

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

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

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

**УДОСКОНАЛЕННЯ МЕХАНІЗАЦІЇ ВИРОЩУВАННЯ
ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР З РОЗРОБКОЮ СТЕНДА
ДЛЯ РЕГУЛЮВАННЯ СІВАЛОК**

Виконав: студент_____ Дашівець Ярослав Валерійович

Керівник: _____ Кобець Анатолій Степанович

Рецензент: _____

Дніпро 2025

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра: Тракторів і сільськогосподарських машин (ТСГМ)

Освітній ступінь - "Бакалавр"

Напрямок підготовки: 208 "Агроінженерія"

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

ТСГМ

(назва кафедри)

канд. техн. наук, доцент

(вчене звання)

Г.В. Теслюк

(підпис)

(прізвище, ініціали)

„___” _____ 20__ р.

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

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту _____

керівник проєкту _____

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від

“___” _____ 20__ року № _____

2. Строк подання студентом проєкту _____

3. Вихідні дані до проєкту _____

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

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

6. Консультанти розділів проєкту

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

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту

(підпис)

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Дашівець Я.В. Удосконалення механізації вирощування зернових культур з розробкою стенда для регулювання сівалок/ Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2025. – 75 с.

В роботі приведено аналіз основних агротехнологічних вимог до сівби зернових культур і фізико-механічних та технологічних властивостей насіння. А також конструкція зернових рядкових сівалок вітчизняного і закордонного виробництва.

Розроблена конструкція стенда для налагодження і регулювань сівалок для сівби зернових культур та проведені розрахунки основних параметрів і режиму його роботи.

Розроблені заходи з охорони праці можуть бути використані при проведенні інструктажів при вирощуванні зернових культур і підвищать рівень безпеки працівників при виконанні технологічних операцій.

Річний економічний ефект від застосування розробок на практиці становить 6960 грн., а затрати на розробку і впровадження окупаються протягом першого року використання.

Ключові слова: зернові культури, конструкція, технологія, сівалка, стенд, параметри, режим роботи, охорона праці, економічний ефект.

З М І С Т

В С Т У П.	6
1 ОСНОВНІ АГРОТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ДО СІВБИ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР	9
2 ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ НАСІННЯ.	11
3 АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ЗЕРНОВИХ СІВАЛОК.	17
3.1 Сівалки вітчизняного виробництва.	17
3.2 Сівалки закордонного виробництва.	24
4 ОБГРУНТУВАННЯ РОЗРОБКИ СТЕНДА.	37
5 РОЗРАХУНОК ДЕТАЛЕЙ СТЕНДА.	40
6 ОХОРОНА ПРАЦІ.	51
6.1 Особливості умови праці в сільськогосподарському виробництві.	51
6.2 Вимоги до обслуговуючого персоналу і засобів захисту.	51
6.3 Вимоги до виробничого устаткування і технологічних процесів.	52
6.4 Техніка безпеки при роботі на стенді.	55
7 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЄКТУ.	57
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.	62
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.	63
Д О Д А Т К И.	66

ВСТУП

Важливість агропромислового комплексу для української економіки важко переоцінити, оскільки вирощування зернових культур вже тривалий період часу залишається стратегічно важливим для забезпечення національної продовольчої безпеки та міжнародної торгівлі. Аналіз статистики показав, що в останні десять років держава активно нарощує обсяги вирощування та збору зернових культур, а обсяги експорту дають можливість до активного просування на міжнародному ринку аграрної продукції [1, 2].

Повномасштабне вторгнення Росії в Україну 24 лютого 2022 року серйозно порушило виробництво та торгівлю продовольством в Україні, поставивши під загрозу продовольчу безпеку України та світу. Цілеспрямовані атаки російської армії на українське сільське господарство, такі як обстріли сільськогосподарських об'єктів та інфраструктури по всій Україні, мінування та спалювання сільськогосподарських угідь поблизу зон активних бойових дій, п'ятимісячна блокада чорноморських портів (і відновлення блокади станом на липень 2023 року) та підлив дамби Каховської ГЕС, надзвичайно ускладнили функціонування українського аграрного сектору. В той час як експортоорієнтований агробізнес зазнав найбільших втрат, особливо на початку війни, сімейні фермерські господарства та особисті селянські господарства змогли пристосуватися до екстремальних умов і забезпечувати продовольством українську армію та населення.

Як результат з початком війни ціни на зернові на українському ринку були значно нижчими, порівнюючи зі світовими, через дорогу логістику і відсутності можливості експортувати. І лише 2024 року вони трішки вирівнялися і вирощування зернових знову стало прибутковим в зв'язку з роботою зернового коридору, який забезпечують ЗСУ [3, 4, 5, 6].

Незважаючи на це Україна і сьогодні входить в ТОП-10 найбільших країн – експортерів пшениці. Тому для підвищення ефективності її виробництва слід і далі впроваджувати в господарствах прогресивні технології вирощування озимої пшениці на основі сучасних наукових досягнень, використання новітніх засобів механізації, оптимізації витрат енергоносіїв. В технологіях слід передбачити розміщення культури після кращих попередників, наукове обґрунтування доз органічних і мінеральних добрив, висівання насіння високої схожості та репродукції, досконалий обробіток ґрунту, застосування ефективної системи боротьби з бур'янами, шкідниками та хворобами, раціональні способи збирання урожаю, раціональну організацію та оплату праці виробничих процесів.

У 2021 році Україна збрала рекордний урожай зернових та зернобобових культур – 84 млн тон. Зокрема: пшениці – 32,4 млн тонн, ячменю – 10 млн тонн, гречки – 110 тис. тонн, гороху – 581,5 тис. тонн, проса – 191 тис. тонн, кукурудзи – 40 млн тонн [7].

Потенціал цієї галузі в цілому в країні досить високий. Але недотримання науково обґрунтованих сівозмін та значне порушення систем обробітку ґрунту, удобрення та захисту посівів від хвороб, шкідників та бур'янів не дозволяють реалізувати потенціал урожайності сучасних сортів.

Урожайність сільськогосподарських культур в значній мірі залежить від якості загортання насіння в ґрунт. Для оптимального розвитку рослин ґрунт слід готувати згідно агротехнічних вимог до цієї операції. Якість насіння має відповідати посівному стандарту, його слід рівномірно розподіляти по площі поля та загортати на задану глибину. Зменшення норми висіву призводить до зменшення урожайності, велика густота рослин на одиниці площі при підвищеній нормі висіву, дає ті ж результати. Загортання насіння на глибину, меншу ніж передбачено агротехнікою може привести до вимерзання рослин, при більшій глибині – сходи виснажені, частина з них гине через неспроможність подолати великий шар ґрунту. Висіяне насіння повинно мати щільний контакт з ґрунтом. У випадку недотримання цієї вимоги,

ускладнюється доступ вологи до насіння, а пізніше, і доступ поживних елементів.

Важливим фактором, який впливає на урожайність, є своєчасна і дружна поява сходів. Для покращення схожості насіння, в господарствах зразу ж після сівби проводять коткування поверхні ґрунту, яке забезпечує щільний контакт насіння з ґрунтом та сприяє капілярному підняттю вологи з нижніх шарів. Крім того, прикочування ґрунту в суху осінь, зменшує непродуктивну втрату вологи. За даними науково-дослідних установ, післяпосівне прикочування підвищує урожайність озимої пшениці на 1,5 – 2,0 ц/га. [8].

Одним з найважливіших чинників підвищення урожайності зернових культур є підвищення якості посівних робіт при чіткому дотриманні науково обґрунтованих норм посіву. Тому проведення налагоджувальних робіт зернових сівалок необхідно проводити із застосуванням необхідного обладнання на спеціально відведених площадках з максимальним наближенням до польових умов конкретного господарства.

Метою даного дипломного проєкту є удосконалення механізації вирощування основних зернових культур з розробкою конструкції стенду для налагодження зернових сівалок.

1 ОСНОВНІ АГРОТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ДО СІВБИ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

Процес посіву зернових складається з наступних фаз: рівномірної подачі насіння з насіннєвих ящиків до сошників; підготовки борізів; укладання в них посівного матеріалу; заробка останнього вологою землею. В відповідності до цього до посівних машин висуваються три основних вимоги: розміщення заданої кількості насіння на одиницю площі поля, їх рівномірний розподіл по площі засівання і заробка на відповідну глибину.

Відхилення загального висіву від норми повинно становити не більше $\pm 3\%$ [10]. Середня нерівномірність висіву між окремими висіваючими апаратами допускається при посіві зернових культур не більше 3%, бобових – 4%. Коливання ширини міжрядь повинно бути не більше: у основних і суміжних сівалок відповідно ± 1 і ± 2 см, суміжних проходів ± 5 см. Відхилення від заданої глибини заробки насіння допускається не більше 15%. Не допускається наявність не заробленого в ґрунт насіння на поверхні поля. Поворотні смуги повинні бути засіяні.

При точному висіві не менше 80% одиночного насіння повинно розміщатися на заданій відстані одне відносно другого. Число пропусків не більше 2% від числа посіяного насіння. Пошкодження насіння зернових культур висіваючими апаратами не повинно перевищувати 0,3%, злакових і бобових трав – 1%, а висіваючими апаратами пунктирних сівалок – 0,5%.

Машини для сівби класифікують по призначенню, способах сівби і агрегуванню з трактором.

Сівалки діляться на універсальні і спеціальні. Перші призначені для сівби різних сільськогосподарських культур: зернових колосових, бобових, круп'яних, прядильних і масляних, кормових трав. Другі служать для сівби однієї або двох-трьох однорідних культур, схожих за фізико-

механічними властивостями і нормами висіву.

По призначенню сівалки діляться на зернові, кукурудзяні, бурякові, овочеві, бавовняні, лісові, для посіву насіння трав та ін. Всі вони, як правило, комбіновані, так як одночасно з сівбою культур вони вносять добрива.

По способу посіву сівалки бувають для культур: зернових – рядкові, вузькорядні і безрядкові; просапних – гніздові і пунктирні.

По способу агрегування машини бувають причіпні, навісні і напівнавісні. Для роботи на великих площах складаються широкозахватні агрегати на базі причіпних зернових сівалок за допомогою зчіпок.

Способи сівби класифікуються по двох головних ознаках: розміщення насіння в горизонтальній площині, тобто по ширині міжрядь і розміщення в рядках, і в вертикальній площині, тобто в залежності від профілю денної поверхні.

Рядковий посів найбільш розповсюджений серед зернових культур. Ширина міжрядь становить 12,5–15 см, при яких площа живлення однієї рослини 1,7х15 см.

Посів зернових проводять по рівній поверхні при звичайній передпосівній підготовці ґрунту в районах нормальної і недостатньої вологості. Посів по стерні використовується на землях, які піддаються вітровій ерозії. В цьому випадку стерня досить надійно захищає посіви від видування.

2 ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ НАСІННЯ

До зернових культур відносяться злакові, бобові та гречані. Злаки – це пшениця, ячмінь, кукурудза, жито, овес, просо, рис. Бобові – це квасоля, соя, нут, горох, а до гречаних відноситься гречка [10, 11].

До основних зернових культур, які вирощуються в зоні Степу України, відносяться пшениця, ячмінь, жито (озимі і ярі), просо, овес.

Пшениця є найважливішою зерною культурою. По строках посіву її підрозділяють на ярову і озиму. Залежно від ботанічних особливостей ділять на основні види – м'які і тверді. Ці види відрізняються між собою по ботанічним признакам і технологічним властивостям.

Зерно твердої пшениці вузьке, ребристе, щільне, бурштиново-жовтого кольору з ледь помітною борідкою. Консистенція ендосперму – скловидна, рідше напів скловидна, клейковина пружна, міцна. Цукроутворююча здатність твердих пшениць вища, ніж у м'яких, завдяки більшій питомій поверхні крохмальних зерен. Тверду пшеницю використовують для виготовлення макаронних виробів, питльованого борошна (крупчатки), поліпшення хлібопекарних властивостей слабого борошна [12].

Зерно м'якої пшениці має округлу форму з добре помітною борідкою, білого кольору з червоним відтінком. Сорти м'якої пшениці мають різну скловидність і хлібопекарські властивості. По цим признакам розрізняють сильні, середні і слабкі сорти. Найціннішими в пшениці є білки глютеліни – гліадин і глютенін які здатні утворювати клейковину.

До фізико-механічних властивостей насіння відносяться форма і лінійні розміри, характер поверхні і коефіцієнти тертя, парусність, сипкість, пружність, твердість, гігроскопічність, теплоємність і теплопровідність і ін., а в останні роки враховують такі властивості насіння, як осмотичні й електромагнітні, колір і скловидність. З часом при зміні умов зовнішнього середовища в процесі життєдіяльності насіння змінюються їхні фізико-

механічні властивості. Для того щоб врахувати ці зміни при визначенні параметрів робочих органів, користаються статистичними методами.

Форма насіння буває еліпсоїдна, кульовидна, пірамідальна, бобовидна і ін. Лінійні розміри характеризуються довжиною l , шириною b , товщиною a . Довжина насіння зернових культур 4...18,6 мм, просапних – 1,8...13,5 мм, а ширина і товщина – відповідно 1,4...4 і 1,5...11,5, 1...4,5 і 1,5...8 мм [10, 11].

Форма і розміри насіння впливають на процес їх витікання з отворів живильної ємності. Від них залежить вибір типу висівального апарату і розміри комірок висівальних дисків сівалок точного висіву. Так як розміри насіння змінюються в широких межах, то для покращення роботи висівальних апаратів їх попередньо калібрують, тобто розділяють на фракції.

Основні розмірні характеристики основних культур приведені в таблиці 2.1 [10].

Таблиця 2.1 – Основні розмірні характеристики насіння

Культура	Розміри насіння, мм		
	довжина	ширина	товщина
Пшениця	4,0-6,6	1,6-4,7	1,5-3,5
Жито	4,0-10,0	1,4-3,6	1,1-3,4
Ячмінь	7,0-14,6	2,0-5,0	1,4-4,5
Бавовник	8,23-9,18	5,09-5,33	4,07-4,32
Просо	1,8-3,2	1,2-2,5	1,0-2,2
Гречка	4,2-8,0	2,8-5,2	2,0-4,2

Коефіцієнт тертя характеризує фрикційні властивості насіння, що виникають у процесі механічного впливу при посіві, збиранні, транспортуванні, зберіганні і переробці і змінюються з плином часу в залежності від стану поверхонь, тиску, тривалості контакту, вологості і швидкості відносного переміщення.

У таблиці 2.2 приведені значення коефіцієнта тертя насіння об різні матеріали.

Характер поверхні насіння впливає на їх коефіцієнт тертя і сипучість. Фрикційні властивості характеризуються динамічним і статичним коефіцієнтом зовнішнього тертя, а також коефіцієнтом внутрішнього тертя. Динамічний коефіцієнт зовнішнього тертя становить:

$$f_v = (0,6 - 0,7) f_{ст} \quad (2.1)$$

При відносному переміщенні часток насінного матеріалу виникає тертя між окремими насінинами. Опір тертю насіння у шарі прийнято оцінювати кутом природного скосу, що залежить від вологості насіння. При підвищенні вологості кут природного скосу збільшується, причому в різному ступені для насіння різних культур.

Таблиця 2.2 – Коефіцієнт тертя насіння по деяким матеріалам

Матеріал	Коефіцієнт тертя пари матеріал-сегмент						
	Бавовник	Пшениця озима	Ячмінь	Кавун	Диня	Гарбуз	Огірки
Залізо: поліроване	-	0,30	0,33	-	-	-	-
листо́ве	0,42	0,36	0,38	0,36- 0,38	0,32- 0,37	0,33- 0,40	0,34- 0,38
Чавун сірий	0,44	0,43	0,41	-	-	-	-
Гума гладка	-	0,43	0,51	-	-	-	-
Тканина прогумована	-	0,48	0,51	-	-	-	-
Плексиглас	0,40	-	-	0,31- 0,37	0,29- 0,33	0,340, 36	0,20- 0,28
Наждачний папір	0,61	-	-	-	-	-	-

Коефіцієнт відновлення при ударі характеризує пружні властивості насіння. Удар у робочих органах спостерігається при різних процесах: у зернових сівалках – при русі насіння по сім'япроводах і падінні на дно борозни, у просапних сівалках – при роботі відсікачів і виштовхувачів, у процесі гніздоутворення і т.д. У зв'язку з цим вивчення властивостей насіння при ударі має велике значення для розрахунку робочих органів сівалок.

Під коефіцієнтом відновлення розуміють відношення модуля швидкості взаємного віддалення центрів ваги тіл після удару до модуля швидкості їхнього зближення до удару в проекції на загальну нормаль до поверхні тіл у точці дотику. Цю нормаль називається лінією удару.

При прямому і косому ударі (без обліку тертя) коефіцієнт відновлення

$$k = \frac{u_n}{v_n}, \quad (2.2)$$

де: u_n і v_n – нормальні складові швидкостей тіл після і до удару.

Тангенціальні складові (u_τ і v_τ) швидкостей u і v при цьому рівні. Так як $v_\tau = v_n \operatorname{tg} \alpha$, а $u_n = u_\tau \operatorname{tg} \beta$, де α і β – кути падіння і відображення відповідно, можна записати:

$$k = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \beta}. \quad (2.3)$$

Так як $k < 1$, то $\alpha < \beta$, тобто кут падіння завжди менше кута відображення.

При косому ударі тіл з урахуванням тертя тангенціальні складові швидкостей неоднакові, тобто $v_\tau \neq u_\tau$. Для характеристики цього удару прийнятий коефіцієнт миттєвого тертя e обумовлений відношенням абсолютних значень тангенціальних складових швидкості після і до удару:

$$e = \frac{u_\tau}{v_\tau} = \frac{u_n \operatorname{tg} \beta}{v_n \operatorname{tg} \alpha} = k \frac{\operatorname{tg} \beta}{\operatorname{tg} \alpha}. \quad (2.4)$$

Тоді

$$k = e^{\frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \beta}}. \quad (2.5)$$

Детальне дослідження коефіцієнтів відновлення і миттєвого тертя зерна при ударі виконане С. Д. Птіциним.

Коефіцієнт відновлення варіює в широких межах при конкретних умовах досліду. Так, за даними С. Д. Птіцина [10], насіння гороху «Капітал» при вологості 23% і діаметрі зерен 6 – 6,25 мм мали значення $k = 0,30 - 0,42$.

Показові досліди по визначенню коефіцієнта k з однієї і тією ж горошиною, при яких отриманий наступний розподіл: 7% випадків $k = 0,485 - 0,5$; 38% – $k = 0,5 - 0,515$; 46% – $k = 0,515 - 0,530$ і 9% – $k = 0,530 - 0,545$.

Міцність насіння визначають, виходячи з навантажень, що викликають травмування їх зі зниженням схожості і врожайності, а не з граничних навантажень чи роботи на руйнування.

Причинами зниження польової схожості насіння при їхньому травмуванні як показали дослідження О. П. Под'япольської, А. Н. Арєпіна, А. І. Науменко, Є. Г. Галай, А. І. Пугачова, А. П. Новожилова та ін., є проникання епіфітної і ґрунтової мікрофлори до внутрішніх тканин зерна через своєрідні “ворота” в місцях механічних ушкоджень і розкладання зерна під їх впливом.

Травмування насіння завдає великої шкоди народному господарству: при посіві травмованого насіння врожай кукурудзи, озимої і ярої пшениці знижується в 2 – 2,5 рази [10].

З огляду на особливості посівного матеріалу (на відміну від об'єктів неживої природи) травмування зовнішніми впливами можна розділити на механічні, температурні, хімічні, фізичні, біологічні ушкодження.

Ці ушкодження мають місце при порушенні чи режиму недосконалості робочих органів (наприклад, якщо молотильний пристрій комбайна відрегульований без врахування зміни вологості маси, що обмолочується, якщо порушене настроювання висіваючого апарата сівалок), при порушенні режиму сушіння (завищена температура теплоносія при збільшеній вологості

зерна) і режиму збереження; при великих нормах припосівного внесення мінеральних добрив без ґрунтового прошарку чи при недостатній вологості ґрунту; при порушенні режиму обробки насіння для стимулювання проростання рентгенівськими променями і іншими способами; при ушкодженні шкідниками (комірним, рисовими і кукурудзяними довгоносіками, хлібними і зерновими точильниками, зерною міллю й ін.); при враженні хворобами.

Відомо багато методів визначення травмування насіння: за допомогою біокулярної лупи зі збільшенням у 10-20 разів, шляхом замочування в 50%-ному розчині сірчаної кислоти, у розчині формаліну, а потім пророщення насіння; люмінесцентний метод, заснований на принципі відбитих і поглинених променів і ін. Для розрахунку елементів конструкції висіваючих апаратів важливо знати граничні навантаження на насіння, при яких ще не знижується їхня схожість.

Таким чином, технологічні властивості насіння є основою при встановленні висіву, розробки способів посіву і розрахунку елементів конструкцій робочих органів.

Фізико-механічні характеристики зернових змінюються в досить великих межах і для розробки конструкції і розрахунків робочих органів сіялки необхідно знати як середні їх значення, так і максимальні і мінімальні.

3 АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ЗЕРНОВИХ СІВАЛОК

Урожайність сільськогосподарських культур багато в чому залежить від агрегатів для їх посіву. Хороша сівалка – запорука якісного посіву і врожайності. А правильно обрана і відрегульована зернова сівалка забезпечує високу продуктивність і успішність посівних робіт.

Якість роботи сівалки повинна повною мірою відповідати агротехнічним вимогам. Основними з них є глибина заробки насіння і норма його висіву, яка повинна забезпечити потрібну густоту рослин.

Залежно від способу посіву бувають:

- рядкові сівалки, які висівають суцільним рядком;
- сівалки точного висіву (пунктирні), які висівають насіння на однакових проміжках один від одного;
- сівалки комбінованого типу з туковисівними апаратами, які вносять мінеральні добрива в ґрунт.

Також існують сівалки створені для використання за технологіями mini-till і no till.

Також зернові сівалки відрізняються за своїми конструктивними особливостями, що впливає на сферу їх застосування і технічні характеристики. Існує кілька класифікацій:

- за способом агрегування (навісні і причіпні);
- за способом засіву (рядкові і вузькорядні);
- за конкретним призначенням (пресові, стерньові, комбіновані).

Сучасні зернові сівалки пристосовані до роботи навіть з погано або зовсім необробленим ґрунтом [14].

3.1 Сівалки вітчизняного виробництва

Найбільш поширеною сівалкою для сівби зернових є сівалка СЗ-3,6, яка призначена для рядової сівби зернових і зернобобових культур з одночасним

внесенням в рядки мінеральних добрив. Є різні модифікації сівалки, які можна також використати для сівби круп'яних і інших культур (просо, гречка, сорго).

Рисунок 3.1 – Сівалка зернотукова СЗ-3,6А

Рисунок 3.2 – Сівалка зернотукова СЗ-5,4

Рисунок 3.3 – Сівалка зернотукотрав'яна СЗ-5,4

Сівалка обладнана пристроєм для перекриття частини зернових висівальних апаратів з метою утворення технологічної колії за умови

застосування інтенсивних технологій вирощування зернових культур. Комплектується набором різних сошників та загортальних робочих органів, завдяки чому може бути переобладнана в умовах господарства з одного виконання на інше.

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики сівалок СЗ

М о д е л ь	СЗ-3,6А	СЗ-5,4	СЗТ-5,4
Ширина захвату (м)	3,6	5,4	5,4
Ширина міжряддя (см)	15	15	15
Робоча швидкість (км/год)	9 – 12	9 – 12	9 – 12
Продуктивність (га/год)	3,2 - 4,3	4,9 – 6,5	4,9 – 6,5
Місткість бункера (куб. дм):			
- для насіння	453	680	680
- для добрив	212	318	318
Необхідна потужність трактора (к.с)	80 – 89	80 – 89	80 – 89

СЗ-3,6А – для рядкового висіву, комплектується дводисковими сошниками та загортачами.

СЗ-3,6А-01 – для підсіву та підкормки озимини без попереднього обробітку ґрунту, комплектується однодисковим сошником.

СЗ-3,6А-02 – призначена для висіву льону, комплектується наральниковими дворячковими сошниками та загортачами. Може бути використана для висіву насіння зернових та зернобобових культур з глибиною загортання насіння 10 – 30 мм.

СЗ-3,6А-03 – для висіву на легких ґрунтах, комплектується наральниковими сошниками для легких ґрунтів та загортачами.

СЗ-3,6А-04 – для вузькорядового висіву, комплектується дводисковими сошниками та ланцюговими загортачами.

ПАТ «Червона зірка» випускає також зернові сівалки серії АСТРА СЗ різних модифікацій для рядкового висіву зернових (пшениця, жито, ячмінь, овес), зернобобових культур (горох, квасоля, соя, сочевиця, біб, чина, нут,

люпин) як окремо, так і з одночасним внесенням мінеральних добрив.

Рисунок 3.4 – Сівалка зернотукова АСТРА СЗ 3,6А

Рисунок 3.5 – Сівалка зернотукова пресова АСТРА СЗП 3,6Б

Сівалки причіпні, гідрофіковані. Агрегатується з тракторами класу 0,9 і 1,4 (65 – 90 к.с). З тракторами класу 2; 3 або 5 при допомозі зчіпок складають багатосівалкові широкозахватні агрегати. Основними складальними одиницями сівалки є рама з ходовими колесами і причіпним пристроєм, ящик для насіння і добрив, висівні апарати, сошники, загортачі, механізм приводу висівних апаратів і механізм підіймання сошників.

Рисунок 3.6 – Сівалка зернотукова АСТРА СЗ 5,4

Основними складальними одиницями сівалки є рама з ходовими колесами і причіпним пристроєм, ящик для насіння і добрив, висівні апарати, сошники, загортачі, механізм приводу висівних апаратів і механізм підймання сошників.

Рама сівалки замкнутого типу, в нижній частині якої розташовані сошниковий брус з отворами для кріплення поводків сошників.

Рама опирається на два ходових колеса і дві підніжки, один з яких шарнірно прикріплено до центральної снці причіпного пристрою. В робочому стані опорами рами є колеса і причіпний пристрій трактора або зчіпки.

Зверху на рамі закріплений зернотуковий ящик. Він розділений на дві однакові секції, кожна з яких має два відділення: передня – для насіння і задня для добрива. Зерновий бункер сівалок обладнаний ворошилкою насіння, горловину висівального апарату обладнано нагнітачем.

До дна ящика прикріплено зернові висівальні апарати котушкового типу, які наділені механізмом групового регулювання норми висіву і механізмом групового спорожнення.

Тукові висівні апарати прикріплені до задньої стінки ящика.

Норму висіву насіння задається регулюється добрих регулюванням робочої довжини котушки, груповим регулюванням клапанів висівальних апаратів та зміною частоти обертання валу висівальних апаратів. Налаштування норми внесення добрив виконується зміною передаточного відношення механізму приводу і зміною розмірів прийомних вікон.

Привід висівних апаратів здійснюється від опорних коліс сівалки через ланцюгові і зубчасті передачі. Складається він з валу контрприводу обгінними муфтами і роз'єднувача та редуктора. Редуктор має три основні швидкості, які перемикаються за допомогою важеля. Завдяки наявності обгінних муфт, висівні апарати приводяться одночасно від обох коліс сівалки, якщо вони обертаються з однаковою частотою, або від одного колеса, яке обертається з більшою частотою (на поворотах). Цим забезпечується стабільність норми висіву при русі трактора по криволінійним траєкторіям.

Включення і виключення приводу здійснюється синхронно з підніманням або опусканням сошників при допомозі роз'єднувача, який кінематично зв'язаний з валом підіймання сошників.

Зернові і туковисівні апарати мають спільні лійки, які гумовими гофрованими насіннєпроводами з'єднані з сошниками.

Підіймання та опускання сошників і загортачі здійснюється гідроциліндром, який закріплений на сніці причіпного пристрою. Одним кінцем гідроциліндр з'єднаний з важелем гвинтового регулятора глибини ходу сошників, а іншим – з важелем круглого валу підіймання сошників. При допомозі гвинтових стяжок круглий вал кінематично зв'язаний з квадратним валом сошників. Через важелі і дві штанги він з'єднаний з валами загортачів.

ТОВ «Агромаш – Калина» випускає сучасну сівалку KASI (рис. 3.7), яка при впровадженні технології No-Till виконує одну дуже важливу функцію – якісну сівбу в непідготовлений ґрунт, адже система нульового обробітку не передбачає культивації або будь-якої ще підготовки ґрунту. Для цього сівалка має великий тиск на сошник для утримання точної глибини, і надійну систему

подачі насіння для якісної розстановки насіння в рядку. З необхідністю великого тиску на кожен сошник пов'язана масивність і велика вага KASI. Саме тому їх не буває навісних, а тільки причіпні.



Рисунок 3.7 – Причіпна рядова сівалка KASI:

Серед основних переваг сівалки KASI:

- невисока ціна і агрегатування з тракторами від 150 к.с. KASI можуть застосовуватись як у великих агрохолдингах, так і в невеликих господарствах. Сівалка повністю адаптована до вітчизняних умов експлуатації і ремонту, чим вигідно відрізняється від зарубіжних аналогів;
- всі різьбові елементи метричні, тому немає проблем при обслуговуванні, ремонті або швидкій заміні на нові;
- посів сівалкою не потребує передпосівного обробітку, а це означає:
 - економія пального;
 - звільнення техніки;
 - економія витрат на зарплату механізаторам;
 - зменшення трудомісткості процесу посіву;
 - Збільшення швидкості посіву.

3.2 Сівалки закордонного виробництва

За функціональною ознакою їх можна розділити на такі групи:

- рядові - для рядового посіву зернових культур у районах із нормальною або підвищеною кількістю опадів (John Deere - 8000, Melroe 244, Marliss, Great Plains, Tyse - США, Amasonen Werke, Hassia - ФРН, Nodet Gougis, Sulky - Франція та ін.);
- зернотукові - для посіву насіння з одночасним внесенням мінеральних добрив, із яких виділяють сівалки з комбінованими зернотуковими сошниками і сівалки для локального внесення великих доз мінеральних добрив (800 - 1500 кг/га) з окремими туковими сошниками (Bamlett CD 4, Bettinson TC 4, MF 500 - Англія, Fiona - Данія та ін.);
- пресові і стерньові - для застосування в посушливих кліматичних зонах і на ґрунтах, схильних до вітрової ерозії (Case International 6200, John Deere - 9300, Great Plains Multi Flex - США, Morris – Канада);
- сівалки прямого посіву - для роботи на непідготовлених ґрунтах (Moore - Ірландія, SPD, Sulky, SD-300, Unidrill - Франція, MF-130, Bettinson DD 2 - Англія, Great Plains. Tise - США).

За принципом дії висівних систем сівалки розподіляються на дві групи:

- з транспортуванням насіння по насіннєпроводах під дією сили ваги (Great Plains – США);
- з транспортуванням насіння у потоці нагнітаючого повітря (Tive – Швеція).

Рисунок 3.8 – Начіпна сівалка MİKRA чеської фірми PAN AGRA

Рисунок 3.9 – Рядова сівалка RP-AD 602 фірми AMAZONE

Рисунок 3.10 - Рядова сівалка D8-25 SPECIAL фірми AMAZONE

Рисунок 3.11 – Начіпна рядова сівалка FOCUS 700 ACTIVE (Польща)

Системи дозування: у першому випадку - індивідуальна, тобто по одному дозатору на кожний насіннєпровід (John Deere – США), у другому –

групова - по одному дозатору на кілька насіннєпроводів (Accord DL – ФРН).

Рисунок 3.12 – Начіпна рядова сівалка PLUS 700 ACTIVE (Польща)

Рисунок 3.13 – Посівний комплекс для сівби зернових культур
SOLITAIR 9 фірми LEMKEN

Рисунок 3.14 – Посівний комплекс для сівби зернових культур з
рядовою сівалкою SOLITAIR 12 фірми LEMKEN

Сівалки традиційної конструкції мають розташований по всій ширині

захвату бункер із кількістю висівних апаратів, що відповідає кількості засіяних рядків.

Сівалки з пневматичною висівною системою, як правило, обладнані бункером, розташованим у центральній частині рами на окремому візку, мають висівні апарати індивідуальні, групові або централізовані.

Моделі сівалок закордонних фірм різняться також:

- способом агрегування з трактором:
- а) причіпні (John Deere -8000);
- б) начіпні (John Deere 515 і 520);
- в) напівначіпні (Best Mfg Inc.);
- загальною компоновкою;
- конструкцією основних робочих органів (висівних апаратів, сошникових груп, пристроїв для загортання);
- будовою допоміжних механізмів (маркерів, навантажуючих пристроїв, систем контролю та ін.).

Рисунок 3.15 – Посівний комплекс для сівби зернових культур за технологією NO-TILL 750A фірми JOHN DEERE

Фірма John Deere випускає причіпні рядові зернові сівалки серії 8000 із

боковими колесами. Довжина причепа цих сівалок - 1780 мм - забезпечує задовільну маневреність і малий радіус розвороту. На замовлення причіп виконують складаним у вертикальне положення, що зменшує габарити при зберіганні сівалки. При міжряддях від 152 до 254 мм можливі два варіанти установки сошників на сівалці: в один ряд або у два ряди в шаховому порядку.

Ця ж фірма випускає начіпні сівалки моделей 515 і 520 захватом 4,57 і 6,1 м. При проведенні посіву на великих ділянках сівалки цих моделей можуть начіплюватися на зчіпку, яка об'єднує їх у двосівалковий агрегат. При транспортуванні сівалки складаються вздовж причіпного бруса.

Фірма Clark випускає причіпні сівалки моделі Melroe 244 захватом 3,05 - 4,27 м із боковими колесами. Сівалки обладнані дводисковими сошниками, що встановлені на рамі у два ряди з міжряддями 152, 178 і 230 мм

Для посіву великих площ фірма випускає трисівалкові агрегати із залежними секціями, з яких знімаються опорні колеса з одного боку кожної секції, а рамки секцій поєднані між собою шарнірно. Дальнє транспортування забезпечується у поперечному напрямі. Сівалка може переобладнуватися в зернотукову шляхом установки бункера і тукопроводів для добрив.

Фірма Great Plains випускає начіпні сівалки захватом 3,6...8,2 м, які можуть переобладнуватися в причіпні за допомогою гідрофікованих причепів із одинарними або подвоєними опорними колесами.

Крім односекційних сівалок ця фірма випускає дво- (шириною 7,2 і 9 м) і трисекційні (шириною захвату 10,8 і 13,5 м) причіпні агрегати. Двосекційні агрегати обладнуються винесеними вперед опорно - приводними колесами, і гідрофікованим причепом із чотирма транспортними колесами. Транспортування двосівалкових агрегатів здійснюється складанням секцій уперед. Трисівалковий агрегат переводиться в транспортне положення складанням бічних секцій уперед, з допомогою гідроциліндрів вони підіймаються вгору і замикаються, спираючись на причіпний брус. Агрегат транспортується, спираючись на колеса задньої секції і причепа.

Фірма Tye випускає як начіпні сівалки серії IV захватом 2,03...9,14 м, так

і причіпні захватом 4,06 і 4,57 м, а також трисівалкові агрегати захватом 9,12 і 12,16 м.

Вони мають винесені вперед опорно-приводні колеса, як у сівалок фірми Great Plains, але забезпечені поворотним пристроєм для транспортування зі складанням бічних секцій назад.

Сівалки при необхідності комплектуються пристроями для внесення добрив, посіву трав і бобових культур, лічильником засіяної площі, дворядковою бороною з пружинними зубцями, а також окремим брусом із встановленими на ньому гофрованими або рифленими дисками для прямого посіву.

Фірма Best Mfg Inc. поряд із напівначіпними сівалками шириною захвату 3,05...9,15 м випускає трьохсекційний агрегат зі складеними уперед незалежними секціями захватом 9,12 і 16,5 м. Сівалки комплектуються гідрофікованими маркерами, лічильником засіяної площі, транспортним візком, трав'яним бункером.

В європейських країнах, для яких характерні невеликі поля складного контуру з легкими ґрунтами, часто застосовуються сівалки в начіпному виконанні з шириною захвату 2,5...4 м, із розставленими у два ряди кілеподібними сошниками, оскільки ширина міжрядь не перевищує 200 мм і часто звужується до 75 мм.

Фірма Nodet Gougis випускає сівалки моделі AS захватом 2,5 і 3 м і моделі GS із захватом 3 і 4 м. Обидві моделі виконуються з "плаваючою" зчіпкою, що забезпечує копіювання рельєфу поля. Сівалки D8 обладнуються лічильником засіяної площі, пристроєм "тремлайн", маркерами для досходового обробітку. Як і сівалки інших фірм, вони можуть поставлятися в комплекті з дисковими або наральниковими сошниками, секційною пружинною бороною, автоматичними пристроями для пристосування до ширини колії трактора, довговічними безшовними стальними насіннєпроводами телескопічного типу.

Англійські зернотукові сівалки Bettinson TC-4 і MF-500 обладнані

гідрофікованими транспортними колесами для забезпечення далекого транспортування, яке здійснюється, як правило, вздовж ширини захвату.

Для посіву зернових культур у посушливих умовах, або на ґрунтах, схильних до вітрової ерозії, широко застосовуються пресові й стерньові сівалки. При сівбі на підготовлених полях пресові сівалки обладнуються дисковими сошниками, а для сівби на полях зі збереженою стернею - сошниками з наральниками різних форм і розмірів або культиваторними лапами. Крім того для роботи на стерньових фонах застосовуються сівалки-лушильники.

Пресові й стерньові сівалки фірми John Deere випускаються в різних виконаннях.

Існують моделі (9300 і 9350) з дводисковими сошниками - для сівби на підготовлених полях і моделі (9400 і 9450) - з анкерними висококліренсними сошниками - для сівби на кам'янистих полях і полях з стерньовими залишками.

Дводискові сошники цих сівалок розташовані в два ряди для сівби з міжряддями 152 і 178 мм, а анкерні - в три ряди з міжряддями 178, 254 і 305 мм. Наральники можуть змінюватися в залежності від умов сівби. Ці сівалки можуть об'єднуватися в 2- і 3-сівалкові агрегати за допомогою зчіпки, на якій вони транспортуються в складеному положенні.

Пресові сівалки випускає також фірма Case International в 2-, 3- і 4-сівалкових агрегатах.

На замовлення споживачів 3- і 4-сівалкові агрегати обладнуються причепом змінної орієнтації Frontier, виконаним у вигляді складаного фіксованого триланкового механізму.

Австралійська фірма Chamberlain-John Deere випускає стерньові сівалки-культиватори моделі 700 для сівби на дуже засмічених необроблених полях. Вони відрізняються тим, що обладнані культиваторними лапами, закріпленими на С-подібних стояках у чотири ряди в шаховому порядку, що разом із високим кліренсом (575 мм) забезпечує задовільний прохід на полі з стерньовими залишками.

Насіннєпроводи прокладені тільки до двох задніх рядів лап. Передні два ряди, що виконують функцію ґрунтообробних лап, і задні два ряди, що виконують функцію сошників, можуть встановлюватись за допомогою гідроциліндрів на різну глибину в залежності від умов сівби.

За останні 10-15 років у країнах з розвиненим землеробством на великих площах все більше застосування знаходять широкозахватні сівалки нової генерації, обладнані висівними системами з пневмотранспортуванням і пневморозподілом насіння по сошниках.

До основних тенденцій розвитку конструкцій пневматичних сівалок можна віднести збільшення робочої ширини захвату, розширення їх номенклатури і сфери застосування висівних систем.

Виділяють такі принципові схеми пневматичних висівних систем:

- система індивідуального дозування з безступінчастою схемою розподілу, в якій кількість дозаторів у бункері дорівнює кількості сошників;
- система групового дозування, в якій кількість дозаторів у бункері дорівнює кількості розподільників посівного матеріалу;
- система централізованого дозування, в якій один-два дозатори у бункері забезпечують подачу матеріалу до всіх сошників через одноступінчасту або двоступінчасту систему розподільників.

Загальна компоновка сівалок з пневматичною висівною системою залежить від умов сівби, традицій фірм-виробників, технологій сівби та інших факторів.

Сівалки з пневматичною висівною системою індивідуального дозування з безступінчастою схемою розподілу мають причіпну або начіпну раму з опорними пневматичними колесами і розташованим на ній бункером з висівними апаратами і вентилятором. На рамі закріплено сошниковий брус, який у транспортному положенні складається за допомогою гідравліки. Наприклад, у шведській сівалці Tive, фінській Combi

Turbo бічні секції сошників складаються догори і фіксуються в цьому положенні.

Аналогічна конструкція американської сівалки Will-Rich - вона виконана причіпною з 2-х або 3-х секційним бункером і може поєднуватися з чизельним культиватором шириною захвату 7,3 або 14,3 м, з польовим культиватором захватом 8,36 або 12,62 м, а також може працювати на оброблених або необроблених фонах із значною кількістю стерньових залишків.

Раму виконано складаною з подвоєними копіюючи ми колесами на кожній секції.

Сівалки з пневматичним висівом групового дозування, як правило, мають висівну систему, що складається із візка, бункера і дозаторів, поєднаних пневмопроводами з розподільними головками, встановленими найчастіше на культиваторах, які можуть також використовуватись окремо від висівної системи. При агрегуванні з трактором спереду встановлюється культиватор, а за ним - висівна система-візок із бункером. За таким принципом побудовані сівалки Morris 6180 Flexi-Coil 1110 і 1610. Привод вентилятора здійснюється від дизельного двигуна потужністю 4-7 кВт.

Американська фірма Case International створила близькі до цієї схеми сівалки 8500 Air Hoe Drill і 8600 Air Disk Drill.

Сівалки централізованого дозування з одноступінчастим розподілом (Accord DL, Vicon) включають причіпну або начіпну раму, на якій встановлено бункер з 1 - 2 дозаторами, що подають посівний матеріал до 1 - 2 розподільних головок. Модель Accord DL випускається збільшеної ширини захвату з двома бункерами. Транспортуються сівалка в поперечному напрямку за допомогою бічного причепа і транспортних коліс.

Сівалки централізованого дозування з двоступінчастим розподілом відрізняються від сівалок з одноступінчастим розподілом тим, що в них посівний матеріал, підхоплений пневматичним потоком після дозування, проходить через дві ступені розподілу:

1 - в первинній розподільній голівці кількість вторинних патрубків відповідає кількості вторинних голівок;

2 - від вторинних розподільних голівок до сошників. Так, пневматична висівна система моделі 777 John – Deere встановлюється на триколісному візку і може поєднуватися з культиваторами моделей 610 і 1060, на яких кріпляться первинна розподільна голівка і вторинні розподільні голівки.

На ґрунтообробній частині моделі 1060 раму виконано у вигляді чотирьох брусів, складаною. Культиваторні лапи закріплено на трьох передніх брусах, а на задньому брусі змонтовані дводискові сошники з прикочувальними котками. Машина забезпечує сівбу по обробленому фоні або по легких стерньових залишках.

Німецька фірма Horsch випускає аналогічну пневматичну сівалку шириною захвату 12 м із бункером, встановленим на причіпному двоколісному візку.



Рисунок 3.16 – Посівний комплекс для зернових культур за технологією min-till або no-till AUROCK 6000 RC фірми KUHN

У зв'язку з широким розповсюдженням ґрунтозахисних технологій сівалки прямого посіву набули широкого застосування. Ширина захвату начіпних сівалок прямого посіву становить 2,1-2,4 м, причіпних - 3 - 4 м. Сівалки фірм США, Канади, Чехії використовуються для сівби на великих

площах. Агрегати побудовані за шеренговою схемою.

Сівалки часто обладнують пристроями для додаткового навантаження зйомними вантажами. Велику увагу приділяють перерозподілу навантаження на сошники й інші робочі органи.

Сівалки прямого посіву нерідко обладнують системами для внесення добрив, а також для посіву трав, які утворюють захисний покрив.

За принципом впливу на ґрунт відрізняють сівалки прямого посіву з пасивними і активними робочими органами.

Так, ірландська фірма Parmiter Moore створила причіпну сівалку з пасивними робочими органами захватом 3 і 4 м.

В конструкціях деяких сівалок прямого посіву використано ідею "тридискового" сошника, тобто встановлених на єдиному поводку один за одним різального диска і дводискового сошника. Прикладом такої сівалки є причіпна сівалка MF 130 фірми Massey Ferguson із боковими опорно-приводними колесами. Сошникові групи на цій сівалці встановлюються в шаховому порядку.

Схему тридискового сошника застосовано і в конструкції сівалок прямого посіву.

У деяких машинах різальний диск і дводисковий сошник, що йде слідом, встановлено на незалежних підвісках. Це полегшує їх прохід на полях з важкими стерньовими залишками, але викликає проблему точного збігу слідів різального диска і сошника.

Такий принцип використано в сівалці SD 300 французької фірми Huard, яка може працювати на полях, засмічених камінням і стерньовими залишками.

В комплект /на замовлення/ входять також транспортний візок, лічильник засіяної площі, система "тремлайн", пінний маркер, вставні бункери для висіву дрібного насіння, додатковий баласт, що монтується на рамі сівалки.

На ґрунтах важкого механічного складу при підвищеній вологості знаходять застосування сівалки-луцильники, оскільки їхні робочі органи -

сферичні диски - залипають менше і мають менший тяговий опір, ніж інші робочі органи.



Рисунок 3.17 – Посівний комплекс для зернових культур за
TERRASEM фірми PÖTTINGER

Фірма John Deere випускає причіпні сівалки-луцильники моделі 1900, які поєднують передпосівний обробіток ґрунту, сівбу і внесення мінеральних добрив. За допомогою тросової зчіпки із сівалок 1900 можна складати дво- і трисівалкові агрегати з робочим захватом до 13,7 м.

Такий агрегат транспортується на тій же зчіпці в напрямку, перпендикулярному до робочого руху при ширині, меншій 4,5 м.

Сівалки з активними робочими органами застосовуються на важких ґрунтах з крупними рослинними залишками або з дерновим покривом.

Фірма John Deere випускає фрезерні сівалки Power Till у начіпному і причіпному виконанні.

Таким чином, закордонні зернові сівалки характеризуються великою різноманітністю конструкцій і відрізняються між собою робочими органами, їх компоновкою, призначенням, способами агрегування та переводу із робочого в транспортне положення. На сівалках використовують висівні системи індивідуального, групового та централізованого дозування. В останні

роки для зменшення трудомісткості операції підготовки ґрунту під посів застосовують тридискові сошники та сошники для прямого посіву.

Для підвищення продуктивності використовують 2-, 3- і більше сівалкові агрегати. В транспортне положення сівалки складають по різному - з переводом окремих секцій вперед, назад або з використанням причіпних систем змінної орієнтації.

Як додаткове обладнання на сівалках часто застосовують гідрофіковані маркери, пристрої "тремлайн", вставні бункери для висіву дрібного насіння; транспортні візки, лічильники засіяної площі, тощо.

В останні роки концепцію створення зернових сівалок нового покоління стає максимальне пристосування їх до роботи в умовах постійно змінюючих за ймовірнісними законами параметрів робочих середовищ.

Це потребує створення нових сівалок на основі:

- сучасних технологій і техніки для посіву зернових і просапних культур, способів і засобів підвищення їх продуктивності, ресурсовологозбереження з врахуванням захисту ґрунтів, екологічної безпеки, використанням нових фізичних методів обробітку сільськогосподарських матеріалів;
- підвищення якості продуктивності і надійності робочих органів, зменшення матеріалоємності і енергоємності технологічних процесів;
- блочно-модульного принципу побудови з використанням універсальних транспортно несучих систем для складання не тільки посівних, але й багатоопераційних машин різних типорозмірів;
- нових принципів їх проектування як автоматизованих систем з використанням комп'ютерної техніки.

Для ефективної підготовки сівалок до роботи необхідно використовувати стенди, один із варіантів яких розробляється в даному дипломному проекті.

4 ОБГРУНТУВАННЯ РОЗРОБКИ СТЕНДА

Аналіз використання техніки свідчить про значний резерв можливостей підвищення її продуктивності та ефективності. В їх числі важлива хороша і якісна технологічна наладка машин. Вона забезпечує високоякісне проведення технологічних операцій, високопродуктивне використання агрегатів, зниження витрати палива, зменшення затрат праці та собівартості продукції. Технологічна наладка передбачає проведення комплексу регулювально-налагоджувальних операцій відповідно агротехнічним вимогам до виконання сільськогосподарських робіт. Від своєчасності і якості наладки машинно-тракторних агрегатів на оптимальні режим роботи значно залежить успіх виконання операцій по вирощуванні культур [20].

Послідовність налагоджування машин визначається операційною картою. Вона повинна проводитись з врахуванням вихідних технологічних параметрів об'єкту обробітку агротехнічної оцінки поля. Неправильна або неякісна технологічна наладка агрегатів погіршує якість продукції та призводить до значних втрат врожаю.

Щоб провести технологічну наладку зернових сівалок їх необхідно піддомкратити, потім вручну прокручувати за колесо спочатку одну, а потім другу сторони секції, при цьому якість технологічної наладки може бути досить низька. Всіх цих недоліків можна уникнути, застосувавши запропонований нами стенд, який досить простий у виготовленні.

Стенд повинен бути:

- простий в експлуатації, зручний для заїзду на нього колесами сівалки;
- ковзання колеса сівалки на ребристому валу стенда не повинно перевищувати ковзання колеса по землі – 10%;
- швидкість обертання колеса сівалки повинна бути рівномірною і не перевищувати швидкість агрегату при сівбі;

- стенд повинен стояти на бетонованому регульовальному майданчику, або на майданчику з твердим покриттям.

Стенд складається з рами, на якій розміщений редуктор, двох валів з корпусами підшипників і підтримуючого барабана. Процес роботи проходить таким чином. Колесом однієї з секцій сівалки наїжджаємо на стенд. Колесо стоїть на двох ребристих валах, один з яких зірочкою через ланцюгову передачу зв'язаний з приводним редуктором, а другий вільно обертається на підшипниках. Заповнюємо зерновий ящик сівалки на 1/3 об'єму насінням, підставляємо брезент під висівні апарати, вмикаємо вал відбору потужності і прокручуємо привідне колесо на кількість обертів визначених за формулою [20]:

$$n = \frac{200}{B_c K L}, \quad (4.1)$$

де n – кількість обертів приводного колеса сівалки при перевірочному висіву із розрахунку посіву 0,02 га;

B_c – робоча ширина захвату сівалки, $B_c = 3,6$ м;

K – коефіцієнт, враховуючий ковзання приводних коліс, $K = 1,05$;

L - довжина круга приводного колеса

$$L = \pi \cdot D_k \quad (4.2)$$

де D_k – діаметр приводного колеса, $D_k = 1,168$ м;

$$L = 3,14 \cdot 1,168 = 3,67 \text{ м,}$$

$$n = \frac{200}{3,6 \cdot 1,05 \cdot 3,67} = 14,4 \text{ об.}$$

На основі розрахунку приймаємо для сівалок типу СЗУ-3,6 14 обертів приводного колеса. Через привід прокручуємо один з ребристих валів стенда. Під дією тертя колеса однієї сівалки секції обертається обертаючи другий вал

стенда, який вільно обертається на підшипниках. Таким чином колесо обертається на двох валах, підтримуючий барабан не дає колесу зміститися і вискочити із валів.

Перевіривши одну секцію сівалки проводять таким чином перевірку другої секції. Стенд досить простий у виготовленні і перенести його може два чоловіки. Виготовити стенд можна в умовах майстерні господарства, застосувавши металорізальні верстати та електрогазозварювання.

5 РОЗРАХУНОК ДЕТАЛЕЙ СТЕНДА

Визначаємо потужність затрачену на прокручування колеса однієї секції сівалки:

$$N_{\text{м}} = 10^{-2} \cdot f \cdot Q \cdot V, \quad (5.1)$$

де Q - вага однієї секції сівалки, Н;

V - швидкість обертання колеса, м/с;

f - коефіцієнт перекочування.

$$N_{\text{м}} = 10^{-2} \cdot 0,18 \cdot 725 \cdot 3 \cdot 1,05 = 4 \text{ кВт.}$$

Кутова швидкість ведучої зірочки

$$\omega_3 = \frac{2 \cdot V}{0,1} = \frac{2 \cdot 3}{0,1} = 60 \text{ рад/с.} \quad (5.2)$$

Частота обертання зірочки

$$n_3 = \frac{30 \cdot \omega_3}{\pi}.$$

$$n_3 = \frac{30 \cdot 60}{3,14} = 573 \text{ хв.}^{-1}.$$

Номінальна частота обертання ВВП

$$\omega_{\text{ВВП}} = \frac{\pi \cdot n}{30}, \quad (5.3)$$

де n – частота обертання ВВП, $n = 548 \text{ хв}^{-1}$

$$\omega_{B\Pi} = \frac{3,14 \cdot 548}{30} = 57,4 \text{ рад/с.}$$

Перевіримо загальне передаточне відношення

$$i = \frac{\omega_{B\Pi}}{\omega_3} = \frac{57,4}{60} = 0,96 \quad (5.4)$$

Приймаємо для ланцюгової передачі

$$U_y = \frac{0,96}{2,5} = 0,38$$

Обертний момент на валу ведучої зірочки [17]

$$T_1 = \frac{N_1}{\omega_1} = \frac{4 \cdot 10^3}{57,4} = 69,7 \text{ Н} \cdot \text{м} = 69,7 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{мм}, \quad (5.5)$$

На валу веденої зірочки

$$T_2 = T_1 \cdot U_y = 69,7 \cdot 10^3 \cdot 0,38 = 26,5 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{мм}, \quad (5.6)$$

Розрахунковий коефіцієнт навантаження визначаємо за формулою [17]:

$$K_3 = K_\partial \cdot K_n \cdot K_a \cdot K_p \cdot K_{cm} \cdot K_n, \quad (5.7)$$

де K_∂ - динамічний коефіцієнт при спокійній напрузі, $K_\partial = 1$;

K_a – коефіцієнт, який враховує вплив міжосьової відстані, $K_a = 1$;

K_n - коефіцієнт, який враховує вплив кута нахилу лінії центрів, $K_n = 1$;

K_p – коефіцієнт, який враховує спосіб регулювання натягу ланцюга, $K_p = 1,25$;

K_{cm} – коефіцієнт при неперервному змащенні, $K_{cm} = 1$;

K_n – коефіцієнт, який враховує продовження роботи на добу при однозмінній роботі, $K_n = 1$;

$$K_g = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 1 \cdot 1 = 1,25$$

Крок однорядного ланцюга визначаємо за формулою [17]:

$$t \geq 2,80 \cdot \sqrt[3]{\frac{N \cdot K}{z \cdot n [P] m}}, \quad (5.8)$$

де m - коефіцієнт рядності, $m = 1$;

N - потужність, $N = 4$ кВт;

n - частота обертання, $n = 573$ об/хв;

$[P]$ - допустимий питомий тиск, МПа.

$$t \geq 2,80 \cdot \sqrt[3]{\frac{4 \cdot 1,25}{21 \cdot 573 \cdot 1}} = 18_{\text{мм}}.$$

Підбираємо по таблиці ланцюг ПР-19,05 по ГОСТ 13568-75 руйнуюче навантаження $Q = 31,8$ кН, маса $q = 1,9$ кг/м, $t = 19,05$ мм, $A_{on} = 105,8$ МПа.

Швидкість ланцюга [20]:

$$v = \frac{z \cdot t \cdot n_3}{60 \cdot 10^3}, \quad (5.9)$$

де z – кількість зубів ведучої зірочки, $z = 13$;

t – крок ланцюга, $t = 19,05$ мм;

n_3 – частота обертання ведучої зірочки, $n_3 = 573$ об/хв.

$$v = \frac{13 \cdot 19,05 \cdot 573}{60 \cdot 10^3} = 2,4 \text{ м/с.}$$

Осьова сила буде рівна

$$F_{ty} = \frac{P_2}{v} = \frac{T_1}{v} = \frac{69,7 \cdot 60}{2,4} = 1743 \text{ Н.} \quad (5.10)$$

Тиск в шарнірах перевіряємо за формулою

$$P = \frac{F_{ty} \cdot K_9}{A_{on}} = \frac{1743 \cdot 1,25}{105,8} = 20,6 \text{ МПа} \quad (5.11)$$

Уточнюємо по таблиці допустимий тиск

$$[P] = 22[1 + 0,01(z - 17)] = 22[1 + 0,01(13 - 17)] = 23 \text{ МПа,}$$

$$P < [P].$$

Умова виконана.

Визначаємо діаметри ділительних кіл зірочок

$$d_{\partial 1} = \frac{t}{\sin \frac{180}{z_1}} = \frac{19,05}{\sin \frac{180}{13}} = 79,6 \text{ мм,} \quad (5.12)$$

$$d_{\partial 2} = \frac{t}{\sin \frac{180}{z_2}} = \frac{19,05}{\sin \frac{180}{21}} = 127 \text{ мм.} \quad (5.13)$$

Визначаємо діаметри зовнішніх кіл зірочок за формулою [17]:

$$D_{ez} = t \left(\operatorname{ctg} \frac{180}{z} + 0,7 \right) - 0,3d_1, \quad (5.14)$$

де d_1 - діаметр ролика ланцюга, $d_1 = 5,96$ мм;

$$D_{e1} = 19,05 \left(\operatorname{ctg} \frac{180}{13} + 0,7 \right) - 0,3 \cdot 5,96 = 87,7 \text{ мм},$$

$$D_{e2} = 19,05 \left(\operatorname{ctg} \frac{180}{21} + 0,7 \right) - 0,3 \cdot 5,96 = 137,2 \text{ мм}.$$

Сили які діють на ланцюг:

Осьова $F_{ty} = 1743$ Н,

Відцентрова сила:

$$F_v = g \cdot v^2 = 1,9 \cdot 2,4^2 = 10,9 \text{ Н} \quad (5.15)$$

Сила від провисання [20]

$$F_f = 9,8 \cdot R_f \cdot g \cdot d_u, \quad (5.16)$$

де R_f — коефіцієнт, що враховує розташування ланцюга.

$$F_f = 9,8 \cdot 6 \cdot 1,9 \cdot 0,754 = 84 \text{ Н}.$$

Розраховуємо коефіцієнт запасу міцності:

$$S = \frac{Q}{F_{ty} + F_v + F_f} = \frac{31,8 \cdot 10^3}{1743 + 10,9 + 84} = 17,3 \quad (5.17)$$

Це більше, ніж нормативний коефіцієнт запасу міцності $[S] = 10,7$, таким чином умова $S > [S]$ виконується.

Розрахункове навантаження на вали [17]:

$$F_e = F_{ty} + 2F_f = 1743 + 2 \cdot 84 = 1911 \text{ Н} . \quad (5.18)$$

Розміри веденої зірочки:

- маточина зірочки $d_c = 40$ мм;
- товщина диска зірочки:

$$S = 0,93 \cdot B_{BH} = 0,93 \cdot 12,9 = 12 \text{ мм}, \quad (5.19)$$

де B_{BH} – відстань між пластинами внутрішньої ланки ланцюга

Розрахунок веденого вала.

Крутний момент на валу веденої зірочки:

$$T_2 = 26,5 \cdot 103 \text{ Н} \cdot \text{мм},$$

Осьова сила $F_y = 1743$ Н.

Навантаження, яке приходить на два підшипники від колеса сівалки, розподіляємо порівну.

Визначаємо реакції опор

$$\sum M_A = 0; \quad F_y \cdot l_1 - P(l_1 + l_2) - R_D = 0. \quad (5.20)$$

$$R_D = \frac{1743 \cdot 34 - 725 \cdot 182}{340} = 214 \text{ Н}.$$

$$\sum M_D = 0; \quad F_y(l_2 + l_3) + P \cdot l_3 + R_A \cdot 340 = 0$$

$$R_A = \frac{1743 \cdot 306 - 725 \cdot 158}{340} = 1232 \text{ Н}.$$

Перевірка:

$$(F_y - R_A) - P + R_D = (1743 - 1232) - 725 + 214 = 0.$$

Будуємо епюру згинаючих моментів

$$M_A = 0; \quad M_{AB} = R_A \cdot 0,04 = 1232 \cdot 0,04 = 49,3 \text{ Нм},$$

$$M_D = 0; \quad M_C = R_D \cdot 0,1 = 214 \cdot 0,1 = 21,4 \text{ Нм}.$$

Будуємо епюру крутних моментів

$$M_K = 26,5 \text{ Нм}$$

Переріз А-А

Концентрація напруг обумовлених посадкою підшипника з гарантованим натягом:

$$\frac{K_\sigma}{\varepsilon_\sigma} = 3,4; \quad \frac{K_\tau}{\varepsilon_\tau} = 2,44.$$

Приймаємо $\varphi_\sigma = 0,15$ і $\varphi_\tau = 0,1$

Згинаючий момент

$$M = F_{uy} \cdot l_1 = 1743 \cdot 34 = 59,3 \cdot 10^3 \text{ Нмм.}$$

Осьовий момент опору:

$$W = \frac{\pi \cdot d^3}{32} = \frac{3,14 \cdot 30^3}{32} = 2,6 \cdot 10^3 \text{ м}^3.$$

Амплітуда нормальних напруг

$$G = G_{\max} = \frac{M}{W} = \frac{59,3 \cdot 10^3}{2,6 \cdot 10^3} = 22,8 \text{ МПа.}$$

Полярний момент опору

$$W_p = 2W = 2 \cdot 2,6 \cdot 10^3 = 5,2 \cdot 10^3 \text{ м}^3.$$

Амплітуда і середня напруга циклу дотичних напруг

$$\tau = \tau_{\max} = \frac{\tau_{\max}}{2} = \frac{T_2}{2W_p} = \frac{26,5 \cdot 10^3}{2 \cdot 2,5 \cdot 10^3} = 2,5 \text{ МПа.}$$

Коефіцієнт запасу міцності по нормативних напругах

$$S_\sigma = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{K_\sigma}{\varepsilon_\sigma} \cdot \sigma} = \frac{246}{3,4 \cdot 22,8} = 3,17.$$

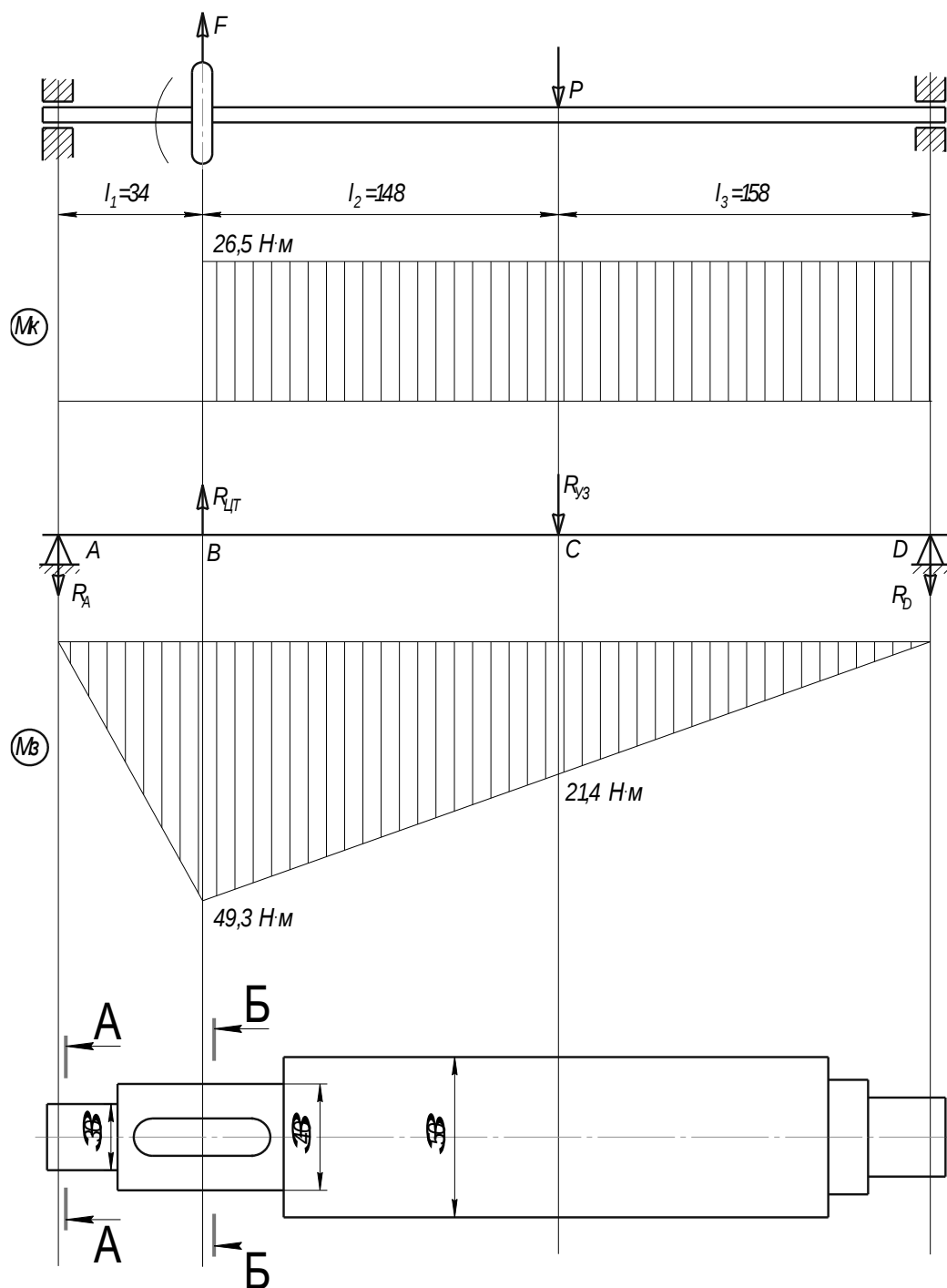


Рисунок 5.1 – Епюри крутних та згинаючих моментів які діють на ведучий вал

Коефіцієнт запасу міцності по дотичних напругах [17]:

$$S_{\tau} = \frac{\tau_{-1}}{\frac{K_{\tau}}{\varepsilon_{\tau}} \cdot \tau + \varphi_{\tau} \cdot \tau} = \frac{142}{2,44 \cdot 2,5 + 0,1 \cdot 2,5} = 22,4.$$

Результуючий коефіцієнт запасу міцності для перерізу А-А

$$S = \frac{S_{\sigma} \cdot S_{\tau}}{\sqrt{S_{\sigma}^2 + S_{\tau}^2}} = \frac{3,17 \cdot 22,4}{\sqrt{3,17^2 + 22,4^2}} = 3,07.$$

Переріз Б-Б

Діаметр вала в цьому перерізі $d_1 = 40$ мм концентрація напруг обумовлена присутністю шпоночної канавки.

$$K_{\sigma} = 1,59;$$

$$R_{\tau} = 1,49$$

Масштабні фактори $\varepsilon_{\sigma} = 0,775$; $\varepsilon_{\tau} = 0,67$;

Коефіцієнти $\varphi_{\sigma} = 0,15$ і $\varphi_{\tau} = 0,1$;

Крутний момент $T_2 = 26,510^3$ Нм;

Крутний момент в горизонтальній площині

$$M = 49,310^3 \text{ Нм.}$$

Згинаючий момент

$$M_{B-B} = \sqrt{M^2 + T_2^2} = \sqrt{(49,3 \cdot 10^3)^2 + (26,5 \cdot 10^3)^2} = 56 \cdot 10^3 \text{ Нм.}$$

Момент опору кручення

$$W_K = \frac{\pi \cdot d^3}{32} - \frac{bt_1(d-t_1)^2}{2d}; \quad (5.21)$$

де d - діаметр вала, $d = 40$ мм;

b - ширина шпонкової канавки, $b = 8$ мм;

t_1 - висота шпонкової канавки, $t_1 = 2,5$ мм.

$$W_K = \frac{3,14 \cdot 40^3}{32} - \frac{8 \cdot 2,5(40 - 2,5)^2}{2 \cdot 40} = 5,9 \cdot 10^3 \text{ Нм}$$

Амплітуда нормальних напружень згину:

$$G_v = \frac{M_{B-B}}{W_K} = \frac{56 \cdot 10^3}{5,9 \cdot 10^3} = 9,5 \text{ МПа.}$$

Коефіцієнт запасу міцності по нормальних напругах

$$S_\sigma = \frac{\tau_{-1}}{\frac{K_\tau}{\varepsilon_\tau} \cdot \tau + \varphi_\tau \cdot \tau} = \frac{142}{\frac{1,49}{0,67} \cdot 2 + 0,1 \cdot 2} = 30$$

Результуючий коефіцієнт запасу міцності для перерізу Б-Б

$$S = \frac{S_\sigma \cdot S_\tau}{\sqrt{S_\sigma^2 + S_\tau^2}} = \frac{11,7 \cdot 30}{\sqrt{11,7^2 + 30^2}} = 10,9$$

Розраховуємо зварне з'єднання пластини корпусу підшипника з кронштейнами.

Полоса товщиною 6 мм зварюється з кронштейном товщиною 6 мм, із сталі Ст. 3 і витримує навантаження від однієї секції сівалки.

Приймаємо товщину зварного шва рівну товщині зварювальних деталей. Визначаємо напруження для наплавляючого матеріалу шва з врахуванням виду зварки.

В якості розрахункової моделі зварного з'єднання приймаємо стержень, який знаходиться під дією згинаючого моменту.

Приймаємо в якості основного розміру зварювальних деталей товщину полоси $S = 6 \text{ мм}$.

$$\sigma = \frac{M}{W} \leq [\sigma] \quad (5.22)$$

$$W = \frac{Sl^2}{6} \quad (5.23)$$

де l - довжина зварювального шва.

$$l = \sqrt{\frac{6 \cdot M}{S \cdot [\sigma]}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 26,5 \cdot 10^3}{0,06 \cdot 160 \cdot 10^6}} = 0,12 \text{ м.}$$

Проведені розрахунки враховуємо при проектуванні вузлів і деталей стенда.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1 Особливості умови праці в сільськогосподарському виробництві

Сучасне сільськогосподарське виробництво має різні складні машини, агрегати, знаряддя, безпечна робота на яких вимагає відповідних знань.

Складність сільськогосподарської праці і виробництва в цілому полягає в необхідності постійно слідкувати за безперервними змінами технологічного процесу і своєчасно приймати заходи, спроможні підтримати безпечні методи праці. Часто із-за погодних умов механізатори не можуть закінчити заплановану роботу, а в погодні дні їм приходится працювати більше нормальної тривалості зміни. Так створюється природна неритмічність роботи. В таких випадках надзвичайну роль грає здібність адміністрації чітко організувати працю механізаторів.

Таким чином, для запобігання травматизму і захворюваності в сільському господарстві необхідні різносторонні знання з охорони праці, вміння виявляти і видаляти потенційні небезпеки і шкідливості, враховувати вплив змінних зовнішніх умов безпеки праці, вміння володіти прийомами першої долікарської допомоги і методами гасіння пожеж.

При організації охорони праці в господарстві слід керуватися оновленими «Правилами охорони праці у сільськогосподарському виробництві», затвердженими наказом Міністерства соціальної політики України 29 серпня 2018 року № 1240 (Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 21 вересня 2018 р. за № 1090/32542) [22].

6.2 Вимоги до обслуговуючого персоналу і засобів захисту

Персонал повинен пройти вступний інструктаж по безпеці праці у відповідності з Державними стандартами і знати:

- призначення і зміст виконуваних технологічних операцій і їх зв'язок з іншими операціями процесу;

- будова обслуговуючих машин, призначення загородження і запобіжних пристосувань, що забезпечують безпеку роботи;
- можливі небезпечні і шкідливі виробничі фактори характерні для виконуючої роботи;
- методи і прийоми безпечного виконання операцій;
- правила пожежної безпеки;
- способи надання медичної допомоги потерпілим при нещасних випадках;
- правилами використання засобів індивідуального захисту.

До механізованих робіт особи молодші 17 років допускаються лише з наставником. Особи, допущені до робіт на машинах, повинні мати відповідні свідоцтво на право керування ними.

До робіт із застосуванням пестицидів допускаються особи не молодші 18 років, які пройшли медичний огляд, здавши залік по технічному. Вагітні жінки і жінки які годують грудьми, а також інші особи в відповідності за наказом Міністерства охорони здоров'я України до таких робіт не допускається.

До роботи з сильнодіючими високотоксичними речовинами допускаються особи, які мають досвід цієї роботи або які пройшли відповідну підготовку на спеціальних курсах.

Для захисту органів дихання, відкритих шкіряних покриттів, рук, ніг, голови, обличчя, очей працюючі повинні бути забезпечені відповідними засобами індивідуального захисту. Засоби індивідуального захисту видаються в відповідності з діючими типовими галузевими нормами безплатною видачею спеціальної одежі, спеціального взуття і інших засобів індивідуального захисту.

Підбір засобів індивідуального захисту покладається на осіб відповідальних за проведення робіт.

6.3 Вимоги до виробничого устаткування і технологічних процесів

Виробниче устаткування повинно бути безпечним при експлуатації,

ремонті, транспортуванні, зберіганні і відповідати Державним стандартам.

Одночасне обслуговування одним робітником двох і більше сівалок забороняється. Для короткочасного відпочинку і приймання їжі в полі потрібно використовувати пересувні приміщення (вагончики), обладнанні згідно санітарно-гігієнічних вимог.

Проектування, організація і проведення технологічних процесів повинні передбачати:

- ліквідація прямого контакту працюючих з протравленим насінням при їх навантаженні в сівалки і під час посіву;
- комплексну механізацію, автоматизацію, застосування пристроїв для усунення зривів технологічного процесу з робочого місця тракториста;
- ущільнення насіннєвих і тукових ящиків посівних агрегатів;
- систему контролю (дистанційного зв'язку) і управління технологічним процесом із кабіни трактора;
- забезпечення трактористу вільного огляду із кабіни робочих органів причіпних сільськогосподарських машин;
- автоматичне приєднання трактора до посівних агрегатів, не вимагаючих знаходження в зоні приєднання робітників.

В період експлуатації стан системи керування причіпними посівними агрегатами, справність запобіжних пристроїв, шлангових з'єднань повинні забезпечувати безпечне виконання технологічного процесу і технологічного обслуговування.

Кришки насіннєвих і тукових бункерів сівалок повинні щільно закриватися і надійно фіксуватися при допомозі запірною пристрою, а при необхідності – вільно відкриватися. Машини, знаряддя і обладнання без захисних загороджень вузлів, які обертаються і рухаються, експлуатувати забороняється.

Агрегати, в склад яких входять причіпні машини, обладнанні робочим місцем, повинні мати справні пристосування дистанційного зв'язку, підставні дошки і загородження. Зчіпний пристрій агрегатів, в склад яких входять

причіпні машини, повинен обладнуватися страхувальним ланцюгом і тросом.

Режим технологічних процесів сівби повинні забезпечувати погодження роботи машинно-тракторних агрегатів, викликаючих виникнення небезпечних і шкідливих виробничих факторів:

- сівалки і обладнання повинні мати можливість транспортуватися по дорогах загального значення з габаритом ширини не більше 2,5 м і бути обладнані світловими відбивачами;

- захисні кожухи посівних машин повинні бути вимальовані у червоний або жовтий колір, що відрізняється від кольору машини;

- при виїждженні агрегату (трактора з причіпною машиною) необхідно перевірити надійність причіпного обладнання;

- при груповому методі використання агрегатів починати роботу потрібно тільки по сталому сигналу, попередньо переконавшись в тому, що їх рух не погрожує небезпекою для оточуючих.

Завантаження посівних агрегатів потрібно виконувати в полі:

- перегін посівних агрегатів з завантаженими зернотуковими бункерами забороняється;

- поворот причіпних машин потрібно здійснювати з виглибленими із ґрунту робочими органами;

- перед початком маневрування (поворот, розворот) посівний агрегат потрібно зупинити, дати можливість сіяльнику відійти на небезпечну відстань і тільки після цього на швидкості 3 – 4 км/год., продовжувати маневр.

Сівбу протравленого насіння пестицидами і мінеральними добривами потрібно проводити при швидкості вітру не більше 4 м/с.

Безпечність і надійність роботи машинно-тракторного агрегату багато залежить від того, як він підготовлений до експлуатації. З метою захисту тракториста від травми при перекиданні, всі трактори повинні постачатися міцними суцільнометалевими кабінами або каркасами.

Підлога кабіни трактора повинна бути виготовлена із матеріалу, маючи рифи висотою 1 - 2,5 мм або отвори розмірами від 4 до 20 мм. Стеля кабіни

трактора над сидінням механізатора повинна мати пом'якшуючу обшивку.

Машини повинні мати чистик для чистки робочих органів і знарядь. Наявність чистика обумовлюється в технічній документації на машину.

На причіпній сівалці, де в процесі здійснення технологічного процесу обслуговуючий персонал, знаходячись на машині, повинен під час роботи переміщуватися відносно неї, необхідно передбачати поруччя і площадку без розриву шириною не менше 350 мм з запобіжним бортиком на передній частині висотою 100 мм. В середній частині площадка повинна бути обладнана опорно-запобіжною конструкцією не менше 1/3 довжини площадки або перилами на висоті 900 мм.

На сівалках повинно бути передбачено пристосування для контролю за роботою висівних апаратів і рівня насіння і туків в бункері і ящиках з місця водія.

6.4 Техніка безпеки при роботі на стенді

До роботи на стенді допускаються особи віком не молодше 18 років, які пройшли медичний огляд, навчання та інструктаж на робочому місці. Працівник повинен користуватися спецодягом і засобами індивідуального захисту, виконувати тільки ту роботу, за якою він проінструктований і яка доручена керівником робіт. На робочих місцях повинні бути відповідні інструкції з охорони праці під час роботи з інструментом, обладнанням і пристроями. Не дозволяється виконувати роботи на несправному обладнанні та використовувати обладнання та інструмент не за призначенням.

Технологічне обладнання повинно бути забезпечено зручними в експлуатації запобіжними пристроями, що забезпечують добрий огляд і видимість обладнання і сівалки, що налагоджується та захист очей.

Всі деталі і вузли приводу стенда, які рухаються і обертаються, повинні мати захисні кожухи і відповідні написи на них.

Для виконання робіт на стенді повинно бути виділено спеціальне приміщення або окреме робоче місце, на якому повинно бути вільний доступ до всіх необхідних вузлів як стенда, так і сівалки.

Пристрої, призначені для роботи під навантаженням (металеві підставки, домкрати тощо), слід щоденно оглядати перед початком роботи. Ручні важільно-рейкові домкрати повинні виключати самовільне опускання вантажу при знятті зусилля з важеля або рукоятки, забезпечуватися стопорами, що виключають вихід гвинта або рейки при знаходженні штоку у верхньому крайньому положенні. Витікання рідини або повітря з робочих циліндрів домкратів або підйомників під час переміщення вантажів не допускається.

Для перенесення інструменту, якщо це потрібно за умовами роботи, кожному працівникові видається сумка або легкий переносний ящик. Для складання дрібних нарізаних заготовок повинна бути передбачена спеціальна тара, що забезпечує зручне транспортування і безпечне зачалування при транспортуванні краном. Тара повинна бути міцною, розрахованою на необхідну вантажопідйомність, мати напис про максимально допустиме навантаження і періодично перевірятись та випробовуватися.

Перед включенням стенду слід подавати відповідний сигнал і впевнитися, що поруч немає сторонніх осіб.

Виконання всіх правил з охорони праці забезпечить ефективну роботу із запобіганням травм і нещасних випадків.

7 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЄКТУ

Доцільність впровадження нововведень підтверджується економічною ефективністю. Новизна повинна не тільки не уступати базовому варіантові, а й перевищувати його за певними показниками.

В економічних розрахунках, пов'язаних з ефективністю використання машин при виконанні механізованих робіт застосовують, головним чином, прямі і приведені експлуатаційні витрати і розрахунок затрат праці.

Всі складові експлуатаційних витрат розділяють на три групи і витрати що залежать від балансової вартості, встановлених нормативів, відрахувань і строку служби машини; витрати пов'язані з витратою праці; витрати, що залежать від обсягу фактичного наробітку й витрати паливо-мастильних матеріалів. Відношення прямих експлуатаційних витрат до одиниці наробітку (продуктивності) називають питомими.

Для визначення економічної ефективності конструктивної розробки визначимо капітальні вкладення на розробку стенда за формулою:

$$C_p = C_m + C_v + C_c + C_{зп} + C_{нв} , \quad (7.1)$$

де C_p – капітальні вкладення на розробку стенда, грн.;

C_m – вартість матеріалів, витрачених на виготовлення конструкції, грн.;

C_v – витрати на виготовлення деталей, грн.;

C_c – вартість стандартних виробів, (редуктор, підшипника, ланцюг), грн.;

$C_{зп}$ - заробітна плата, грн.;

$C_{нв}$ - накладні витрати, грн.

Вартість матеріалів для виготовлення конструкції визначимо за формулою:

$$C_m = G \cdot \Pi_m, \quad (7.2)$$

де G – маса металу, необхідна для виготовлення стенда, кг;

Π_m – середня ціна одного кілограму металу грн./кг.

$$C_m = 80 \cdot 5 = 400 \text{ грн.}$$

Витрати на виготовлення деталей визначимо за формулою:

$$C_b = t \cdot C_c \cdot K_t \quad (7.3)$$

де t – трудомісткість на виготовлення деталей,

$$t = 30 \text{ люд. год.};$$

C_c – годинна ставка робітника по п'ятому розряду (з врахуванням мінімальної заробітної плати 8000 грн),

$$C_c = 43,5 \text{ грн./год};$$

K_t – коефіцієнт який враховує доплати до основної заробітної плати,

$$K_t = 1,25.$$

$$C_b = 30 \cdot 43,5 \cdot 1,25 = 1631,3 \text{ грн.}$$

Заробітна плата робітників зайнятих на збирання конструкції визначаємо за формулою:

$$C_{36} = t_{36} \cdot K_c \cdot C_c \quad (7.4)$$

де t_{36} – трудомісткість збирання конструкції,

$$t_{36} = 14 \text{ люд. год.};$$

K_c – коефіцієнт, який враховує додаткові витрати часу на збирання конструкції, $K_c = 1,2$.

Тоді,

$$C_{36} = 14 \cdot 1,2 \cdot 43,5 = 730,8 \text{ грн.}$$

Вартість стандартних виробів буде становити складається із вартості редуктора, підшипників та привідного ланцюга взятих згідно прейскуранту,

$$C_c = 1525 \text{ грн.}$$

Накладні витрати на виготовлення конструкції визначимо за формулою:

$$C_{\text{нв}} = \frac{(C_{\text{с}} + C_{\text{зб}})R}{100}, \quad (7.5)$$

де R – коефіцієнт який враховує накладні витрати, $R = 50\%$,

Тоді,
$$C_{\text{нв}} = \frac{(1631,3 + 730,8) \cdot 50}{100} = 1181,1 \text{ грн.}$$

Отже, витрати на виготовлення стенда будуть становити

$$C_p = 400 + 1631,3 + 730,8 + 1525 + 1181,1 \approx 5468 \text{ грн.}$$

Для сівби зернових культур технологічну наладку сівалок в господарстві виконує, ланка, до складу якої входить агроном і один працівник. Тривалість налагоджування однієї сівалки становить 3 години.

При умові застосування для налагодження сівалки стенда цю не операцію виконує один працівник під керівництвом агронома, протягом 1 години.

Трудовісткість налагодження однієї сівалки визначається за формулою:

$$T = m \cdot t \quad (7.6)$$

де T – трудовісткість налагодження сівалки, люд. год.;

m – кількість працівників;

t – тривалість налагодження однієї сівалки.

Отже, трудомісткість налагодження сівалки буде становити:

Без застосування стенда

$$T_1 = 2 \cdot 3 = 6 \text{ люд. год.}$$

При умові застосування стенда:

$$T_2 = 2 \cdot 1 = 2 \text{ люд. год.}$$

Річний економічний ефект від застосування стенда в господарстві визначимо за формулою:

$$E = (T_1 - T_2)C_c \cdot N \quad (7.7)$$

де N – кількість технологічних налагодок сівалок, які потрібно відрегулювати протягом року для сівби зернових культур в господарстві.

В господарстві в середньому сіють три сорти озимої пшениці, два сорти озимого ячменю, два сорти ярого ячменю, три сорти гороху, три сорти сої і інші культури. Технологічне налагодження здійснюють при зміні культури і сорту.

Враховуючи вище сказане і наявність в господарстві рядкових сівалок типу СЗ–3,6 – 10 штук, то в господарстві щорічно здійснюють в середньому більше 40 технологічних налагоджень сівалок.

Тоді, економічний ефект від запровадження стенда буде становити:

$$E = (6 - 2) \cdot 43,5 \cdot 40 = 6960 \text{ грн.}$$

Окупність даного стенда визначаємо за формулою:

$$I_o = \frac{C_p}{E} \quad (7.8)$$

де C_p – витрати на виготовлення стенда, $C_p = 5468$ грн.;

Е – економічний ефект.

$$I_o = \frac{5468}{6960} = 0,8 \text{ року.}$$

Результати розрахунків економічної ефективності використання стенда для технологічного налагодження сівалок типу СЗ – 3,6 зведено в таблицю

Таблиця 7.1 – Економічна ефективність проекту

ПОКАЗНИКИ	Налагодження сівалок		Відхилення
	без стенда	із стендом	
1. Витрати на виготовлення стенда, грн.		5468	
2. Тривалість налагодження однієї сівалки, год.	3,0	1,0	-2,0
3. Кількість працівників необхідних для налагодження однієї сівалки	2	2	
4. Трудомісткість налагодження однієї сівалки, люд. год.	6,0	2,0	-4,0
5. Річна кількість налагоджень сівалок	40	40	0
6. Річний економічний ефект, грн.		6960	
7. Термін окупності витрат на виготовлення стенда, років.		0,8	

Отже, результати розрахунків економічної ефективності показників показують, що запровадження стенда для технологічної наладки сівалок в господарстві дозволить одержати річний економічний ефект 6960 грн., термін окупності стенда протягом року.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Головна задача сівби полягає в оптимальному розміщенні насіння в ґрунті, яке забезпечує одержання найбільшого врожаю. При цьому до сівби як до технологічного процесу висуваються три основні вимоги: висів заданої кількості насіння на одиницю площі поля; рівномірне розміщення його на площі поля; загортання на відповідну (однакову) глибину в ґрунт.

2. Фізико-технологічні характеристики насіння основних зернових культур суттєво відрізняються між собою і для проєктування і налагоджування сівалок треба знати мінімальні і максимальні значення їх характеристик.

3. Аналіз сучасних зернових рядових сівалок показує, що ринок наповнений великою кількістю різних за конструкцією і характеристиками як окремих сівалок для використання в малих господарствах, так і посівних високопродуктивних комплексів.

4. Розробка і застосування станду для налагодження сівалок дає можливість покращити точність регулювань, зменшити час на підготовку сівалок до роботи, а значить і скоротити строки посівних робіт, а також зменшити витрати насіннєвого матеріалу до 10%. Проведені розрахунки дали можливість визначити основні параметри станду.

5. Приведені в роботі заходи з охорони праці можуть бути використані в господарстві при організації робіт з охорони праці і проведенні інструктажів на виконанні польових робіт.

6. Результати розрахунків економічної ефективності показують, що впровадження розробленого станду для налагодження і регулювань сівалок дозволить одержати річний економічний ефект в сумі 6960 грн. Термін окупності витрат на удосконалення становить 0,8 років.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Мамонова Н., Бородіна О., Браян Кунс. Українське сільське господарство у воєнний час: стійкість, реформи та ринки// <https://www.tni.org/uk/article/ukrainian-agriculture-in-wartime>.
2. Сас І., Висоцька О., Литовченко В. Аналітичний огляд ринку зернових культур в умовах війни: дилеми експортних перевезень залізничним транспортом України// <https://academy-vision.org/index.php/av/article/view/77>
3. Басинець О. Вперше в умовах війни вирощування зернових стало прибутковим – УКАБ 17 січня 2025 // <https://superagronom.com/news/20163-vpershe-v-umovah-viyni-viroshchuvannya-zernovih-stalo-pributkovim--ukab>.
4. Вперше в умовах війни всі зернові стали прибутковими <https://agravery.com/uk/posts/show/vperse-v-umovah-vijni-vsi-zernovi-stali-pributkovimi>.
5. Рік війни в цифрах <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/3675809-virobnictvo-zernovih-https://superagronom.com/media/infographics/original/00/00/74/Zernovi-superagronom-32526.pngv-ukraini-torik-skorotilos-na-37-ukab.html>.
6. Світове виробництво пшениці: скільки було вирощено та експортовано за два роки// <https://www.slovoidilo.ua/2023/01/03/infografika/svit/svitove-vyrobnyczstvo-pshenyczi-skilky-bulo-vyroshheno-ta-eksportovano-dva-roky>
7. Україна зібрала рекордний урожай - 106 млн тонн олійних та зернових культур// b.ua/economics/2021/12/21/501465_ukraina_zibrala_rekordniy_urozhay.html.
8. Статистичний збірник “Сільське господарство України»: за 2013 рік/ Державний комітет статистики України. – К., 2014. – 400 с.
9. Мельник Л.Л. Проблемні питання щодо напрямів використання зерна в Україні/ Л.Л.Мельник, С.В.Васильєв, В.О.Олексюк// Агросвіт. - 2015. - №22. - С. 11-17.

10. Кобець А.С., Іщенко Т.Д., Волик Б.А., Демидов О.А. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: Навчальний посібник. – Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 2009. – 84 с.
11. Зернові культури – основні види, популярні сорти та умови вирощування://<https://agrosep mash.ua/uk/zernovi-kulturi-osnovni-vidi-populyarni-sorti-ta-umovi-viroshhuvannya/>.
12. Характеристика зернових культур// <https://foodtechnology.pro/sposoby-zberigannya-zernovyyh-mas/harakterystyka-zernovyyh-kultur>.
13. Механізація вирощування сільськогосподарських культур в Україні/ А.С.Кобець, О.Д.Деркач, М.І.Ролдугін, В.М.Яцук, П.М.Кухаренко, А.М.Пугач; Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет. – Дніпропетровськ, 2014. – 285 с.
14. Артим А. Зернові сівалки: огляд сучасних моделей. - 09.10.2021// <https://agroelita.info/zernovi-sivalky-ohliad-suchasnykh-modeley/>.
15. Сільськогосподарські машини: підручник/ Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: «Агросвіт», 2015. – 679 с.
16. Кобець А.С. Основи теорії робочих органів сільськогосподарських машин: Навчальний посібник/ Дніпропетровський державний аграрний університет. – Дніпропетровськ, 1999. – 204 с.
17. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Том 1 - 5.- Харків, Око. – 2003. – с. 375.
18. Довідник сільського інженера /Гречкосій В.Д., Погорілець О.М., Ревенко І.І, та ін.: За ред. Гречкосія В.Д. К.: Урожай, 1988.- 360 с.
19. Агроекологія. Навчальний посібник /Городній М.М., Шикула М.К., Гутков І.М. - К. : Вища школа,1993.-192 с.
20. Машиновикористання та екологія довкілля: Підручник/ Головчук А.Ф., Лімонт А.С., Бондаренко М.Г. За ред. А.Ф. Головчука.–К.:Грамота, 2007. - 360 с.

21. Целинський В.П. Охорона праці в рослинництві. – К.: Урожай, 1991. – 80 с.

22. Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві// Затверджені наказом Міністерства соціальної політики України 29 серпня 2018 року № 1240, зареєстровано в Міністерстві юстиції України 21 вересня 2018 р. за № 1090/32542.

23. Вініченко І.І, Сітковська А.О. Методичні рекомендації з економічного обґрунтування дипломних робіт для студентів факультету механізації сільського господарства// Дніпропетровськ: ДДАЕУ, 2016. – 27 с.