культур.....	6
Висновки по розділу.....	10
РОЗДІЛ 2. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	11
2.1. Обґрунтування конструктивно-технологічної схеми удосконаленої зернової сівалки.....	11
2.2. Вплив фізико-механічних властивостей ґрунту на процес роботи удосконаленої зернової сівалки.....	14
2.3. Вплив конструкції дискового сонника-ножа на тяговий опір удосконаленої зернової сівалки.....	18
2.4. Вплив форми профілю борозни на характер розподілу насіння.....	19
2.5. Вплив конструктивно-режимних параметрів удосконаленої зернової сівалки на якісні та експлуатаційні показники роботи.....	21
Висновки по розділу.....	22
РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	24
3.1. Організація охорони праці в господарстві.....	24
3.2. Заходи з охорони праці під час роботи із зерновими сівалками.....	25
Висновки по розділу.....	26
РОЗДІЛ 4. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЕКТУ.....	27
Висновки по розділу.....	28
Загальні висновки.....	29
Список використаних джерел.....	30

ВСТУП

Для забезпечення продовольчої безпеки України одним із пріоритетних напрямків економічної та продовольчої політики держави є поетапне зниження залежності вітчизняного агропромислового комплексу від імпорту технологій, машин та обладнання.

На сьогодні виробництво зерна є одним із критеріїв оцінки стану продовольчої безпеки країни. В зв'язку з цим, для економії витрат на вирощування зернових культур, застосовують комбіновані агрегати, що виконують одночасно кілька операцій, а саме обробіток ґрунту та посів.

Таким чином, у зв'язку з викладеним, удосконалення технології та оптимізація комплексу машин для передпосівної підготовки ґрунту та посіву, що забезпечують підвищення урожайності зернових культур при мінімальному впливі на ґрунт, збереження та підвищення його родючості є актуальним завданням.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ СТАНУ ДОСЛІДЖУВАНОВОГО ПИТАННЯ

1.1 Аналіз існуючих технологій для посіву зернових культур та агротехнічні вимоги

Обґрунтований підбір сортів, що враховує їх біологічні особливості, відношення до попередників, рівень мінерального удобрення та зону вирощування, забезпечить додаткове збільшення врожаю в розмірі 0,5...1 т/га.

Основними показниками, що впливають на ріст та розвиток сільськогосподарських культур, є волого- та теплозабезпеченість. Наприклад, максимальний урожай озимої пшениці спостерігається при вологості ґрунту 70...75% польової вологоємності на глибині до 0,6 м [2].

Озима пшениця по зайнятій парі. Для всіх зон рекомендується проводити безвідвальний обробіток ґрунту на 0,1...0,12 та 0,25...0,27 м. При внесенні гною рекомендується проводити відвальну оранку. У разі сильної засміченості поля перевага також надається глибокій оранці. Ця культура слабо реагує на проведення глибокого обробітку ґрунту, тому мінімізація основного обробітку ґрунту під цю культуру вважатиметься цілком виправданою.

Яра пшениця. У разі значної засміченості поля рекомендується проводити відвальну оранку. Якщо поле не дуже засмічене, перевага надається безвідвальному розпушуванню ґрунту на глибину 0,2...0,22 м.

Ячмінь. Рекомендуються пожнивне лушення і зяблева оранка на глибину 0,2...0,22 м. Боротьбу з багаторічними бур'янами і закладення пожнивних рештків проводять за допомогою глибокої оранки. На ерозійно небезпечних землях рекомендується проводити ґрунтозахисний обробіток ґрунту плоскорізами.

Найкращий термін посіву озимої пшениці настає при середньодобовій температурі повітря +14...+15°C. Озима пшениця дає великі врожаї тоді, коли припиняється осіння вегетація і рослини мають 2-4 листочки (за 45-60 днів) при сумі середньодобових температур 500-580°C.

Норма висіву приймається рівною 4,5...5,0 млн. сх. насіння на 1 га. У районах з підвищеною вологістю норму висіву встановлено з розрахунку забезпечення на момент збирання врожаю 500...600, а в районах з недостатнім зволоженням 350...450 продуктивних стебел на 1 м².

У разі наявності пересохлого верхнього шару ґрунту норма висіву насіння приймається збільшеною на 10...15%, при достатньому її зволоженні – зменшують на 10%. При рідкому рості рослин збільшується відсоток зерен, що не визріли, зтягується період їх дозрівання. У надмірно загущених посівах зерно формується щуплим, зі зниженим товарними та посівними якостями [2].

При пізньому посіві норма приймається більшою у порівнянні з раннім та оптимальним. Причина – коефіцієнт кущування рослин знижується із зтягуванням термінів посіву. Також запізнення із посівом призводить до зниження польової схожості насіння та стійкості сільгоспкультур до впливу несприятливих кліматичних умов в осінній та зимовий періоди. Вузькорядний і перехресний методи посіву припускають збільшення норми висіву на 10%. З метою забезпечення найбільшого врожаю в разі пізнього посіву норму висіву рекомендується збільшити порівняно з оптимальною на 12...15%.

При достатній вологозабезпеченості на підготовлених ґрунтах рекомендується вузькорядний і перехресний способи посіву: більш рівномірне розташування рослин по площі; зниження випаровування вологи; забезпечення найкращих умов розвитку рослин; забезпечення більшої урожайності на 0,3...0,35 т/га, проти рядового способу.

Агротехнічні вимоги до посіву наступні: посів проводиться з метою рівномірного розподілення насіння по площі з урахуванням необхідної норми висіву, закладення його на встановлену глибину, забезпечення достатнього контакту насіння з ґрунтом, який необхідний для того, щоб забезпечити дружні та рівномірні сходи.

Розрізняють посіви: рядковий (міжряддя 0,12...0,15 м); вузькорядний (міжряддя 0,05...0,08 м); перехресний, що забезпечується двома взаємно перпендикулярними проходами.

Посів здійснюють відповідно до агротехнічних вимог, з допустимим відхиленням, що наведені у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Допустимі відхилення агротехнічних вимог для здійснення посівних робіт

Показник	Допуск
Глибина заробляння для 80% насіння	+/- 0,01
Норма висіву насіння	+/- 5%
Норма внесення добрив	+/- 10%
Допустима нерівномірність висіву окремими висівними апаратами: насіння зернових; гранульованих добрив.	+/- 3% +/- 10%
Відхилення ширини між стикових міжрядь: у суміжних сівалок; у суміжних проходів.	+/- 0,02 +/- 0,05
Огріхи і необроблені смуги	Не допускаються
Допустимі робочі швидкості при посіві зерновими сівалками	2,8 м/с

1.2 Аналіз технічних засобів для посіву зернових культур

Технологія посіву зернових культур включає наступні технологічні операції: внесення добрив, основний та передпосівний обробіток ґрунту, посів.

Для формування посівного шару ґрунту з дотриманням агротехнічних вимог виконується кілька технологічних операцій: культивація з боронуванням у 2...3 сліди, вирівнювання та коткування з використанням котків за декількома МТА, що сприяють підвищенню витрат матеріально-технічних й трудових ресурсів. Відбувається також переущільнення шару ґрунту.

На сьогодні все частішого використання набувають комбіновані агрегати, що виконують декілька операцій за один прохід, як зарубіжного, так і вітчизняного виробництва.

Викладене вище підтверджує актуальність проблеми розробки комбінованих ґрунтообробних агрегатів, які б формували насіннєве ложе відповідно до агротехнічних вимог за один прохід агрегату.

Конструктивні особливості посівного комплексу Rapid (Рис. 1.1) дозволяють використовувати його у разі прямого посіву (No till) [6].



Рисунок 1.1 – Посівний комплекс Rapid

Посівні агрегати «Morris» (Рис. 1.2) використовується для посіву всіх видів культур (крім кукурудзи на зерно), особливо ефективні для посіву дрібнонасіненних сільгоспкультур, за рахунок того, що вони забезпечують ефективне регулювання глибини 0,01...0,02 м [6].



Рисунок 1.2 – Посівний агрегат «Morris»

Посів насіння зернових культур проводиться переважно з використанням сівалок СЗ-3,6А. Вони випускаються в різних модифікаціях і використовуються при посіві в підготовлений ґрунт [7].

Зернотукотрав'яна сівалка «Астра» СЗТ-3,6А (Рис. 1.3) використовується для рядкового посіву насіння зернобобових та зернових сільгоспкультур. Паралельно є можливість вносити гранульовані мінеральні добрива.



Рисунок 1.3 – Загальний вигляд сівалки «Астра» СЗТ-3,6А

Із зарубіжних посівних машин слід відзначити сівалку BOURGAULT 5710 (Рис. 1.4), яка призначена для посіву зернових, бобових культур і трав, причому одночасно вносяться добрива та виконується коткування.

Процес посіву здійснюється агрегатами, що мають ширину захвату 7,3...22,5 м моделі 5710. Сівалка моделі 5710 якісно виконує посів, забезпечує краще копіювання рельєфу поля і гарантує рівномірну глибину загортання насіння. Як недолік слід відзначити низьку рівномірність розподілу насіння в рядку [9].



Рисунок 1.4 – Сівалка анкерна BOURGAULT 5710

Випробування сівалок «Accord Optima SE» (Рис. 1.5) у Швейцарії, в нашій країні та інших країнах показали, що дана сівалка із задовільною якістю висіває зернові, зернобобові та овочеві культури, а також сипуче та середньосипуче насіння трав за рахунок центрального висівного апарату. Робоча швидкість до 3,3 м/с як на рівнинах, так і схилах [9].



Рисунок 1.5 – Сівалка «Accord Optima SE»

Разом з тим показник поперечної рівномірності висіву нижчий, ніж у катушкового висівного апарату, в якому є індивідуальне регулювання (максимум нерівномірності 3,3...6% проти 2...3%).

У сівалках «Amazone» (Рис. 1.6) здійснюється подача насіння з бункера за допомогою вертикального шнека до насіннєвої камери, яка розташована досить високо над поверхнею поля. Горизонтальні шнеки підводять насіння до катушково-штифтових апаратів, що дозують і транспортують насіння у прозорі пластмасові насіннєпроводи [7].



Рисунок 1.6 – Загальний вигляд сівалки «Amazone»

Внаслідок високого розташування висівних апаратів і великого кута нахилу насіннєпроводів досягається стійка подача насіння до бокових сошників сівалки.

Завдяки низькому розташуванню бункера (місткість 900 л) забезпечується можливість завантаження насіння безпосередньо із самоскидного кузова з використанням перехідного лотка.

Аналіз конструкцій існуючих засобів механізації, що використовуються для посіву зернових культур, показав, що є необхідність у розробці нових та удосконаленні існуючих технологій і машин для посіву для того, щоб збільшити урожайність, знизити енерговитрати та, зрештою, підвищити ефективність технології вирощування зернових культур.

Висновки по розділу

Таким чином, в даному розділі проведений аналіз існуючих технологій посіву зернових культур та визначені агротехнічні вимоги до посіву з допустимими відхиленнями.

Також, здійснено аналіз технічних засобів для посіву зернових культур, як зарубіжного, так і вітчизняного виробництва. В результаті якого визначено, що для підвищення урожайності, забезпечення мінімальних енерговитрат на посів зернових культур потрібна розробка нових та удосконалення традиційних технологій і машин.

РОЗДІЛ 2

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Обґрунтування конструктивно-технологічної схеми удосконаленої зернової сівалки

Якість посіву характеризується точністю висіву насіння, що передбачає його рівномірний розподіл у рядках. Наприклад, нерівномірність розподілу є причиною зниження врожаю сільськогосподарських культур на 20% і більше.

Таким чином, проблема підвищення точності висіву насіння сільськогосподарських культур нині дуже актуальна.

Для вирішення цієї проблеми пропонується вдосконалена зернова сівалка [2] (Рис. 2.1), що містить дискові сошники-ножі 1. З обох боків сошники-ножі забезпечені накладками 2 з полімерного матеріалу.

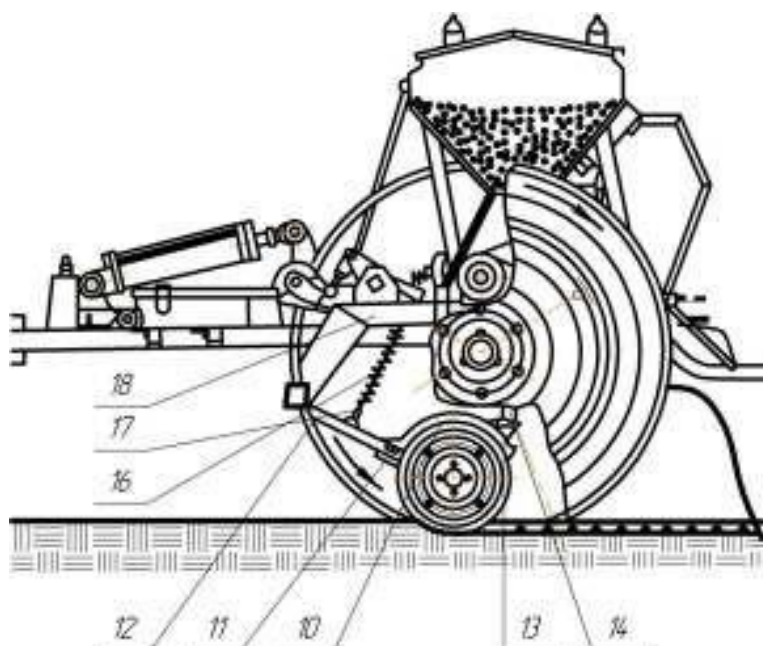


Рисунок 2.1 – Удосконалена зернова сівалка

До дискових сошників-ножів кріпиться маточина 3 і кришка 4 з підшипником 5, в якому встановлений болт 6. Дисковий сошник-ніж 1 і виступ 7 корпусу 8 розділені ущільнювачем 9.

В корпусі 8 передбачено гребінь 10 з гніздом 11 (Рис. 2.2) для того, щоб прикріпити повідець 12. В задній частині корпусу 8 передбачений розтруб 13 з приєднаним до нього насіннєпроводом 14. У конструкції передбачена ділильна лійка 15.

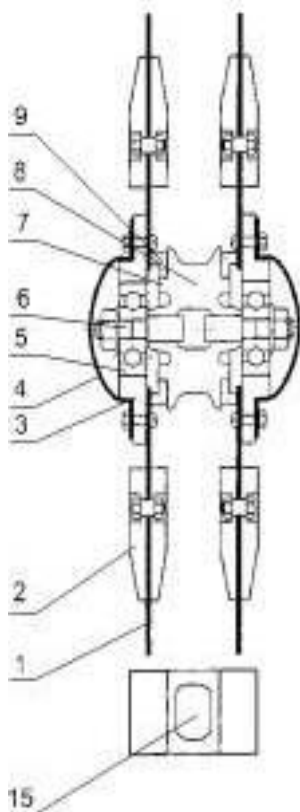


Рисунок 2.2 – Схема дискового сошника-ножа з полімерними накладками

Вдавлювання дискових сошників-ножів у ґрунт забезпечується за допомогою пружин 16, які начеплені на штанги 17, що спираються одним кінцем на повідці 12, а іншим з'єднуються з вилкою 18.

Магнітний висівний апарат (Рис. 2.3) [5] складається з корпусу 1, ящика 2 для насіння, пристрою 3 для зарядки, каналу 4 для підведення насіння, каналу 11 для відведення насіння, лопатевого насіннєпроводу 10, камери 5 для прийому насіння, валу 6 приводу, висівального диску 7 з встановленими пластинами 8 із постійного магніту.

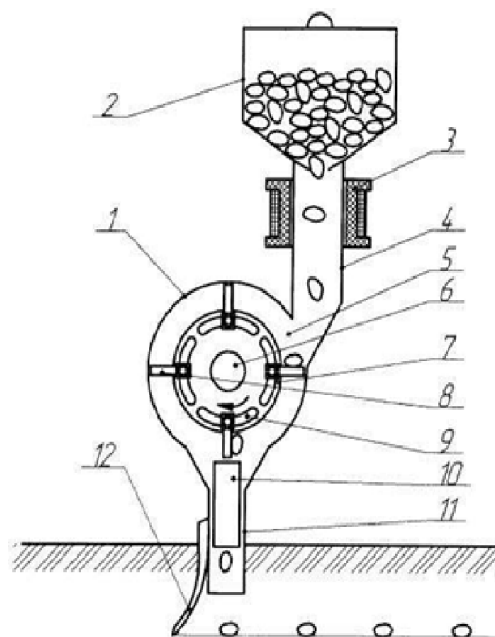


Рисунок 2.3 – Конструкція магнітного висівного апарату

Регулювання міжпластинної відстані здійснюється шляхом переміщення пластин по пазу 9 з урахуванням норми висіву насіння конкретних сільськогосподарських культур.

Електроустаткування (Рис. 2.4) включає генератор 13, випрямний пристрій 14, запобіжник 15, амперметр 16, реле-регулятор 17, панель з'єднань 18, перемикач 19, праву 20 і ліву 21 секції акумуляторів, вимикач 22, сполучні лінії 23, перетворювач напруги 24 і 25 пристрій для зарядки.

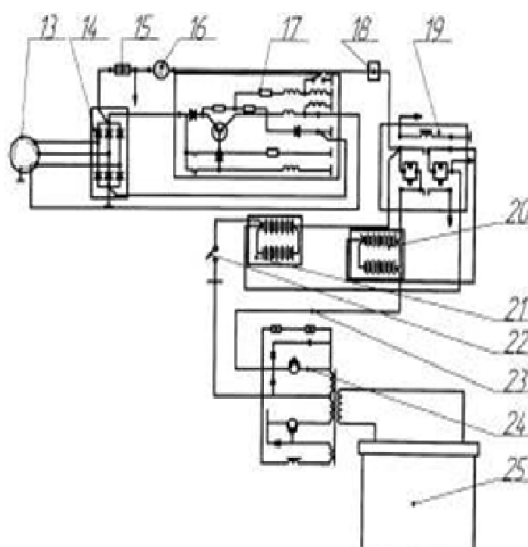


Рисунок 2.4 – Принципова електрична схема

Перетворення змінного електричного струму на постійний забезпечується за

допомогою випрямного пристрою 14. Пристрій 24 перетворює напругу 12...24 В в 220 В, яке і подається на пристрій 25 для зарядки.

В процесі роботи сівалки дискові сошники 1 вдавлюються в ґрунт під дією пружин 16, перерізають рослинні залишки та ґрунтові грудки. Одночасно відбувається формування профілю борозни за рахунок полімерних накладок 2.

Використання при виготовленні накладок 2 полімерного матеріалу сприяє зменшенню кількості ґрунту, що прилипає до них, і, як наслідок, зниженню тягового опору.

При проходженні насіння через пристрій 3 (Рис. 2.3) відбувається накопичення електричного заряду на поверхні. Завдяки цьому відбувається прилипання насіння до пластин 8 та їх переміщення до насіннєпроводів 10. Далі вони під власною вагою каналу 11 падають у борозну.

Використання удосконаленої сівалки забезпечує високу рівномірність розподілу та зниження травмування насіння завдяки магнітному висівному апарату, а також низькі енерговитрати через зниження тягового опору сівалки внаслідок меншого прилипання ґрунту до полімерних накладок.

2.2 Вплив фізико-механічних властивостей ґрунту на процес роботи удосконаленої зернової сівалки

Головною характеристикою процесу борозно утворення є тиск, що виникає при зіткненні робочого органу та ґрунту, внаслідок чого забезпечується деформація ґрунту.

Внаслідок впливу дискового сошника-ножа на ґрунт має місце деформація останнього у вигляді розриву, стиснення та зсуву. Найенерговитратніша з них – деформація при ущільненні. Протидіючі сили при цьому: молекулярна сила зчеплення ґрунтових частинок, сила поверхневого натягу води, сила тертя та ін.

Розрив відбувається при протидії лише сил зчеплення, виходячи з чого ця деформація – найменш енергоємна. Деформація зсуву середньоенергоємна.

В результаті проведених досліджень визначено, що формування борозни відбувається стисненням та зсувом ґрунту. Вплив вертикального навантаження на пір ґрунту показано на рисунку 2.5.

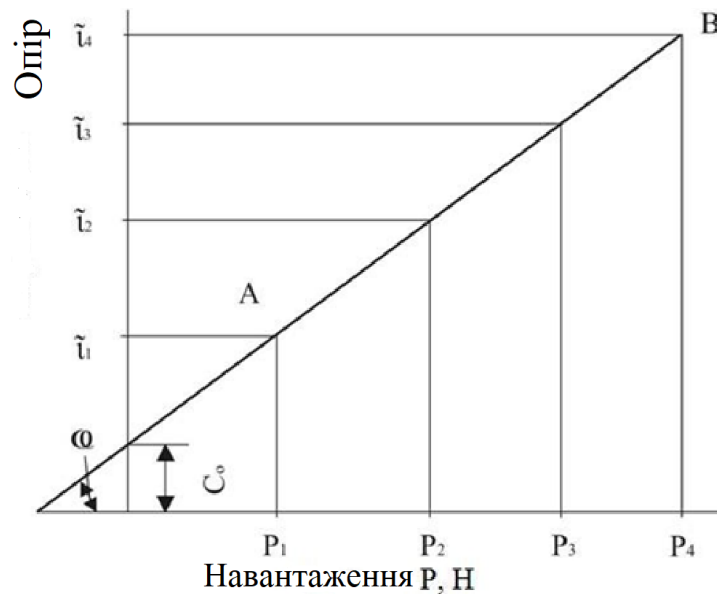


Рисунок 2.5 – Вплив вертикального навантаження на опір ґрунту

Вказаний вплив описується виразом:

$$R_g = N_0 \operatorname{tg} \varphi + C_0, \quad (2.1)$$

де N_0 – нормальний тиск, Н;

φ – кут внутрішнього тертя, град.;

C_0 – сила опору Н.

Значення C_0 можна встановити залежно від:

$$C_0 = 0,18 (P/\pi DS), \quad (2.2)$$

де P – навантаження, Н;

D – діаметр диску, яка вдавлюється в ґрунт, м;

S – глибина вдавлювання, м.

Дослідження впливу вологості типового чорнозему на опір зсуву показано на рис. 2.6.

Таблиця 2.1 – Вплив вологості ґрунту на опір зсуву (МПа) типового чорнозему

Горизонт	Вологість ґрунту у % до сухого ґрунту						
	5	10	15	20	25	30	35
Орний	0,28	0,16	0,1	0,07	0,055	0,05	0,05
Підорний гумусовий	0,42	0,32	0,21	0,15	0,1	0,075	0,075

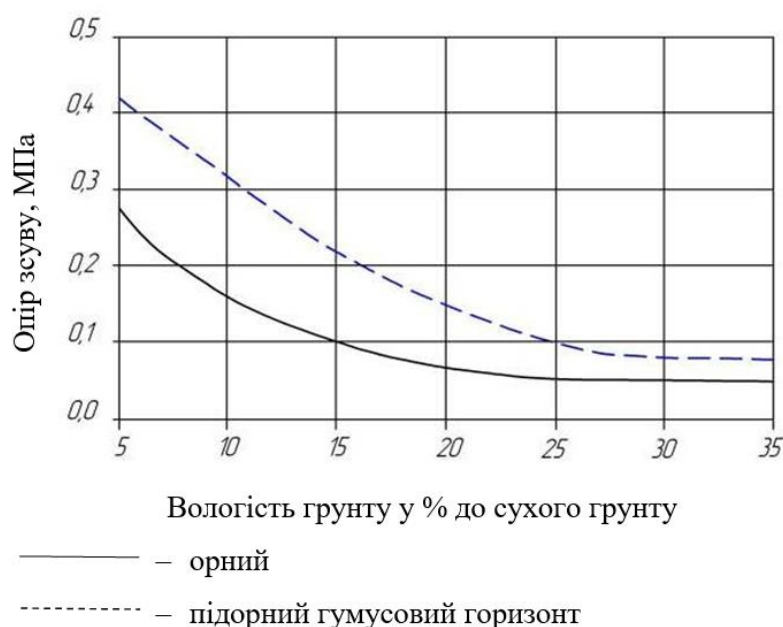


Рисунок 2.6 – Залежність опору зсуву від вологості типового чорнозему

Результати дослідження впливу вологості ґрунту на його твердість при різних агрофонах наведено у таблиці 2.2 та на рисунку 2.7. Найбільша твердість відзначена на цілині, найменша – при вирощуванні озимої та ярої пшениці.

Таблиця 2.2 – Залежність твердості орного шару (МПа) від вологості

Агрофон	Вологість ґрунту у % до сухого ґрунту						
	5	10	15	20	25	30	35
Звичайна трава	0,62	0,45	0,325	0,22	0,175	0,14	0,14
Цілина	0,68	0,51	0,375	0,27	0,21	0,19	0,19
Озима пшениця	0,585	0,4	0,325	0,28	0,23	0,13	0,09
Яра пшениця	0,48	0,3	0,22	0,21	0,19	0,18	0,175

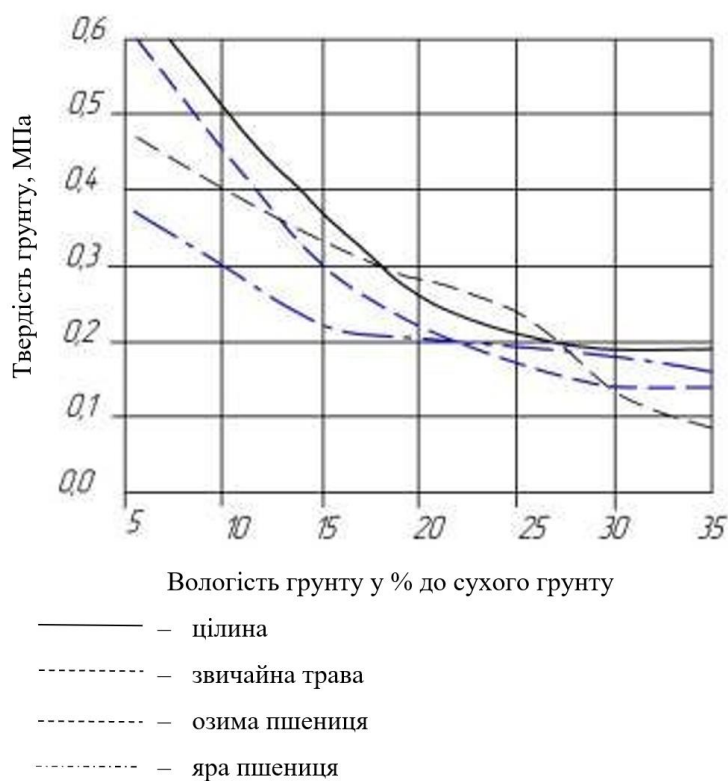


Рисунок 2.7 – Вплив вологості ґрунту на твердість орного шару

З використанням ґрунтового каналу проведено дослідження процесу формування борозни дисковим сошником-ножем за різної вологості ґрунту. Отримані результати (Рис. 2.8) свідчать про те, що підвищення вологості веде до збільшення глибини борозни, яка формується.

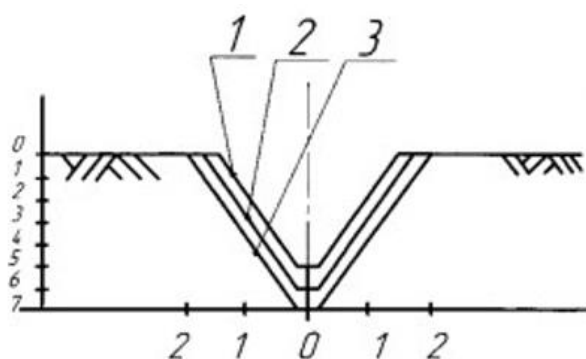


Рисунок 2.8 – Вплив вологості ґрунту на формування борозни дисковим сошником-ножем: 1 – 10%; 2 – 20%; 3 – 30%.

2.3 Вплив конструкції дискового сошника-ножа на тяговий опір удосконаленої зернової сівалки

Дослідження для встановлення сил опору ґрунту проведено з використанням ґрунтового каналу. В горизонті 0...0,05м вологість ґрунту становила 23,5%, 0,05...0,1 м – 27%. Значення твердості ґрунту $1,8 \cdot 10^5$ і $2,5 \cdot 10^5$ Н/м² відповідно.

На підставі результатів дослідження (Рис. 2.9) виявлено, що найбільшою мірою на тяговий опір R_x дискового сошника-ножа впливає швидкість руху.

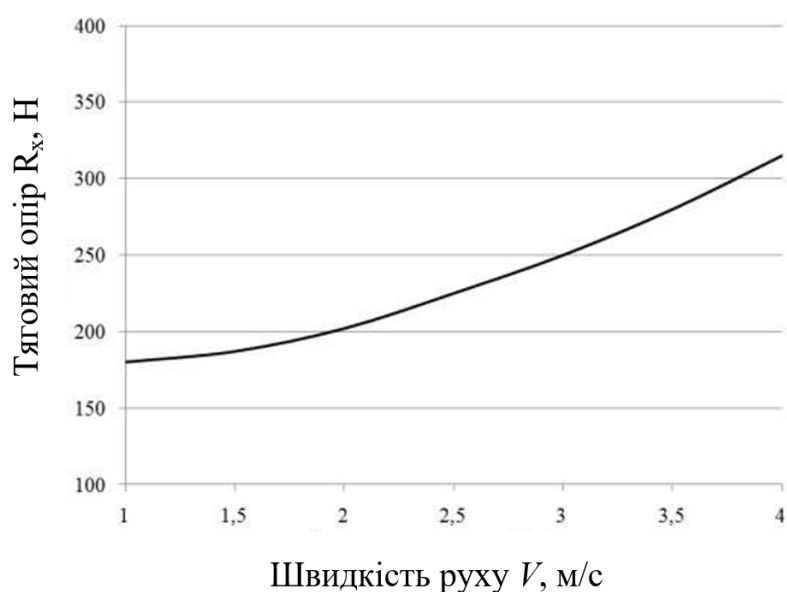


Рисунок 2.9 – Вплив швидкості руху на тяговий опір дискового сошника-ножа

Збільшення швидкості руху з 1,0 до 4,0 м/с призводить до зростання тягового опору на 20...25%.

Величина тягового опору також знаходиться під впливом глибини ущільнення борозни (Рис. 2.10).

Встановлено, що деформація ґрунту повністю залежить від R_y . Відповідно, регулювання глибини загортання насіння можна здійснювати додатковими навантаженнями на дисковий сошник-ніж.

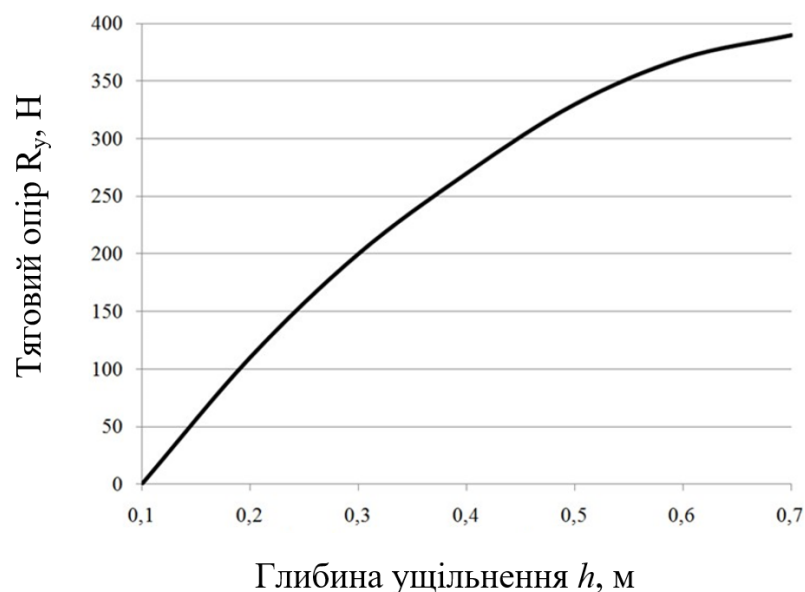


Рисунок 2.10 – Зміна глибини ущільнення залежно від вертикальної складової сили опору ґрунту

2.4 Вплив форми профілю борозни на характер розподілу насіння

Закладання насіння відповідно до агротехнічних вимог може бути гарантоване за умови, що насіння скочуватиметься по стінці борозни і укладатиметься на її дно. Цей процес залежить від фізико-механічних характеристик насіння, що висівається (шорсткість поверхні, розміри і т.п.).

Нерівність поверхні борозен з різними значеннями щільності сприяє виникненню косого позацентрового удару, в результаті якого напрямок відскоку насіння набуває випадкового характеру.

При посіві насіння закладається на глибину 0,04...0,05м. Згідно з отриманими результатами (Рис. 2.11), 80% насіння розташовуються на зазначеній глибині.

На підставі проведених досліджень отримано щільність розподілу насіння озимої пшениці за довжиною та шириною борозни (Рис. 2.12).

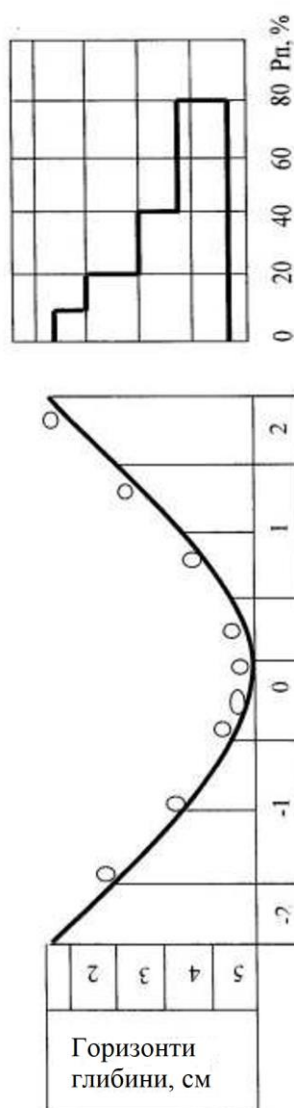


Рисунок 2.11 – Щільність розподілу насіння по глибині загортання при посіві удосконаленою зерною сівалкою

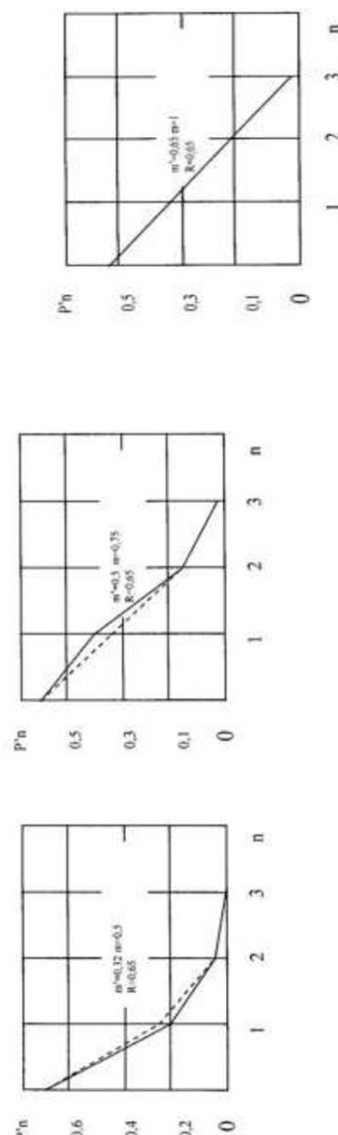


Рисунок 2.12 – Розподіл сходів за площею при посіві озимої пшениці удосконаленою зерною сівалкою

Характеристики розподілу зерен по площі визначається щільністю m' на ділянці, а також їх рівномірним розподілом по ширині борозни.

У разі коли норма висіву становить 4 млн/га розмір квадратів $0,05 \times 0,05$ м, максимальна частота квадратів з одним зерном дорівнює 0,369 або 36,9% (причому спостерігається стільки ж порожніх квадратів), з двома зернами – 17,3%, трьома – 6,5%. 2,4%, що залишилися – з чотирма і більше зернами.

2.5 Вплив конструктивно-режимних параметрів удосконаленої зернової сівалки на якісні та експлуатаційні показники роботи

Результати дослідження травмування насіння висівними катушковим і магнітним апаратами, (Рис. 2.13) показують, що травмування насіння істотно вище у катушкового висівного апарату.

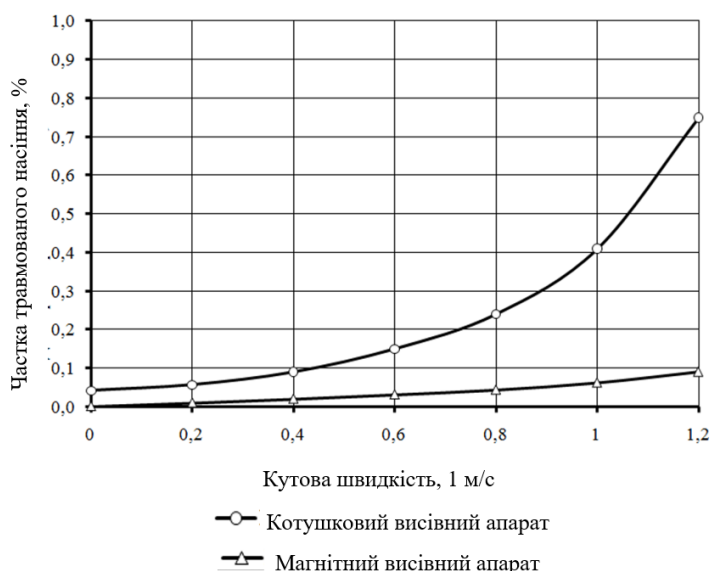


Рисунок 2.13 – Залежність травмування насіння від кутової швидкості обертання катушки та висівного диска

Так, катушковий висівний апарат травмував 0,75% насіння озимої пшениці, а магнітний – 0,09%, тобто, менше у 8,3 рази.

Аналіз сучасного стану зернового виробництва свідчить про те, що застосовувані в даний час зернові сівалки, що забезпечують рядовий і вузькорядний посів, обладнані в основному дводисковими сошниками. При їх роботі в умовах підвищеної вологості ґрунту має місце істотне прилипання ґрунту до сошників. Наслідком цього є порушення зміни борозни, поява передсошникового пагорба, в результаті порушується рівномірність закладення насіння на встановлену агротехнічними вимогами глибину.

Іншим негативним наслідком залипання сошників є наростання внутрішнього тертя у ґрунті, що сприяє значному збільшенню тягового опору. На

деяких ґрунтах у зазначених умовах процес посіву сільськогосподарських культур просто неможливий (Рис. 2.14).



Рисунок 2.14 – Робота сошників на зволожених ґрунтах

Таким чином, існує потреба в удосконаленні існуючих зернових сівалок для того, щоб якісно виконати посів сільськогосподарських культур навіть при суттєвому перезволоженні ґрунту.

Серійна зернова сівалка СЗ-3,6 удосконалена застосуванням дискових сошників-ножів та магнітних висівних апаратів. Удосконалена зернова сівалка показана рис. 2.15, дисковий сошник-ніж з полімерними накладками – на рис. 2.16.



Рисунок 2.15 – Удосконалена зернова сівалка



Рисунок 2.16 – Дискові сошники-ножі з полімерними накладками

Результати дослідження тягового опору показали зниження питомого тягового опору удосконаленої зернової сівалки на 19% порівняно із серійною сівалкою СЗ-3,6.

Результати дослідження якості загортання насіння при посіві озимої пшениці вдосконаленою та серійною зерновими сівалками показали наступні результати: при вологості шару ґрунту 0...0,05м – 24%, 0,05...0,1м – 26%.

Встановлено, що вдосконалена сівалка забезпечує закладення 87% насіння на глибину $0,05 \pm 0,01$ м, тоді як серійна СЗ-3,6 – 53%.

Висновки по розділу

Таким чином, в даному розділі показано конструктивну схему удосконаленої зернової сівалки та наведені показники її роботи. Визначено, що удосконалення зернової сівалки шляхом використання дискових сошників-ножів з полімерними накладками і магнітного висівного апарату забезпечують зниження тягового опору на 19%, рівномірний розподіл насіння в борозні, мінімальне травмування насіння (0,09%) при швидкості посівного агрегату до 2,2 м/с.

РОЗДІЛ 3

ОХОРОНА ПРАЦІ

3.1 Організація охорони праці в господарстві

Усім ймовірним виробничим аваріям і травмам можна й потрібно запобігати. Для цього необхідно подбати про створення в господарстві належних і безпечних умов праці.

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів і засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я й працездатності людини в процесі трудової діяльності.

Вимоги безпеки праці у галузі сільського господарства визначено «Правилами охорони праці у сільськогосподарському виробництві», затверджені наказом Міністерства соціальної політики України від 29.08.2018 № 1240 [4].

Вимоги безпеки до виробничого обладнання та організації робочих місць. Обладнання, що надається працівникам та ними використовується за призначенням, має бути технічно справним і відповідати:

- вимогам технічних регламентів, якщо обладнання виготовлене після дати обов'язкового застосування відповідних технічних регламентів, що поширюються на це обладнання;
- загальним вимогам безпеки до обладнання, що зазначені у нормативно-правових актах з охорони і гігієни праці та відповідних нормативних документах на його виготовлення, якщо обладнання виготовлене до дати обов'язкового застосування відповідних технічних регламентів, що поширюються на це обладнання.

Вимоги безпеки під час експлуатації сільськогосподарської техніки. Експлуатація сільськогосподарських машин (сільськогосподарських тракторів, їх причепів і змінних причіпних машин, систем складових частин та окремих

технічних вузлів) має здійснюватися з урахуванням вимог експлуатаційної документації.

Вузли та елементи сільськогосподарських машин, що рухаються, обертаються та можуть становити небезпеку, мають бути огорожені захисними кожухами, які забезпечують безпеку працівників.

Перед виконанням робіт треба переконатися, що дроти повітряних ліній електропередач не буде зачіпати техніка, проїжджаючи під ними. Під час проїзду сільськогосподарської техніки потрібно дотримуватися безпечної дистанції.

Не дозволяється:

- експлуатація несправних машини та обладнання;
- експлуатація сільськогосподарських тракторів без електростартерного запуску двигуна та з відсутньою або несправною системою блокування запуску двигуна за ввімкнутої передачі.

3.2 Заходи з охорони праці під час роботи із зерновими сівалками

Роботодавець зобов'язаний створити на робочих місцях у кожному структурному підрозділі умови праці відповідно до вимог нормативно-правових актів, а також забезпечити додержання вимог законодавства щодо прав працівників у галузі охорони праці.

Оскільки якість виконання роботи залежить від навиків та вмінь самих працівників, то роботодавець має забезпечити для них проходження навчань, інструктажів та перевірки знань з питань охорони праці [4].

Посадові особи та інші працівники, зайняті на роботах, внесених до Переліку робіт з підвищеною небезпекою, мають пройти спеціальне навчання і перевірку знань відповідно до вимог нормативно-правових актів з охорони праці.

Необхідно забезпечити та організувати на підприємствах проведення попереднього та періодичного медичних оглядів працівників, зайнятих на важких роботах, роботах із шкідливими чи небезпечними умовами праці.

При безпосередньому проходженні кампанії на підприємствах сфери АПК має належним чином експлуатуватися техніка.

Під час проїзду техніки потрібно дотримуватися безпечної дистанції.

Особливої уваги суб'єкти господарювання мають надати роботам, пов'язаним з підготовкою мінеральних добрив до їх внесення у ґрунт.

Працівники мають бути забезпечені спецодягом, спецвзуттям та засобам індивідуального захисту органів дихання та зору.

Також їм не дозволяється перебувати у зоні можливого руху маркерів або навісних машин під час розвертання машинно-тракторних агрегатів.

Під час руху агрегату не допускається одночасне обслуговування одним працівником двох і більше сівалок.

Завантаження сівалок і садильних машин насінням, садильним матеріалом та добривами має бути механізованим.

Ручне завантаження дозволяється лише за умови зупинення посівного та садильного агрегату та вимкнення двигуна трактора.

Заміну, очищення і регулювання робочих органів навісних машин і знарядь, які підняті, потрібно проводити тільки спеціальними чистками в рукавицях із зупиненим, загальмованим агрегатом та вимкнутим двигуном і вжиттям заходів, що запобігають їх самовільному опусканню.

Працівникам заборонено підніматися або спускатися з машин під час їх руху.

Не дозволяється сівачам працювати на навісних сівалках.

Висновки по розділу

Таким чином, при роботі із зерновими сівалками працівники мають дотримуватись правил з охорони праці та техніки безпеки, що регламентуються Законом України «Про охорону праці», тому що безпека життя працівників найважливіше при будь-якому виконанні робіт.

РОЗДІЛ 4

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЕКТУ

Розрахунок економічної ефективності проведено з використанням типової методики [10].

В ході розрахунків використовувалися показники роботи серійних агрегатів, які є в Україні, а також конструктивно-режимні параметри нових та удосконалених засобів механізації, що встановлені в результаті проведених досліджень.

Питомі експлуатаційні витрати (грн./га) враховують витрати на зарплату ($B_{ЗП}$), технічне обслуговування та ремонт ($B_{ТОР}$), на ПММ ($B_{ПММ}$), відрахування на амортизацію (B_A) та інші витрати ($B_{ІН}$) відповідно до виразу:

$$П_{ЕВ} = B_{ЗП} + B_{ТОР} + B_{ПММ} + B_A + B_{ІН}, \quad (4.1)$$

Розрахунок $B_{ЗП}$ проводився за виразом:

$$B_{ЗП} = (C_{год} \cdot K_D \cdot N_{роб}) / W_M, \quad (4.2)$$

де $C_{год}$ – годинна ставка, грн./год.; K_D – коефіцієнт, що враховує додаткову оплату праці та нарахування; $N_{роб}$ – кількість робітників, чол.

Розрахунок B_A проводився згідно з виразом:

$$B_A = \frac{B \cdot H_A}{100 \cdot T_p \cdot W_A}, \quad (4.3)$$

де B – балансова вартість, грн.; H_A – річна норма амортизаційних відрахувань, %; T_p – річне завантаження, год; W_M – продуктивність, га/год.

Розрахунок $B_{ТОР}$ проводився згідно з виразом:

$$B_{ТОР} = \frac{B \cdot H_{ТОР}}{100 \cdot T_p \cdot W_M}, \quad (4.4)$$

де $H_{ТОР}$ – нормативний показник витрат на проведення технічного обслуговування та ремонту (грн.).

Розрахунок $B_{ПММ}$ виконувався за виразом:

$$B_{ПММ} = \frac{H_{ПММ} \cdot C_{ПММ}}{W_M}, \quad (4.5)$$

де $H_{ПММ}$ – питома витрата ПММ, кг/год; $C_{ПММ}$ – вартість ПММ, грн./кг.

Вартість реалізованої продукції (грн.) визначиться за виразом:

$$C_{PP} = C_{PP} \cdot N_{PP}, \quad (4.6)$$

де C_{PP} – ціна одиниці продукції, грн./ц; N_{PP} – кількість продукції, ц.

Загальний річний економічний ефект (грн./га) визначався за виразом:

$$E_P = C_{PP} - P_{EB}, \quad (4.7)$$

Проведені розрахунки економічної ефективності занесені в таблицю 4.1.

Таблиця 4.1 – Результати розрахунку економічної ефективності використання удосконаленої зернової сівалки для посіву озимої пшениці

№ п/п	Найменування показників	Варіант	
		Базовий	Пропонований
1.	Питомі витрати на зарплату, грн./га	848,8	540,57
2.	Питомі амортизаційні відрахування, грн./га	9,57	8,97
3.	Питомі витрати на проведення технічного обслуговування та ремонт технічного засобу, грн./га	26,54	14,30
4.	Питомі витрати на ПММ, грн./га	1973,65	1209,41
5.	Інші питомі експлуатаційні витрати, грн./га	143,23	88,64
6.	Річні питомі експлуатаційні витрат, грн./га	3001,79	1861,89
7.	Ціна одиниці реалізованої продукції, грн./т	9000	
8.	Кількість реалізованої продукції, т/га	5,13	5,66
9.	Вартість реалізованої продукції, грн./га	46170	50940

Проведений розрахунок (табл. 4.1) показав, що економічна ефективність використання удосконаленої зернової сівалки для посіву озимої пшениці склала 4770 грн./га.

Висновки по розділу

Таким чином, розрахунки економічної ефективності удосконаленої зернової сівалки показують річну економію витрат, що дорівнюють 4770 грн./га. Дані показники підтверджують доцільність виробництва та використання запропонованого нового технічного засобу.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Таким чином, в результаті наукових досліджень нами проведено аналіз існуючих технологій вирощування зернових культур та технічних засобів, що використовуються для посіву, як зарубіжного, так і вітчизняного виробництва.

При цьому визначено, що по сукупності енергетичних, економічних та екологічних показників при передпосівній підготовці ґрунту та посіву зернових культур, перспективним є застосування комбінованих ґрунтообробних агрегатів та удосконалених зернових сівалок.

Удосконалена й досліджена конструкція зернової сівалки та визначені оптимальні параметри її роботи. Встановлено, що використання дискових сошників-ножей з полімерними накладками забезпечило зниження тягового опору у вдосконаленій зерновій сівалці на 19%, а застосування магнітного висівного апарату показало мінімальне травмування (0,09%) і рівномірний розподіл 87% зерен по глибині при робочій швидкості до 2,2 м/с.

Наведено заходи з охорони праці в господарствах сільськогосподарського призначення та правила техніки безпеки працівників при роботі із зерновими сівалками.

Здійснено техніко-економічну оцінку проекту. В результаті якої визначено, річну економію витрат запропонованого технічного засобу, яка становить 4770 грн./га. та вказує на доцільність впровадження його в серійне виробництво.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аулін В.В. Автоматизація регулювання норми висіву на основі мехатронної реалізації програмно-апаратного забезпечення. *Вісник інженерної академії України*. 2017. № 3. С. 240-244.

2. Аулін В.В. Критерії ефективності застосування зернових сівалок з механічними висівними апаратами. *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник*. Кропивницький : ЦНТУ, 2017. Вип. 47. Ч.1. С. 40-46.

3. Будагов А.А. Машини для посіву сільськогосподарських культур. *Механізація і електрифікація сільського господарства*. 1980. №9. С.10.

4. Закон України «Про охорону праці». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text>.

5. Панков А.А. Енергетичні показники робочого процесу висівних апаратів і систем. *Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. Збірн. наук. праць ЦНТУ*. Вип. 30. Кропивницький : ЦНТУ, 2017. С. 28-36.

6. Посівні комплекси. Огляд сучасних моделей. URL: <https://agroelita.info/posivni-kompleksy-ohliad-suchasnykh-modeley/>. (Дата звернення: 23.01.2025).

7. Посівні та садильні машини. URL: <https://vukladach.pp.ua/MyWeb/manual/agroinjenerija/Agricultural%20machinery/3/3.1.htm>. (Дата звернення: 12.02.2025).

8. Пушка О.С., Войтік А.В., Ковальчук Ю.О. Інструктивно-методичні матеріали до виконання дипломних проектів студентами спеціальності 208 «Агроінженерія» першого освітнього рівня (бакалаврського). Умань : УНУС, 2020. 27 с.

9. Тенденції розвитку сівалок. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/11710-tendentsii-rozvytku-sivalok.html>. (Дата звернення: 12.02.2025).

10. Техніка сільськогосподарська. Методи економічної оцінки. ГОСТ 23728-88, ГОСТ 23730-88.

11. Zhao Y. Tractor power requirement of no-tillage seeder under different cover crop residue management. Japanese Journal of Farm Work Research. 2010. № 45(1). P. 37-44.