

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Інженерно-технологічний факультет**

**Кафедра експлуатації машинно-тракторного парку**

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

до дипломного проекту

ступеня вищої освіти «Бакалавр» на тему:

**Ефективність використання техніки при вирощуванні пшениці озимої з  
розробкою операційної технології сівби**

**Виконав:** студент 4 курсу, групи АІ-4-22 за  
спеціальністю 208 «Агроінженерія»

\_\_\_\_\_ Старина Андрій Олександрович

**Керівник:** \_\_\_\_\_ Кабат Олег Станіславович

**Рецензент:** \_\_\_\_\_

Дніпро – 2026

# ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра експлуатації машинно-тракторного парку

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

ЕМТП

(назва кафедри)

ДОЦЕНТ

(вчене звання)

Деркач О.Д.

(підпис)

прізвище, ініціали

«05» травня 2026 р

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

Старина Андрій Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

**1. Тема проєкту:** Ефективність використання техніки при вирощуванні пшениці озимої з розробкою операційної технології сівби

керівник проєкту Кабат Олег Станіславович, д.т.н., професор

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від «5» травня 2026 року № 912

**2. Строк подання студентом проєкту** 12.06.2026 р.

**3. Вихідні дані до проєкту** Огляд стану питання в галузі рослинництва та існуючих засобів посіву. Патентний пошук, аналіз літературних джерел, останніх досліджень з обраної тематики.

**4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки** (перелік питань, які потрібно розробити). 1. Стан вирощування пшениці озимої в Україні та вплив якості посіву на її врожайність. 2. Розробка плану механізованих робіт виробництва пшениці озимої. 3. Удосконалення конструкції посівного комплексу. 4. Розробка операційно-технологічної карти сівби. 5. Охорона праці та захист навколишнього середовища 6. Техніко-економічні показники удосконаленого посівного комплексу. Висновки та пропозиції. Література.

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

1. Аналіз вирощування пшениці озимої (А1) 2. План механізованих робіт вирощування пшениці озимої (А1) 3. Посівний комплекс (вид загальний) (А1). 4. Рама (А1) 5. Сошник (А2) 6. Подільник першого ступеня (А3). 7. Подільник другого ступеня (А3) 8. Операційно-технологічна карта обробітку (А1) 9. Техніко-економічні показники (А1).

**6. Консультанти розділів проєкту**

| Розділ        | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата   |                  |
|---------------|-------------------------------------------|----------------|------------------|
|               |                                           | завдання видав | завдання прийняв |
| 1-5           | Кабат О. С., професор                     | 05.05.2026     | 12.06.2026       |
| нормоконтроль | Кабат О. С., професор                     | 12.06.2026     |                  |

**7. Дата видачі завдання:** 05.05.2026 р.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

| № з/п | Назва етапів дипломного проєкту           | Строк виконання етапів проєкту | Примітка |
|-------|-------------------------------------------|--------------------------------|----------|
| 1     | Аналітичний (оглядовий)                   |                                |          |
| 2     | Розробка плану вирощування пшениці озимої |                                |          |
| 3     | Конструкційний                            |                                |          |
| 4     | Операційно-технологічний                  |                                |          |
| 5     | Охорона праці                             |                                |          |
| 6     | Економічний аналіз                        |                                |          |
| 7     | Графічна частина                          |                                |          |

**Студент**

\_\_\_\_\_  
(підпис)

**Старина А. О.**

\_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

**Керівник проєкту**

\_\_\_\_\_  
(підпис)

**Кабат О. С.**

\_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

[illegible]

## АНОТАЦІЯ

Старина А. О. Ефективність використання техніки при вирощуванні пшениці озимої з розробкою операційної технології сівби / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2026.

У кваліфікаційній роботі розглянуто сучасний стан вирощування пшениці озимої в Україні та досліджено вплив якості сівби на формування врожайності культури. Проведено аналіз агротехнічних вимог до посіву, сучасних конструкцій посівних машин і посівних комплексів, а також визначено основні напрями підвищення ефективності технологічного процесу сівби. Обґрунтовано комплекс механізованих операцій при вирощуванні озимої пшениці та виконано розрахунок елементів технології вирощування культури.

У роботі запропоновано удосконалену конструкцію посівного комплексу, що забезпечує підвищення рівномірності висіву, стабільність глибини загортання насіння та зменшення енергетичних витрат. Проведено розрахунок технологічних параметрів, міцності конструктивних елементів, запобіжного механізму та зварних з'єднань. Розроблено операційно-технологічну карту сівби озимої пшениці, а також заходи з охорони праці та захисту навколишнього середовища при експлуатації посівного комплексу.

Виконані техніко-економічні розрахунки підтвердили доцільність впровадження удосконаленого посівного комплексу у виробництво завдяки зниженню експлуатаційних витрат, підвищенню продуктивності праці та отриманню економічного ефекту.

*Ключові слова:* пшениця озима, посівний комплекс, сівба, технологія вирощування, механізовані роботи, лапа-сошник, пневматична система висіву, рівномірність висіву, глибина загортання насіння, продуктивність агрегату, технологічні параметри, міцність конструкції, ресурсозберігаючі технології, економічна ефективність.

## Зміст

|                                                                                                       |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВСТУП.....                                                                                            | 7  |
| 1 СТАН ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В УКРАЇНІ ТА ВПЛИВ<br>ЯКОСТІ ПОСІВУ НА ЇЇ ВРОЖАЙНІСТЬ.....          | 9  |
| 1.1 Народногосподарське значення пшениці озимої.....                                                  | 9  |
| 1.2 Аналіз посівних площ та рівня врожайності пшениці озимої .....                                    | 12 |
| 1.3 Вплив параметрів посіву на формування врожаю пшениці озимої.....                                  | 16 |
| 1.4 Особливості агротехнічних вимог проведення сівби .....                                            | 21 |
| 1.5 Сучасні конструкції посівних машин та їх особливості .....                                        | 24 |
| 1.6 Висновки з розділу .....                                                                          | 30 |
| 2 РОЗРОБКА ПЛАНУ МЕХАНІЗОВАНИХ РОБІТ ВИРОБНИЦТВА ПШЕНИЦІ<br>ОЗИМОЇ .....                              | 31 |
| 2.1 Обґрунтування комплексу основних технологічних операцій при<br>виращуванні озимої пшениці .....   | 31 |
| 2.2 Обґрунтування та розрахунок елементів технології вирощування озимої пшениці ...                   | 35 |
| 2.3 Висновки з розділу .....                                                                          | 43 |
| 3 УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ПОСІВНОГО КОМПЛЕКСУ .....                                                 | 45 |
| 3.1 Конструктивно-технологічна характеристика об'єкта удосконалення .....                             | 45 |
| 3.2 Розрахунок та обґрунтування технологічних параметрів посівного комплексу ...                      | 49 |
| 3.3 Розрахунок конструктивних елементів посівного комплексу на міцність та<br>надійність роботи ..... | 51 |
| 3.4 Перевірка міцності та працездатності запобіжного механізму посівного комплексу ..                 | 56 |
| 3.5 Визначення міцності та перевірка зварних з'єднань конструкції посівного комплексу. .              | 60 |
| 3.6 Висновки з розділу .....                                                                          | 62 |
| 4 РОЗРОБКА ОПЕРАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КАРТИ СІВБИ .....                                                 | 63 |
| 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА .....                                              | 70 |
| 6 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ УДОСКОНАЛЕНОГО ПОСІВНОГО<br>КОМПЛЕКСУ .....                            | 74 |
| ВИСНОВКИ .....                                                                                        | 78 |
| БІБЛІОГРАФІЯ .....                                                                                    | 80 |
| ДОДАТКИ .....                                                                                         | 83 |

## ВСТУП

Пшениця озима є однією з найважливіших зернових культур України, яка формує основу продовольчої безпеки держави та займає провідне місце у структурі посівних площ. Висока цінність зерна пшениці, значний попит на внутрішньому та зовнішньому ринках, а також необхідність стабільного забезпечення населення продовольством обумовлюють постійне вдосконалення технологій її вирощування. В сучасних умовах розвитку агропромислового комплексу особливого значення набуває підвищення ефективності використання сільськогосподарської техніки, яка забезпечує своєчасне та якісне виконання технологічних операцій.

Одним із ключових етапів технології вирощування пшениці озимої є посів, від якості виконання якого значною мірою залежить рівномірність сходів, розвиток рослин, формування врожайності та економічна ефективність виробництва. Недосконалість конструкцій окремих робочих органів посівних комплексів, нерівномірність висіву насіння, нестабільна глибина загортання та недостатня адаптованість техніки до сучасних умов господарювання призводять до зниження продуктивності та збільшення експлуатаційних витрат.

Сучасні тенденції розвитку сільськогосподарського машинобудування спрямовані на створення високопродуктивних багатофункціональних посівних комплексів, які забезпечують одночасне виконання декількох технологічних операцій, зменшення енергетичних витрат, ущільнення ґрунту та підвищення якості посіву. У зв'язку з цим актуальним є питання удосконалення конструкції посівного комплексу з метою підвищення ефективності його використання при вирощуванні пшениці озимої.

Актуальність теми полягає у необхідності підвищення техніко-економічних показників роботи посівних агрегатів, зниження витрат ресурсів та забезпечення стабільного отримання високих урожаїв пшениці озимої в умовах сучасного агровиробництва. Удосконалення посівного комплексу дозволить

покращити якість виконання технологічного процесу, зменшити непродуктивні витрати та підвищити ефективність використання машинно-тракторного парку.

**Метою роботи** є підвищення ефективності використання техніки при вирощуванні пшениці озимої шляхом удосконалення посівного комплексу та обґрунтування його конструктивно-технологічних параметрів.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі **основні завдання**:

- проаналізувати сучасний стан вирощування пшениці озимої та конструкції посівних машин;
- обґрунтувати комплекс технологічних операцій і розробити план механізованих робіт;
- удосконалити конструкцію посівного комплексу та визначити його технологічні параметри;
- виконати розрахунок елементів конструкції на міцність і надійність роботи;
- розробити операційно-технологічну карту сівби;
- обґрунтувати заходи з охорони праці та захисту довкілля;
- оцінити техніко-економічну ефективність удосконаленого посівного комплексу.

**Об'єктом дослідження** є технологічний процес посіву пшениці озимої.

**Предметом дослідження** є конструктивно-технологічні параметри та показники ефективності роботи удосконаленого посівного комплексу.

Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості підвищення продуктивності посівних робіт, покращення якості висіву насіння, зниження експлуатаційних витрат та підвищення економічної ефективності вирощування пшениці озимої.

# **1 СТАН ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В УКРАЇНІ ТА ВПЛИВ ЯКОСТІ ПОСІВУ НА ЇЇ ВРОЖАЙНІСТЬ**

## **1.1 Народногосподарське значення пшениці озимої**

Пшениця озима є однією з провідних зернових культур України та займає перше місце за посівними площами серед продовольчих культур. Її значення для економіки держави зумовлене високою харчовою цінністю зерна, значним попитом на внутрішньому і зовнішньому ринках та важливою роллю у забезпеченні продовольчої безпеки населення.

Основним напрямом використання зерна озимої пшениці є виробництво хліба та хлібобулочних виробів. Висока цінність пшеничного зерна пояснюється його багатим хімічним складом. Зерно містить значну кількість білка, вуглеводів, крохмалю, мінеральних речовин і вітамінів. Вміст білка в зерні м'якої пшениці залежить від сорту та умов вирощування і в середньому становить 13–15 %. Крім того, у зерні містяться вітаміни групи В, вітамін Е, провітаміни А і D, а також до 2 % мінеральних сполук.

Білки пшениці характеризуються достатньо високою біологічною цінністю, оскільки містять важливі амінокислоти, необхідні для організму людини. Разом з тим, окремі амінокислоти, зокрема лізин, метіонін і треонін, знаходяться у недостатній кількості, що певною мірою обмежує повноцінне засвоєння білка. Саме тому значна увага приділяється вирощуванню високобілкових сортів пшениці.

Пшеничний хліб є одним із головних продуктів харчування населення. Споживання 400–500 г хліба та хлібобулочних виробів забезпечує значну частину добової потреби людини у білках, вуглеводах, вітамінах та мінеральних речовинах. Крім того, співвідношення білків і вуглеводів у зерні пшениці вважається оптимальним для підтримання працездатності та нормального функціонування організму людини.

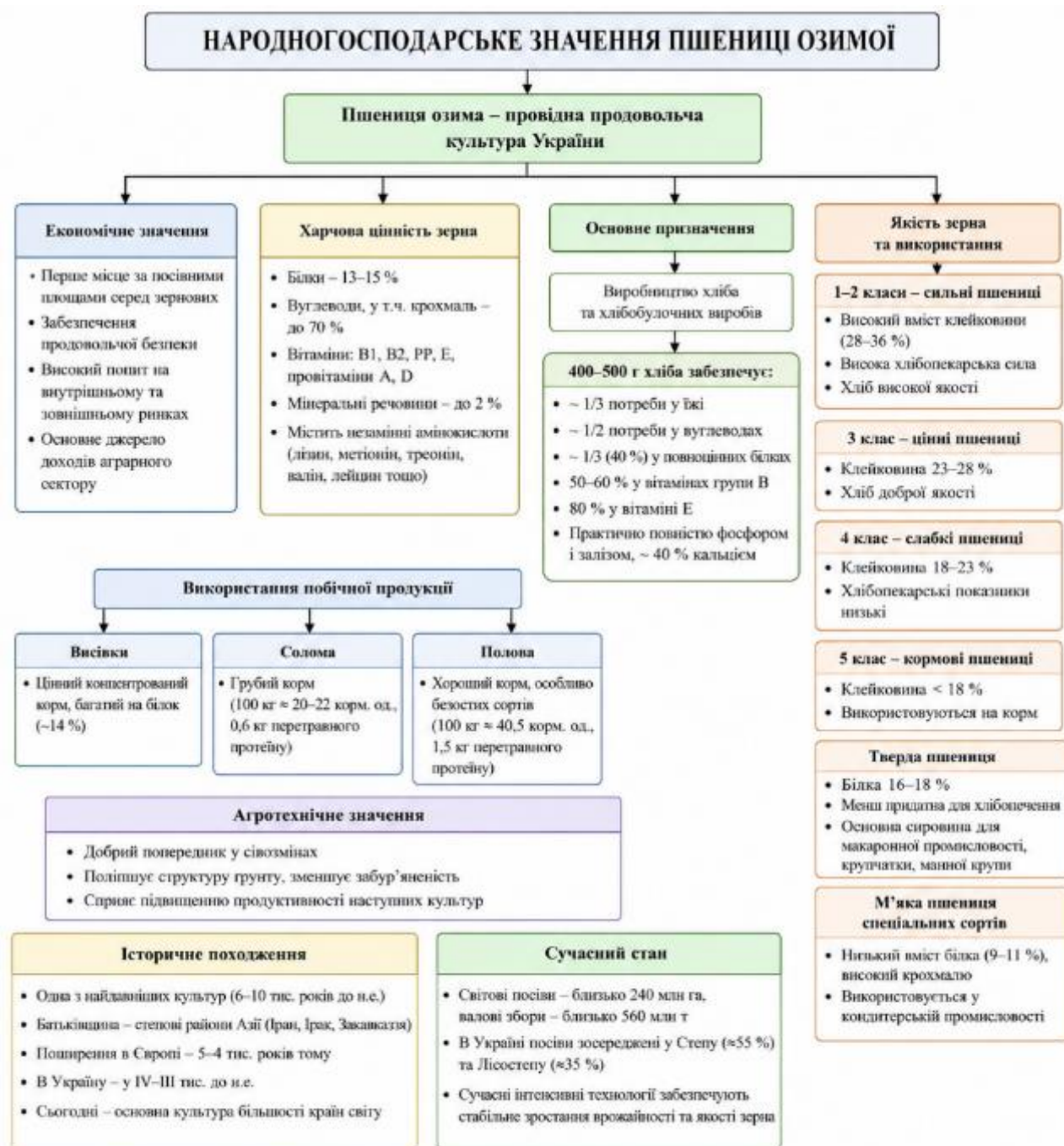


Рисунок 1.1 – Народногосподарське значення пшениці озимої

Хліб із пшеничного борошна відзначається високою калорійністю та поживністю. Особливо цінними є вироби, виготовлені із зерна сильних сортів м'якої пшениці, які характеризуються підвищеним вмістом сирової клейковини та високими хлібопекарськими властивостями. Таке борошно забезпечує отримання високоякісного, пористого та об'ємного хліба.

Сильні сорти пшениці також використовують як поліпшувачі слабких сортів. Додавання борошна сильних пшениць до слабких дозволяє значно покращити хлібопекарські властивості кінцевої продукції. Поряд із сильними сортами у виробництві широко застосовують цінні пшениці, зерно яких придатне для виготовлення хліба доброї якості, хоча і не має виражених поліпшувальних властивостей.

Сорти пшениці з низьким вмістом клейковини належать до слабких і переважно використовуються для кормових цілей. Окремі сорти м'якої пшениці з підвищеним вмістом крохмалю та невисокою кількістю білка застосовують у кондитерській промисловості для виробництва тортів, печива та інших виробів.

Важливе значення мають також тверді сорти озимої пшениці, зерно яких характеризується підвищеним вмістом білка. Незважаючи на меншу придатність для хлібопечення, тверда пшениця є основною сировиною для макаронної промисловості. Завдяки особливим властивостям клейковини макаронні вироби добре зберігають форму під час варіння та мають високі споживчі якості.

Побічна продукція пшениці також широко використовується у тваринництві. Пшеничні висівки є цінним концентрованим кормом, а солома та полова використовуються як грубі корми для сільськогосподарських тварин.

Озима пшениця має важливе агротехнічне значення, оскільки є добрим попередником у сівоzmінах. Вирощування культури за інтенсивними технологіями сприяє поліпшенню структури ґрунту, зменшенню забур'яненості та підвищенню ефективності вирощування наступних культур.

Пшениця належить до найдавніших культур світу. Її вирощування розпочалося ще кілька тисячоліть до нашої ери на території Азії, після чого культура поширилася в Європі, Африці та Америці. На території сучасної України пшеницю вирощували ще у IV–III тисячоліттях до н.е..

У сучасному світі озима пшениця є однією з основних продовольчих культур. Значні площі її посівів зосереджені в країнах Європи, США, Китаї та Україні. В Україні основні посіви озимої пшениці розміщені у Степу та Лісостепу, де природно-кліматичні умови найбільш сприятливі для її вирощування.

Завдяки впровадженню сучасних інтенсивних технологій вирощування та використанню високопродуктивної техніки врожайність озимої пшениці постійно зростає. Практика провідних господарств підтверджує, що застосування сучасних технологічних рішень дає можливість значно підвищити ефективність виробництва зерна та забезпечити стабільне отримання високих урожаїв.

## **1.2 Аналіз посівних площ та рівня врожайності пшениці озимої**

Пшениця озима є однією з найважливіших зернових культур у світовому сільському господарстві та займає провідне місце у формуванні продовольчої безпеки більшості країн світу. Виробництво зерна пшениці має стратегічне значення для забезпечення населення продуктами харчування, розвитку тваринництва та формування експортного потенціалу аграрного сектору. Для України озима пшениця традиційно залишається основною продовольчою культурою та одним із ключових джерел валютних надходжень від експорту зерна.

Світове виробництво пшениці в останні роки характеризується відносною стабільністю посівних площ та поступовим підвищенням валових зборів за рахунок зростання урожайності. За даними міжнародних аналітичних організацій та USDA, у 2024–2025 маркетинговому році світове виробництво пшениці перевищило 800 млн т, а у 2025–2026 рр. прогнозується на рівні понад 840 млн т, що свідчить про зростання ролі зернового сектору у світовій економіці.

Площі посіву пшениці у світі залишаються значними та коливаються в межах 220–230 млн га. Найбільші площі під культурою зосереджені в Індії, Китаї, Росії, США, Канаді, Австралії та країнах Європейського Союзу. Значні посівні площі пояснюються високим попитом на зерно, адаптивністю культури до різних ґрунтово-кліматичних умов та широкими можливостями використання продукції переробки.

Світовими лідерами за виробництвом зерна пшениці залишаються Китай та Індія, де валові збори перевищують 90–120 млн т на рік. Високі показники виробництва також характерні для США, Франції, Канади та Австралії. Україна,

незважаючи на складні економічні та військові умови останніх років, продовжує входити до числа найбільших світових виробників та експортерів пшениці.

У структурі посівних площ України озима пшениця займає провідне місце серед зернових культур. До 2022 року площі посіву культури становили близько 6–7 млн га. Внаслідок воєнних дій, тимчасової окупації окремих територій та мінування сільськогосподарських угідь посівні площі дещо скоротилися. Проте вже у 2024–2025 роках спостерігається поступове відновлення площ посіву озимої пшениці. За оцінками Міністерства аграрної політики та USDA, у 2025 році площа посіву озимої пшениці в Україні становила близько 5 млн га, що більше порівняно з 2024 роком.

Основні площі вирощування озимої пшениці традиційно зосереджені у Степовій та Лісостеповій зонах України. На ці регіони припадає понад 85 % усіх посівів культури. Степова зона характеризується найбільшими площами посіву завдяки значним масивам орних земель та сприятливим умовам для механізованого виробництва зерна. Водночас саме в цій зоні найбільш гостро проявляється проблема нестачі вологи, що суттєво впливає на рівень урожайності.

Серед областей України найбільші площі під озимою пшеницею традиційно займають Одеська, Харківська, Дніпропетровська, Запорізька, Миколаївська та Вінницька області. Для цих регіонів характерна висока концентрація зернового виробництва та значний рівень технічного забезпечення аграрних підприємств.

Валовий збір зерна пшениці у світі має стійку тенденцію до збільшення. Якщо у 2010 році світове виробництво становило близько 640 млн т, то у 2025 році воно перевищує 800 млн т. Основними чинниками зростання є впровадження високопродуктивних сортів, удосконалення систем удобрення, розвиток точного землеробства та використання сучасної високопродуктивної техніки.

Україна також демонструє позитивну динаміку валового виробництва зерна пшениці. Незважаючи на складні умови ведення сільського господарства, у 2025 році урожай пшениці оцінюється на рівні 22–25 млн т. Це дещо нижче довоєнних показників, однак значно перевищує рівень 2022–2023 років.

Важливе значення для оцінки ефективності вирощування пшениці має показник урожайності. У провідних країнах світу рівень урожайності пшениці значно перевищує середньоукраїнські показники. Так, у країнах Західної Європи середня урожайність становить 7–9 т/га, а в окремих господарствах перевищує 10 т/га. Високі результати забезпечуються за рахунок інтенсивних технологій вирощування, широкого застосування систем зрошення, високоякісного насіннєвого матеріалу та сучасної техніки.

В Україні протягом останніх років також спостерігається поступове зростання урожайності озимої пшениці. Якщо у 2010 році середня урожайність культури становила близько 2,7 т/га, то у сприятливі роки вона перевищувала 4,5–5,0 т/га. У 2024–2025 роках середня урожайність пшениці в Україні коливалася в межах 4,2–4,8 т/га залежно від регіону та погодних умов.

Найвищі показники урожайності традиційно отримують у центральних та північних областях Лісостепу і Полісся, зокрема у Вінницькій, Київській, Черкаській, Хмельницькій, Полтавській та Сумській областях. У цих регіонах сприятливіші умови зволоження, вищий рівень родючості ґрунтів та краще забезпечення сучасною технікою.

У південних областях України урожайність значною мірою залежить від кількості атмосферних опадів та стану вологозабезпечення ґрунту. Для Дніпропетровської, Запорізької, Одеської, Миколаївської та Херсонської областей характерні часті посухи, які негативно впливають на формування врожаю. Саме тому важливим напрямом підвищення продуктивності зернового виробництва у Степовій зоні є впровадження сучасних систем зрошення, вологоощадних технологій та адаптованих сортів пшениці.

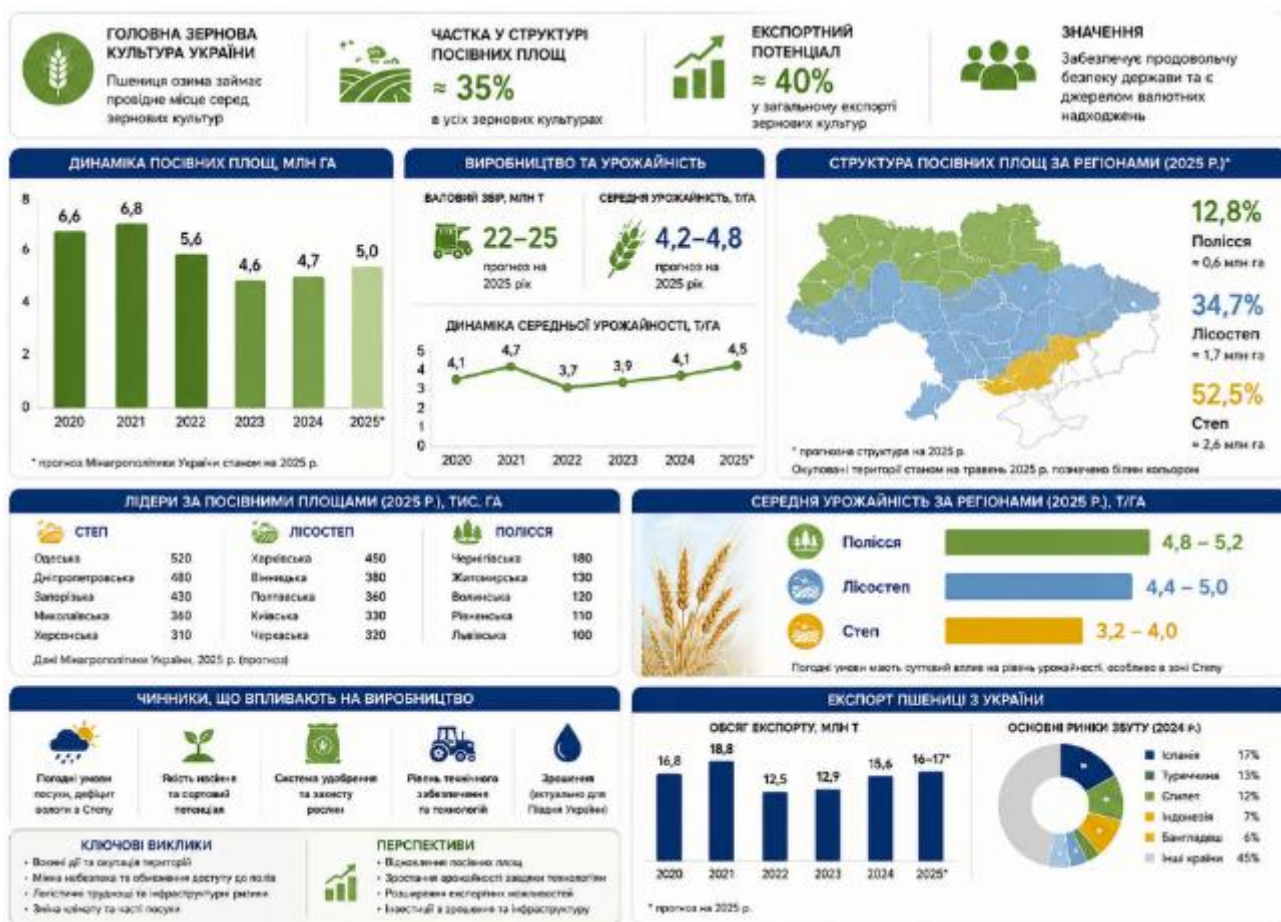


Рисунок 1.2 – Стан виробництва пшениці озимої в аграрному секторі України

Одним із головних чинників зростання урожайності пшениці є впровадження сучасних технологій вирощування та удосконалення технічного забезпечення аграрного виробництва. Використання високопродуктивних посівних комплексів, систем точного висіву, автоматизованого внесення добрив та сучасних засобів захисту рослин дозволяє значно підвищити рівномірність сходів, покращити розвиток рослин та забезпечити ефективне використання ресурсів.

Сучасні посівні комплекси забезпечують одночасне виконання кількох технологічних операцій: передпосівного обробітку ґрунту, внесення добрив, висіву насіння та ущільнення посівного ложа. Це дозволяє скоротити кількість проходів техніки по полю, зменшити ущільнення ґрунту та підвищити продуктивність праці. Особливого значення набуває удосконалення конструкцій робочих органів посівних комплексів, які повинні забезпечувати стабільну глибину загортання насіння та рівномірний розподіл його по площі поля.

В умовах зміни клімату та дефіциту вологи ефективність використання техніки стає одним із ключових факторів стабільного виробництва зерна пшениці озимої. Застосування сучасних технологічних рішень дозволяє зменшити витрати пального, підвищити продуктивність машинно-тракторних агрегатів та покращити економічні показники виробництва.

Отже, аналіз посівних площ та рівня урожайності пшениці озимої свідчить про важливу роль культури у забезпеченні продовольчої безпеки світу та України. Незважаючи на складні економічні та кліматичні умови, Україна зберігає позиції одного з провідних виробників та експортерів зерна пшениці. Подальше підвищення ефективності вирощування культури можливе за рахунок удосконалення технологій виробництва, впровадження сучасної техніки, розвитку систем зрошення та використання інноваційних агротехнологій.

### **1.3 Вплив параметрів посіву на формування врожаю пшениці озимої**

Одним із найважливіших етапів технології вирощування пшениці озимої є посів, від якого значною мірою залежить подальший ріст, розвиток рослин та формування рівня врожайності. Початкові етапи органогенезу культури визначають густоту продуктивного стеблостою, розвиток кореневої системи, інтенсивність кущення та адаптацію рослин до несприятливих умов осінньо-зимового періоду. Саме тому правильний вибір строків сівби, норми висіву, глибини загортання насіння та інших параметрів посіву є однією з основних умов отримання високих і стабільних урожаїв пшениці озимої.

Практика сільськогосподарського виробництва свідчить, що добре розвинені посіви, сформовані восени, мають значно вищу продуктивність у порівнянні зі зрідженими та ослабленими рослинами. Рослини, які до настання зимового періоду встигають сформувати потужну кореневу систему та достатню кількість пагонів кущення, краще переносять несприятливі погодні умови та ефективніше використовують запаси ґрунтової вологи і поживних речовин.

Важливе значення у технології вирощування має тривалість міжфазного періоду «сівба – сходи». Від швидкості появи сходів залежить рівномірність розвитку рослин, формування густоти посіву та подальша інтенсивність осінньої вегетації. За сприятливих умов дружні сходи формуються протягом 5–10 діб після висіву. У випадку нестачі вологи або несприятливого температурного режиму поява сходів може затягуватися, що негативно впливає на розвиток рослин та рівень майбутньої врожайності.

На проростання насіння та появу сходів найбільше впливають температура ґрунту, вологозабезпечення посівного шару та агрометеорологічні умови осіннього періоду. Найбільш сприятливою температурою для проростання насіння пшениці озимої є 12–18 °С. За таких умов насіння швидко проростає, а рослини формують рівномірні та дружні сходи. При недостатньому прогріванні ґрунту процес проростання уповільнюється, тоді як надто високі температури у поєднанні з дефіцитом вологи можуть спричинити загибель проростків або значне зниження польової схожості.

Особливо важливим фактором для степових регіонів є наявність продуктивної вологи у посівному шарі ґрунту. Для нормального проростання насіння та отримання дружних сходів необхідно не менше 10–15 мм доступної вологи. У роки з тривалою літньо-осінньою посухою строки появи сходів суттєво збільшуються, а рослини входять у зимовий період недостатньо розвиненими. В окремих випадках сходи можуть з'являтися лише після випадання продуктивних опадів або навіть у зимовий період під час відлиг, що негативно впливає на формування врожаю.

Строки сівби є одним із найважливіших агротехнічних чинників, які визначають продуктивність пшениці озимої. За надто ранньої сівби рослини часто переростають восени, формують надмірну вегетативну масу, сильніше уражуються хворобами та можуть гірше переносити зимівлю. Крім того, ранні строки сівби за високих температур і недостатньої вологості ґрунту нерідко супроводжуються зниженням польової схожості насіння.

Запізнення із сівбою також негативно позначається на продуктивності культури. За пізніх строків рослини не встигають сформувати достатню кількість пагонів кушення, слабше укорінюються та входять у зимовий період у фазі 2–3 листків. Такі посіви мають меншу зимостійкість і менш ефективно використовують весняні ресурси вологи та елементів живлення.

Оптимальні строки сівби забезпечують формування добре розвинених рослин, які до припинення осінньої вегетації встигають утворити вузол кушення, розвинену кореневу систему та декілька продуктивних пагонів. За таких умов рослини накопичують достатню кількість пластичних речовин, необхідних для успішної перезимівлі та активного весняного відростання.

Дослідження показують, що тривалість осінньої вегетації суттєво впливає на формування продуктивності пшениці озимої. Для нормального розвитку рослин осіння вегетація повинна тривати приблизно 40–60 діб. За цей період рослини накопичують достатню суму ефективних температур та проходять основні етапи розвитку до входу в зимовий спокій.

Зміни кліматичних умов останніх років значною мірою впливають на строки сівби та тривалість осінньої вегетації. У теплі осінні періоди вегетація рослин може тривати до грудня або навіть відновлюватися взимку під час тривалих відлиг. Це створює сприятливі умови для розвитку пізніх посівів, але водночас може викликати переростання ранніх строків сівби.

Важливим параметром формування врожаю є норма висіву насіння. Від густоти стояння рослин залежить інтенсивність кушення, рівень конкуренції між рослинами за світло, вологу та елементи живлення. При недостатній густоті посіву формується зріджений стеблостій, що знижує загальну продуктивність посіву. Надмірне загущення, навпаки, посилює конкуренцію між рослинами, сприяє витягуванню стебел, погіршує освітлення нижніх ярусів та підвищує ризик розвитку хвороб.

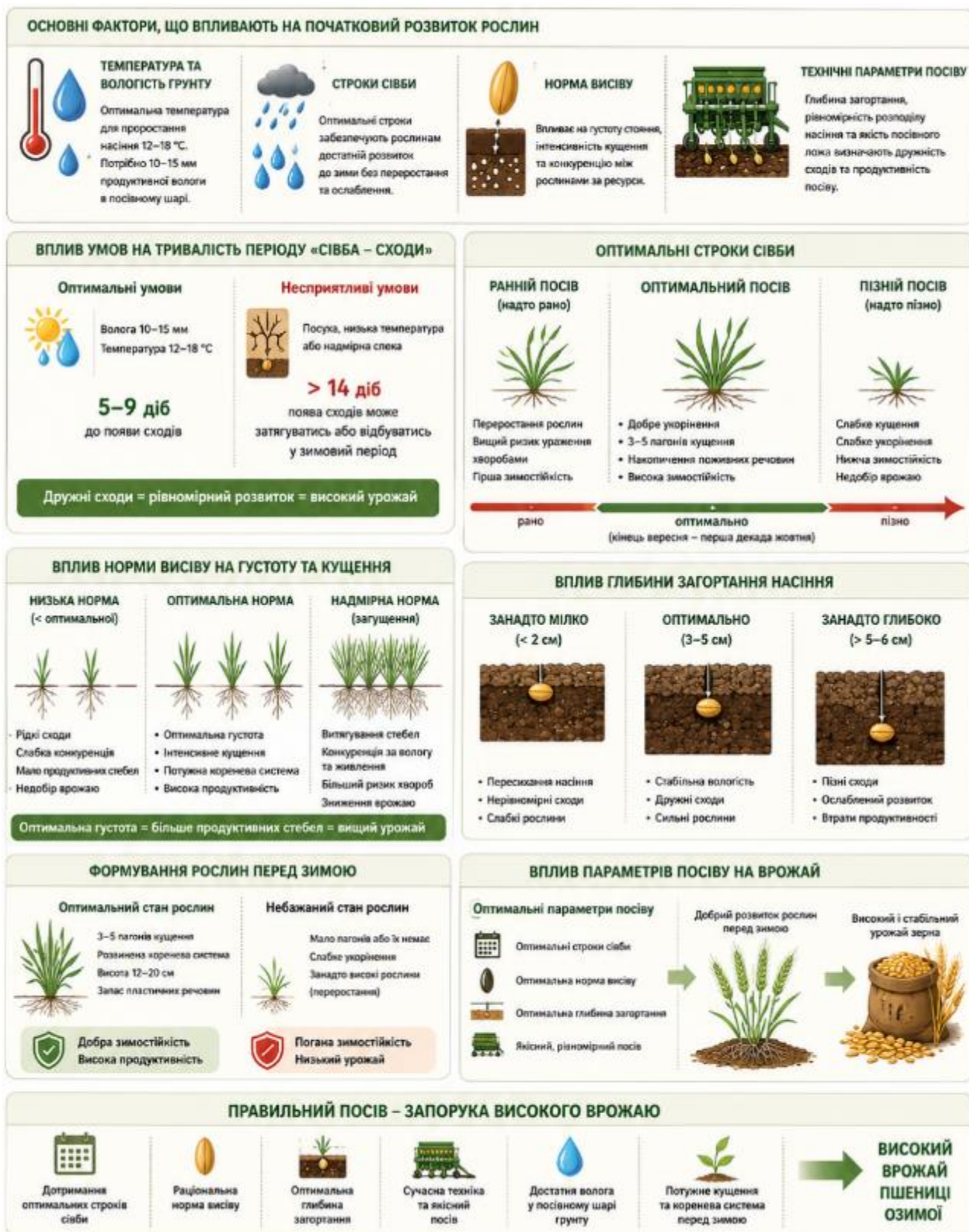


Рисунок 1.3 – Вплив параметрів посіву на формування врожаю пшениці озимої

Дослідження свідчать, що за помірних норм висіву рослини формують більш потужну кореневу систему та вищий коефіцієнт кушення. Зі збільшенням

норми висіву польова схожість насіння може знижуватись через недостатню кількість ґрунтової вологи, особливо за ранніх строків сівби та посушливих умов. Тому оптимальна норма висіву повинна встановлюватися з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов, строків сівби та особливостей технології вирощування.

Однією з характерних біологічних особливостей пшениці озимої є здатність до кущення. Формування бокових пагонів та вузлових коренів є важливим етапом розвитку рослин, оскільки саме від кількості продуктивних стебел значною мірою залежить урожайність культури. Кущення зазвичай починається після утворення 3–4 листків і найбільш інтенсивно проходить за температури 13–15 °C та достатнього вологозабезпечення.

На інтенсивність кущення значно впливають строки сівби та густота стояння рослин. За ранніх строків сівби та помірних норм висіву рослини формують більшу кількість пагонів. При пізніх строках сівби або надмірному загущенні посівів коефіцієнт кущення знижується. Водночас надмірне кущення також не завжди є позитивним явищем, оскільки рослини можуть непродуктивно витрачати запаси вологи та елементів живлення.

Важливим показником розвитку рослин у осінній період є висота рослин перед входом у зиму. Надмірно високі рослини більш схильні до вилягання та гірше переносять несприятливі умови зимівлі. Низькорослі та недостатньо розвинені рослини, навпаки, мають слабку кореневу систему та знижений рівень зимостійкості. Оптимальний розвиток рослин формується за збалансованого поєднання строків сівби, норми висіву та сприятливих погодних умов.

На формування врожаю пшениці озимої значною мірою впливають також сучасні технічні засоби посіву. Використання високоточних посівних комплексів забезпечує рівномірний розподіл насіння по площі поля, стабільну глибину заготання та якісне формування посівного ложа. Це сприяє одночасній появі сходів, рівномірному розвитку рослин та підвищенню польової схожості насіння.

Особливого значення набуває якість роботи сошникової групи посівного комплексу. Недотримання заданої глибини заготання насіння призводить до нерівномірності сходів, ослаблення рослин та зниження врожайності. За

недостатньої глибини загортання насіння може пересихати у верхньому шарі ґрунту, а за надмірної – сходи з'являються із запізненням та мають ослаблений розвиток.

Сучасні технології вирощування пшениці озимої передбачають комплексний підхід до регулювання параметрів посіву залежно від погодних умов, типу ґрунту та рівня технічного забезпечення господарства. В умовах змін клімату особливо важливими стають вологоощадні технології, мінімізація кількості проходів техніки та використання сучасних посівних агрегатів із високою точністю роботи.

Таким чином, параметри посіву мають вирішальне значення у формуванні врожаю пшениці озимої. Раціональний вибір строків сівби, норми висіву, глибини загортання насіння та застосування сучасних посівних комплексів забезпечують формування оптимального стеблостою, покращують перезимівлю рослин і створюють передумови для отримання високої та стабільної врожайності культури.

#### **1.4 Особливості агротехнічних вимог проведення сівби**

Сівба пшениці озимої є однією з найвідповідальніших технологічних операцій, від якості виконання якої значною мірою залежить формування густоти рослин, рівномірність сходів, інтенсивність осіннього кущення та рівень майбутньої врожайності. Недотримання агротехнічних вимог під час проведення сівби призводить до зрідження посівів, нерівномірного розвитку рослин, погіршення перезимівлі та значних втрат урожаю.

Однією з основних агротехнічних вимог є дотримання оптимальних строків сівби. Для більшості ґрунтово-кліматичних зон України оптимальний період сівби пшениці озимої становить 10–25 вересня у Лісостепу та 15 вересня – 5 жовтня у Степу. У Поліссі сівбу доцільно проводити дещо раніше – з 5 по 20 вересня. За таких строків рослини до припинення осінньої вегетації встигають

сформувати 3–5 пагонів кущення, вузол кущення та добре розвинену кореневу систему.

Температура ґрунту на глибині загортання насіння під час сівби повинна становити 12–16 °С. За температури нижче 5 °С проростання насіння значно уповільнюється, а при температурі понад 25 °С зростає ризик ураження сходів хворобами та зниження польової схожості.

Важливою умовою отримання дружних сходів є достатнє зволоження посівного шару ґрунту. Для нормального проростання насіння необхідна наявність не менше 10–15 мм продуктивної вологи у шарі ґрунту 0–10 см. За недостатньої вологості сходи з'являються нерівномірно, а тривалість міжфазного періоду «сівба – сходи» може збільшуватися з 6–9 до 20 і більше діб.

Якість підготовки ґрунту безпосередньо впливає на рівномірність загортання насіння та роботу посівного агрегату. Поверхня поля повинна бути вирівняною, без великих грудок та рослинних решток. Розмір ґрунтових агрегатів у посівному шарі не повинен перевищувати 25 мм, а частка грудок більше 50 мм допускається не більше 5 %. Щільність ґрунту у зоні розміщення насіння повинна становити 1,1–1,3 г/см<sup>3</sup>.

Однією з головних вимог до проведення сівби є забезпечення оптимальної глибини загортання насіння. Для пшениці озимої рекомендована глибина загортання становить:

- на важких та достатньо зволжених ґрунтах – 3–4 см;
- на середніх за механічним складом ґрунтах – 4–5 см;
- у посушливих умовах та на легких ґрунтах – 5–6 см.

Відхилення фактичної глибини загортання насіння від заданої не повинно перевищувати  $\pm 1$  см. Надто мілке загортання призводить до пересихання насіння та нерівномірних сходів, а надмірне – до ослаблення проростків і зниження польової схожості.

Важливим показником якості сівби є рівномірність розміщення насіння по площі поля та по глибині. Допустиме відхилення між окремими сошниками за глибиною загортання не повинно перевищувати 1 см. Нерівномірний висів

спричиняє неоднорідність посівів, різний розвиток рослин та зниження продуктивності культури.

Норма висіву насіння залежить від зони вирощування, строків сівби, вологості ґрунту та біологічних особливостей сорту. У середньому для пшениці озимої рекомендується висівати:

- у Степу – 3,5–4,5 млн схожих насінин/га;
- у Лісостепу – 4,0–5,0 млн насінин/га;
- у Поліссі – 4,5–5,5 млн насінин/га.

За пізніх строків сівби норму висіву доцільно збільшувати на 10–15 %, оскільки рослини формують меншу кількість пагонів кущення. У разі ранніх строків сівби норму висіву іноді зменшують для запобігання надмірному загущенню посівів.

Польова схожість насіння при дотриманні оптимальних агротехнічних умов повинна становити не менше 80–85 %. Для сівби використовують кондиційне насіння з лабораторною схожістю не нижче 92–95 % та чистотою не менше 98 %.

Особливу увагу приділяють швидкості руху посівного агрегату. Надмірне збільшення швидкості призводить до нерівномірного висіву та погіршення якості загортання насіння. Оптимальна робоча швидкість сучасних посівних комплексів становить 8–12 км/год, а для механічних зернових сівалок – 6–8 км/год.

Агротехнічними вимогами також передбачено дотримання прямолінійності руху агрегату та перекриття суміжних проходів. Допустиме перекриття не повинно перевищувати 10–15 см. Пропуски та двійники при сівбі допускаються не більше 2–3 %.

Важливе значення має прикочування ґрунту після сівби, особливо у посушливих умовах. Прикотковування сприяє ущільненню посівного шару, покращує контакт насіння з ґрунтом та підвищує польову схожість. Найефективніше застосовувати кільчасто-шпорові або гумові котки.

Сучасні посівні комплекси повинні забезпечувати одночасне виконання кількох технологічних операцій:

- передпосівний обробіток ґрунту;
- внесення мінеральних добрив;
- висів насіння;
- ущільнення посівного ложа.

Внесення стартових мінеральних добрив під час сівби є важливим елементом технології вирощування. Найчастіше застосовують фосфорні або комплексні добрива у нормі 50–100 кг/га фізичної маси. Відстань між насінням і добривами повинна становити не менше 2–3 см для запобігання пошкодженню проростків.

Якість проведення сівби оцінюють за такими основними показниками:

- відхилення норми висіву – не більше  $\pm 3\%$ ;
- нерівномірність висіву між сошниками – до  $5\%$ ;
- відхилення глибини загортання – не більше  $\pm 1$  см;
- пошкодження насіння висівним апаратом – не більше  $0,3\text{--}0,5\%$ ;
- прямолінійність рядків – відхилення не більше 5 см на 100 м довжини проходу.

Дотримання агротехнічних вимог проведення сівби забезпечує формування оптимальної густоти рослин, дружні сходи, рівномірний розвиток посівів та створює передумови для отримання високої врожайності пшениці озимої. Використання сучасних посівних комплексів дозволяє підвищити точність виконання технологічної операції, знизити витрати ресурсів та покращити ефективність вирощування культури.

### **1.5 Сучасні конструкції посівних машин та їх особливості**

У сучасному сільськогосподарському виробництві посів є однією з найбільш відповідальних технологічних операцій, від якої значною мірою залежить рівномірність сходів, розвиток рослин та формування майбутнього врожаю. У зв'язку з постійним удосконаленням технологій вирощування сільськогосподарських культур значного розвитку набули сучасні посівні машини та комплекси,

які забезпечують високу продуктивність, точність висіву, зменшення витрат ресурсів та адаптацію до різних систем обробітку ґрунту.

На сьогодні у виробництві використовують декілька основних типів посівних машин: традиційні рядкові сівалки, сівалки прямого посіву, сівалки-культиватори та комбіновані посівні комплекси. Кожна з цих груп машин має свої конструктивні особливості, принцип роботи та сферу застосування залежно від ґрунтово-кліматичних умов, технології вирощування та рівня технічного забезпечення господарства.

Традиційні рядкові сівалки найбільш поширені у господарствах, де застосовується класична система обробітку ґрунту. Такі машини працюють на попередньо підготовленому та вирівняному посівному ложі. Основними елементами конструкції рядкових сівалок є рама, бункери для насіння і добрив, висівні апарати, сошники, загортачі та прикочувальні пристрої.

Сучасні рядкові сівалки можуть бути механічними або пневматичними. У механічних сівалках подача насіння здійснюється катушковими або штифтовими висівними апаратами, тоді як у пневматичних насіння транспортується до сошників потоком повітря. Пневматичні системи забезпечують більш рівномірний висів та дають можливість працювати з великою шириною захвату.

Значного поширення набули зернові сівалки шириною захвату від 3 до 12 м. Для невеликих та середніх господарств широко застосовують сівалки із захватом 3–6 м, тоді як у великих аграрних підприємствах використовують широкозахватні агрегати шириною 9–12 м. Робоча швидкість сучасних зернових сівалок становить 8–15 км/год, а продуктивність може досягати 8–15 га/год залежно від ширини захвату та умов роботи.

Одним із найважливіших робочих органів посівної машини є сошник, який формує борозну для загортання насіння. У сучасних конструкціях використовуються наральникові, однодискові та дводискові сошники. Наральникові сошники прості за конструкцією та ефективні на добре підготовлених ґрунтах. Дискові сошники мають кращу прохідність, забезпечують стабільну глибину загортання насіння та можуть працювати на полях із великою кількістю рослинних решток.

Однодискові сошники часто оснащуються опорними колесами та системами регулювання глибини. Діаметр дисків у сучасних сівалках становить 320–450 мм, а зусилля заглиблення може досягати 0,3–0,5 кН на один сошник. Для роботи у складних умовах застосовують посилені диски товщиною 4–5 мм.

У багатьох сучасних моделях сівалок використовуються системи автоматичного контролю висіву та електронного регулювання норми висіву. Бортові комп'ютери дозволяють оператору контролювати роботу кожного сошника, норму висіву, швидкість руху та рівень заповнення бункера. Деякі моделі обладнуються GPS-навігацією та системами точного землеробства, які забезпечують автоматичне водіння агрегату та диференційований висів.

Важливим напрямом розвитку сучасної посівної техніки є створення сівалок прямого посіву. Такі машини призначені для роботи за технологіями мінімального або нульового обробітку ґрунту. Основною особливістю прямого посіву є висів насіння без попередньої оранки чи культивації із збереженням стерні та рослинних решток на поверхні поля.

Технологія прямого посіву спрямована на збереження ґрунтової вологи, зменшення ерозійних процесів та скорочення витрат пального. Завдяки мінімальному механічному впливу на ґрунт покращується його структура, зберігається біологічна активність та зменшується ущільнення.

Сівалки прямого посіву мають посилену конструкцію рами та робочих органів, оскільки працюють у складних умовах необробленого ґрунту. Найчастіше вони оснащуються дисковими або долотоподібними сошниками, здатними прорізати шар рослинних решток і формувати борозну для насіння. Для забезпечення стабільної роботи кожен сошник обладнується індивідуальною підвіскою та системою копіювання рельєфу поля.

Сучасні сівалки прямого посіву мають ширину захвату від 4 до 18 м та агрегуються з тракторами потужністю 250–500 к.с. Об'єм бункерів для насіння та добрив становить 5–10 м<sup>3</sup>, що дозволяє значно зменшити кількість зупинок для завантаження. Продуктивність таких комплексів може перевищувати 15–20 га/год.

Однією з конструктивних особливостей сівалок прямого посіву є можливість одночасного внесення мінеральних добрив. У багатьох моделях насіння і добрива подаються окремими каналами, а добрива загортаються на 3–5 см глибше рівня розміщення насіння. Це сприяє кращому розвитку кореневої системи рослин та підвищенню ефективності використання поживних речовин.

Широкого застосування у сучасному землеробстві набули також сівалки-культиватори. Вони поєднують функції передпосівного обробітку ґрунту та висіву насіння. Такі машини дозволяють за один прохід виконувати розпушування ґрунту, підрізання бур'янів, вирівнювання поверхні поля, висів насіння та прикочування.

Основними робочими органами сівалок-культиваторів є стрілчасті лапи або комбіновані сошники. Ширина захвату таких агрегатів становить 4–12 м, а глибина обробітку ґрунту може досягати 6–16 см. У деяких моделях передбачена можливість чизелювання на глибину до 25 см.

Перевагою сівалок-культиваторів є зменшення кількості проходів техніки по полю, що дозволяє знизити витрати пального на 20–30 % та підвищити продуктивність праці. Крім того, поєднання декількох операцій в одному агрегаті сприяє збереженню ґрунтової вологи та скороченню строків проведення польових робіт.

Останніми роками особливого розвитку набули комбіновані посівні комплекси, які забезпечують комплексне виконання технологічних операцій. Такі машини поєднують передпосівний обробіток ґрунту, внесення добрив, висів насіння, боронування та прикочування.

Посівні комплекси зазвичай мають модульну конструкцію та складаються з бункера великого об'єму, пневматичної висівної системи, ґрунтообробних секцій і прикочувальних котків. Ширина захвату сучасних комплексів становить 6–18 м, а продуктивність може перевищувати 20 га/год.

Однією з переваг комбінованих посівних комплексів є можливість роботи за різними технологіями обробітку ґрунту: традиційною, мінімальною або

нульовою. Це забезпечує універсальність використання техніки та дозволяє адаптувати технологію до конкретних умов господарства.

Сучасні посівні комплекси оснащуються централізованими пневматичними системами висіву. Насіння подається від дозаторів до сошників потоком повітря, що забезпечує високу рівномірність висіву. У деяких моделях застосовується стрічковий спосіб висіву, при якому насіння розподіляється смугою шириною 15–20 см. Це сприяє кращому використанню площі живлення рослинами та підвищує їх продуктивність.

Для підвищення якості сівби сучасні комплекси обладнуються прикочувальними системами у вигляді пневматичних або металевих котків. Вони забезпечують ущільнення посівного ложа, покращують контакт насіння з ґрунтом та сприяють накопиченню вологи.

Важливою тенденцією розвитку сучасної посівної техніки є впровадження електронних систем контролю та автоматизації. Більшість сучасних машин оснащуються датчиками контролю висіву, системами автоматичного відключення секцій, електроприводами дозаторів та системами точного землеробства.

Разом із перевагами сучасні посівні комплекси мають і певні недоліки. Висока вартість машин, складність конструкції та необхідність використання потужних тракторів суттєво підвищують капітальні витрати господарств. Крім того, окремі закордонні моделі недостатньо адаптовані до українських ґрунтово-кліматичних умов, особливо при роботі на важких або перезволожених ґрунтах.

У технологіях мінімального та нульового обробітку ґрунту також виникають проблеми із забур'яненістю полів, накопиченням рослинних решток та нерівномірністю прогрівання ґрунту. Це вимагає подальшого удосконалення конструкцій робочих органів та адаптації посівних машин до конкретних умов експлуатації.



Рисунок 1.5 – Сучасні конструкції посівних комплексів та їх особливості

Таким чином, сучасні конструкції посівних машин характеризуються високим рівнем технічного розвитку, широким застосуванням пневматичних систем, автоматизації та комбінування технологічних операцій. Використання сучасних посівних комплексів дозволяє підвищити продуктивність праці, знизити витрати ресурсів та забезпечити високу якість сівби. Подальший розвиток посівної техніки спрямований на підвищення універсальності машин, удосконалення

робочих органів, впровадження елементів точного землеробства та адаптацію техніки до ресурсозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур.

### **1.6 Висновки з розділу**

У результаті аналізу встановлено, що сучасні посівні машини та комплекси забезпечують високу точність висіву, рівномірне розміщення насіння, зниження витрат ресурсів і підвищення продуктивності праці. Найбільш ефективними є пневматичні сівалки та комбіновані посівні комплекси, які дозволяють виконувати кілька технологічних операцій за один прохід. Сучасні комплекси оснащуються дисковими або анкерними сошниками, пневматичними системами висіву, GPS-навігацією та електронними системами контролю, що забезпечує стабільну глибину загортання насіння та дотримання агротехнічних вимог. Разом із перевагами техніка має високу вартість і потребує потужних енергетичних засобів, тому актуальним є подальше вдосконалення конструкцій посівних комплексів для умов України.

## **2 РОЗРОБКА ПЛАНУ МЕХАНІЗОВАНИХ РОБІТ ВИРОБНИЦТВА ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ**

### **2.1 Обґрунтування комплексу основних технологічних операцій при вирощуванні озимої пшениці**

Ефективність вирощування озимої пшениці значною мірою залежить від правильного формування та дотримання комплексу технологічних операцій, які забезпечують оптимальні умови для росту і розвитку рослин упродовж усього періоду вегетації. Сучасна технологія вирощування озимої пшениці повинна забезпечувати отримання високого врожаю зерна належної якості при мінімальних витратах енергетичних, матеріальних і трудових ресурсів. Для цього важливе значення має раціональний підбір машинно-тракторних агрегатів, оптимізація строків виконання польових робіт та впровадження сучасних посівних комплексів.

В основу розроблення технологічної карти вирощування озимої пшениці покладено інтенсивну технологію виробництва зерна на площі 480 га після попередника кукурудзи з прогнозованою врожайністю 45 ц/га. Така технологія передбачає виконання комплексу взаємопов'язаних операцій: підготовку ґрунту, внесення добрив, передпосівний обробіток, сівбу, догляд за посівами та збирання врожаю.

Одним із перших етапів технології є підготовка та внесення мінеральних добрив. Забезпечення рослин елементами живлення має важливе значення для формування потужної кореневої системи, продуктивного кущення та високої врожайності культури. У технологічній карті передбачено застосування мінеральних добрив у нормі 2 ц/га. Для виконання цієї операції використовується агрегат на базі трактора МТЗ-80 з розкидачем мінеральних добрив МВУ-0,5. Використання даного агрегату забезпечує рівномірний розподіл добрив по поверхні поля та високу продуктивність роботи.

Транспортування добрив здійснюється автомобільними засобами, що дозволяє організувати безперебійне забезпечення посівних агрегатів матеріалами. Важливою умовою ефективного внесення добрив є рівномірність їх розподілу, оскільки нерівномірне внесення призводить до неоднорідності розвитку рослин та зниження врожайності.

Після внесення добрив проводиться безвідвальний обробіток ґрунту на глибину до 20 см. Дана технологічна операція спрямована на накопичення та збереження ґрунтової вологи, покращення структури ґрунту та створення сприятливих умов для розвитку кореневої системи рослин. Для виконання обробітку використовується трактор Т-150К у агрегаті з плугом ПГРО-5. Безвідвальний спосіб обробітку дозволяє зменшити втрати вологи, знизити ризик ерозійних процесів та скоротити витрати пального порівняно з традиційною оранкою.

Наступним етапом є передпосівна культивування на глибину 6–8 см, яка забезпечує остаточне вирівнювання поверхні поля, знищення бур'янів та формування якісного посівного ложа. Для виконання цієї операції застосовується трактор Т-150К у комплекті з культиватором КПШ-4. Висока якість передпосівного обробітку ґрунту є важливою умовою отримання дружних сходів та рівномірного розвитку рослин.

Особливе значення у технології вирощування озимої пшениці має сівба. Саме від якості проведення цієї операції залежить густота стояння рослин, рівномірність сходів, інтенсивність кущення та формування врожаю. У технологічній карті передбачено застосування посівного агрегату на базі трактора К-744 та посівного комплексу ІР-9,7. Використання сучасного широкозахватного посівного комплексу дозволяє значно підвищити продуктивність праці та забезпечити високу якість висіву.

Посівний комплекс ІР-9,7 забезпечує одночасне виконання декількох операцій: висів насіння, внесення стартових добрив, прикочування та часткове вирівнювання поверхні поля. Ширина захвату комплексу становить 9,7 м, що дозволяє за один робочий день засівати значні площі. Робоча швидкість агрегату становить 10–14 км/год, а продуктивність досягає понад 100 га за зміну.

Перевагою сучасного посівного комплексу є використання пневматичної висівної системи, яка забезпечує рівномірне дозування та розподіл насіння по всій ширині захвату. Це сприяє формуванню рівномірних сходів та створює оптимальні умови для росту рослин. Крім того, використання широкозахватного агрегату дозволяє скоротити кількість проходів техніки по полю, зменшити ущільнення ґрунту та знизити витрати пального.

Після сівби важливим елементом технології є догляд за посівами. Для забезпечення ефективного захисту рослин у технологічній карті передбачено проведення комплексу заходів із застосуванням мінеральних добрив, гербіцидів та фунгіцидів.

Ранньовесняне підживлення озимої пшениці спрямоване на стимулювання ростових процесів та формування продуктивного стеблостою. Для виконання цієї операції використовується трактор МТЗ-80 із розкидачем добрив МВД-0,5. Внесення азотних добрив навесні сприяє підвищенню інтенсивності фотосинтезу, збільшенню площі листової поверхні та покращенню якості зерна.

Для боротьби з бур'янами у технології передбачено обприскування посівів гербіцидами. Використання гербіцидного захисту дозволяє значно знизити конкуренцію між культурними рослинами та бур'янами за вологу, поживні речовини та світло. Обробка проводиться за допомогою обприскувача ОПШ-630 у агрегаті з трактором МТЗ-80. Робоча ширина захвату обприскувача забезпечує високу продуктивність та рівномірне внесення робочого розчину.

Одночасно із захистом від бур'янів проводиться захист рослин від хвороб та шкідників. Для цього застосовуються сучасні фунгіциди та інсектициди, які дозволяють зменшити втрати врожаю та підвищити якість зерна. Особливе значення має своєчасне проведення захисних заходів у період виходу рослин у трубку та колосіння.

Важливим елементом догляду за посівами є боронування, яке сприяє руйнуванню ґрунтової кірки, покращенню аерації ґрунту та знищенню молодих сходів бур'янів. Для виконання цієї операції використовується трактор Т-150 із зубовою бороною ЗБГ-10. Проведення боронування дозволяє підвищити

ефективність використання ґрунтової вологи та створити сприятливі умови для розвитку рослин.

Заключним етапом технології вирощування озимої пшениці є збирання врожаю. У технологічній карті передбачено застосування зернозбиральних комбайнів СК-5 та жаток ЖВН-6. Збирання проводиться прямим комбайнуванням або роздільним способом залежно від стану посівів та погодних умов.

Пряме комбайнування дозволяє скоротити строки збирання та зменшити втрати зерна. При цьому комбайн одночасно виконує зрізування рослин, обмолот, очищення зерна та подрібнення соломи. У випадку нерівномірного досягання посівів застосовується роздільний спосіб збирання, який передбачає скошування у валки з подальшим обмолотом.

Після збирання зерна виконується транспортування врожаю до місць зберігання та очищення зернового матеріалу. Для цього використовуються автомобілі ГАЗ-53 та зерноочисні машини ЗАВ-40. Якісне очищення зерна є важливою умовою забезпечення його тривалого зберігання та підвищення посівних якостей.

Аналіз технологічної карти показує, що найбільші витрати припадають на операції обробітку ґрунту, внесення добрив, сівбу та збирання врожаю. Саме тому важливим напрямом підвищення ефективності виробництва є використання сучасних комбінованих агрегатів та посівних комплексів, які дозволяють поєднувати декілька операцій за один прохід.

Використання широкозахватного посівного комплексу у технології вирощування озимої пшениці дозволяє значно скоротити витрати пального, зменшити трудомісткість процесу та підвищити продуктивність праці. Крім того, скорочується кількість проходів техніки по полю, що позитивно впливає на агрофізичний стан ґрунту та знижує його ущільнення.

Таким чином, комплекс основних технологічних операцій при вирощуванні озимої пшениці повинен формуватися з урахуванням сучасних вимог ресурсозбереження, високої продуктивності та забезпечення оптимальних умов для росту і розвитку рослин. Раціональне поєднання технологічних операцій,

використання сучасних посівних комплексів та дотримання агротехнічних вимог дозволяє підвищити врожайність культури, знизити собівартість виробництва зерна та забезпечити ефективність функціонування аграрного підприємства.

## **2.2 Обґрунтування та розрахунок елементів технології вирощування озимої пшениці**

Одним із найбільш ефективних попередників для вирощування озимої пшениці за інтенсивною технологією вважається зайнятий пар. У даній технології попередником виступає кукурудза, зібрана у фазі молочно-воскової стиглості. Використання такого попередника створює сприятливі умови для накопичення вологи у ґрунті, зменшення забур'яненості поля та формування оптимального агрофізичного стану ґрунту для подальшого вирощування озимої пшениці.

Після збирання попередника на поле вносять мінеральні добрива із застосуванням високопродуктивного розкидача МВУ-0,5. Перед внесенням добрива звільняють від мішкотари, за необхідності подрібнюють та транспортують до місця виконання робіт. Раціональне внесення мінеральних добрив забезпечує рослини необхідними елементами живлення та створює передумови для формування високого рівня врожайності.

Після внесення добрив проводять основний обробіток ґрунту комбінованим ротаційним ґрунтообробним агрегатом без перевертання скиби на глибину до 20 см. Застосування такого способу обробітку дозволяє зменшити кількість проходів техніки по полю, знизити ущільнення ґрунту та скоротити витрати пального завдяки поєднанню декількох технологічних операцій в одному агрегаті. Безвідвальний обробіток також сприяє збереженню ґрунтової вологи та покращенню структури орного шару.

Передпосівну культивуацію виконують культиваторами КПС-4 у складі агрегату зі зчіпкою СП-11 та трактором Т-150К. Культивуацію необхідно проводити безпосередньо перед сівбою у максимально стислі строки для запобігання втратам ґрунтової вологи та забезпечення якісного формування посівного ложа.

Кількість агрегатів для виконання передпосівної культивуації визначають з урахуванням площі поля, продуктивності агрегату, тривалості робочого дня та встановлених агротехнічних строків виконання операції за формулою:

$$n_d = \frac{\Pi}{W \cdot t \cdot n_{\text{агр}}}$$

де  $\Pi$  – площа поля,  $\Pi = 480$  га;  $W$  – виробіток агрегату,  $W = 3,1$  га/год;  $n_{\text{агр}}$  – кількість агрегатів,  $n = 2$ ;  $t$  – тривалість робочого дня,  $t = 14$  год.

Після підстановки значень отримуємо:

$$n_d = \frac{480}{3,1 \cdot 14 \cdot 2} = 5,53$$

Отримане значення округлюють до 6 днів, що дозволяє виконати культивуацію у встановлені агротехнічні строки.

Під час сівби насіння озимої пшениці проводять його обробку хімічними препаратами для захисту від хвороб та шкідників. Для цього використовують протруювач, встановлений безпосередньо на посівному комплексі ПК-9,7У. Відповідно до агротехнічних вимог норма витрати препарату становить 1,5 кг на 1 т насіння при концентрації робочої суспензії 25 %.

Витрату робочої рідини визначають за формулою:

$$g = \frac{B_{\text{п}} \cdot 100}{K_{\text{с}}}$$

де  $B_{\text{п}}$  – витрата препарату,  $B_{\text{п}} = 1,5$  кг/т;  $K_{\text{с}}$  – концентрація суспензії,  $K_{\text{с}} = 25$  %.

Після розрахунку отримуємо:

$$g = \frac{1,5 \cdot 100}{25} = 6 \text{ л/т}$$

Таким чином, витрата робочої рідини становить 6 л на 1 т насіння.

Протруювач налаштовують на продуктивність 10 т/год. При цьому дозувальна система повинна забезпечувати подачу робочої суспензії у кількості 60 л/год або приблизно 1 л/хв.

Завантаження насіння та мінеральних добрив у транспортні засоби ГАЗ-3309 здійснюють за допомогою завантажувача сівалок УСЗА-40 та

зерноавантажувача ЗПС-60. Така організація робіт забезпечує безперебійне постачання насіння і добрив до посівного агрегату.

Необхідну кількість насіння для засіву площі 480 га визначають за формулою:

$$K_3 = S \cdot q_v$$

де  $S$  – площа поля,  $S = 480$  га;  $q_v$  – норма висіву,  $q_v = 2$  ц/га.

Тоді  $K_3 = 480 \cdot 2 = 960$  ц = 96 т.

Отже, для виконання сівби необхідно підготувати 96 т насіння озимої пшениці.

Для проведення сівби використовують посівний комплекс ПК-9,7У у агрегаті з трактором К-744. Використання сучасного широкозахватного посівного комплексу дозволяє забезпечити високу продуктивність роботи, рівномірний висів насіння та одночасне виконання декількох технологічних операцій.

Для забезпечення прямолінійності рядків та дотримання однакової ширини стикових міжрядь посівний комплекс обладнують маркерами та слідопоказчиками. Маркери встановлюють на крайніх секціях сівалки, а слідопоказчик закріплюють попереду трактора.

Виліт правого та лівого маркерів визначають за формулами:

$$L_{\text{пр}} = \frac{A - C + b_{\text{ст}}}{2}$$

$$L_{\text{л}} = \frac{A + C + b_{\text{ст}}}{2}$$

де  $L_{\text{пр}}$ ,  $L_{\text{л}}$  – відповідно виліт правого і лівого маркерів, м;  $A$  – відстань між крайніми сошниками,  $A = 10,65$  м;  $C$  – колія трактора,  $C = 1,68$  м;  $b_{\text{ст}}$  – ширина стикового міжряддя,  $b_{\text{ст}} = 0,15$  м.

Після розрахунків отримуємо:

$$L_{\text{пр}} = \frac{10,65 - 1,68 + 0,15}{2} = 4,635 \text{ м}$$

$$L_{\text{л}} = \frac{10,65 + 1,68 + 0,15}{2} = 6,315 \text{ м}$$

Для зменшення довжини маркерів додатково застосовують слідопоказчик довжиною 2 м. У такому випадку фактична довжина маркерів становитиме:

$$L_{\text{пр}} = 4,635 - 2,0 = 2,635 \text{ м}$$

$$L_{\text{л}} = 6,315 - 2,0 = 4,315 \text{ м}$$

Важливою особливістю інтенсивної технології вирощування озимої пшениці є формування постійних технологічних колій. Вони призначені для подальшого руху агрегатів під час підживлення посівів, внесення засобів захисту рослин та виконання інших операцій догляду за посівами. Протягом вегетаційного періоду кількість проходів техніки може становити від 4 до 7.

Ширина технологічних колій повинна забезпечувати вільний прохід коліс тракторів та обприскувачів. При використанні посівного комплексу ПК-9,7У, розкидача добрив МВУ-0,5, обприскувача ОМ-630-2 та тракторів МТЗ ширина технологічної колії приймається 1,35 м, ширина ходової доріжки – 0,3 м, а відстань між коліями – 10,8 м.

Для формування технологічних колій на середній секції сівалки перекривають заслінками восьмий та сімнадцятий висівні апарати. Це дозволяє створити незасіяні смуги для подальшого проходу техніки без пошкодження рослин.

Якісне виконання сівби забезпечується правильним технологічним налагодженням посівного комплексу. Перед початком роботи регулюють зазори між площиною клапанів та нижніми ребрами муфт висівних апаратів. Для зернових культур величина зазору повинна становити 1–2 мм.

Після цього перевіряють правильність встановлення висівних апаратів та проводять налаштування сівалки на задану норму висіву шляхом зміни передаточного числа механізму приводу і довжини робочої частини котушки. Регулювання виконують відповідно до діаграми залежності норми висіву насіння від довжини робочої частини котушки та передаточного числа механізму приводу посівного комплексу ПК-9,7У.

Правильне виконання всіх технологічних операцій та дотримання агротехнічних вимог забезпечує отримання рівномірних сходів, оптимального стеблостю та створює передумови для формування високого врожаю озимої пшениці.

Догляд за посівами озимої пшениці включає комплекс технологічних операцій, спрямованих на забезпечення оптимальних умов росту і розвитку рослин

упродовж вегетаційного періоду. У фазах кущення, виходу рослин у трубку та колосіння проводять підживлення посівів твердими азотними добривами. Внесення добрив здійснюють за перевантажувальною технологією аналогічно основному удобренню із застосуванням навісного розкидача МВУ-0,5 у агрегаті з трактором МТЗ-920. Норма внесення азотних добрив становить 1,5 ц/га, що забезпечує активний ріст рослин, формування продуктивного стеблостою та підвищення вмісту білка у зерні.

Для захисту рослин від бур'янів, шкідників та хвороб використовують навісний штанговий обприскувач ОМ-630-2. Робочий розчин для обприскування готують за допомогою пересувного агрегату АПЖ-12 у складі з трактором МТЗ-920. Воду для приготування робочого розчину доставляють автомобілем ГАЗ-3309, обладнаним ємністю місткістю 3,2 м³. Така організація робіт забезпечує безперервне постачання води та своєчасне виконання операцій із захисту посівів.

Кількість розпилювачів на штанзі обприскувача визначають залежно від ширини захвату агрегату, робочої швидкості руху, норми внесення робочої рідини та продуктивності одного розпилювача за формулою:

$$n_p = \frac{B \cdot V_p \cdot Q}{600 \cdot g}$$

де  $B$  – ширина захвату обприскувача, м;  $V_p$  – робоча швидкість руху агрегату, км/год;  $Q$  – норма витрати робочої рідини, л/га;  $g$  – витрата рідини одним розпилювачем, л/хв.

При ширині захвату  $B = 10,8$  м, робочій швидкості  $V_p = 10$  км/год, нормі внесення  $Q = 56$  л/га та витраті через один розпилювач  $g = 1,58$  л/хв кількість розпилювачів становитиме:

$$n_p = \frac{10,8 \cdot 10 \cdot 56}{600 \cdot 1,58} = 6,4$$

Враховуючи технічні характеристики машини, на штанзі встановлюють 9 розпилювачів, що забезпечує рівномірне внесення робочого розчину по всій ширині захвату агрегату.

Збирання врожаю озимої пшениці організовують із застосуванням як двофазного способу, так і прямого комбайнування. Використання різних способів збирання дозволяє скоротити строки проведення робіт, зменшити втрати зерна та забезпечити високу якість продукції.

При двофазному способі спочатку проводять скошування посівів у валки. Такий прийом сприяє прискоренню дозрівання зерна, зниженню вологості рослинної маси та частковому пригніченню бур'янів. Для виконання цієї операції застосовують зернозбиральні комбайни, обладнані валковими жатками. Під час скошування полеглих хлібів мотовило встановлюють у нижнє положення для забезпечення якісного підбирання рослинної маси. Швидкість обертання мотовила підбирають таким чином, щоб колова швидкість граблин перевищувала поступальну швидкість руху агрегату у 1,2–1,8 раза. Це забезпечує рівномірну подачу рослин до різального апарату та мінімізує втрати зерна.

Після підсихання валків виконують їх підбирання зернозбиральними комбайнами з одночасним подрібненням незернової частини врожаю. Подрібнену соломку транспортують причепами 2ПТС-4 місткістю 45 м<sup>3</sup> у агрегаті з тракторами МТЗ та ЮМЗ до місць складування.

Пряме комбайнування проводять зернозбиральними комбайнами без попереднього скошування у валки. Після обмолоту соломку укладають у валки, які потім підбирають підбирачами валків ВП-6. Для транспортування соломи використовують причепа 2ПТС-4 об'ємом 4,5 м<sup>3</sup>. Скиртування соломи здійснюють стогометом ПФ-0,5, агрегатованим із трактором МТЗ-920.

Відвезення зерна від комбайнів організовують автомобільним транспортом. Необхідну кількість автомобілів для перевезення зерна визначають з урахуванням кількості комбайнів, тривалості рейсу автомобіля, часу заповнення бункера комбайна та його розвантаження за формулою:

$$n_a = \frac{n_k \cdot (t_a + t_{p.б})}{t_б \cdot n_б}$$

де  $n_a$  – необхідна кількість автомобілів;  $n_k$  – кількість комбайнів;  $t_a$  – тривалість рейсу автомобіля, хв;  $t_б$  – час заповнення бункера комбайна зерном, хв;  $t_{p.б}$  – час

розвантаження бункера, хв;  $n_6$  – кількість бункерів зерна, що вміщується у кузові автомобіля.

Тривалість рейсу автомобіля визначають за формулою:

$$t_a = t_{\text{пер}} + \frac{120 \cdot S}{V_0} + n_6(t_{\text{зв}} + t_{\text{розв}})$$

де  $t_{\text{пер}}$  – час переїзду автомобіля між комбайнами або від краю поля до комбайна, хв;  $S$  – відстань від поля до току, км;  $V_0$  – середня технічна швидкість автомобіля, км/год;  $t_{\text{зв}}$  – час зважування автомобіля, хв;  $t_{\text{розв}}$  – час розвантаження зерна, хв.

Час заповнення бункера комбайна зерном визначають за формулою:

$$t_6 = \frac{60 \cdot V_6 \cdot \gamma_z \cdot \varphi}{10 \cdot q}$$

де  $V_6$  – місткість бункера комбайна,  $V_6 = 6 \text{ м}^3$ ;  $\gamma_z$  – насипна маса зерна,  $\gamma_z = 800 \text{ кг/м}^3$ ;  $\varphi$  – коефіцієнт заповнення бункера,  $\varphi = 0,95$ .

У результаті розрахунків тривалість заповнення бункера становить приблизно 14 хвилин.

За даними виробничих спостережень приймають:  $t_{\text{пер}} = 2 \text{ хв}$ ;  $t_{\text{р.6}} = 5 \text{ хв}$ ;  $t_{\text{зв}} = 2 \text{ хв}$ ;  $t_{\text{розв}} = 5 \text{ хв}$ .

Середня швидкість руху автомобіля польовими дорогами становить 25 км/год. При відстані перевезення зерна 6 км тривалість одного рейсу автомобіля дорівнює:  $t_a = 42,8 \text{ хв}$ .

| №<br>п/п                     | НАЙМЕНУВАННЯ РОБІТ                                                 | СТРОКИ<br>ВИКОНАННЯ | АГРЕГАТ (МАШИНА)  |                            | НОРМА<br>ВИКОНАННЯ | РОБОЧА<br>ШВИДКІСТЬ,<br>км/год | ПРОДУКТИВНІСТЬ<br>за 1 год /<br>за зміну | ВИТРАТИ<br>ПАЛИВА,<br>л/га | ВАРТІСТЬ<br>РОБІТ,<br>грн/га |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------|----------------------------|--------------------|--------------------------------|------------------------------------------|----------------------------|------------------------------|
|                              |                                                                    |                     | ТРАКТОР<br>(клас) | МАШИНА / ЗНАРЯДДЯ          |                    |                                |                                          |                            |                              |
| 1. ОСНОВНИЙ ОБРОБІТОК ҐРУНТУ |                                                                    |                     |                   |                            |                    |                                |                                          |                            |                              |
| 1                            | Звільнення добрив від мішкотари, завантаження в машину             | 2 ц/га              | МТЗ-80            | електронавантажувач АМР-20 | 1 т                | 5                              | 20 т/год<br>100 т/зміну                  | 0,03                       | 4,10                         |
| 2                            | Змішування мінеральних добрив та завантаження в транспортний засіб | 2 ц/га              | МТЗ-80            | електронавантажувач СЗУ-20 | 1 т                | 10                             | 0,76 т/год<br>7,6 т/зміну                | 0,03                       | 4,10                         |
| 3                            | Транспортування добрив                                             | 6 км                | ЗИЛ-554           | –                          | 1 рейс             | 10                             | 0,76 т/год<br>7,6 т/зміну                | 0,05                       | 2,00                         |
| 4                            | Внесення мінеральних добрив                                        | 2 ц/га              | МТЗ-80            | розкидач добрив МВУ-0,5    | 1 прохід           | 10                             | 3,78 га/год<br>37,8 га/зміну             | 0,26                       | 6,28                         |
| 5                            | Безвідвальний обробіток ґрунту (до 20 см)                          | до 20 см            | Т-150К            | плуг безвідвальний ПГРО-5  | 1 прохід           | 14                             | 2,5 га/год<br>35 га/зміну                | 0,40                       | 27,77                        |
| 6                            | Передпосівна культивация (6–8 см)                                  | 6–8 см              | Т-150К            | культиватор КПШ-4          | 1 прохід           | 14                             | 3,1 га/год<br>43,4 га/зміну              | 0,25                       | 19,55                        |
| 2. СІББА ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ      |                                                                    |                     |                   |                            |                    |                                |                                          |                            |                              |
| 7                            | Протруювання насіння                                               | 2 ц/га              | МТЗ-80            | протруювач ПС-10           | 1 т                | 10                             | 10 т/год<br>100 т/зміну                  | 0,03                       | 4,10                         |
| 8                            | Завантаження зерна та добрив в транспортний засіб                  | 2 т + 1 ц/га        | МТЗ-80            | навантажувач ЗПС-60        | 1 рейс             | 14                             | 1,5/0,75 т/год<br>21/10,5 т/зміну        | 0,06                       | 0,30                         |
| 9                            | Транспортування і завантаження в сівалку                           | –                   | К-744             | транспортний засіб ГА3-53  | 1 рейс             | 14                             | 2,25 т/год<br>31,5 т/зміну               | 0,05                       | 15,00                        |
| 10                           | Сівба                                                              | 2 ц/га              | К-744             | посівний комплекс ПК-9,7   | 1 прохід           | 14                             | 116 га/год<br>116 га/зміну               | 0,53                       | 10,77                        |
| 3. ДОГЛЯД ЗА ПОСІВАМИ        |                                                                    |                     |                   |                            |                    |                                |                                          |                            |                              |
| 11                           | Завантаження та транспортування отрутохімікатів                    | скл./згідно норм    | МТЗ-80            | розкидач СУФ-0,5           | 1 рейс             | 7                              | 120 кг/год<br>840 кг/зміну               | 0,025                      | 0,89                         |
| 12                           | Транспортування води                                               | 50 л/га             | МТЗ-80            | причіп ГА3-53              | 1 рейс             | 7                              | 1000 л/год<br>7000 л/зміну               | 0,05                       | 1,67                         |
| 13                           | Приготування робочої рідини                                        | 56 л/га             | МТЗ-80            | причіп МТЗ-80              | 1 заправка         | 7                              | 1120 л/год<br>7840 л/зміну               | 0,017                      | 3,35                         |
| 14                           | Обприскування                                                      | 56 л/га             | МТЗ-80            | обприскувач ОП-630         | 1 прохід           | 7                              | 20 га/год<br>140 га/зміну                | 0,25                       | 2,45                         |
| 15                           | Внесення добрив від мішкотари та завантаження                      | 15 ц/га             | МТЗ-80            | навантажувач АМР-20        | 1 рейс             | 10                             | 20 т/год<br>140 т/зміну                  | 0,03                       | 1,32                         |
| 16                           | Транспортування добрив                                             | 15 ц/га             | МТЗ-80            | транспортний засіб         | 1 рейс             | 10                             | 3,78 т/год<br>37,8 т/зміну               | 0,26                       | 5,22                         |
| 17                           | Підживлення                                                        | 15 ц/га             | Т-150             | розкидач МВУ-0,5           | 1 прохід           | 10                             | 12 га/год<br>120 га/зміну                | 0,08                       | 7,78                         |
| 18                           | Боронування                                                        | –                   | Т-150             | борона ЗБГ-10              | 1 рейс             | 7                              | 5,04 га/год<br>50,4 га/зміну             | 0,08                       | 6,12                         |
| 19                           | Завантаження гербіцидів                                            | кг/згідно норм      | МТЗ-80            | навантажувач СУФ-0,5       | 1 рейс             | 7                              | 20 кг/год<br>140 кг/зміну                | 0,025                      | 0,84                         |
| 20                           | Приготування робочої рідини                                        | 51 л/га             | МТЗ-80            | причіп МТЗ-80              | 1 заправка         | 7                              | 1020 л/год<br>7140 л/зміну               | 0,017                      | 3,27                         |
| 21                           | Обприскування гербіцидами                                          | 51 л/га             | МТЗ-80            | обприскувач ОМ-630-2       | 1 прохід           | 7                              | 20 га/год<br>140 га/зміну                | 0,45                       | 3,39                         |
| 4. ЗБИРАННЯ УРОЖАЮ           |                                                                    |                     |                   |                            |                    |                                |                                          |                            |                              |
| 23                           | Скошування у валки                                                 | –                   | СК-5              | жатка ЖВН-6                | 1 прохід           | 14                             | 2 га/год<br>4,2 га/зміну                 | 0,60                       | 17,20                        |
| 24                           | Підбір валків і подрібнення соломи                                 | –                   | СК-5              | жатка ПУН-5                | 1 прохід           | 14                             | 1 т/год<br>15,4 га/зміну                 | 1,80                       | 23,56                        |
| 25                           | Транспортування соломи                                             | –                   | МТЗ-80            | причіп 2ПТС-4              | 1 рейс             | 14                             | 3,52 т/год<br>49,3 т/зміну               | 0,28                       | 7,78                         |
| 26                           | Пряме комбайнування                                                | –                   | ЛАН               | –                          | 1 прохід           | 14                             | 3,7 га/год<br>51,8 га/зміну              | 0,62                       | 30,74                        |
| 27                           | Транспортування зерна                                              | –                   | ЗИЛ-554           | автомобіль                 | 1 рейс             | 14                             | 5,5 т/год<br>70 т/зміну                  | 0,19                       | 10,61                        |
| 28                           | Збирання соломи у валків                                           | –                   | МТЗ-80            | прес-підбирач ПВ-6         | 1 прохід           | 14                             | 2 га/год<br>28 т/зміну                   | 0,31                       | 9,09                         |
| 29                           | Транспортування соломи                                             | –                   | МТЗ-80            | причіп 2ПТС-4              | 1 рейс             | 14                             | 6,4 т/год<br>90 т/зміну                  | 0,28                       | 7,78                         |
| 30                           | Скирдування соломи                                                 | –                   | МТЗ-80            | навантажувач ПФ-0,5        | 1 рейс             | 14                             | 6 т/год<br>110 т/зміну                   | 1,00                       | 4,19                         |
| 31                           | Очищення та сортування посівного матеріалу                         | –                   | –                 | зерноочисна машина ЗАВ-40  | 1 цикл             | 7                              | 15 т/год<br>210 т/зміну                  | 0,15                       | 3,52                         |

Рисунок 2.1 – План механізованих робіт вирощування озимої пшениці

Автомобіль ГАЗ-3309 здатний перевозити один бункер зерна, тому необхідна кількість автомобілів для безперебійного обслуговування комбайнів становить:  $n_a=2,2$ .

Для забезпечення ритмічної роботи збирального комплексу приймають 3 автомобілі.

Після транспортування зерна виконують його очищення та сортування на зерноочисних машинах. Це дозволяє видалити домішки, відокремити пошкоджене зерно та забезпечити підготовку високоякісного посівного і товарного матеріалу для подальшого використання або зберігання.

### **2.3 Висновки з розділу**

У результаті аналізу технології вирощування озимої пшениці встановлено, що ефективність виробництва залежить від правильного вибору технологічних операцій, своєчасності їх виконання та рівня технічного забезпечення. Застосування інтенсивної технології створює оптимальні умови для росту рослин і формування високої врожайності. Обґрунтовано ефективність використання кукурудзи як попередника, внесення мінеральних добрив і безвідвального обробітку ґрунту, що сприяє збереженню вологи та зниженню витрат пального. Встановлено, що застосування посівного комплексу ПК-9,7У з трактором К-744 забезпечує високу продуктивність, рівномірний висів насіння та одночасне внесення добрив. Ефективний догляд за посівами передбачає своєчасне підживлення, захист рослин і раціональну організацію транспортних процесів. Доведено, що використання сучасних способів збирання врожаю дозволяє зменшити втрати зерна та підвищити якість продукції. Загалом комплексне застосування сучасної техніки й ресурсозберігаючих технологій забезпечує підвищення ефективності вирощування озимої пшениці та отримання стабільних урожаїв.



## **3 УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ПОСІВНОГО КОМПЛЕКСУ**

### **3.1 Конструктивно-технологічна характеристика об'єкта удосконалення**

Удосконалений посівний комплекс ПК-9,7У являє собою модульну багатофункціональну конструкцію, яка складається з причіпного бункера-пневмосистеми та посівного комплексу-культиватора. Така компоновка забезпечує поєднання кількох технологічних операцій в одному робочому проході, підвищує продуктивність агрегату та сприяє зниженню витрат пального і трудових ресурсів.

До складу бункера-пневмосистеми входять: несуча рама, бункери для насіння та мінеральних добрив, автономний дизельний двигун, вентилятор пневматичної системи, завантажувальний шнек, обладнаний гідромотором і гідравлічним розподільником, а також повітроочисник із камерою попереднього очищення повітря. Використання автономної пневмосистеми дозволяє забезпечити стабільне транспортування насіння та добрив до робочих органів незалежно від режимів роботи трактора.

Посівний комплекс-культиватор включає раму, стрілочасті лапи-сошники, трирядні пружинні борони, первинний та вторинні колектори-розподільники насіння, підйомні гідроциліндри, передні опорні регульовані колеса та двобалансирний опорно-прикочувальний механізм. Така конструкція дозволяє ефективно виконувати передпосівний обробіток ґрунту, сівбу та прикочування поверхні поля в одному технологічному циклі.

Принцип роботи удосконаленого посівного комплексу полягає у наступному. Насіння та мінеральні добрива завантажують у бункер-пневмосистему за допомогою вбудованого шнека-завантажувача, розміщеного безпосередньо на агрегаті. Одночасно із завантаженням проводиться протруювання посівного матеріалу, що дозволяє підвищити ефективність захисту насіння від хвороб та шкідників.

Після завантаження насіння та добрива із бункера надходять до дозувальних пристроїв. Далі посівний матеріал потрапляє у пневматичний трубопровід. Норма висіву регулюється за допомогою спеціальних регулювальних гвинтів, що забезпечують точне дозування насіння залежно від агротехнічних вимог.

Потік повітря, створений вентилятором, транспортує насіння до первинного колектора-розподільника, після чого воно надходить до чотирьох вторинних розподільників. Із них насіння по окремих шлангах подається до лап-сошників. Кожен лаповий сошник складається зі стійки, розпушувальної лапи та насіннеукладача, який має вертикальні канали для подачі насіння до вихідних отворів.

Насіння, що виходить із вертикальних каналів у повітряному потоці, потрапляє на дугоподібний відбивач. Частина насіння, вдаряючись об центральний виступ із плоскою поверхнею, спрямовується безпосередньо вздовж бісектриси кута між крилами лапи-сошника. Інша частина насіння, відбиваючись від бічних поверхонь дугоподібного відбивача та виступів, рівномірно розподіляється по всій ширині захвату лапи.

Насіннєве ложе формується робочими поверхнями розпушувальних лап, які утворюють тригранний клин. Лапи-сошники встановлені з перекриттям, завдяки чому створюється суцільна поверхня насіннєвого ложа по всій площі поля. Така конструкція забезпечує однакову глибину загортання насіння та покращує умови для його проростання.

Після укладання насіння на сформоване насіннєве ложе воно засипається ґрунтом, який переміщується із робочих поверхонь лап під час руху агрегату. Далі трирядні пружинні борони закривають смуги посіву мульчувальним шаром ґрунту, а прикочувальні котки ущільнюють поверхню посіву, забезпечуючи надійний контакт насіння з ґрунтом і збереження вологи.

Задні прикочувальні котки одночасно виконують функцію опорних елементів. Використання двобалансирної підвіски опорно-прикочувального механізму забезпечує ефективне копіювання нерівностей поверхні поля та стабільну глибину роботи сошників навіть на складному рельєфі.

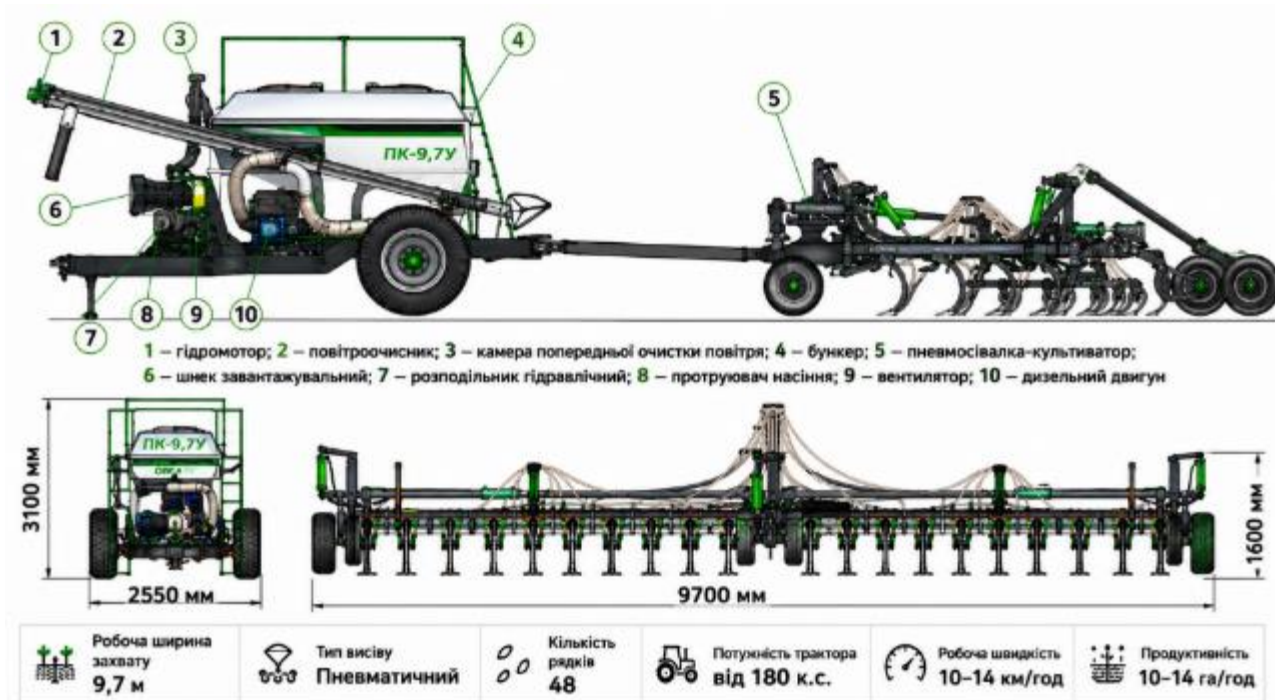


Рисунок 3.1 – Загальний схема удосконаленого посівного комплексу

Основне удосконалення посівного комплексу ПК-9,7У полягає у модернізації лап-сошників, насіннеукладачів та системи розподілу насіння першого і другого ступеня. Такі зміни спрямовані на підвищення рівномірності розподілу насіння у горизонтальній площині та зменшення відхилень від заданої глибини загортання.

Одним із ключових елементів модернізації є використання гребеня-ущільнювача, встановленого у нижній частині розпушувальної лапи. Завдяки цьому формується більш стабільне та рівне дно борозни, що створює сприятливі умови для розміщення насіння на однаковій глибині. При встановленні лап із перекриттям створюється єдина поверхня дна борозни по всій ширині захвату агрегату, що значно зменшує нерівномірність загортання насіння.

Додатково внутрішня поверхня гребеня-ущільнювача бере участь у розподілі насіння по поверхні насінневого ложа разом із дугоподібним відбивачем. Це дозволяє уникнути накопичення насіння у центральній частині борозни та забезпечити більш рівномірне його розташування.

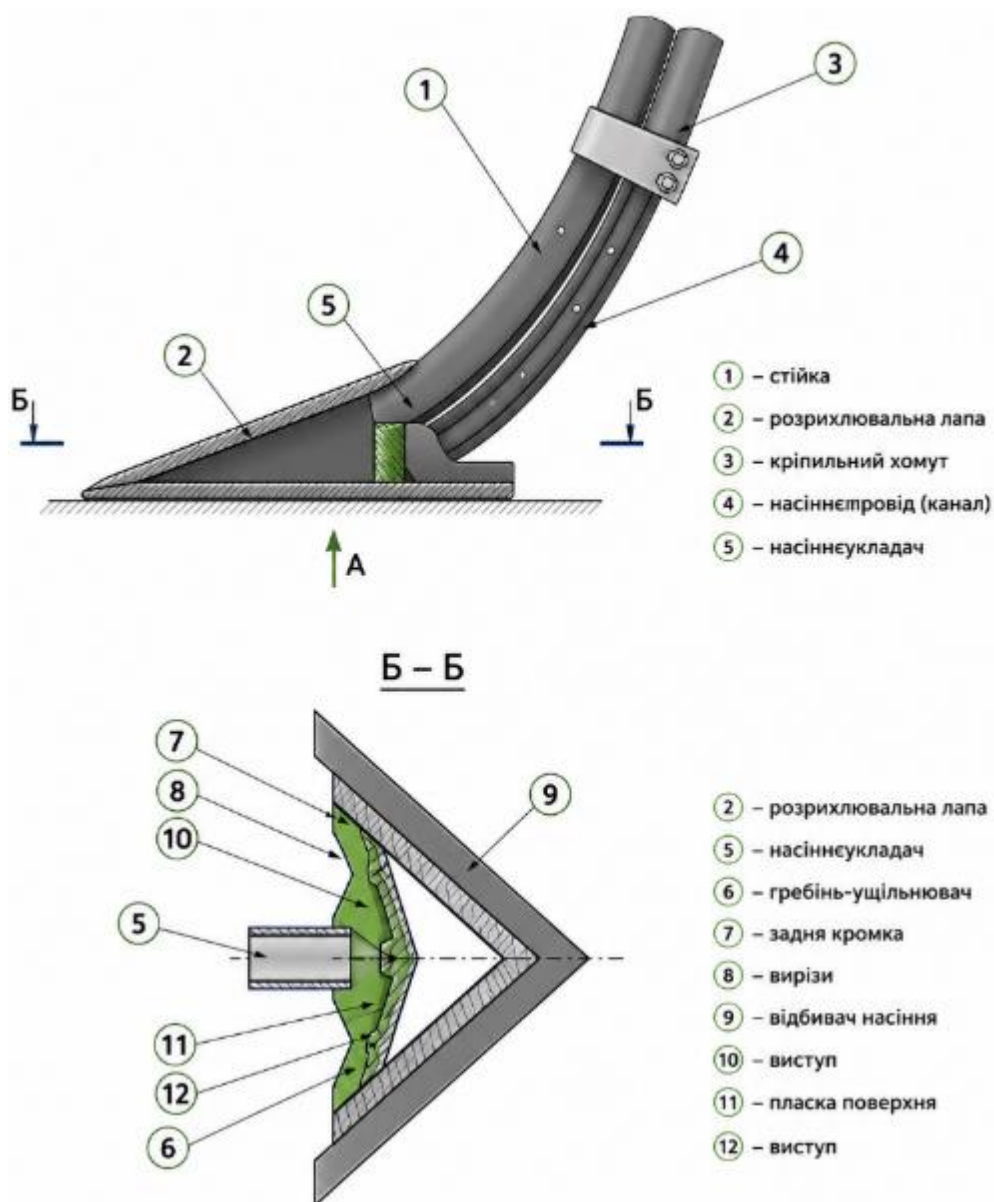


Рисунок 3.2 – Загальний схема лапи-сошника

Важливою конструктивною особливістю є спрямування вихідного отвору вертикального каналу насіннеукладача безпосередньо у кут розходження лапи-сошника. При цьому сам отвір розміщений по бісектрисі кута між крилами лапи. Таке технічне рішення створює умови для більш рівномірного розподілу насіння по всій ширині смуги посіву.

Для покращення розподілу насіння у конструкції використано дугоподібний відбивач із центральним виступом та додатковими боковими виступами. Центральний виступ має ділянку плоскої поверхні, завдяки чому частина насіння

спрямовується вздовж осі руху лапи-сошника, а решта рівномірно розподіляється по ширині захвату.

Додатково задня кромка гребеня-ущільнювача виконана із симетричними вирізами відносно бісектриси кута лапи. Це запобігає накопиченню насіння на внутрішній поверхні гребеня та зменшує ризик забивання ґрунтом вихідних отворів насіннеукладача.

Таким чином, запропоноване удосконалення посівного комплексу ПК-9,7У спрямоване на підвищення якості технологічного процесу сівби, забезпечення рівномірного розподілу насіння по площі поля, стабілізацію глибини заготування та створення оптимальних умов для дружного проростання рослин озимої пшениці. Використання модернізованого комплексу дозволяє підвищити польову схожість насіння, зменшити втрати вологи та покращити формування рівномірних і високопродуктивних посівів.

### **3.2 Розрахунок та обґрунтування технологічних параметрів посівного комплексу**

Для визначення основних технологічних параметрів роботи посівного комплексу необхідно врахувати його конструктивні характеристики, режим роботи агрегату та агротехнічні вимоги до проведення сівби озимої пшениці. Вихідними даними для розрахунків є технічні показники посівного комплексу та встановлена норма висіву насіння.

Для проведення розрахунків приймаємо такі вихідні параметри:

- робоча ширина захвату посівного комплексу  $B_p = 9,7$  м;
- робоча швидкість руху агрегату  $V = 12$  км/год;
- загальний об'єм бункера для насіння та мінеральних добрив  $V_6 = 7$  м<sup>3</sup>;
- співвідношення місткості відсіків бункера для насіння і добрив – 60/40%;
- норма висіву насіння озимої пшениці  $Q = 240$  кг/га.

Одним із основних експлуатаційних показників посівного комплексу є його погодинна продуктивність. Вона характеризує площу, яку агрегат може засіяти за одну годину чистого робочого часу, і визначається за формулою:

$$W_r = 0.1 \cdot B_p \cdot V$$

де  $W_r$  – продуктивність агрегату, га/год;  $B_p$  – робоча ширина захвату комплексу, м;  $V$  – робоча швидкість руху агрегату, км/год.

Підставивши вихідні значення, отримаємо:  $W_r = 0,1 \cdot 9,7 \cdot 12 = 11,6$  га/год.

Отже, за одну годину роботи посівний комплекс здатний засіяти приблизно 11,6 га площі.

Наступним етапом є визначення кількості насіння, яке висівається агрегатом протягом однієї години роботи. Цей показник необхідний для оцінки витрати посівного матеріалу та визначення тривалості роботи комплексу без дозаправлення. Розрахунок проводимо за формулою:

$$q = Q \cdot W_r$$

де  $q$  – витрата насіння за годину роботи, кг/год;  $Q$  – норма висіву, кг/га;  $W_r$  – продуктивність агрегату, га/год.

Після підстановки значень маємо:  $q = 240 \cdot 11,6 = 2784$  кг/год.

Таким чином, за одну годину роботи посівний комплекс висіває 2784 кг насіння озимої пшениці.

Оскільки бункер комплексу поділений на два окремих відсіки – для насіння та мінеральних добрив – визначаємо місткість насіннєвого відсіку. Враховуючи, що для насіння відводиться 60% загального об'єму бункера, його місткість становитиме:

$$V_{б.н.} = V_б \cdot 0.6$$

де  $V_{б.н.}$  – об'єм відсіку для насіння, м<sup>3</sup>;  $V_б$  – загальний об'єм бункера, м<sup>3</sup>.

Після розрахунку отримаємо:  $V_{б.н.} = 7 \cdot 0,6 = 4,2$  м<sup>3</sup>.

За середньої насипної густини насіння пшениці приблизно 0,8 т/м<sup>3</sup> місткість насіннєвого бункера в масовому вираженні складе:  $4,2 \cdot 0,8 = 3,36$  т.

Отже, бункер для насіння вміщує близько 3360 кг посівного матеріалу.

Для оцінки ефективності роботи посівного комплексу визначаємо тривалість його роботи без додаткового завантаження насіння. Час роботи агрегату до повного спустошення насіннєвого бункера визначають за формулою:

$$\tau_p = \frac{V_{б.н.}}{q}$$

де  $\tau_p$  – тривалість роботи до дозаправлення, год;  $V_{б.н.}$  – запас насіння у бункері, кг;  $q$  – витрата насіння за годину роботи, кг/год.

Підставивши отримані значення, маємо:  $\tau_p = 3360/2784 = 1,20$  год.

Таким чином, посівний комплекс може безперервно працювати близько 1,2 години до чергового завантаження насіння.

Важливим експлуатаційним показником також є площа, яку агрегат здатний засіяти за один цикл роботи без дозаправлення. Цей параметр визначають за формулою:

$$F = W_{\Gamma} \cdot \tau_p$$

де  $F$  – площа посіву за один цикл роботи, га;  $W_{\Gamma}$  – продуктивність агрегату, га/год;  $\tau_p$  – тривалість роботи до дозаправлення, год.

Після обчислення отримуємо:  $F = 11,6 \cdot 1,20 = 13,92$  га.

Отже, до моменту повторного завантаження насіння посівний комплекс здатний якісно засіяти майже 14 га площі.

Отримані результати свідчать про високу продуктивність посівного комплексу та його ефективність при виконанні посівних робіт у сучасних технологіях вирощування озимої пшениці. Значний об'єм бункера, достатня робоча ширина захвату та оптимальна швидкість руху забезпечують зменшення непродуктивних витрат часу на дозаправлення, підвищення змінної продуктивності агрегату та зниження собівартості виконання посівних робіт.

### **3.3 Розрахунок конструктивних елементів посівного комплексу на міцність та надійність роботи**

Удосконалений посівний комплекс у процесі роботи виконує декілька технологічних операцій за один прохід по полю, тому всі його конструктивні елементи та вузли повинні мати достатню міцність, жорсткість і довговічність. У процесі проєктування необхідно виконати розрахунок деталей на дію робочих навантажень та правильно підібрати матеріал, здатний забезпечити надійну експлуатацію машини в складних польових умовах.

Найбільші навантаження в конструкції посівного комплексу сприймають лапи-сошники та стійки культиваторної частини, оскільки саме вони безпосередньо взаємодіють із ґрунтом та виконують операції його розпушування, формування насінневого ложа і загортання насіння. У процесі руху агрегату на робочі органи діють значні вертикальні, горизонтальні та бічні сили, які можуть викликати деформацію елементів конструкції або їх передчасне руйнування.

Під час виконання посіву на культиватор встановлюються сошники, закріплені на жорстких стійках. Якщо ж агрегат використовується як ґрунтообробна машина, на ньому можуть застосовуватися лапи, встановлені на пружних стійках, що дозволяє підвищити копіювання рельєфу поля та зменшити ударні навантаження на раму і робочі органи.

Для визначення параметрів пружної стійки використовується методика розрахунку її геометричних та силових характеристик. Як приклад розглядається С-подібна пружна стійка, яка складається з декількох секторів із радіусами кривизни  $r_1$ ,  $r_2$ ,  $r_3$  та відповідними центральними кутами  $\varepsilon_1$ ,  $\varepsilon_2$ ,  $\varepsilon_3$ . Верхня частина стійки жорстко закріплюється на рамі агрегату, а до нижньої прикладаються робочі навантаження: горизонтальна сила  $P_r$ ; вертикальна сила  $P_v$ ; бічна сила  $P_b$ , яка діє перпендикулярно до площини розташування стійки.

У процесі роботи на глибині 6–12 см на кожну лапу-сошник діють такі орієнтовні навантаження:

- горизонтальна сила опору ґрунту:  $P_r = 2,8 \dots 3,5$  кН;
- вертикальна сила:  $P_v = 0,8 \dots 1,2$  кН;
- бічна сила:  $P_b = 0,3 \dots 0,6$  кН.

Для забезпечення стабільної роботи робочих органів застосовується С-подібна пружна стійка, геометричні параметри якої приймаємо:

- радіус першого сектора:  $r_1 = 0,18$  м;
- радіус другого сектора:  $r_2 = 0,14$  м;
- радіус третього сектора:  $r_3 = 0,10$  м.

Кути секторів:  $\varepsilon_1 = 55^\circ$ ,  $\varepsilon_2 = 42^\circ$ ,  $\varepsilon_3 = 35^\circ$ .

Для виготовлення стійки приймається пружинна сталь 65Г з такими механічними характеристиками:

- модуль пружності першого роду:  $E = 2,1 \cdot 10^{11}$  Н/м<sup>2</sup>;
- модуль пружності другого роду:  $G = 8,0 \cdot 10^{10}$  Н/м<sup>2</sup>;
- границя текучості:  $\sigma_T = 785$  МПа.

Поперечний переріз стійки має прямокутну форму:

- ширина:  $b = 0,065$  м;
- товщина:  $h = 0,014$  м.

Для визначення деформацій та переміщень елементів конструкції застосовують диференціальне рівняння пружної лінії та інтеграл Мора. Це дозволяє отримати залежності для розрахунку переміщень стійки під дією робочих навантажень.

Переміщення від дії горизонтальної сили визначаються залежністю:

$$\delta_{yr} = \frac{P_r r_1^3}{EI} \left[ \frac{\varphi_1}{2} + \cos \varphi_1 \right]$$

Переміщення елементів конструкції під дією вертикального навантаження визначаються за формулою:

$$\delta_{xb} = \frac{P_b r_1^3}{EI} (\sin \varphi_1 - \varphi_1)$$

Для врахування просторового навантаження і дії бічної сили використовують залежності, які враховують не лише згин, а й кручення елементів конструкції.

У розрахунках використовуються:  $I_x$ ,  $I_y$  – моменти інерції перерізу при згині;  $J_k$  – полярний момент інерції при крученні.

Момент інерції прямокутного перерізу визначаємо за формулою:

$$I = \frac{bh^3}{12}$$

Після підстановки значень:

$$I = \frac{0,065 \cdot 0,014^3}{12} = 1,49 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4$$

Полярний момент інерції становить:

$$J_k = 2,98 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4$$

Для визначення прогину стійки від дії горизонтальної сили використовуємо залежність:

$$\delta = \frac{P_r r^3}{EI}$$

При навантаженні:  $P_r = 3200 \text{ Н}$  та середньому радіусі кривизни:  $r = 0,18 \text{ м}$  одержимо:

$$\delta = \frac{3200 \cdot 0,18^3}{2,1 \cdot 10^{11} \cdot 1,49 \cdot 10^{-8}}$$

$$\delta = 0,0059 \text{ м}$$

Отримане значення прогину знаходиться в допустимих межах, оскільки для культиваторних стійок допустиме переміщення становить 6–12 мм.

Максимальне напруження згину визначається за формулою:

$$\sigma = \frac{M}{W}$$

де момент опору перерізу:

$$W = \frac{bh^2}{6}$$

Після розрахунку:

$$W = \frac{0,065 \cdot 0,014^2}{6} = 2,12 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

Згинальний момент:

$$M = P_r \cdot l$$

де  $l=0,42 \text{ м}$ .

Тоді:  $M=3200 \cdot 0,42=1344 \text{ Н} \cdot \text{м}$

Максимальне напруження:  $\sigma=1344/(2,12 \cdot 10^{-6}) = 634 \text{ МПа}$ .

Оскільки границя текучості сталі 65Г становить 785 МПа, коефіцієнт запасу міцності дорівнює:  $n=785/634=1,24$ .

Отримане значення відповідає допустимим вимогам для сільськогосподарських машин, які працюють в умовах змінних динамічних навантажень.

Крім визначення деформацій і напружень, виконується розрахунок маси елементів стійки. Для цього використовується залежність:

$$m_i = \gamma \cdot r_i \cdot d \cdot \varphi_i \cdot b \cdot h$$

де  $\sigma$  – густина матеріалу;  $r_i$  – радіус кривизни сектора;  $\varphi_i$  – центральний кут сектора;  $b$  та  $h$  – геометричні розміри поперечного перерізу.

При густині сталі:  $\gamma = 7850 \text{ кг/м}^3$  маса стійки становить:  $m=7850 \cdot 0,18 \cdot 1,15 \cdot 0,065 \cdot 0,014 = 1,48 \text{ кг}$ .

Аналогічний підхід використовується і для розрахунку пружних стійок S-подібної форми, які широко застосовуються у сучасних культиваторних та посівних агрегатах.

Отримані аналітичні залежності дозволяють визначити раціональні геометричні параметри стійок: радіуси кривизни; кути секторів; ширину та висоту перерізу; жорсткість конструкції; допустимі переміщення та коливання робочих органів.

Проведені дослідження показують, що різниця між теоретично розрахованими та експериментально отриманими значеннями параметрів становить у середньому 9,5–15%, що підтверджує достатню точність запропонованої методики розрахунку та можливість її використання під час проектування і вдосконалення сучасних посівних комплексів.

Отже, проведені розрахунки показали, що запропонована конструкція пружної стійки забезпечує достатню міцність, необхідну жорсткість та стабільність роботи лапи-сошника під час посіву. Використання вдосконаленої конструкції дозволяє зменшити перевантаження на раму посівного комплексу, забезпечити стабільну глибину загортання насіння та підвищити якість виконання технологічного процесу сівби озимої пшениці.

### 3.4 Перевірка міцності та працездатності запобіжного механізму посівного комплексу

Вибір конструктивної схеми запобіжного механізму залежить від особливостей будови посівного комплексу, типу робочих органів та результатів силового розрахунку. Основним призначенням запобіжного пристрою є захист лап-сошників і стійок культиваторної частини від перевантажень та пошкоджень під час наїзду на тверді перешкоди, каміння або надмірно ущільнені ділянки ґрунту.

Під час розрахунку запобіжного механізму необхідно визначити зусилля його спрацювання. Для забезпечення нормальної роботи лапи величина сили спрацювання повинна відповідати тяговому опору робочого органу і визначається залежністю:

$$F = R \frac{h}{l}$$

де  $R$  – середній тяговий опір лапи, Н;  $h$  – плече прикладання сили опору ґрунту, м;  $l$  – плече дії пружного механізму, м.

Середній опір однієї лапи культиватора визначається за формулою:

$$R = q \cdot t$$

де  $q$  – питомий опір ґрунту, Н/м;  $t$  – ширина захвату лапи, м.

Для умов роботи посівного комплексу приймаємо:

питомий опір ґрунту:  $q = 18 \text{ кН/м}$ ;

ширина захвату лапи:  $t = 0,44 \text{ м}$ .

Тоді тяговий опір однієї лапи становитиме:  $R = 18 \cdot 0,44 = 7,92 \text{ кН}$ .

Силовий розрахунок запобіжного механізму виконується для режиму нормальної роботи лапи. До моменту зустрічі з перешкодою стійка лапи повинна зберігати нерухоме положення та контактувати з упором. Це буде забезпечено за умови, що момент реакції ґрунту відносно осі обертання буде меншим за суму моментів сил, які утримують лапу у робочому положенні.

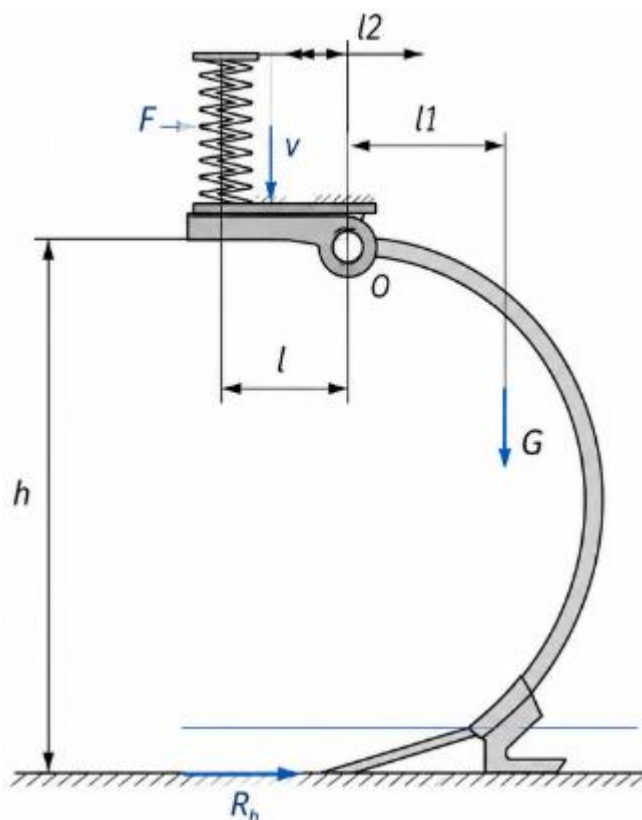


Рисунок 3.3 – Конструктивна схема запобіжного механізму культиваторної стійки

Рівняння рівноваги моментів має вигляд:

$$Rh + Nl_2 = Fl + Gl_1$$

де  $F$  – сила пружини, Н;  $G$  – вага секції робочого органу, Н;  $N$  – реакція упору, Н;  $h, l, l_1, l_2$  – відповідні плечі сил, м.

Розв'язуючи це рівняння відносно сили пружини, отримаємо:

$$F = \frac{Rh + Nl_2 - Gl_1}{l}$$

Для розрахунку приймаємо:

- плече сили опору:  $h = 0,16$  м;
- плече пружини:  $l = 0,62$  м;
- реакцією упору:  $N = 0$ ;
- моментом сили ваги секції нехтуємо через його незначне значення.

Тоді сила спрацьовування запобіжного механізму становитиме:  
 $F = 7920 \cdot 0,16 / 0,62 = 2043$  Н.

У розрахунках приймається, що сила опору ґрунту прикладена паралельно дну борозни та діє на носок лапи-сошника.

Після визначення сили спрацювання виконується розрахунок параметрів запобіжної пружини.

Вихідні дані для розрахунку:

- мінімальна робоча сила:  $P_1 = 110$  кгс;
- максимальна робоча сила:  $P_2 = 322$  кгс;
- допустима деформація:  $h = 20$  мм;
- швидкість руху агрегату:  $v_0 = 2,5$  м/с.

Граничне значення сили  $P_3$  визначаємо за формулою:

$$P_3 = \frac{P_2}{1-\delta}$$

де  $\delta = 0,05 \dots 0,25$ .

Після розрахунку отримуємо:  $P_3 = 339,2 \dots 429,6$  кгс.

Для подальших розрахунків обираємо пружину №219 зі стандартного ряду параметрів, яка має:

- граничне навантаження:  $P_3 = 400$  кгс;
- діаметр дроту:  $d = 10$  мм;
- зовнішній діаметр:  $D = 50$  мм;
- жорсткість:  $z_1 = 156,2$  кгс/мм;
- крок витків:  $f_3 = 2,561$  мм.

Для пружин першого класу допустиме напруження становить:  $\tau_3 = 56$  кгс/мм<sup>2</sup>.

Критична швидкість роботи пружини визначається залежністю:

$$v_{кр} = \sqrt{\frac{\tau_3}{\rho}}$$

Після підстановки значень:  $v_{кр} = 3,13$  м/с.

Перевірка умови працездатності:

$$\frac{v_0}{v_{кр}} = \frac{2,5}{3,13} = 0,8 < 1$$

Отримане значення свідчить про відсутність ударного зіткнення витків пружини під час роботи, а отже вибрана пружина повністю задовольняє умови експлуатації.

Жорсткість пружини визначається за формулою:

$$z = \frac{P_2 - P_1}{h}$$

Після розрахунку:

$$z = \frac{322 - 110}{20} = 10,6 \text{ кгс/мм}$$

Кількість робочих витків пружини:

$$n = \frac{z_1}{z}$$

$$n = \frac{156,2}{10,6} = 14,73 \approx 14,5$$

Уточнене значення жорсткості:

$$z = \frac{156,2}{14,5} = 10,77 \text{ кгс/мм}$$

Повне число витків пружини з урахуванням неробочих витків:  $n_1 = 14,5 + 1,5 = 16$ .

Середній діаметр пружини:  $D_0 = 50 - 10 = 40 \text{ мм}$ .

Далі визначаємо деформації пружини:

$$F_1 = \frac{110}{10,77} = 10 \text{ мм}$$

$$F_2 = \frac{322}{10,77} = 30 \text{ мм}$$

$$F_3 = \frac{400}{10,77} = 37 \text{ мм}$$

Висота пружини у стисненому стані:  $H_3 = (16 + 1 - 1,5) \cdot 10 = 155 \text{ мм}$ .

Вільна висота пружини:  $H_0 = 155 + 37 = 192 \text{ мм}$ .

Робочі висоти пружини:  $H_1 = 192 - 10 = 182 \text{ мм}$ ,  $H_2 = 192 - 30 = 162 \text{ мм}$ .]

Крок витків пружини:  $t = 2,561 + 10 = 12,561 \text{ мм}$ .

Отримані результати розрахунків свідчать, що вибрана конструкція запобіжного механізму та параметри пружини забезпечують надійну роботу лап-

сошників посівного комплексу, захищають робочі органи від перевантажень і сприяють підвищенню довговічності конструкції в умовах експлуатації.

### **3.5 Визначення міцності та перевірка зварних з'єднань конструкції посівного комплексу**

Зварні з'єднання належать до найбільш поширених видів нероз'ємних з'єднань, оскільки мають ряд важливих конструктивних і технологічних переваг. Насамперед вони забезпечують високу жорсткість та міцність конструкції, максимально наближаючи складальні елементи за характеристиками до суцільної деталі. Крім того, використання зварювання дозволяє ефективніше реалізувати умови рівномірності окремих вузлів та елементів конструкції.

Важливою перевагою зварних з'єднань є зниження металоємності та собівартості виробу завдяки меншій трудомісткості процесу виготовлення порівняно з болтовими або клепанними конструкціями. Маса зварних конструкцій, як правило, на 20–25 % менша від маси аналогічних клепанних вузлів. Зварювання також забезпечує герметичність і щільність стиків, що має особливе значення для машин, які працюють у запиленому середовищі або піддаються впливу вологи. Додатковою перевагою є можливість широкої автоматизації процесу зварювання, що підвищує продуктивність виготовлення та стабільність якості швів.

У багатьох випадках зварювання застосовується не лише для з'єднання окремих деталей, але й як самостійний технологічний метод виготовлення елементів конструкції, що дозволяє замінити лиття або кування.

Разом з тим зварні конструкції мають і певні недоліки. Вони є чутливими до дії змінних, ударних та вібраційних навантажень, а також можуть зазнавати залишкових деформацій і викривлень внаслідок локального нагрівання металу під час зварювання.

Основною вимогою при проектуванні зварних вузлів є забезпечення однакової міцності зварного шва та деталей, які з'єднуються. Відповідно до цього

залежно від форми, розмірів і взаємного розташування елементів конструкції вибирають тип шва, спосіб його виконання та необхідні геометричні параметри.

Для конструкції удосконаленого посівного комплексу використано таврові з'єднання, виконані кутовими зварними швами без підготовки кромок. Такі з'єднання застосовуються при кріпленні кронштейнів, підсилювачів та елементів рами, які сприймають значні статичні та динамічні навантаження.

Схема таврового з'єднання наведена на рисунку 3.4. Під дією навантаження кожен зварний шов працює переважно на стиск. У розрахунку приймаємо, що на з'єднання діє сила:  $F = 0,83$  кН.

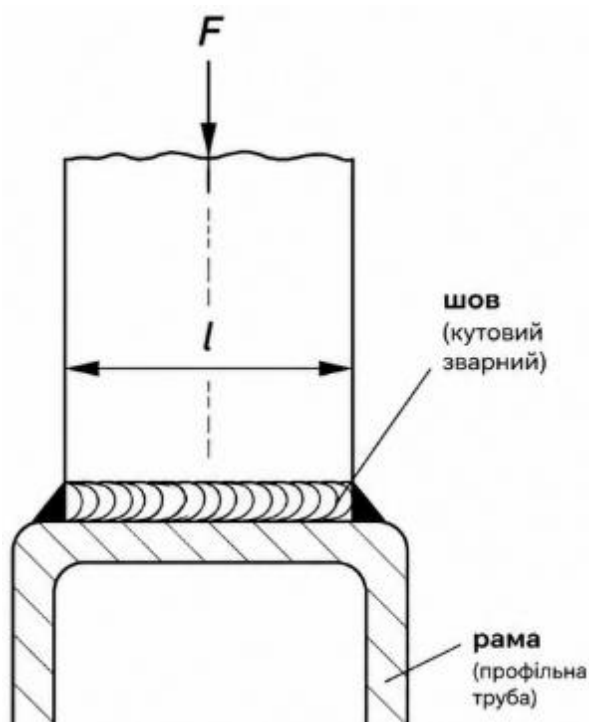


Рисунок 3.4 – Схема кутового таврового зварного з'єднання

Перевірку міцності зварного з'єднання виконуємо за умовою:

$$\sigma_{\text{ст}} = \frac{F}{2 \cdot 0.7 \cdot k \cdot l} \leq [\sigma_{\text{ст}}]$$

де  $F$  – навантаження на з'єднання, Н;  $k$  – катет зварного шва, мм;  $l$  – довжина шва, мм;  $\sigma_{\text{ст}}$  – допустиме напруження для шва, МПа.

Для розрахунку приймаємо: катет шва:  $k = 10$  мм; довжина шва:  $l = 100$  мм; допустиме напруження при стиску:  $\sigma_{\text{ст}} = 160$  МПа.

Після підстановки числових значень отримуємо:

$$\sigma_{\text{ст}} = \frac{830 \cdot 10^3}{2 \cdot 0,7 \cdot 10 \cdot 100 \cdot 4}$$

Порівнюємо отримане значення з допустимим: 148,2 МПа < 160 МПа.

Отже, умова міцності виконується, а вибрані параметри таврового зварного з'єднання забезпечують надійну роботу конструкції посівного комплексу в умовах експлуатаційних навантажень.

### 3.6 Висновки з розділу

Розроблена операційно-технологічна карта посіву озимої пшениці забезпечує раціональну організацію виконання посівних робіт із дотриманням агротехнічних вимог. Використання посівного комплексу ПК-9,7У у складі агрегату з трактором К-744 дозволяє поєднати декілька технологічних операцій за один прохід, підвищити продуктивність праці до 11–12 га/год, зменшити витрати палива та забезпечити рівномірне загортання насіння. Запропонована схема руху агрегату з утворенням технологічних колій сприяє підвищенню якості виконання технологічного процесу, зменшенню ущільнення ґрунту та створенню оптимальних умов для формування високого врожаю озимої пшениці.

#### 4 РОЗРОБКА ОПЕРАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КАРТИ СІВБИ

Технологічна карта є одним із основних виробничо-технологічних документів, який використовується для раціонального планування та організації процесу виробництва сільськогосподарської продукції. У ній відображаються всі технологічні операції у послідовності їх виконання, календарні строки проведення робіт, тривалість виконання у робочих і календарних днях, склад машинно-тракторних агрегатів, кількість обслуговуючого персоналу, продуктивність агрегатів за годину та зміну, витрати палива, трудові затрати й експлуатаційні витрати.

Використання технологічної карти дає можливість завчасно спланувати весь виробничий процес, визначити потребу в технічних засобах, матеріальних ресурсах і робочій силі, а також забезпечити оперативний контроль за виконанням технологічних операцій у встановлені агротехнічні строки. Технологічна карта вирощування озимої пшениці за інтенсивною технологією наведена у графічній частині дипломного проєкту.

Для прикладу виконуємо розрахунок однієї з основних технологічних операцій – сівби озимої пшениці із одночасним внесенням мінеральних добрив.

У графі 1 зазначають порядковий номер операції відповідно до технологічної послідовності виконання робіт.

У графі 2 вказують найменування технологічної операції – сівба озимої пшениці з нормою висіву 2 ц/га та одночасним внесенням мінеральних добрив у кількості 1 ц/га.

У графах 4 і 5 наводять одиницю вимірювання та загальний обсяг робіт. Загальна площа посіву становить:  $S = 480$  га.

У графах 6 і 7 записують склад машинно-тракторного агрегату та кількість сільськогосподарських машин, що використовуються для виконання операції. Для сівби застосовують трактор К-744 у комплекті з посівним комплексом ПК-9,7У.

У графі 8 визначають необхідну кількість агрегатів за формулою:

$$N_a = \frac{Q_p}{H_B \cdot n_{зм} \cdot n_a}$$

де  $Q_p = 480$  га – загальний обсяг робіт;  $H_b = 52,5$  га/зміну – норма виробітку агрегату за зміну;  $n_{зм} = 2$  – кількість змін;  $n_a = 5$  – допустимий термін виконання робіт, діб.

Підставляючи числові значення, отримуємо:  $N_a = 480 / 52,5 \cdot 2 \cdot 5 = 0,91$ .

Для виконання роботи приймають один посівний агрегат.

У графах 9 і 10 зазначають кількість обслуговуючого персоналу. Відповідно до технічних вимог для роботи агрегату необхідний один механізатор і три допоміжних працівники.

У графах 12 і 13 наводять продуктивність агрегату. Виріток за одну годину змінного часу становить 7,5 га/год, а за одну зміну:  $K_{зм} = 52,5$  га.

У графі 14 зазначають тривалість робочого дня. За умови двозмінної роботи тривалість становить:  $t = 7 \cdot 2 = 14$  год.

У графі 15 визначають кількість календарних днів, необхідних для виконання операції:

$$n_d = \frac{Q_p}{K_{зм} \cdot n_{зм}}$$

Після підстановки числових значень отримуємо:  $n_d = 480 / 52,5 \cdot 2 = 4,57$ .

Приймають п'ять календарних днів для виконання сівби.

У графі 16 вказують орієнтовний календарний строк початку виконання робіт. З урахуванням агротехнічних вимог початок сівби приймають 15 вересня.

У графі 17 визначають витрати праці на один гектар:

$$Z_{га} = \frac{n \cdot t_{зм} \cdot N_{агр}}{W_{зм}}$$

де  $n = 4$  – кількість працівників;  $t_{зм} = 14$  год – тривалість робочого дня;  $W_{зм} = 52,5$  га – змінний виробіток агрегату.

У результаті розрахунків трудові витрати становлять:  $Z_{га} = 1,06$  люд.-год/га.

У графах 18 і 19 відображають заробітну плату механізаторів та допоміжних працівників.

У графі 20 визначають витрати на трактор, враховуючи його балансову вартість, відрахування на реновацію та капітальний ремонт:

$$C_{тр} = \frac{B_{тр} \cdot (Q_{рен} + A_{кр}) \cdot T_{зм}}{100 \cdot T_n}$$

де  $B_{\text{тр}}=473000$  грн – балансова вартість трактора;  $Q_{\text{рен}}+A_{\text{кр}}=23\%$  – сума відрахувань на реновацію і капітальний ремонт;  $T_{\text{н}}=1300$  год/рік – нормативне річне напруження.

Тоді витрати на трактор становлять:  $C_{\text{тр}}=1171,58$  грн.

У графі 21 аналогічно визначають витрати на сільськогосподарську машину – посівний комплекс.

У графі 22 зазначають витрати палива на один гектар. Для сівби приймають:  $g_{\text{га}}=6,24$  л/га.

У графі 23 розраховують вартість палива, використаного на один гектар:

$$C_{\text{п}} = C_{\text{пмм}} \cdot g_{\text{га}}$$

де  $C_{\text{пмм}}=28,5$  грн/л – вартість паливно-мастильних матеріалів.

Після розрахунку отримуємо:  $C_{\text{п}}=28,5 \cdot 4=114$  грн/га.

У графі 24 визначають суму прямих експлуатаційних витрат на один гектар:

$$C = C_{\text{тр}} + C_{\text{см}} + C_{\text{п}} + C_{\text{зп}}$$

Підставляючи всі складові витрат, отримуємо:

$$C=1,63+1,89+114+(0,95 \cdot 2)+(0,7 \cdot 6)=121,04 \text{ грн/га.}$$

Аналогічно виконують розрахунки для всіх інших технологічних операцій, після чого визначають загальні витрати на вирощування озимої пшениці в розрахунку на всю площу та на 1 гектар посіву.

Площа поля, на якому планується виконання посіву озимої пшениці, становить 480 га. Довжина поля дорівнює 3200 м, ширина – 1500 м, форма поля прямокутна. Ширина міжряддя при сівбі приймається 0,15 м. Основні агротехнічні вимоги до роботи посівного комплексу ПК-9,7У наведені на рис. 4.1.

Склад машинно-тракторного агрегату підбирають з урахуванням агротехнічних вимог до виконання технологічної операції, продуктивності агрегату, допустимого швидкісного режиму роботи, тягового опору посівної машини та ступеня завантаження двигуна енергетичного засобу.

Для виконання сівби озимої пшениці використовується посівний агрегат у складі трактора К-744 та посівного комплексу ПК-9,7У. Такий агрегат забезпечує

високу продуктивність праці, рівномірний розподіл насіння і добрив, а також можливість одночасного виконання декількох технологічних операцій за один прохід по полю.

Перед початком роботи необхідно провести повну технічну підготовку посівного комплексу.

Спочатку перевіряють надійність кріплення всіх вузлів і механізмів сівалки, після чого виконують мащення деталей відповідно до карти змащування. Далі вручну прокручують механізми для перевірки плавності та легкості їх обертання.

Новий посівний комплекс піддають обкатці протягом 2–3 годин для забезпечення приробітку поверхонь тертя та стабілізації роботи всіх механізмів.

Після цього перевіряють роботу гідравлічної системи, зокрема справність гідроциліндрів піднімання і опускання сошників.

Однією з найважливіших операцій є регулювання норми висіву. Для цього посівний комплекс за допомогою домкратів встановлюють на опори таким чином, щоб опорно-приводні колеса могли вільно обертатися, а насіннєві ящики знаходилися у горизонтальному положенні.

Перевіряють рухомість катушок висівних апаратів за допомогою важеля регулювання висіву та висувають катушки з корпусів. Усі висівні апарати повинні бути закритими, а торці катушок мають розташовуватись врівень із внутрішньою поверхнею розетки.

До насіннєвого ящика засипають насіння не менше ніж на одну третину його об'єму, а під висівними апаратами розстеляють брезент для збору висіяного матеріалу. Привід туковисівних апаратів при цьому вимикають, щоб уникнути одночасного висіву насіння та добрив.

Для заповнення висівних апаратів насінням опорно-приводне колесо прокручують вручну. Насіння, яке висипалось під час попереднього прокручування, видаляють. Після цього колесо прокручують на 15 або 30 обертів із частотою, що відповідає реальним умовам роботи агрегату в полі.

Частоту обертання колеса визначають за формулою:

$$n = \frac{V_p \cdot 1000}{2\pi R_k \cdot 60}$$

де  $V_p$  – робоча швидкість руху агрегату, км/год;  $R_k$  – радіус опорно-приводного колеса, м.

Після завершення прокручування зібране насіння зважують із точністю до 1 г. Отримана маса повинна відповідати розрахунковому значенню:

$$Q = \frac{m\pi D_k B_p H K_p}{10^4}$$

де  $m$  – кількість обертів колеса;  $H$  – задана норма висіву, кг/га;  $B_p$  – ширина захвату агрегату, м;  $K_p$  – коефіцієнт буксування колеса.

Якщо фактична маса висіяного насіння відрізняється від розрахункової більш ніж на 3 %, виконують додаткове регулювання довжини робочої частини котушки або змінюють передаточне число приводу висівного механізму.

Одночасно контролюють рівномірність роботи окремих висівних апаратів. Відхилення фактичного висіву від середнього значення не повинно перевищувати  $\pm 4$  % для насіння та  $\pm 7$  % для мінеральних добрив.

Після завершення регулювання норми висіву виконують налаштування лівого і правого маркерів, а також встановлюють необхідну глибину ходу сошників.

Перед виїздом у поле додатково перевіряють технічний стан трактора, справність гальмівної системи, освітлення, контрольно-вимірювальних приладів і звукової сигналізації.

Перед початком сівби поле обстежують і очищають від сторонніх предметів. Після цього виконують передпосівну культивуацію з одночасним боронуванням на глибину загортання насіння.

Поверхня поля повинна бути вирівняною, а структура ґрунту – дрібногрудкуватою. Наявність великих рослинних решток довжиною понад 100 см не допускається. Вологість ґрунту під час сівби повинна відповідати оптимальним агротехнічним вимогам.

Для організації руху агрегату застосовують гонний спосіб із формуванням технологічних колій. Для цього на середній секції сівалки закривають заслінками

7-й і 18-й висівні апарати. Посів виконують перпендикулярно напрямку перед-посівної культивуації.

Мінімальну ширину поворотної смуги визначають за формулою:

$$Ш = 2 \cdot 3 \cdot B_p - 2$$

Після підстановки значень отримуємо:  $Ш = 2 \cdot 3 \cdot 9,7 - 2 = 56,2$  м}.

Перед початком роботи на полі позначають лінію першого проходу посівного агрегату.

Перед початком роботи посівний комплекс заправляють насінням і мінеральними добривами, після чого встановлюють на лінію першого проходу. Додатково перевіряють надійність кріплення всіх секцій та робочих органів.

Маркер переводять із транспортного положення в робоче та розпочинають рух агрегату із заданою робочою швидкістю. Під час роботи маркер має бути спрямований у бік незасіяної частини поля.

Після проходження першого кола перевіряють якість виконання сівби. Для цього визначають фактичну норму висіву шляхом дозаправлення насіннєвого ящика до початкового рівня та зважування витраченого насіння.

Знаючи довжину проходу агрегату та його робочу ширину, визначають площу посіву, після чого розраховують фактичну норму висіву. Якщо відхилення перевищує  $\pm 3$  %, повторно регулюють висівний апарат.

Також контролюють величину стикових міжрядь. Вона повинна відповідати ширині основних міжрядь. Якщо відхилення перевищує  $\pm 5$  см, виконують регулювання маркерів.

У перших проходах додатково контролюють глибину загортання насіння. За необхідності виконують коригування положення сошників.

Для запобігання забиванню робочих органів ґрунтом сошники переводять у робоче положення лише під час руху агрегату.

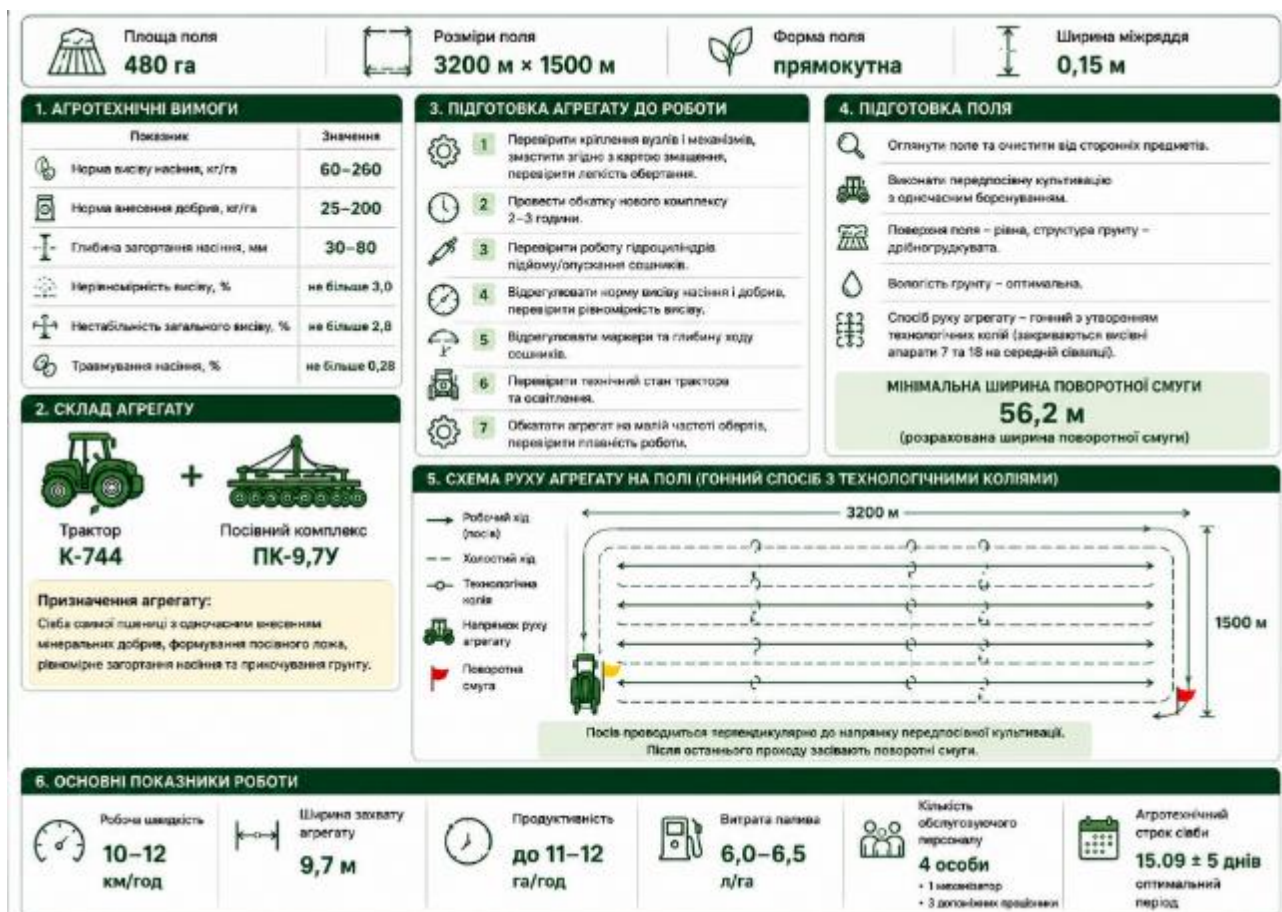


Рисунок 4.2 – Операційно-технологічна карта обробітку сіви пшениці озимої

Отже, розроблена операційно-технологічна карта посіву озимої пшениці забезпечує раціональну організацію виконання посівних робіт із дотриманням агротехнічних вимог. Використання посівного комплексу ПК-9,7У у складі агрегату з трактором К-744 дозволяє поєднати декілька технологічних операцій за один прохід, підвищити продуктивність праці до 11–12 га/год, зменшити витрати палива та забезпечити рівномірне загортання насіння. Запропонована схема руху агрегату з утворенням технологічних колій сприяє підвищенню якості виконання технологічного процесу, зменшенню ущільнення ґрунту та створенню оптимальних умов для формування високого врожаю озимої пшениці.

## **5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА**

Використання сучасних посівних комплексів у технологіях вирощування озимої пшениці дозволяє значно підвищити продуктивність праці, скоротити строки проведення польових робіт і забезпечити якісне виконання технологічних операцій. Разом із тим робота з широкозахватними посівними агрегатами пов'язана з дією небезпечних та шкідливих виробничих факторів, які можуть негативно впливати на працівників і навколишнє природне середовище. Тому важливого значення набуває дотримання вимог охорони праці, виробничої санітарії, пожежної безпеки та екологічного захисту під час експлуатації посівного комплексу ПК-9,7У.

Під час роботи посівного комплексу на механізатора можуть діяти такі небезпечні фактори: рухомі деталі машин і механізмів, обертові вали, підвищений рівень шуму та вібрації, пил, вихлопні гази двигуна, несприятливі метеорологічні умови, а також можливість травмування під час технічного обслуговування або ремонту агрегату. Додаткову небезпеку становлять мінеральні добрива, протруйники насіння та інші хімічні речовини, що використовуються у технологічному процесі.

До роботи на посівному комплексі допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли медичний огляд, вступний та первинний інструктаж з охорони праці, навчання безпечним методам роботи та перевірку знань. Механізатор повинен мати посвідчення на право керування трактором відповідної категорії та бути ознайомленим з конструкцією посівного комплексу, правилами його експлуатації і технічного обслуговування.

Перед початком роботи необхідно провести технічний огляд агрегату. Перевіряють справність гальмівної системи трактора, рульового керування, освітлення, сигналізації, гідравлічної системи, стан шин, надійність кріплення робочих органів та захисних кожухів. Особливу увагу приділяють справності карданих передач і наявності захисних огорожень на рухомих елементах.

Забороняється експлуатація агрегату при несправних гальмах, відсутності захисних кожухів або витіканні пального та мастильних матеріалів.

Під час агрегування посівного комплексу з трактором необхідно дотримуватися правил безпечного зчеплення машин. Усі операції зі з'єднання виконують лише при вимкненому двигуні трактора та загальмованому агрегаті. Перебування людей між трактором і машиною під час руху трактора забороняється. Після приєднання перевіряють справність гідравлічних та електричних з'єднань, а також надійність фіксації причіпного пристрою.

Під час завантаження насіння і мінеральних добрив необхідно використовувати механізовані засоби, що знижують фізичне навантаження на працівників та зменшують контакт із пилом. Роботи з протруйниками та мінеральними добривами виконують у засобах індивідуального захисту: спецодязі, гумових рукавицях, захисних окулярах і респіраторх. Після завершення роботи працівники повинні ретельно вимити руки та обличчя теплою водою з милом, а при роботі з хімічними препаратами — прийняти душ.

Під час руху агрегату в полі механізатор повинен дотримуватись встановленої швидкості руху, яка для посівного комплексу ПК-9,7У становить 10–12 км/год. Перевищення швидкості може призвести до погіршення якості сівби, втрати стійкості агрегату та аварійних ситуацій. Розвороти виконують лише на поворотних смугах із попереднім підняттям робочих органів. Забороняється очищати сошники, висівні апарати чи інші робочі органи під час руху агрегату або при ввімкненому двигуні трактора.

Під час роботи посівного комплексу рівень шуму в кабіні трактора може досягати 80–85 дБ, а рівень вібрації перевищувати допустимі норми при тривалій експлуатації. Для зменшення негативного впливу шуму та вібрації необхідно використовувати трактори з герметизованими кабінами, амортизованими сидіннями та справною системою шумоізоляції. Тривалість безперервної роботи механізатора не повинна перевищувати 8 годин на добу з обов'язковими перервами для відпочинку.

Особливу увагу слід приділяти пожежній безпеці. Посівний агрегат працює в умовах наявності сухих рослинних решток, пилу та паливно-мастильних матеріалів, що створює підвищену пожежну небезпеку. Трактор та посівний комплекс повинні бути обладнані вогнегасниками, лопатою та ємністю з піском. Забороняється палити або користуватися відкритим вогнем поблизу місць зберігання пального та під час заправлення техніки. Заправлення паливом проводять лише при вимкненому двигуні.

Під час виконання технічного обслуговування та ремонту агрегату необхідно повністю зупинити двигун, встановити машину на рівному майданчику та використати упори під колеса. Роботи під піднятими частинами агрегату без використання спеціальних підставок або страхувальних пристроїв забороняються. Для проведення ремонтних робіт слід застосовувати лише справний інструмент.

Експлуатація посівного комплексу повинна здійснюватися з дотриманням вимог охорони навколишнього природного середовища. Одним із основних напрямів екологічної безпеки є зменшення ущільнення ґрунту та руйнування його структури. Використання широкозахватного посівного комплексу дозволяє скоротити кількість проходів техніки по полю, що сприяє зменшенню навантаження на ґрунт і збереженню його родючості. Формування постійних технологічних колій також дає можливість обмежити площу ущільнення.

Важливе значення має раціональне використання мінеральних добрив і засобів захисту рослин. Надмірне внесення агрохімікатів призводить до забруднення ґрунтів, поверхневих і ґрунтових вод, а також накопичення шкідливих речовин у продукції. Для запобігання негативному впливу необхідно суворо дотримуватися встановлених норм внесення добрив і засобів захисту рослин, проводити точне регулювання висівних та дозувальних апаратів, а також контролювати рівномірність розподілу матеріалу.

З метою зменшення забруднення атмосферного повітря необхідно підтримувати двигуни тракторів у справному технічному стані, своєчасно регулювати паливну апаратуру та не допускати надмірного димлення. Застосування сучасних енергозберігаючих технологій і комбінованих агрегатів дозволяє знизити

витрати пального до 6–6,5 л/га, що сприяє зменшенню викидів шкідливих речовин у атмосферу.

При використанні посівного комплексу важливо запобігати забрудненню ґрунту паливно-мастильними матеріалами. Забороняється проводити заправлення та ремонт техніки безпосередньо в полі без спеціально обладнаних майданчиків. Відпрацьовані мастила, фільтри та інші небезпечні відходи повинні збиратися у спеціальні ємності та передаватися на утилізацію.

Таким чином, дотримання вимог охорони праці та екологічної безпеки при використанні посівного комплексу ПК-9,7У забезпечує безпечні умови праці для механізаторів, підвищує надійність роботи техніки, зменшує негативний вплив на навколишнє середовище та сприяє ефективному й екологічно безпечному виробництву озимої пшениці.

## 6 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ УДОСКОНАЛЕНОГО ПОСІВНОГО КОМПЛЕКСУ

Метою економічного обґрунтування впровадження удосконаленого посівного комплексу є визначення витрат на модернізацію агрегату, розрахунок експлуатаційних витрат під час виконання технологічної операції сівби озимої пшениці, оцінка продуктивності роботи агрегату, витрат праці, строку окупності та очікуваного економічного ефекту від застосування запропонованої конструкції.

Розрахунок економічної ефективності виконано для умов центральної частини України при використанні удосконаленого посівного комплексу ПК-9,7У під час виконання сівби озимої пшениці з одночасним передпосівним обробітком ґрунту та внесенням мінеральних добрив. За базову модель прийнято серійний посівний комплекс ПК-9,7.

Удосконалення конструкції посівного комплексу дозволяє:

- виконувати декілька технологічних операцій за один прохід агрегату;
- зменшити кількість проходів техніки по полю;
- знизити ущільнення ґрунту;
- підвищити рівномірність висіву насіння;
- скоротити витрати пального;
- зменшити негативний вплив водної та вітрової ерозії;
- забезпечити якісне розпушування та вирівнювання поверхні ґрунту.

Продуктивність агрегату була визначена у попередніх розділах і для проектного варіанта становить 11,6 га/год, тоді як для базового посівного комплексу – 8,7 га/год.

Галузеву собівартість удосконаленого посівного комплексу визначаємо за формулою:

$$C_o = P \cdot (P_k \cdot H \cdot K_m + M) + D$$

де  $P = 11590$  кг – маса посівного комплексу;  $P_k=1,4$  – коефіцієнт конструктивної складності;  $H=28$  грн/кг – витрати на виробництво 1 кг продукції;  $K_m=1,5$  –

коефіцієнт зміни витрат виробництва;  $M=92$  грн/кг – середня вартість металу та комплектуючих;  $D=25000$  грн – транспортні та логістичні витрати.

Тоді галузева собівартість становитиме:  $C_0=11590 \cdot (1,4 \cdot 28 \cdot 1,5 + 92)+25000=1763842$  грн.

Нормативний прибуток визначаємо за формулою:

$$P_n = \frac{R_c \cdot C_0}{100}$$

де  $R_c=10\%$  – нормативна рентабельність.

$$P_n=10 \cdot 1763842/100=176384,2 \text{ грн.}$$

Тоді нижня межа ціни складе:  $\Pi_{\text{нп}}=1763842+176384,2=1940226,2$  грн.

Лімітна ціна визначається за формулою:

$$\Pi_{\text{л}} = \Pi_{\text{нп}} \cdot k_{\text{п}}$$

де  $k_{\text{п}}=1,05$  – коефіцієнт подорожчання через несерійність виробництва.

$$\Pi_{\text{л}}=1940226,2 \cdot 1,05=2037237,5 \text{ грн.}$$

Отже, орієнтовна галузева ціна удосконаленого посівного комплексу становить 2,04 млн грн.

| № | Показник                                                                                                          | Одиниця виміру | Базова модель (ПК-9,7) | Проектна модель (ПК-9,7У) |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------------------------|---------------------------|
| 1 |  Марка трактора                | -              | К-744                  | К-744                     |
| 2 |  Вартість трактора             | грн            | 6 500 000              | 6 500 000                 |
| 3 |  Марка посівного комплексу     | -              | ПК-9,7                 | ПК-9,7У                   |
| 4 |  Вартість посівного комплексу  | грн            | 1 950 000              | 2 037 238                 |
| 5 |  Продуктивність агрегату       | га/год         | 8,7                    | 11,6                      |
| 6 |  Витрата палива                | л/га           | 6,24                   | 4,43                      |
| 7 |  Кількість механізаторів       | чол.           | 1                      | 1                         |
| 8 |  Середня зарплата механізатора | грн/год        | 320                    | 320                       |
| 9 |  Ціна дизельного палива        | грн/л          | 89                     | 89                        |

Рисунок 6.1 – Вихідні дані для розрахунку

Середня вартість дизельного палива у 2026 році становить близько 88–91 грн/л.

Витрати на оплату праці механізатора визначаємо за формулою:

$$Z_p = \frac{f}{W_{\text{год}}}$$

Для базового варіанта:  $Z_{п.б}=320/8,7=36,78$  грн/га.

Для проектного варіанта:  $Z_{п.п}=320/11,6=27,59$  грн/га.

Відрахування на ремонт та амортизацію трактора:

Для базового агрегату:  $S_{от.б}=184,7$  грн/га.

Для проектного агрегату:  $S_{от.п}=138,5$  грн/га.

Відрахування на ремонт і амортизацію посівного комплексу:

Для базової моделі:  $S_{ом.б}=1194,4$  грн/га.

Для проектною моделі:  $S_{ом.п}=956,8$  грн/га.

Витрати на паливо визначаємо за формулою:

$$G_m = C_{п} \cdot g_m$$

де  $C_{п}=89$  грн/л – вартість дизельного палива;  $g_m$  – витрата пального.

Для базової моделі:  $G_{м.б}=89 \cdot 6,24=555,36$  грн/га.

Для проектною моделі:  $G_{м.п}=89 \cdot 4,43=394,27$  грн/га.

Загальні експлуатаційні витрати:

Для базового комплексу:  $B_б=36,78+184,7+1194,4+555,36=1971,24$  грн/га.

Для проектного комплексу:  $B_п=27,59+138,5+956,8+394,27=1517,16$  грн/га.

Питомі капітальні вкладення:

Для базової моделі:  $S_{п.б}=8456,2$  грн/га.

Для проектною моделі:  $S_{п.п}=6941,4$  грн/га.

Річний економічний ефект визначаємо за формулою:

$$E_p = [(B_б + 0,15S_{п.б}) - (B_п + 0,15S_{п.п})] \cdot T \cdot W$$

$$E_p=236487,8 \text{ грн}$$

Строк окупності визначаємо за формулою:

$$T = \frac{Z_{пр}}{E_p}$$

де  $Z_{пр}=87238$  грн – витрати на модернізацію комплексу.

$$T=87238/236487,8=0,37 \text{ року}$$

Отже, виконані техніко-економічні розрахунки підтверджують ефективність впровадження удосконаленого посівного комплексу ПК-9,7У.

Таблиця 6.1 – Техніко-економічні показники проекту

| Показники                           | Базова модель | Проектна модель | Відхилення |
|-------------------------------------|---------------|-----------------|------------|
| Вартість техніки, грн               | 8 450 000     | 8 537 238       | +87 238    |
| Експлуатаційні витрати, грн/га      | 1971,24       | 1517,16         | -454,08    |
| Заробітна плата, грн/га             | 36,78         | 27,59           | -9,19      |
| Витрати на трактор, грн/га          | 184,7         | 138,5           | -46,2      |
| Витрати на машину, грн/га           | 1194,4        | 956,8           | -237,6     |
| Витрати на паливо, грн/га           | 555,36        | 394,27          | -161,09    |
| Питомі капітальні вкладення, грн/га | 8456,2        | 6941,4          | -1514,8    |
| Річний економічний ефект, грн       | —             | 236487,8        | —          |
| Строк окупності, років              | —             | 0,37            | —          |

Використання проектної конструкції дозволяє знизити експлуатаційні витрати на 454,08 грн/га, скоротити витрати пального на 161,09 грн/га та забезпечити річний економічний ефект у розмірі 236,5 тис. грн. Строк окупності модернізації становить близько 0,37 року, що свідчить про доцільність впровадження запропонованого технічного рішення.

## ВИСНОВКИ

1. У результаті аналізу встановлено, що сучасні посівні машини та комплекси забезпечують високу точність висіву, рівномірне розміщення насіння, зниження витрат ресурсів і підвищення продуктивності праці. Найбільш ефективними є пневматичні сівалки та комбіновані посівні комплекси, які дозволяють виконувати кілька технологічних операцій за один прохід. Сучасні комплекси оснащуються дисковими або анкерними сошниками, пневматичними системами висіву, GPS-навігацією та електронними системами контролю, що забезпечує стабільну глибину заготання насіння та дотримання агротехнічних вимог. Разом із перевагами техніка має високу вартість і потребує потужних енергетичних засобів, тому актуальним є подальше вдосконалення конструкцій посівних комплексів для умов України.

2. У результаті аналізу технології вирощування озимої пшениці встановлено, що ефективність виробництва залежить від правильного вибору технологічних операцій, своєчасності їх виконання та рівня технічного забезпечення. Застосування інтенсивної технології створює оптимальні умови для росту рослин і формування високої врожайності. Обґрунтовано ефективність використання кукурудзи як попередника, внесення мінеральних добрив і безвідвального обробітку ґрунту, що сприяє збереженню вологи та зниженню витрат пального. Встановлено, що застосування посівного комплексу ПК-9,7У з трактором К-744 забезпечує високу продуктивність, рівномірний висів насіння та одночасне внесення добрив. Ефективний догляд за посівами передбачає своєчасне підживлення, захист рослин і раціональну організацію транспортних процесів. Доведено, що використання сучасних способів збирання врожаю дозволяє зменшити втрати зерна та підвищити якість продукції. Загалом комплексне застосування сучасної техніки й ресурсозберігаючих технологій забезпечує підвищення ефективності вирощування озимої пшениці та отримання стабільних урожаїв.

3. У результаті аналізу встановлено, що удосконалення посівного комплексу спрямоване на підвищення якості сівби, рівномірності розподілу насіння та зменшення енергетичних витрат. Удосконалені лапи-сошники та система

насіннеукладання забезпечують стабільну глибину загортання насіння і формування рівномірного насіннєвого ложа. Використання дугоподібного відбивача насіння та гребеня-ущільнювача покращує розподіл насіння по ширині захвату робочого органу. Технологічні розрахунки показали, що при ширині захвату 9,7 м і швидкості руху 12 км/год продуктивність комплексу становить 11,6 га/год, а площа посіву без дозаправлення – 13,92 га. Виконані розрахунки міцності підтвердили надійність конструкції стійок, лап-сошників, запобіжного механізму та пружини. Аналіз зварних з'єднань показав, що напруження у швах не перевищують допустимих значень, а конструкція посівного комплексу відповідає вимогам експлуатаційної надійності.

4. Розроблена операційно-технологічна карта посіву озимої пшениці забезпечує раціональну організацію виконання посівних робіт із дотриманням агротехнічних вимог. Використання посівного комплексу ПК-9,7У у складі агрегату з трактором К-744 дозволяє поєднати декілька технологічних операцій за один прохід, підвищити продуктивність праці до 11–12 га/год, зменшити витрати палива та забезпечити рівномірне загортання насіння. Запропонована схема руху агрегату з утворенням технологічних колій сприяє підвищенню якості виконання технологічного процесу, зменшенню ущільнення ґрунту та створенню оптимальних умов для формування високого врожаю озимої пшениці.

5. Виконані техніко-економічні розрахунки підтверджують ефективність впровадження удосконаленого посівного комплексу ПК-9,7У. Використання проектної конструкції дозволяє знизити експлуатаційні витрати на 454,08 грн/га, скоротити витрати пального на 161,09 грн/га та забезпечити річний економічний ефект у розмірі 236,5 тис. грн. Строк окупності модернізації становить близько 0,37 року, що свідчить про доцільність впровадження запропонованого технічного рішення.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Didur I.M., Tsyhanskyi V.I., Rybachok V.V. Продуктивність кукурудзи залежно від впливу сучасних біопрепаратів та мікробіологічних добрив в умовах Лісостепу Правобережного // Сільське господарство та лісівництво. 2020. № 11. С. 26–36.
2. Мазур В.А., Паламарчук В.Д., Поліщук І.С. Новітні агротехнології у рослинництві. Вінниця, 2020. 588 с.
3. Каленська С.М., Єрмакова Л.М., Паламарчук В.Д., Поліщук І.С. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві : підручник. Вінниця : ФОП Рогальська І.О., 2020. 448 с.
4. Моргун В.В., Санін Є.Ю., Швартау В.В. Сучасні сорти та системи живлення і захисту озимої пшениці. Київ : Логос, 2020. 148 с.
5. Попов С.І., Авраменко С.В., Курилов О.С. Урожайність та якість зерна пшениці м'якої озимої за осіннього підживлення у східній частині Лісостепу України // Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН. 2020. № 7. С. 103–107.
6. Сметанко О.В. Структура урожаю зерна озимої пшениці при вирощуванні за різними технологіями // Вісник аграрної науки південного регіону. 2020. Вип. 13. С. 44–48.
7. Конопльова Є.Л. Ефективність вирощування пшениці озимої залежно від технологічних заходів у північному Степу України // Агробіологія. 2021. Вип. 7. С. 117–120.
8. Костиця І.В., Гасанова І.І., Остапенко М.А. Вплив попередників і мінеральних добрив на урожайність та якість зерна пшениці озимої // Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН. 2021. № 4. С. 25–29.
9. Поліщук І.С., Паламарчук В.Д., Венедіктов О.М. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві : навчальний посібник. Вінниця, 2021. 432 с.

10. Паламарчук В.Д., Єрмакова Л.М., Каленська С.М. Біологія та екологія сільськогосподарських рослин : підручник. Вінниця, 2021. 725 с.
11. Солодушко М., Ярошенко С., Бойко О. Озима під контролем // The Ukrainian Farmer. 2021. № 1. С. 46–48.
12. Желязков О., Козельський О., Бондаренко О. Азотні добрива: ефективність у посівах озимої пшениці // Пропозиція. 2021. № 7–8. С. 80–83.
13. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів : Українські технології, 2021. 730 с.
14. Паламарчук В.Д., Климчук О.В., Поліщук І.С., Колісник О.М. Еколого-біологічні та технологічні принципи вирощування польових культур : навчальний посібник. Вінниця, 2022. 636 с.
15. Черенков А.В., Нестерець В.Г., Солодушко М.М. Урожайність пшениці озимої при різних технологіях її вирощування в Степу України // Бюлетень Інституту зернового господарства НААН. 2022. № 36. С. 3–10.
16. Войтюк Д.Г., Дубровін В.О., Іщенко Т.Д. та ін. Сільськогосподарські та меліоративні машини : підручник / за ред. Д.Г. Войтюка. Київ : Вища освіта, 2004. 552 с.
17. Войтюк Д.Г., Гаврилюк Г.Р. Сільськогосподарські машини : підручник для студентів вищих навчальних закладів. 2-ге вид. Київ : Каравела, 2008. 551 с.
18. Коваль С. Зернові сівалки як складова енергозбереження // Agroexpert: практичний посібник аграрія. 2011. № 9. С. 68–72.
19. Коновалюк Д.М., Ковальчук Р.М. Деталі машин : навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Київ : Кондор, 2008. 582 с.
20. Шмат К.І., Сисолін П.В. Методи і принципи проектування сільськогосподарських машин і агрегатів : навчальний посібник. Херсон : ОЛДІ-плюс, 2004. 176 с.
21. Яропуд В.М., Алієв Е.Б., Дацюк Д.А. Методика чисельного моделювання висівного апарата селекційної сівалки дрібнонасінневих культур //

Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. 2021. Vol. 12, No 3. P. 121–127. DOI: 10.31548/machenergy2021.03.121

22. Алієв Е.Б., Безверхній П.Є. Чисельне моделювання сповільнювача насіння пневматичної сівалки точного висіву // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. 2022. № 52. С. 86–98. DOI: 10.32515/2414-3820.2022.52.86-98

23. Алієв Е.Б., Безверхній П.Є. Дослідження чинників погіршення точності висіву пневматичними сівалками // Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2023. № 2 (121). С. 51–61. DOI: 10.37128/2520-6168-2023-2-6

24. Алієв Е.Б., Безверхній П.Є., Алієва О.Ю. Результати аналітичних досліджень заспокоювача насіння удосконаленої висівної секції пневматичної сівалки // Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2024. № 1 (124). С. 73–81. DOI: 10.37128/2520-6168-2024-1-8

25. Алієв Е.Б., Дудін В.Ю., Безверхній П.Є., Шаповал О.М. Обґрунтування конструктивних параметрів заспокоювача насіння висівної секції пневматичної сівалки // Вібрації в техніці та технологіях. 2024. № 2 (113). С. 43–54. DOI: 10.37128/2306-8744-2024-2-5

26. Алієв Е.Б., Безверхній П.Є., Алієва О.Ю. Випробування удосконаленої системи подачі насіння пневматичної сівалки точного висіву // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. 2024. № 37. С. 127–138. DOI: 10.36710/ІОС-2024-37-13

## ДОДАТКИ

Дніпровський державний аграрно-економічний університет  
Інженерно-технологічний факультет  
Кафедра експлуатації машинно-тракторного парку

## **Ефективність використання техніки при вирощуванні пшениці озимої з удосконаленням посівного комплексу**

Демонстраційний матеріал до дипломного проекту освітнього ступеня «Бакалавр»

Виконав: студент 4 курсу, групи АІ-4-22 за  
спеціальністю 208 «Агроінженерія»  
**Старина Андрій Олександрович**

Керівник: д.т.н., проф.  
**Кабат Олег Станіславович**

Дніпро, 2026



| №<br>п/п | НАЙМЕНУВАННЯ РОБІТ | СТРОКИ<br>ВИКОНАННЯ | АГРЕГАТ (МАШИНА)  |                 | НОРМА<br>ВИКОНАННЯ | РОБОЧА<br>ШВИДКІСТЬ,<br>км/год | ПРОДУКТИВНІСТЬ<br>за 1 год /<br>за зміну | ВИТРАТИ<br>ПАЛИВА,<br>л/га | ВАРІАТІВ<br>РОБІТ,<br>гр/га |
|----------|--------------------|---------------------|-------------------|-----------------|--------------------|--------------------------------|------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
|          |                    |                     | ТРАКТОР<br>(клас) | МАШИНА / ЗНАРЯД |                    |                                |                                          |                            |                             |

|   |                                                                 |          |         |                           |          |    |                              |      |       |
|---|-----------------------------------------------------------------|----------|---------|---------------------------|----------|----|------------------------------|------|-------|
| 1 | Збільшення добрив від мікродози, заміщення в машині             | 2 ш/га   | МТЗ-80  | електроавагаційну АМР-20  | 1 т      | 5  | 20 т/год                     | 0,03 | 4,10  |
| 2 | Змішування мінеральних добрив та заміщення в транспортній засіб | 2 ш/га   | МТЗ-80  | електроавагаційну СЗУ-20  | 1 т      | 10 | 0,76 т/год<br>7,6 т/зміну    | 0,03 | 4,10  |
| 3 | Транспортування добрив                                          | 6 км     | ЗИЛ-554 | —                         | 1 рейс   | 10 | 0,76 т/год<br>7,6 т/зміну    | 0,05 | 2,00  |
| 4 | Внесення мінеральних добрив                                     | 2 ш/га   | МТЗ-80  | розсидач добрив МВУ-0,5   | 1 прохід | 10 | 3,78 га/год<br>37,8 га/зміну | 0,24 | 6,28  |
| 5 | Безвідвальний обробіток ґрунту (до 20 см)                       | до 20 см | Т-150К  | плуг безвідвальний ПГРО-5 | 1 прохід | 14 | 2,5 га/год<br>35 га/зміну    | 0,40 | 27,77 |
| 6 | Передпосівна культивація (4-8 см)                               | 4-8 см   | Т-150К  | культиватор КПШ-4         | 1 прохід | 14 | 3,1 га/год<br>43,4 га/зміну  | 0,25 | 19,55 |

|    |                                          |              |        |                          |          |    |                                   |      |       |
|----|------------------------------------------|--------------|--------|--------------------------|----------|----|-----------------------------------|------|-------|
| 7  | Протруєння насіння                       | 2 ц/га       | МТЗ-80 | протруєвач ПС-10         | 1 т      | 10 | 10 т/год                          | 0,03 | 4,10  |
| 8  | Защитное опрыскивание в транзитный засб  | 2 т + 1 ц/га | МТЗ-80 | навантажувач ЗПС-40      | 1 рейс   | 14 | 1,5/0,75 т/год<br>21/10,5 т/зайну | 0,06 | 0,30  |
| 9  | Транспортування і завантаження в сівалку | -            | К-744  | транспортний засб ГАЗ-53 | 1 рейс   | 14 | 2,25 т/год<br>31,5 т/зайну        | 0,05 | 15,00 |
| 10 | Сівба                                    | 2 ц/га       | К-744  | посівний комплекс ПК-9,7 | 1 прохід | 14 | 116 га/год<br>116 га/зайну        | 0,51 | 10,77 |

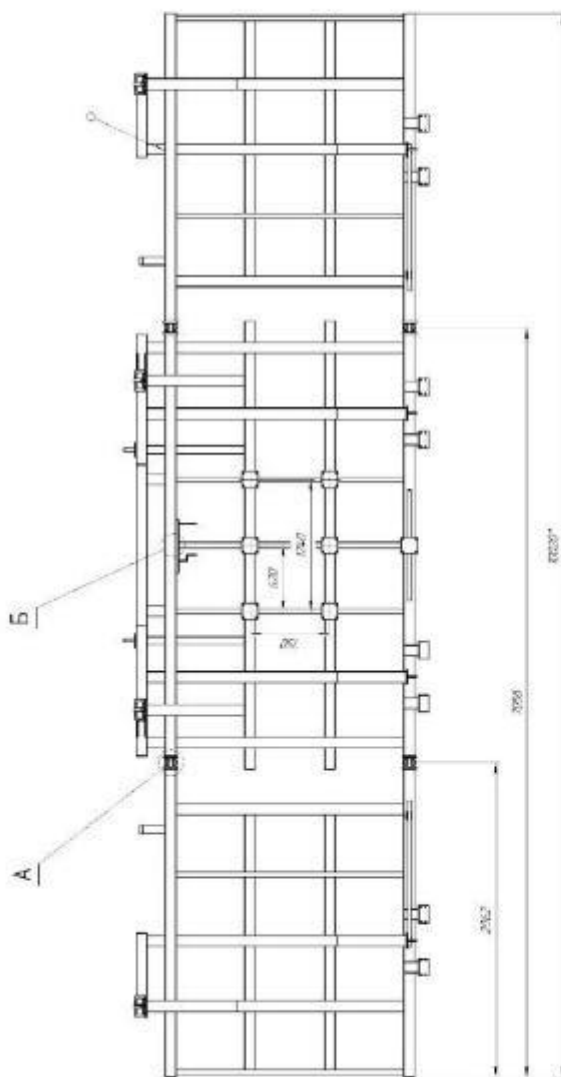
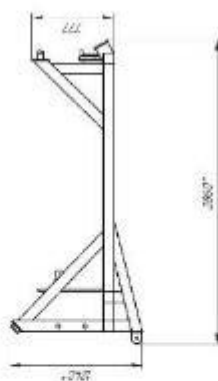
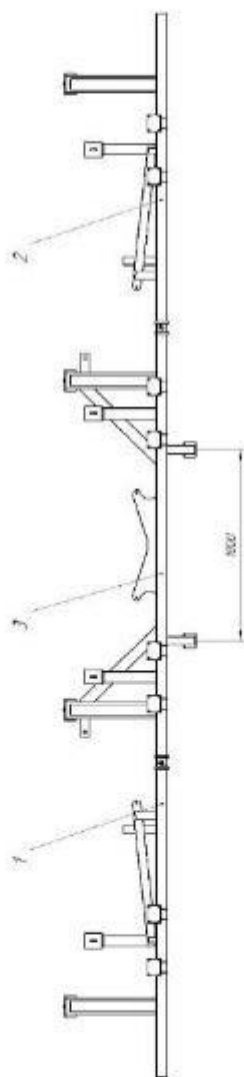
|    |                                                 |                 |        |                      |            |    |                                |       |      |
|----|-------------------------------------------------|-----------------|--------|----------------------|------------|----|--------------------------------|-------|------|
| 11 | Завантаження та транспортування отрутохімікатів | мл./з'їдмо моря | МТЗ-80 | розкидан СХВ-0,5     | 1 рейс     | 7  | 120 кг/год<br>840 кг/зміну     | 0,025 | 0,89 |
| 12 | Транспортування води                            | 50 л/га         | МТЗ-80 | принціп ГЛЗ-53       | 1 рейс     | 7  | 1000 л/год                     | 0,05  | 1,67 |
| 13 | Приготування робочої рідини                     | 56 л/га         | МТЗ-80 | принціп МТЗ-80       | 1 заправка | 7  | 7000 л/зміну<br>1120 л/год     | 0,017 | 3,35 |
| 14 | Обприскування                                   | 56 л/га         | МТЗ-80 | обприскувач ОП-430   | 1 прохід   | 7  | 20 га/год                      | 0,25  | 2,45 |
| 15 | Внесення добрив від мішкотарн та завантаження   | 15 ц/га         | МТЗ-80 | навантамувач АМР-20  | 1 рейс     | 10 | 140 га/зміну<br>20 т/год       | 0,03  | 1,32 |
| 16 | Транспортування добрив                          | 15 ц/га         | МТЗ-80 | транспортний засіб   | 1 рейс     | 10 | 37,6 т/зміну<br>3,78 т/год     | 0,26  | 5,22 |
| 17 | Підбилювання                                    | 15 ц/га         | Т-150  | розкидан МВУ-0,5     | 1 прохід   | 10 | 122 га/год<br>5,04 т/зміну     | 0,08  | 7,78 |
| 18 | Баронування                                     | —               | Т-150  | борона ЗБГ-10        | 1 рейс     | 7  | 50,4 га/зміну<br>50,4 га/зміну | 0,08  | 6,12 |
| 19 | Завантаження гербіцидів                         | мл./з'їдмо моря | МТЗ-80 | навантамувач СХВ-0,5 | 1 рейс     | 7  | 20 кг/год<br>140 кг/зміну      | 0,025 | 0,84 |
| 20 | Приготування робочої рідини                     | 51 л/га         | МТЗ-80 | принціп МТЗ-80       | 1 заправка | 7  | 1020 л/год<br>7140 л/зміну     | 0,017 | 3,27 |
| 21 | Обприскування гербицидами                       | 51 л/га         | МТЗ-80 | обприскувач ОП-630-2 | 1 прохід   | 7  | 140 га/год<br>140 га/зміну     | 0,45  | 3,39 |

|    |                                              |   |         |                           |          |    |                            |      |       |
|----|----------------------------------------------|---|---------|---------------------------|----------|----|----------------------------|------|-------|
| 23 | Скочування у вагли                           | — | СК-5    | матка ЖВН-6               | 1 прохід | 14 | 2 га/год<br>4,2 га/зміну   | 0,60 | 17,20 |
| 24 | Підбір вагли і поділення соломи              | — | СК-5    | матка ПУН-5               | 1 прохід | 14 | 15,4 га/зміну              | 1,80 | 23,56 |
| 25 | Транспортування соломи                       | — | МТЗ-80  | принцп ЗПТС-4             | 1 рейс   | 14 | 3,52 т/год<br>4,9 т/зміну  | 0,28 | 7,78  |
| 26 | Пряме комбайнування                          | — | ЛАН     | —                         | 1 прохід | 14 | 5,2 т/год<br>91,8 га/зміну | 0,62 | 30,74 |
| 27 | Транспортування зерна                        | — | ЗИЛ-554 | автомобіль                | 1 рейс   | 14 | 5,3 т/год<br>70 т/зміну    | 0,19 | 10,61 |
| 28 | Збирання соломи у вагли                      | — | МТЗ-80  | прес-підбраник ПБ-6       | 1 прохід | 14 | 2 га/год<br>28 т/зміну     | 0,31 | 9,09  |
| 29 | Транспортування соломи                       | — | МТЗ-80  | принцп ЗПТС-4             | 1 рейс   | 14 | 6,4 т/год<br>90 т/зміну    | 0,28 | 7,78  |
| 30 | Смариювання соломи                           | — | МТЗ-80  | навантажувач ПБ-0,5       | 1 рейс   | 14 | 110 т/год<br>15 т/зміну    | 1,00 | 4,19  |
| 31 | Омашиння та сортування післязимого матеріалу | — | —       | дериор-меша машина ЗАВ-40 | 1 цикл   | 7  | 210 т/зміну                | 0,15 | 3,52  |

[illegible]

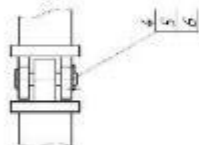


48 2010010210001001



A (114) 4 MICUR

B (14)



1. Рамка, изготовленная из алюминия, толщиной 1,5 мм.
2. Соединительная планка, толщиной 1,5 мм, шириной 100 мм.
3. Планка, изготовленная из алюминия, толщиной 1,5 мм, шириной 100 мм.
4. Планка, изготовленная из алюминия, толщиной 1,5 мм, шириной 100 мм.
5. Планка, изготовленная из алюминия, толщиной 1,5 мм, шириной 100 мм.
6. Планка, изготовленная из алюминия, толщиной 1,5 мм, шириной 100 мм.

|                     |  |       |  |   |     |     |
|---------------------|--|-------|--|---|-----|-----|
| 48 2010010210001001 |  | Рамка |  | 1 | 100 | 100 |
| 48 2010010210001001 |  | Рамка |  | 1 | 100 | 100 |
| 48 2010010210001001 |  | Рамка |  | 1 | 100 | 100 |
| 48 2010010210001001 |  | Рамка |  | 1 | 100 | 100 |
| 48 2010010210001001 |  | Рамка |  | 1 | 100 | 100 |
| 48 2010010210001001 |  | Рамка |  | 1 | 100 | 100 |
| 48 2010010210001001 |  | Рамка |  | 1 | 100 | 100 |
| 48 2010010210001001 |  | Рамка |  | 1 | 100 | 100 |
| 48 2010010210001001 |  | Рамка |  | 1 | 100 | 100 |
| 48 2010010210001001 |  | Рамка |  | 1 | 100 | 100 |









