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
ступеня вищої освіти «Бакалавр» на тему:

Удосконалення техніко-технологічного забезпечення сівби сільськогосподарських культур з розробкою енергозберігаючого посівного комплексу

Виконав: студент 4 курсу, групи АІС-3-23
за спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Роман РИЖИЙ

Керівник: _____ Наталія ПОНОМАРЕНКО

Рецензент: _____ _____

Дніпро 2026

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин
Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»
Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
ТСГМ
(назва кафедри)
доцент
(вчене звання)
_____ Теслюк Г.В.
(підпис)
(прізвище, ініціали)
«____» _____ 2026 р.

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

Рижому Роману Вікторовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Удосконалення техніко-технологічного забезпечення сівби сільськогосподарських культур з розробкою енергозберігаючого посівного комплексу
керівник роботи Пономаренко Наталія Олександрівна, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом вищого навчального закладу від
«__» _____ 2026 року №

2. Строк подання студентом роботи 24.05.2026 р.

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

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). 1. Характеристика виробничої діяльності господарства. 2. Огляд конструкції сівалок та посівних комлексів 3.

Теоретична частина. 4. Охорона праці. 5. Техніко-економічна оцінка розробки. Висновки та пропозиції. Бібліографічний список.

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

1. Огляд конструкцій машин. 2. Посівний комплекс (Вид загальний) 3. Рама 4. Креслення деталей (сошник, подільник). 5. Техніко-економічні показники.

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Пономаренко Н.О., доцент		
2	Пономаренко Н.О., доцент		
3	Пономаренко Н.О., доцент		
4	Пономаренко Н.О., доцент		
5	Пономаренко Н.О., доцент		

7. Дата видачі завдання: 19.02.2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	до 20.03.2026 р.	**Виконав**
2	Технологічний	до 03.04.2026 р.	**Виконав**
3	Конструкційний	до 28.04.2026 р.	**Виконав**
4	Охорона праці	до 12.05.2026 р.	**Виконав**
5	Економічний	до 20.05.2026 р.	**Виконав**
6	Демонстраційна частина	до 24.05.2026 р.	**Виконав**

Студент _____ Рижий Р.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Пономаренко Н.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

№ з/п	Формат	Позн.	Найменування	Кіл-ть арк.	№ арк.	Прим.
1			Текстові документи			
2						
3	А4	52ДП.033 000 000 ПЗ	Пояснювальна записка	79		
4						
5			Графічні матеріали			
6						
7			Огляд конструкцій	1	1	
8	А1	52ДП.033000.000.ВЗ	Комплекс посівний	1	2	
9	А1	52ДП.033006.000.СК	Рама	1	3	
10	А2	52ДП.033009.000	Подільник	1	4	
11	А3	52ДП.033010.000	деталювання	1	4	
12	А4	52 ДП.033011.000	деалювання	1	4	
13	А4	52 ДП.033012.000	деталювання	1	4	
14			Техніко-економічні показники впровадження	1	5	
15						
16						

				52ДП. 033 000 000 ПЗ		
Ізм.	Лист	.№ докум.	Підп.			
Розроб.		Рижий Р.В.		Відомість дипломною проекту	Літ	Лист	Листів
Перев.		Пономаренко Н			У	1	
Т. контр.					ДДАЕУ		
Н. контр.							
Затв.		Теслюк Г.В.					

АНОТАЦІЯ

Рижий Р.В. Удосконалення техніко-технологічного забезпечення сівби сільськогосподарських культур з розробкою енергозберігаючого посівного комплексу / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро 2026.

У вступній частині дипломного проекту представлена виробничо-господарська характеристика в ТОВ «ЗОРЯ» та його основні техніко-економічні показники.

В другій частині зроблений огляд особливостей конструкцій сучасних посівних агрегатів та дана оцінка якості їх роботи.

В теоретичній частині описано удосконалення посівного комплексу, обґрунтовано та розраховано його основні технологічні та конструктивні параметри

Окремою частиною представлені заходи з охорони праці.

В п’ятому розділі дана оцінка якості роботи по результатах порівняльних випробувань.

Розраховано економічну ефективність від впровадження удосконаленого посівного комплексу порівняно з базовим

СІВАЛКА, ТОВ «ЗОРЯ», ПОСІВНИЙ КОМПЛЕКС, ЛАПА-СОШНИК, РАМА, ПОДІЛЬНИК

ЗМІСТ

ВСТУП 7
1. ВИРОБНИЧО-ГОСПОДАРСЬКА ХАРАКТЕРИСТИКА ТОВ «ЗОРЯ» 8
1.1. Загальна характеристика господарства 8
1.2. Техніко-економічні показники господарства 8
1.2.1. Ґрунтово-кліматичні умови ведення господарської діяльності 8
1.2.2. Матеріально-технічна база господарства 9
1.3. Технології вирощування озимої пшениці 11
1.4. Технології вирощування ячменю 17
1.5. Обґрунтування задач дипломного проекту 21
2. ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ МАШИН 22
2.1. Особливості конструкцій та принципу роботи рядкових сівалок 22
2.2. Особливості конструкцій та принципу роботи сівалок прямого посіву 26
2.3. Особливості конструкцій та принципу роботи сівалок-культиваторів 30
2.4. Особливості конструкцій та принципу роботи посівних комплексів 31
3. ОБҐРУНТУВАННЯ ТА РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ПОСІВНОГО КОМПЛЕКСУ 35
3.1. Обґрунтування удосконалення посівного комплексу 35
3.2. Визначення технологічних параметрів посівного комплексу 39
3.3. Розрахунок елементів конструкції посівного комплексу на міцність 40
3.3.1. Методика розрахунку параметрів пружної стійки просапного культиватора. 40
3.3.2. Перевірочний розрахунок запобіжного пристрою. 42
4.3.3. Розрахунок запобіжної пружини. 44
3.3.4. Розрахунок різьбових з’єднань, що сприймають поперечне навантаження. 46
3.3.5. Розрахунок зварних з’єднань. 46
3.4. Рекомендації по використанню та технічному обслуговуванню посівного комплексу 48
3.4.1. Загальні відомості по використанню посівного комплексу: 48
3.4.2. Технічне обслуговування посівного комлексу. 50
3.4.3. Зберігання посівного комплексу. 52
3.4.4. Розконсервація 53
4. ОХОРОНА ПРАЦІ 54
4.1. Загальний аналіз стану охорони праці в господарстві 54
5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА 61
5.1 Вихідні дані 61
5.2 Розрахунок продуктивності праці 62
5.3. Визначення витрат на оплату праці, ПММ, добрива, амортизацію 63
5.4. Визначення чистого прибутку 67
ВИСНОВКИ 68
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ 70
ДОДАТКИ 70

ВСТУП

Зернові культури – основа сільськогосподарського виробництва. Зерно є основним енергетичним джерелом життєдіяльності людського організму. У структурі продуктів харчування зернові та зернобобові культури становлять 76%. На бульбо- і коренеплоди, овочі, фрукти та цукор припадає тільки 17,2% виробництва продуктів харчування.

Із зерна виробляють основні продукти харчування – хліб, крупу, макарони, кондитерські вироби тощо. Близько половини світового виробництва зерна використовується на корм худобі. У тваринництві використовують також полову, значну частину соломи. Зернові культури вирощують для одержання зеленої маси, силосу, сінажу, сіна, трав'яного борошна.

Зерно і солому використовують як сировину для технічної переробки. Із зерна виробляють пиво, спирт, крохмаль, глюкозу та ін. Зерно зберігає свої добрі поживні властивості впродовж багатьох років.

Світове виробництво зерна пшениці складає близько 580 млн. тонн, або близько 27 % всього виробництва зерна у світі (2010 млн.т). В Україні вирощується два види: пшениця м'яка і пшениця тверда. Пшениця м'яка використовується для випікання хлібобулочних і кондитерських виробів, тверда – для виготовлення високоякісних макаронних виробів, манної крупи. Цінність пшениці обумовлює вдале поєднання білків і вуглеводів.

1. ВИРОБНИЧО-ГОСПОДАРСЬКА ХАРАКТЕРИСТИКА ТОВ «ЗОРЯ»

1.1. Загальна характеристика господарства

ТОВ «Зоря» знаходиться в с. Гаврилівка Синельниківського району Дніпропетровської обл. (рис. 1.1.). Господарство створено в 2002 році.

Після 27.08.2025 року ТОВ «Зоря» не проводить технологічних операцій у звязку з тим, що вони уже є територією активних бойових дій. Проте, товариство існує, люди працевлаштовані, взято в оренду в району Дніпра 450 га орних земель.

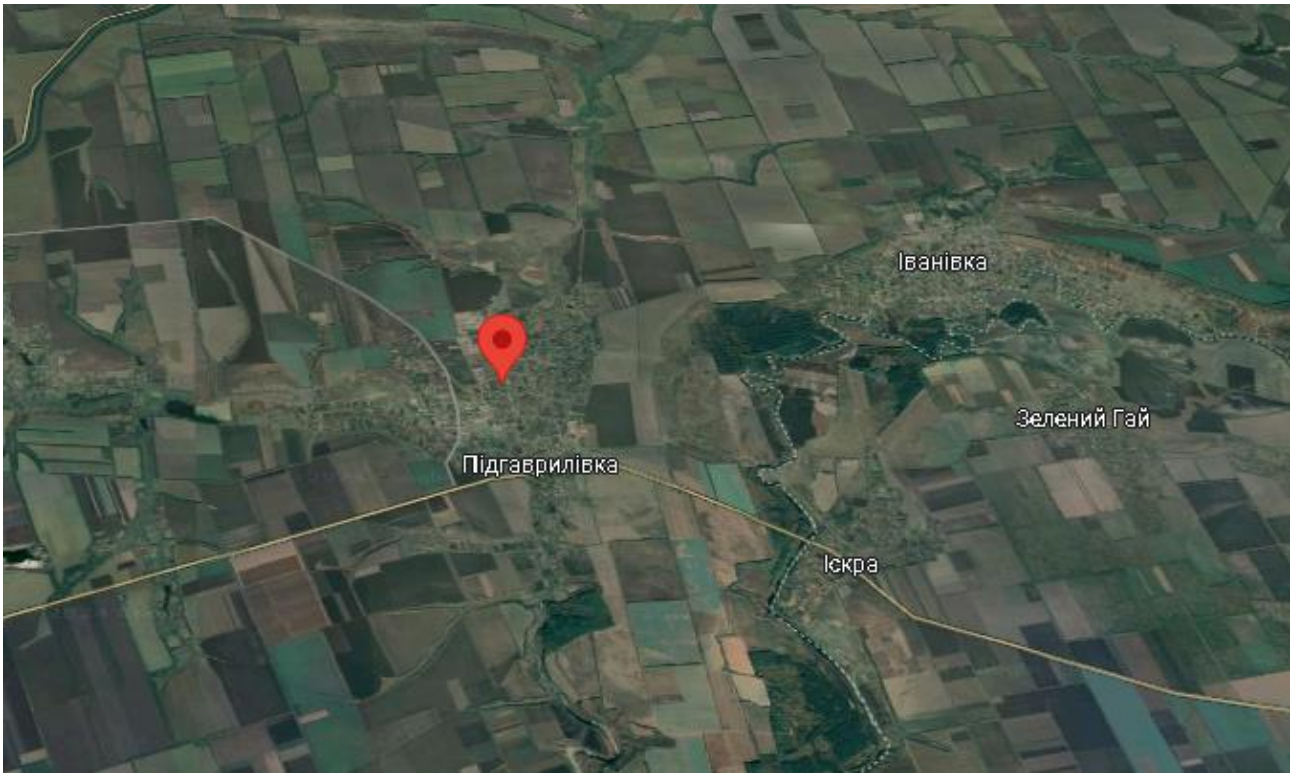


Рис. 1.1. – Місце знаходження господарства на карті району

ТОВ «Зоря» володіє площею 662 гектарів сільськогосподарських земель. На цих теренах ведеться вирощування різноманітних зернових культур, включаючи озимі та ярі види, такі як пшениця, кукурудза, соняшник та інші.

1.2. Техніко-економічні показники господарства

1.2.1. Ґрунтово-кліматичні умови ведення господарської діяльності

Господарство розташоване в помірно континентальній зоні України з кліматом, що характеризується помірною теплотою та задовільним

зволоженням. У цій зоні відзначаються суми активних температур, перевищують +18ºС, та річні опади у межах 265–870 мм. Найхолодніший місяць - лютого з середньою температурою близько -14ºС. Весняний період встановлюється при середній добовій температурі +13ºС. Літо в цій зоні тепле, з невеликою кількістю опадів, максимальна температурою у серпні, яка може сягати +40,2ºС, та середньодоба температурою +20...23ºС. Безморозний період триває від 130 до 194 днів.

Рослинність у цій зоні характеризується наявністю листяних та хвойних лісів, а також трав'яної рослинності степових луків. Ґрунти в основному належать до сірих лісових і дерново-підзолистих типів. Сірі лісові ґрунти відрізняються вираженим горизонтом гумусу, слабко-кислим реакцією та вмістом органічних речовин. Основні методи збільшення родючості таких ґрунтів включають поглиблення орного шару, використання добрив, вапнування, травосіяння та запобігання ерозії.

1.2.2. Матеріально-технічна база господарства

При виконанні намічених і інтенсивних планів організації та вирощування сільськогосподарської продукції, важливе значення має наявність земельних угідь та структура посівних площ. В таблиці 1.1. приведена структура наявних земель, а в таблиці 1.2. приведена структура посівних площ.

Табл. 1.1.

Структура земельних угідь господарства

Назва угідь	Площа, га	Структура, %
Загальна площа	662	100
з них: темно-сірі ґрунти	132	20
опідзолені чорноземи	213	32
типові чорноземи	317	48

Табл. 1.2.

Культури, що вирощує господарство у різні роки

№ п/п	Культура	Площа посіву, га	Урожайність, ц/га
1	Озима пшениця	450,0	52,0
2	Озиме жито	110,0	40,5
3	Кукурудза на зерно	300,0	50,5

4	Соя	325,0	16,0
5	Соняшник	250,0	19,0

Перелік наявної в установі техніки приведений в таблиці 1.3. За потреби в господарстві відбувається оренда як тракторів і комбайнів, так і сільськогосподарської техніки.

Табл. 1.3.

Склад машинно - тракторного парку

Найменування та марки	Наявність
Трактори:	
Т – 150	1
Т – 150 К	2
ЮМЗ – 6 Л	1
МТЗ 1522	2
Т – 25	2
Автомобілі самоскиди:	
КАМАЗ-5510	2
Зернозбиральні комбайни:	
Claas «Домінатор»	2
«Обрій»	1

Перелік наявної в установі сільськогосподарської техніки приведений в таблиці 1.4.

Табл. 1.4.

Наявність сільськогосподарських машин

Найменування та марки	Наявні
1	2
Сівалки:	
СЗ-5,4	1
СУПН-12А	1
Horsch Focus TD	1
Плуги:	
ПЛН-5-35	9
Агро 3	2
Lemken Gigant 800	1
Культиватори:	
КПС-4	3
УСМК-5,4	1
КРН-8,4	2

Борони:	
БДТ-7	4
БЗСС-1,0	20
БЗТС-1,0	16
1	2
Лущильники:	
ЛДГ-15	6
АКМ-4М	4
Розкидачі:	
НРУ-0,5	3
МВУ-5	1
Оприскувачі:	
ОП-2000	2
ОП-20002-0	2

Також є склади для зберігання зерна, але застосовують все частіше варіант задачі зерна одразу на елеватори. На току зерно сушать в сушарках, потім відокремлюють домішки. Мінеральні добрива зберігаються в спеціально відведеному сховищі, де на них не потрапляють сніг, вода, а також сонячні промені.

1.3. Технології вирощування озимої пшениці

Озима пшениця. Попередники. Сучасні високопродуктивні сорти озимої пшениці відзначаються підвищеними вимогами до родючості ґрунту, вмісту вологи в ньому та його чистоти від бур'янів. У зв'язку з цим зростає роль попередників при вирощуванні таких сортів. Попередники для озимої пшениці добирають з урахуванням району вирощування, структури посівних площ, реакції сортів на попередник. У посушливих та напівпосушливих південних районах її висівають, насамперед, після тих попередників, які най- менше висушують кореневмісний шар ґрунту і після яких обробітком ґрунту створюються сприятливі умови вологозабезпечення сходів, у районах достатнього зволоження – після тих, які забезпечують оптимальні строки сівби, сприятливий поживний режим ґрунту і мінімальну його засміченість бур'янами. За даними наукових досліджень та виробничої практики, кращими

попередниками для пшениці в Степу України є чорні та зайняті пари, горох, однорічні та багаторічні трави, при зрошенні – люцерна, у Лісостепу – зайняті пари, горох, багаторічні трави на один укіс, на Поліссі – зайняті та сидеральні (люпинові) пари, горох, рання картопля, льон-довгунець. Приріст урожаю зерна пшениці, розміщеної після кращих попередників, досягає 7-10 ц/га і більше порівняно з розміщенням її після стерньових попередників. Цілком задовільними попередниками для озимої пшениці є кукурудза та силос, ріпак, гречка та деякі стерньові попередники, зокрема озима пшениця, посіяна після чорного пару або багаторічних трав.

Дослідженнями встановлено, що добрий врожай пшениці можна одержати і після гірших попередників. Проте це завжди пов'язано з додатковими витратами добрив, гербіцидів, засобів захисту рослин від хвороб, шкідників. Серед інтенсивних сортів, районованих у Степу, особливо високою реакцією на попередники відзначається Безоста 1, Одеська напівкарликова та інші коротко- і середньостеблові сорти, які при сівбі після кращих попередників забезпечують приріст урожаю до 15-20 ц/га. У Лісостепу до таких сортів належать Донська напівкарликова, Вікторія одеська, Киянка, на Поліссі – Ганна, Миронівська 33 та інші. Сорти високорослі, схильні до вилягання, доцільно висівати після задовільних по- передників.

Обробіток ґрунту. Основною метою обробітку ґрунту в посушливих районах є збереження вологи на час сівби пшениці, у районах достатнього зволоження – боротьба з бур'янами, якісна заробка післяжнивних решток і добрив, особливо при розміщенні озимої пшениці після кукурудзи, багаторічних трав і внесенні органічних добрив, створення дрібногрудочкуватого посівного шару – з перевагою (не менше 80%) грудочок діаметром 1-3 см. Захід, спосіб і глибина обробітку ґрунту залежить в основному від попередника, наявності вологи, забур'яненості, ґрунтових умов. Після ранніх попередників проводять лущення ґрунту на 5-7 см, мілкий обробіток на глибину від 8 до 16 см. В районах достатнього зволоження та на легких за механічним складом ґрунтах можна провести оранку на глибину не більше 20-22 см. Подальший обробіток упродовж літа полягає у боронуваннях,

суцільних культиваціях паровим культиватором для знищення бур'янів і доведення посівного шару до дрібногрудочкуватого шару. Після пізніх попередників, враховуючи обмеженість у часі між збиранням врожаю попередньої культури та сівби озимини, можна обмежитись кількаразовим дискуванням на глибину 6-8 см або обробітком комбінованим агрегатом на мінімально можливу глибину. Орати у цьому випадку недоцільно в усіх зонах країни навіть з позицій енерговитрат. Після багаторічних трав потрібно провести дискування на глибину 10-12 см, а по- тім суцільну глибоку культивацію для підрізання кореневих систем у горизонтальному напрямку. Непогані результати досягаються при обробітку цього попередника комбіно-ваним агрегатом АКП- 2,5 або АКП –5,0 на 10-12 см. На Поліссі та в північному Лісостепу після дискування можна здійснити оранку на 20-22 см. Подальший обробіток ґрунту аналогічний тому, що проводиться після ранніх попередників. Класична схема обробітку чорного пару (в Степу та деяких районах Лісостепу) полягає в наступному: лущення ґрунту на 5-7 см, оранка на 28-30 см, ранньовесняне боронування, пошарові культивації на глибину від 10-12 до 6-7 см, а також боронування після опадів. На зайнятих парах, які рано звільняються від врожаю парозаймаючої культури та забур'янені кореневищними бур'янами (пирієм повзучим, гострецем, хвощем польо- вим), а також після запирієних стерньових попередників проводять дворазове диску-вання на глибину залягання кореневищ (10-12 см) та оранку з коткуванням після появи "шилець" пирію на глибину до 25-27 см. Пирій іноді знищують також вичісуванням (частіше на Поліссі). Ефективне застосування на вегетуючих рослинах гербіцидів: раундапу – 3,5-4 кг/га, ф'юзелату – 3-4 кг/га.

При наявності коренепаросткових бур'янів (осоту, березки польової та ін.) поле перший раз дискують на глибину 6-8 см, вдруге лущать поличковими лущильниками або плоскорізами при відростанні розеток бур'янів на глибину 10-12 см і проводять оранку на глибину 20-22 см. У Степу після стерньових попередників, забур'янених кореневищними бур'янами, на темно-каштанових, солонцюватих ґрунтах важкого ме- ханічного складу обробіток дисковими лущильниками проводять на глибину 8-10 см, а на полях з коренепаростковими

бур'янами дискування слід поєднувати з розпушуванням плоскорізами на глибину 12-14 см. Проти коренепаросткових бур'янів у фазі розеток використовують також гербіци- ди: 2,4 ДА 1,2 кг/га, 2М-4Х 1,5 кг/га, безорлон 1,4 кг/га. Оранку під пшеницю закінчують не пізніше як за 3-4 тижні до настання оптимальних строків сівби. При запізненні з оранкою ґрунт до початку сівби не встигає достатньо ущільнитися, що створює загрозу розриву кореневої системи пшениці внаслідок його осідання. Про це особливо слід пам'ятати при сівбі після кукурудзи на силос (не запізнюватися з її збиранням і підготовкою ґрунту). Передпосівний обробіток ґрунту спрямований на створення сприятливого структурно-агрегатного складу посівного шару з ущільненням ложе для розміщення насіння та шару дрібногрудочкуватого ґрунту над ним. Найкраще використовувати для цього парові культиватори, обладнані стрілчастими лапами. Культивацію проводять одночасно з боронуванням зубовими боронами (БЗТС-1,0, БЗСС-1,0), а при недостатній вологості ґрунту – з коткуванням котками ЗККШ-6. Для кращого вирівнювання поверхні ґрунту і проведення якісної сівби культивації проводять на глибину загортання насіння 4-6 см. На більш важких ґрунтах замість культиваторів використовують комбіновані ґрунтообробні машини РВК-6, ВИП-5,6 та ін., на легких – обмежуються боронуванням. Сидеральні пари перед сівбою дискують на глибину 5-7 см.

Добрива є одним з найефективніших та швидкодіючих факторів підвищення врожайності пшениці і поліпшення якості зерна. Великий позитивний вплив добрив на продуктивність пшениці пояснюється тим, що у ґрунті поживні речовини містяться у важкорозчинній формі, а фізіологічна активність кореневої системи її недостатньо висока. Тому застосування добрив під пшеницю забезпечує досить високі прирости врожаю на всіх ґрунтах. Особливо добре реагують на внесення добрив короткостеблові сорти пшениці, у яких прирости врожаю за рахунок добрив можуть сягати 10-16 ц/га і більше. На удобреному фоні у пшениці формуються добре розвинена коренева система, оптимальна листкова поверхня, яка досягає у фазі кущіння 6-9 тис. м^2/га, трубкування – 20 тис., колосіння 40-45 тис., молочної стиглості – 10 тис.м^2/га,

підвищується морозо- та зимостійкість, знижується транспірація. За рахунок добрив у зерні збільшується вміст білку на 1- 3%, сирої клейковини – на 3-6% і більше, підвищуються маса 1000 зерен, скловидність. Під пшеницю вносять, як правило, мінеральні добрива, а органічні – під попередник. Гній або компости рекомендується вносити безпосередньо під пшеницю лише на бідних ґрунтах, вміст гумусу в яких не перевищує 2,2%, та після стерньових попередників. Середня норма гною на чорноземних ґрунтах становить 20-25 т/га, дерново-підзолистих, сірих опідзолених – 30-35 т/га. Застосовують гній, як правило, при вирощуванні озимої пшениці по зайнятому або чистому пару. Вносять гній розкидачами РОУ-5, ПРТ-10, ПРТ-16 або роторним розкидачем „Буран", відразу після внесення його приорюють. При їх застосуванні особливу увагу звертають на забезпечення пшениці азотними добривами, які треба вносити так, щоб рослини були забезпечені азотом постійно і в достатній кількості протягом вегетації. При нестачі азоту рослини погано кущаться, утворюють щуплий колос з низькою масою 1000 зерен. Надмірне азотне живлення також шкідливе: викликає сильний ріст рослин восени, і вони втрачають морозо- та зимостійкість, рослини в посівах згущуються, взаємозатінюються від надмірного кущіння і знижують продуктивність фотосинтезу, більше уражуються хворобами, урожайність їх знижується, як і при нестачі азоту. На малородючих дерново-підзолистих ґрунтах Полісся застосовують найвищі порівняно з іншими зонами норми мінеральних добрив (90-120 кг/га азоту, фосфору і калію з перевагою азоту і калію). Із фосфорних добрив на кислих ґрунтах використовують фосфоритне борошно. На чорноземах Лісостепу вносять по 60-90 кг/га мінеральних добрив з перевагою фосфору та азоту, а на солонцюватих ґрунтах обмежуються внесенням азотних і фосфорних добрив, виключаючи калійні. Норми мінеральних добрив та співвідношення в них азоту, фосфору і калію залежать також від попередників озимої пшениці. При її розміщенні в сівозміні після зернових бобових культур та багаторічних бобових трав застосовують повні мінеральні добрива з підвищеними нормами фосфорних і калійних та зменшеними азотних, після кукурудзи – з підвищенням норм азоту, після картоплі та цукрових буряків – калію. При

застосуванні добрив потрібно враховувати біологічні особливості районованих сортів пшениці. Вищі норми мінеральних добрив, особливо азотних, застосовують при вирощуванні низькорослих сортів, стійких проти вилягання, і менші – при використанні під високорослі сорти, схильні до вилягання. Ефективність мінеральних добрив залежить від строків сівби пшениці. При ранній сівбі, особливо в умовах достатнього зволоження і теплої осінньої погоди, озиму пшеницю удобрюють лише фосфорно-калійними добривами, завдяки яким рослини не переростають, краще загартовуються, стають більш зимостійкими. Під пшеницю пізніх строків сівби вносять повне мінеральне добриво, яке поліпшує кущіння рослин і сприяє швидшому наростанню вегетативної маси із сформованим вузлом кущіння, витривалої до перезимівлі. На ґрунтах з підвищеною кислотністю (pH 5,5 і менше) використовують фізіологічно лужні мінеральні добрива (натрієву або кальцієву селітру, томасшлак, фосфоритне борошно та ін.), на солонцюватих – фізіологічно кислі (сульфат амонію, суперфосфат тощо). Проте в господарствах не завжди вистачає добрив для того, щоб забезпечити ними рослини при формуванні максимальної продуктивності. Тому слід керуватися рекомендаціями про застосування норм мінеральних добрив, які експериментально встановлені дослідними установами для одержання достатньо високих урожаїв озимої пшениці, виходячи з конкретних умов вирощування. Середніми нормами добрив вважаються для озимої пшениці 90-120 кг/га азоту, фосфору і калію (NPK). Вони можуть бути більшими або меншими, залежно від родючості ґрунту і ґрунтової відміни, характеру попередника, зони вирощування пшениці, сорту та багатьох інших причин.

Для прямого комбайнування залишають чисті, стійкі до обсипання, не полеглі та зріджені низькорослі посіви пшениці, які досягли повної стиглості. Застосовують його також у дощові жнива. Комбайни при збиранні старанно регулюють з тим, щоб звести до мінімуму втрати зерна (не більше 1%), травмованість (насінного зерна не більше 1%, продовольчого до 2%). Швидкість агрегату при прямому комбайнуванні становить 6-7 км/год, на обмолоті валків – 4,5-5 км/год. Необхідно стежити за режимом роботи

комбайна. При обмолоті вологої хлібної маси, коли зерно вимолочується важко, обмолот проводять при підвищених обертах барабана і меншому зазорі деки. При сухій хлібній масі зерно легко вимолочується, але більше травмується, тому обмолот слід проводити при менших обертах барабана і більшому зазорі між декою і барабаном. Уранці та ввечері пшеницю обмолочують також при підвищених обертах барабана, а вдень – при менших. Втрати зерна при збиранні не повинні перевищувати 0,5%, а травмованість – 2%.

Упродовж останніх п’яти років Україна зміцнила свої позиції на міжнародному аграрному ринку та впевнено перебуває в світовій десятці виробників зерна. До того ж є лідером з виробництва насіння соняшнику та експорту соняшникової олії, ввійшла до трійки лідерів з експорту зерна, поступаючись лише США та Європейському Союзу.

За прогнозами Мінагрополітики, нинішнього року передбачається зібрати 63 млн т зерна. У структурі виробництва домінуватиме кукурудза. Обсяги виробництва цього зерна оцінюються у близько 26 млн т. Загалом врожай цього року перевищить тогорічний на 5%, або 3 млн т. Оскільки внутрішні потреби країни в зерні щороку становлять у межах 29 млн т, то збільшення загального його виробництва впливає на зростання експортного потенціалу.

1.4. Технології вирощування ячменю

У комплексі агротехнічних заходів, які забезпечують сприятливі умови для нормального розвитку ячменю, ва9жливим є розміщення його в полях сівозміни з достатньою родючістю і чистим від бур’янів. Тому кращі його попередники – просапні культури (картопля, коренеплоди, кукурудза, під які вносять органічні і мінеральні добрива), а міжрядний обробіток сприяє очищенню поля від бур’янів та нагромадженню в ґрунті легкозасвоюваних поживних речовин. Добрими попередниками для ячменю є також озимі після удобрених зайнятих або чистих парів. Високої якості кормове і продовольче зерно можна отримати при розміщенні ячменю по пласту багаторічних трав, після зернобобових культур. Проте ці по- передники, як правило,

використовують, передусім, під пшеницю. У степових і лісостепових районах ярий ячмінь висівають зазвичай після кукурудзи, озимої пшениці, а в районах бурякосіяння – після цукрових буряків, особливо в роки достатнього зволоження, у поліських районах – після кукурудзи на силос, картоплі, озимих, висіяних після люпину. Сам ячмінь, будучи скоростиглою культурою, є добрим попередником для ярих культур, а у вологі роки – для озимих, а також цінною покривною культурою для багаторічних трав.

Сорти ярого ячменю. В Україні районовано такі сорти ярого ячменю вітчизняної і зарубіжної селекції: Абава, Адапт, Адрієнн, Бонер, Галатея, Гонар, Гостинець, Дніпровський 257, Екзотик, Звершення, Карат, Миронівський 92, Надія, Незалежний, Одеський 151, Перун, Подолян, Рось, Роланд, Терен, Харківський 112 та ін.

Обробіток ґрунту. Ячмінь виявляє підвищені вимоги до обробітку ґрунту. Ґрунт має бути чистим від бур'янів. Залежно від попередника, ґрунтової відміни і погодних умов ґрунт готують по-різному. При розміщенні ярого ячменю після зернових та зернобобових культур система зяблевого обробітку ґрунту включає лущення стерні та оранку на зяб. Лущити стерню треба одночасно із збиранням попередника. Якщо поле за- смічене однорічними бур'янами, частіше обмежуються лише одним лущенням дисковими лущильниками (ЛД-10, ЛДГ-15) на глибину 5-7 см. При сильній забур'яненості через 3-4 тижні після першого проводять друге лущення на 10-12 см дисковими боронами. Після збирання кукурудзи поле лущать важкими дисковими боронами (БДТ-7А, БД-10) на глибину 8-10 см. На полях, засмічених гірчаком, осотом, пирієм, лущення також проводять двічі: на площах, забур'янених кореневищними бур'янами (пирієм), – дисковими боронами (БДТ-7, БДТ-3) на глибину 10-12 см; на полях з коренепаростковими бур'янами (осот) перше лущення проводять на глибину 6-8 см, друге через 15-20 днів – лемішними лущильниками (ППЛ-10-25) на глибину 12-14 см.

Оранку плугами з передплужниками проводять на глибину 20-22 см, а на полях, засмічених осотом, – 25-27 см, гірчаком – до 30 см. Після таких просапних культур, як картопля, цукрові буряки, зяблеву оранку проводять на

глибину 20-22 см і часто без попереднього лущення. У районах Степу України оранку на зяб найкраще проводити наприкінці вересня; в Лісостепу на полях, засмічених багаторічними бур'янами, – наприкінці вересня – на початку жовтня; однорічними – на початку серпня з подальшим напівпаровим обробітком поля; на Поліссі – через 2-3 тижні після своєчасного лущення. У районах недостатнього зволоження з можливою вітровою ерозією при обробітку ґрунту під ярий ячмінь часто застосовують безполичкові ґрунтообробні знаряддя. При цьому лущення здійснюють плоскорізними культиваторами на 8-10 см; подальший обробіток ґрунту виконують або такими ж культиваторами (при наявності багаторічних бур'янів), або голчастими боронами (при переважанні однорічних бур'янів). Восени такі поля обробляють плоскорізними розпушувачами на глибину 20-22 см. На ґрунтах зі сприятливими фізичними властивостями основний обробіток ґрунту можна обмежити глибиною 10-12 см, а в ряді випадків і вилучити його зовсім. Весняний обробіток ґрунту під ячмінь на пухких ґрунтах складається з раннього боронування важкими боронами, на важких – з боронування і культивації з одночасним боронуванням на глибину загортання насіння (5-6 см). Поля, чисті від післяжнивних решток, обробляють агрегатом з послідовно з'єднаних важких, середніх і легких борін. Починати обробіток ґрунту слід при настанні його фізичної стиглості.

Удобрення. Засвоєння кореневою системою ячменю поживних речовин ґрунту невисоке, тому він дуже добре реагує на внесення добрив. Наприклад, на Ерастівській дослідній станції при внесенні мінеральних добрив у дозі N60P60K60 приріст урожаю ячменю в середньому за п'ять років становив 7,2 ц/га, а на Чернігівській на такому самому фоні – 8,7 ц/га. При удобренні посівів ячменю необхідно враховувати його потребу в поживних речовинах на різних ґрунтах. Так, на підзолистих і сірих лісових ґрунтах, деградованих на опідзолених чорноземах, сіроземах і каштанових ґрунтах він особливо добре реагує на азотні і фосфорні добрива. Калій найбільш ефективний на піщаних і осушених торфових ґрунтах, фосфор – на глибоких чорноземах. Пивоварний ячмінь необхідно добре забезпечувати передусім фосфорно-калійними

добривами, завдяки яким зерно накопичує більше крохмалю, а продовольчий і кормовий – азотними. Ячмінь позитивно реагує не тільки на безпосереднє внесення добрив, а й на їх післядію. Тому при вирощуванні ячменю посіви його удобрюють мінеральними добривами, а органічні добрива вносять під попередники. Норми мінеральних добрив найбільш доцільно розраховувати на заплановану врожайність або відповідно до зональних рекомендацій.

При сівбі ячменю в посушливі роки для підвищення польової схожості і дружного проростання насіння проводять післяпосівне коткування посівів кільчасто-шпоровими котками ЗККШ-6. У районах з достатньою кількістю вологи, особливо на важких запливаючих ґрунтах, де може утворюватись ґрунтова кірка, її руйнують ротаційними мотиками МВН-2,8 або голчастими боронами БИГ-3А.

У період вегетації застосовують інтегровану систему захисту посівів від хвороб, шкідників та бур'янів. У разі виявлення на рослинах ознак борошнистої роси, іржі посіви у фазі кущіння обприскують обприскувачами ОПШ-15-01, ОМ-320-2, ОВТ-2, ОВТ- 1А цинебом (3-4 кг/га), байлетоном (0,6 кг/га) або тілтом (0,5 л/га). Водночас обприскують посіви для знищення шкідників: жужелиці – розчином базудану (2,5 кг/га), волатону (0,8 кг/га); шведської мухи – метафосом (0,4-0,6 кг/га), фосфамідом (0,8 кг/га); клопа-черепашки – розчином метафосу (0,7-1 кг/га) та ін. Гербіцидами знищують бур'яни: двосім'ядольні одно- і багаторічні – розчинами амінної солі 2,4 Д, діалену (1,7-2 кг/га) або лонтрелу (0,3-0,6 кг/га). При підсіванні до ячменю люцерни або конюшини бур'яни знищують обприскуванням посівів при появі на травах першого справжнього трійчастого листка гербіцидами 2,4 ДВ (2-3 кг/га), СІС-67Б (2-3 кг/га) або базаграном (2-4 кг/га). Збирають ячмінь у фазі воскової стиглості зерна, поєднуючи роздільне збирання з прямим комбайнуванням. Забур'янені та полеглі посіви високорослих сортів ячменю збирають роздільним способом, скошуючи їх у валки при вологості зерна 30-38%, а зріджені й чисті посіви низькорослих сортів – прямим комбайнуванням при вологості зерна 15-18%. Після обмолоту зерно ячменю очищають, доводять його вологість до 14-15% і використовують за призначенням.

1.5. Обґрунтування задач дипломного проекту

Аналіз вирощування озимої пшениці та ячменю на території України за останні роки показав, що у зв’язку з незадовільними погодними умовами, через низькі показники урожайності культур вирощування зернових стає збитковим для господарств. Виходячи з цього, необхідна розробка індустріальних технологій вирощування зернових, що дозволить скоротити приведені витрати та знизити собівартість виробництва культури, при максимальному збереженні високих показників урожайності.

В останні роки в землеробської практиці ряду розвинених країн все ширше застосовують нову прогресивну технологію вирощування сільськогосподарських культур на основі мінімального обробітку ґрунту. Застосування його стало можливим завдяки використанню спеціальних комбінованих машин. Розроблення і освоєння ресурсозберігаючих екологічно збалансованих систем землеробства викликає необхідність вдосконалення технологій обробітку ґрунту в частині захисту її від ерозії, оптимізації ґрунтових умов життя рослин і підтримки сприятливого для вирощуваних культур фітосанітарного стану.

У дипломному проекті пропонується удосконалити конструкцію посівного комплексу з метою підвищення продуктивності його роботи, зниження затрат ручної праці та питомих витрат.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

- провести огляд основних напрямків удосконалення посівних комплексів, провести патентний пошук та обґрунтувати прийняті конструктивні удосконалення з проведенням інженерно-технічних розрахунків;
- розробити заходи з охорони праці;
- навести економічне обґрунтування проекту;
- навести конкретні висновки та рекомендації для ефективного використання результатів дипломного проекту у виробництві.

2. ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ МАШИН

Для посіву сільськогосподарських культур в даний час використовуються агрегати, складені з традиційних рядкових сівалок, які працюють на заздалегідь підготовленому ґрунті; сівалок прямого висіву і «нових» посівних агрегатів (комплексів).

2.1. Особливості конструкцій та принципу роботи рядкових сівалок

Українське ПАТ «Elvorti» на сьогоднішній день виробляє сівалки на які є попит, а саме ASTRA-3,6A (рис. 2.1) та їх модифікації для різних способів сівби

Для степових районів пропонується більш продуктивна сівалка ASTRA-5,4 та її модифікації і агрегати з двох сівалок - зі зчіпкою СП-10,8-01, а також трьохсівалочні - з ASTRA-3,6A зі зчіпкою СГП-10,8 або СП-11ГА.



Рис. 2.1. Сівалка ASTRA-3,6A виробництва ПАТ «Elvorti»

Німецька фірма Amazonen-Werke [17] випускає сімейство навісних сівалок D9 з шириною захвату 2,5; 3; 4 і 6 м, а також причіпний агрегат D9-120 Super, що складається з трьох навісних сівалок D9-40.

Навісна сівалка D9-60 з робочою шириною захвату 6 м складається з двох навісних триметрових сівалок, встановлених на з’єднувальній рамі з великими колесами. При масі 2230-2390 кг вона комплексується тільки з тракторами

класу 2-3 кН. У той же час вітчизняні причіпні сівалки з шириною захвату 5,4-6 м добре працюють з тракторами класу 1,4 кН.

Агрегат D9-120 Super (рис. 2.2) зі складною рамою і загальною шириною захвату 12 м має високу продуктивність і низьку трудомісткість при переведені в транспортне положення, в порівнянні з вітчизняними агрегатами з двох сівалок СЗ-5,4 або трьох СЗ-3,6, проте він не вносить мінеральні добрива у ґрунт.



Рисунок 2.2. Сівалка D9-120 зі складною зчіпкою в робочому положенні

Сівалки Amazone оснащені наральниковими килевидними або однодисковими сошниками. Килевидний сошник може оснащуватися приставкою для смугового посіву з метою підвищення рівномірності розподілу насіння по площі посіву, а також змінним носком із збільшеною висотою для посіву на полях з мульчувальною поверхнею.

Однодискові сошники RoTeC з кутом атаки 7° забезпечені борозноутворювачем з високоміцного чавуну і швидкознімним і регулювальним по висоті незалипаючим опорним диском з пластику. Для посіву в особливо важких умовах сівалки можуть комплектуватися сошниками RoTeC + з дисками товщиною 4,5 мм і діаметром 400 мм замість звичайних 320 мм. При цьому потрібне зусилля для заглиблення до 0,5 кН. Навісні сівалки Amazone значно легші в порівнянні з вітчизняними причіпними, але ціни їх приблизно в три рази вище. При цьому фірма підкреслює максимальне

спрощення обслуговування всіх механізмів своїх сівалок без використання спеціального інструмента.

Пропоновані на ринках України польські сівалки Polonez (рис. 2.3) і Mazur мають ширину захвату 3; 4; 4,5 і 6 м при невеликій ширині міжрядь (10,4-13 см залежно від комплектації сошниками - килевидними або дисковими).

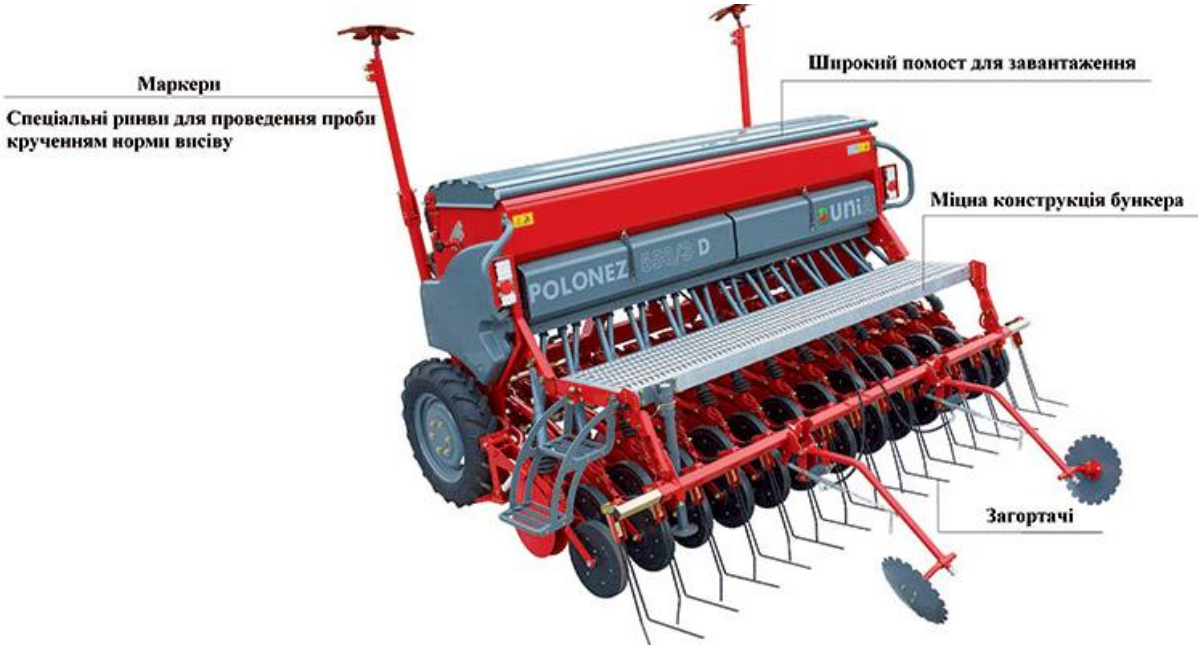


Рис. 2.3. Сівалка Polonez 550/3D

Фірма Lemken [11] випускає зернову пневматичну широкозахватну сівалку Solitair 12 (рис. 2.4) з шириною захвату 12; 8 і 9 м. Сівалки мають двосекційну раму і бункер об’ємом 5,2 м, розташований перед сошниковою системою. При переведені в транспортне положення габарит в 3 м забезпечується за рахунок складання рами в горизонтальній площині і підйому над низьким бункером. Сівалки оснащуються дводисковими сошниками, гідроприводом дозатором і бортовим комп’ютером для виконання всіх функцій управління і контролю.



Рис. 2.4. Сівалка Solitar 12 виробництва Lemken

Канадська фірма Morris Industries пропонує добре зарекомендовані себе на полях площею більше 50 га зернотукові пневматичні сівалки XPRESS (рис. 2.5) з шириною захвату 9,15 і 12,2 м [17]. Сівалки складаються з горизонтально складними трьохсекційними рамами і двосекційного бункера об'ємом 8,7 м, розташованого між трактором і посівною частиною. Вентилятор приводиться від гідросистеми трактора. Оснащуються дводисковими сошниками з індивідуальними загортачами і опорно-прикочувальними котками.



Рис. 2.5. Пневматична сівалка XPRESS виробництва Morris Industries

2.2. Особливості конструкцій та принципу роботи сівалок прямого посіву

В Україні з кожним роком збільшуються обсяги площ консервуючого зберігаючого землеробства. За даними МінАПК [17] технології ресурсо- і вологозберігаючого обробітку ґрунту в 2020 р, склали 3,2 млн. га проти 2,5 млн. га в 2014 р. Ці технології спрямовані на поліпшення якості і родючості ґрунту, збереження ґрунтової вологи за рахунок мінімізації механічного обробітку ґрунту та зберігання постійного рослинного покриву з культурних рослин або їх залишків. Вони скорочують витрати праці та енергоносіїв, сприяють зменшенню собівартості продукції, відновлюють структуру, склад та біологічне різноманіття ґрунту, зменшують забруднення води та повітря.

Складова частина технології мінімального обробітку ґрунту - прямий посів по необробленому полю при збереженні стерні та рівномірно розкиданої соломи. Стерня сприяє затриманню снігу та накопиченню вологи, а подрібнена солома перешкоджає випаровуванню.

За ініціативою ряду академічних організацій з метою прискорення переходу сільського господарства України на нові технології створений національний фонд розвитку зберігаючого землеробства. У його завдання входять популяризація та роз’яснення переваг, принципів і прийомів зберігаючих технологій для захисту ґрунтів від ерозії та ущільнення, а також шляхів вирішення цієї проблеми.

Поряд з виробництвом та застосуванням вітчизняних сівалок прямого посіву СС-6 «Вікторія», стерньових сівалок-культиваторів СЗС-2/6/12 та їх модифікацій, сошники яких оснащуються наральниками замість лап, на наш ринок надходять сівалки з Німеччини, Італії, Канади, США та Швеції.

У ряді областей України застосовують закордонні машини і продовжують вивчати технології прямого посіву.

Протягом багатьох років дослідження, пов’язані з оцінкою економічної ефективності суміщення мінімального обробітку ґрунту з посівом, а також його впливу на родючість ґрунту та екологію, ведуть компанія Horsch (Німеччина) і

українська корпорація «Агросоюз» [13].

Досліди із застосуванням передової зарубіжної і традиційної техніки проводилися на базі господарства з площею 10 тис. га в Дніпропетровській області.

Універсальні посівні машини (комплекси) ATD-11,35 і ATD-18,35 (рис. 2.6) оснащені сошниками для смугового посіву, в тому числі і для роздільного внесення сухих, рідких або газоподібних добрив.

Вони комплексуються з потужними тракторами(410 і 500 к.с.) типу Challenger. За даними корпорації «Агросоюз» навіть при значній вартості комплексу застосування його ефективне.

Компанія «ЕкоНива» з філіями в Дніпропетровську, Одесі, Миколаєві і Черкасах рекламує сівалки Rapid шведської фірми Vaderstad.

Позитивні результати отримані у Одеській області. Прямий посів ячменю по стерні і ріллі на 0,9-1,44 ц/га підвищував урожай при менших на 20-30% затратах праці.

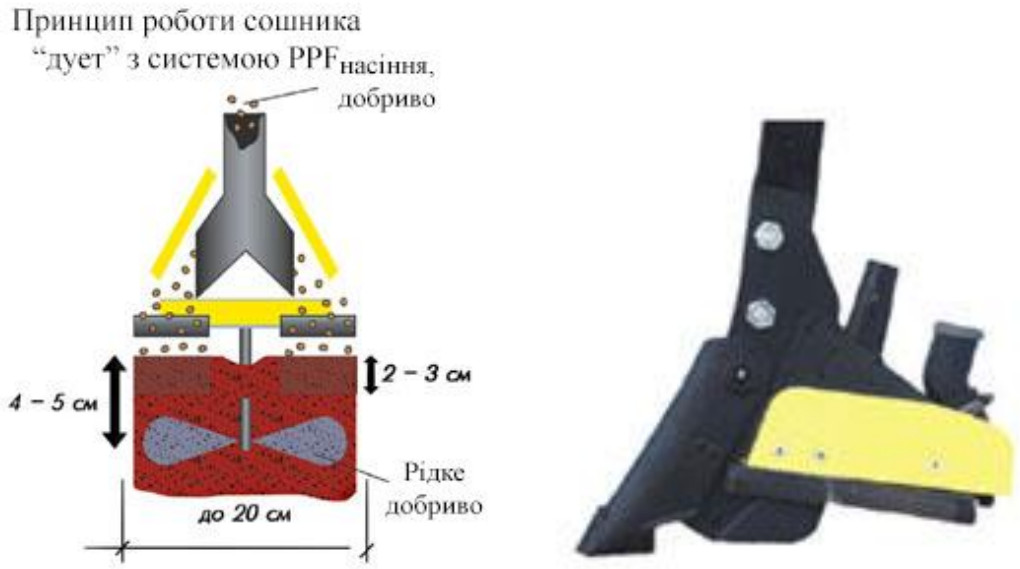


Рисунок 2.6. Леміш сівалки АТД-18,35 «Horsch».

Механічні сівалки Rapid XL (рис. 2.7) з шириною захвату 3 і 4 м і пневматичні Rapid з шириною захвату 4; 4,5; 6 і 8 м оснащені дисковими сошниками з вирізними дисками діаметром 410 мм. Залежно від стану поля сівалки доповнюються дисковими розпушувальними або пластичними

вирівнювальними системами, які розміщуються перед сошниками. За сошниками розташовані котки у вигляді коліс з надувними рифленими шинами і прутковим вирівнювальним пристроєм.



Рис. 2.7. Сівалка Rapid XL виробництва Vaderstad

Пневматична висіваюча система сівалок Rapid обладнана двома дозаторами з гідроприводом дозуючих елементів. Ця система дозволяє регулювати і контролювати норму висіву залежно від умов посіву: збільшувати при посіві на важких ґрунтах і зменшувати - на легких. Сівалки Rapid можуть оснащуватися системою глобального позиціонування (GPS), що дозволяє визначати через супутники точне місце розташування посівного комплексу в будь-якому місці поля. Вони представляють собою складну матеріаломістку конструкцію вартістю 35- 94,5 тис. євро. Однак, за даними УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, собівартість 1 ц продукції із застосуванням Rapid A600C становить при прямому посіві по стерні 1059,3 грн., А по оранці - 1179 грн. (за традиційною технологією - 1087,3 грн.) [17].

Протягом ряду років у Одеській області використовують пневматичну сівалку DMC Primera фірми Amazonen-Werke на стерньових і мульчованих полях. Сівалка оснащена долотоподібними сошниками з індивідуальними опорними котками.

Вона призначена для роботи в різних умовах, однак її конструкція сильно ускладнена, а вартість дуже завищена в порівнянні з вітчизняними стерньовими сівалками типу СЗС-6/12.

Італійська фірма Gaspardo випускає пневматичну сівалку Gigante 900 (рис. 2.8), її висівна система оснащена двома дозаторами, а зашпаровуюча - однодисковими сошниками з вирізними діаметром 475 мм з індивідуальними котками. Сівалка має посилену ходову систему, транспортний габарит становить 5,3 м (у демонстрованої в 2004 р. сівалки Gigante 600 - 3 м).



Рис. 2.8 Пневматичну сівалку Gigante 900 виробництва Gaspardo

Американська фірма Great Plains пропонує механічні зернові зернотукові двох-трисекційні сівалки зі складаною зчіпкою із загальною шириною захвату 8-12,4 м і широкозахватну пневматичну сівалку CTA-4000 (рис. 2.9) з переднім (відносно зароблюваної системи) розміщенням бункера. Всі моделі оснащені дисковими сошниками з індивідуальними котками для посіву з шириною міжрядь 15-25 см [13].

Пневматична сівалка має більш складну, ніж у механічних, конструкцію і при рівній ширині захвату (12,4 м) приблизно на 20% більш високу вартість.

Широкозахватна пневматична сівалка Never Pin з шириною захвату 8,56-12,2 м відомої канадської фірми Morris (рис. 2.10) оснащується комбінованими дисковими сошниками з рівновеликими дисками та індивідуальними котками.

Сівалка Never Pin може здійснювати посів з внесенням добрив глибше рівня розташування насіння.



Рис. 2.9. Широкозахватна пневматична сівалка СТА-4000 виробництва Great Plains

У конструкції сошників сівалки Never Pin передбачено регулювання взаємного розташування дисків і котка залежно від того, на якому фоні працює сівалка - на розпушеній стерні або на необробленому ґрунті.



Рис. 2.10. Пневматична сівалка Never Pin виробництва Morris

2.3. Особливості конструкцій та принципу роботи сівалок-культиваторів

У сільському господарстві України сівалки-культиватори застосовуються з початку 70-х рр [5]. Накопичений значний досвід використання їх в якості сівалок прямого посіву наральниковими сошниками без лап і в якості комбінованих

машин для посіву з одночасним суцільним розпушуванням ґрунту на глибину посіву і підрізанням бур'янів. Сівалки-культиватори можуть працювати на добре розпушеній лапами ущільнених ґрунтах при оптимальній вологості.

В Україні сівалки-культиватори випускають такі підприємства, як, НВП «Клен», СЗС-2 і СЗС-6 випускає ПАТ «Elvorti».

Модель СЗС-2 має модифікацію з кільчасто-шпоровими котками для суцільного прикочування при смуговому посіві.

Крім України сівалки-культиватори виробляються і широко застосовуються в Канаді та США. Рекламуються і пропонуються для України пневматичні сівалки-культиватори Concept 2000 і Maxim II з шириною захвату 7-12,2 м канадської фірми Morris (рис. 2.11). Вони комплектуються різними варіантами сошників, у тому числі для роздільного від насіння внесення добрив.



Рис. 2.11. Сівалка-культиватор Maxim II виробництва Morris

2.4. Особливості конструкцій та принципу роботи посівних комплексів

Посів зернових, зернобобових, круп'яних і особливо дрібнонасіннєвих кормових культур вимагає хорошого передпосівного обробітку ґрунту з високою якістю подрібнення без брил і гребенів і вирівнюванням поверхні поля

[13]. Це пояснюється необхідністю рівномірного загортання насіння суворо на глибину 1-6 см за прийнятими умовами обробітку культури, а також збереження запасів осінньо-зимово-весняної вологи і забезпечення умов появи вторинних коренів і кущіння (замість одного стебла - кілька). Їх дотримання при глибистій поверхні поля не допускається.

Однак при використанні для цих цілей розрекламованих сьогодні західних зразків посівних комбайнів Horsch і Solitair поле виходить крупноглибистим навіть після посіву по відвальному зябу. На ранніх посівах ячменю при підвищеній вологості ґрунту їх робочі органи забиваються.

Основні недоліки зарубіжних комплексів - непристосованість робочих органів до наших ґрунтових умов і потреба в надпотужних тракторах понад 290 кВт, що ніяк не відповідає вимогам енергозбереження, а, навпаки, призводить до невиправданих витрат, що відбивається на економіці країни. Тому рекомендувати такі комплекси до застосування в наших умовах не раціонально.

Враховуючи ці негативні агротехнічні та економічні показники комплексів та їх невисоку рентабельність (всього 24-28% при 13% за традиційною потужною технологією), перед конструкторами постало завдання - потроїти ширину захвату посівного комплексу з тим, щоб подвоїти продуктивність комплексу, у стільки ж разів знизити витрати енергії та ресурсів і отримати більший урожай кращої якості і за значно меншою собівартістю. Керуючись цією стратегією по створенню нових робочих органів і принципово нових машин, вчені й конструктори створили широкозахватний ґрунтообробний посівний комплекс Партнер-7,5 (рис. 2.12).

За один прохід агрегат виконує операції:

- культивування;
- посів;
- внесення повного обсягу добрив;
- прикочування висіяного насіння на глибині його закладення з утворенням верхнього мульчуючого шару;
- вичісування бур’янів (97-98%) і вирівнювання ґрунту.



Рис. 2.11. Посівний комплекс Партнер-7,5

В умовах широкого впровадження інтенсивних технологій у рослинництві, комбіновані машини і комплекси, що дозволяють виконувати операції посіву, передпосівної підготовки та післяпосівного обробітку ґрунту за один робочий прохід, необхідні сільськогосподарським підприємствам як «повітря». В даний час цілим рядом вітчизняних виробників сільськогосподарської техніки ведеться активна робота з випуску та модернізації посівних комплексів, що забезпечують реалізацію технологій обробітку ґрунту та посіву з урахуванням основних аспектів енерго- та ресурсозбереження.

Пневматичні посівні комплекси «Партнер» (рис. 2.11) культиваторного типу призначені для ресурсозберігаючої технології обробітку зернових культур. Застосування цих посівних комплексів дозволяє значно знизити собівартість виробництва зернових культур.

При розробці посівних комплексів «Партнер» виробникам була поставлена наступна мета: вивчивши найсучасніші закордонні машини зробити краще, зручніше, міцніше, простіше і дешевше. Так виникло нове покоління посівних комплексів, які увібрали в себе передовий світовий досвід, адаптованих до українських умов жорсткої експлуатації.

Культивація, посів, внесення добрив виконуються сошниками комплексу - двосторонніми стрілчастими лапами, боронування виконує трьохрядна пружинна борона, а накочує і вирівнює ґрунт прикочувальна система, що складається з пневматичних котків або металевих спіральних шлейф-котків.

Пневмосистема висіву насіння посівного комплексу забезпечує рівномірний розподіл насіння смугою з шириною 15-18 см. Технологія стрічкового посіву дозволяє кожному паростку забезпечити 3-4 кратне збільшення площі живлення відносно традиційної технології.

Конструктивно передбачена сівба насіння різного розміру і крихкості: пшеницю, ячмінь, рапс, соняшник, кукурудзу, овес, жито; горох, квасолю, сою, сочевицю, боби, чину, нут, люпин; гречку, просо, сорго; льон, люцерну, конюшину, тимофіївку, розторопшу, аморант і глибиною загортання насіння, що встановлюються споживачами з урахуванням місцевих умов при одночасному внесенні в ґрунт добрив. Особливі вимоги до ґрунтів і кліматичних зон не пред'являються.

На жаль, недоліки, пов'язані з технологією прямого посіву і мінімальним обробітком ґрунту, збереглися. Збільшилася забур'яненість полів бур'янами та нерозкладеними рослинними рештками, тому потрібно подальше вдосконалення посівного комплексу для усунення негативних наслідків, що виникають.

Висновки. В останні роки в землеробської практиці ряду розвинених країн все ширше застосовують нову прогресивну технологію вирощування сільськогосподарських культур застосовуючи комбіновані посівні комплекси.

Вони забезпечують повний спектр операцій за один прохід: культиввація, посів, внесення добрив, прикочування висіяного насіння, вичісування бур'янів і вирівнювання ґрунту, за рахунок чого йде економія часу та зменшується ущільнення ґрунту.

У дипломному проекті пропонується удосконалити конструкцію посівного комплексу з метою підвищення продуктивності його роботи, зниження затрат ручної праці та питомих витрат.

3. ОБҐРУНТУВАННЯ ТА РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ПОСІВНОГО КОМПЛЕКСУ

3.1. Обґрунтування удосконалення посівного комплексу

Проектний посівний комплекс Партнер-7,5 представляє модульну конструкцію, що складається з причіпного бункера-пневмосистеми та посівного комплексу-культиватора (рис. 4.1).

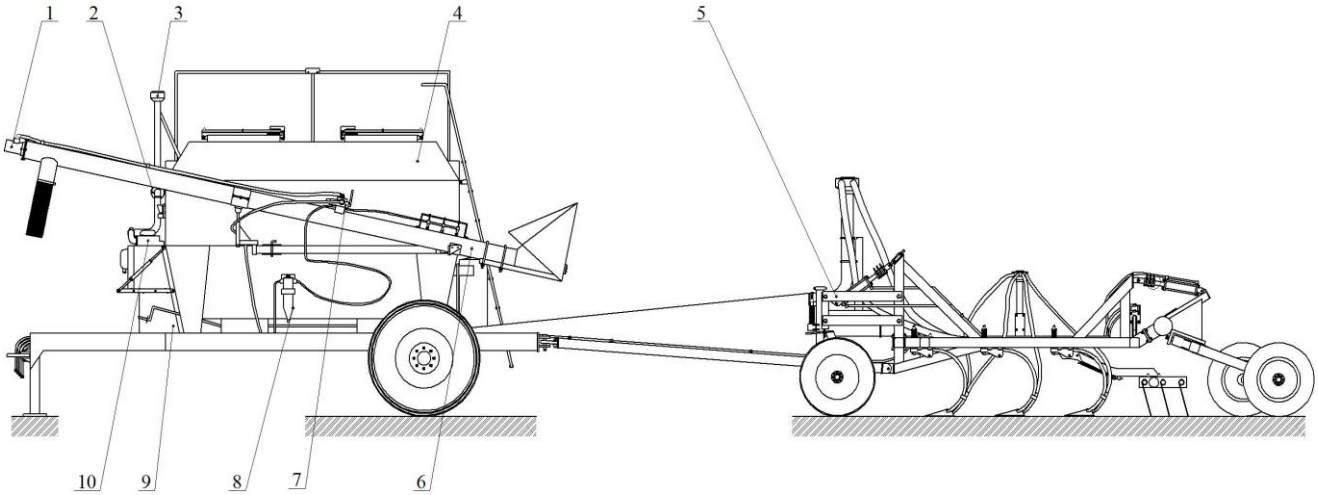


Рис. 3.1 – Загальний вигляд удосконаленого посівного комплексу:
1 – гідромотор; 2 – повітроочисник; 3 – камера попередньої очистки повітря; 4 – бункер; 5 – пневмосівалка-культиватор; 6 – шнек завантажувальний; 7 – розподільник гідравлічний; 8 – протруювач насіння; 9 – вентилятор; 10 – дизельний двигун.

Бункер-пневмосистема складається з: рами, бункера для насіння і добрив, автономного дизельного двигуна, вентилятора, завантажувального шнека, на якому встановлені гідромотор з гідравлічним розподільником, а також повітроочисника з камерою попередньої очистки повітря.

Посівний комплекс-культиватор включає в себе: раму, стрілчасті лапи-сошники, трирядні пружинні борони, первинний і вторинні розподільники-колектори насіння, підйомні гідроциліндри, передні опорні, регульовані колеса,

двохбалансирний опорно-прикочувальний пристрій.

Принцип роботи удосконаленого посівного комплексу полягає в наступному. Насіння і добрива в бункер-пневмосистему завантажуються за допомогою шнека-завантажувача, який розміщений на комплексі. Посівний матеріал протруюється безпосередньо при завантаженні в бункер. Насіння і добрива з бункера надходять на котушку дозатора, а потім в пневмопровід.

Витрата посівного матеріалу регулюється за допомогою регулювальних гвинтів. Під впливом повітряного потоку від вентилятора посівний матеріал надходить в первинний колектор-розподільник насіння, з якого насіння надходить в чотири вторинних колектори-розподільники насіння, а потім по індивідуальним шлангах потрапляють до лап-сошників (рис. 2.2), що включають стійки 1 і розпушувальні лапи 2, а також насіннєукладачі 3, що включають вертикальні канали 4, по яких насіння надходить до вихідних отворів 5. Потім в повітряному потоці насіння, що надходить з вихідних отворів 5, спрямовується на дугоподібний відбивач насіння 9. Частина з нього, яка потрапляє на ділянку плоскої поверхні 11 виступу 10, що знаходиться в центрі дугоподібного відбивача насіння 9, відбиваючись, надходить на поверхню насіннєвого ложа, безпосередньо вздовж бісектриси кута розведення розпушувальних лап 2. Насіннєве ложе формують у ґрунті робочі поверхні розпушувальних лап 2, що утворюють тригранний клин. Розпушувальні лапи 2 встановлені з перекриттям, що забезпечує утворення насіннєвого ложа у вигляді єдиної поверхні, площа якої дорівнює площі поля. Інша частина насіння відбивається від поверхні дугоподібного відбивача насіння 9 і виступів 12 і розподіляється на поверхню насіннєвого ложа по всій ширині захвату розпушувальних лап 2, встановлених з перекриттям і формують єдину поверхню насіннєвого ложа поля.

Насіння, укладене на насіннєве ложе, що представляє собою єдину поверхню, засипаються ґрунтом, що сходить з розпушувальних лап 2 в процесі їх руху.

Після посіву трирядні пружинні борони закладають смуги посіву мульчуючим шаром, а котки прикочують смугу посіву.

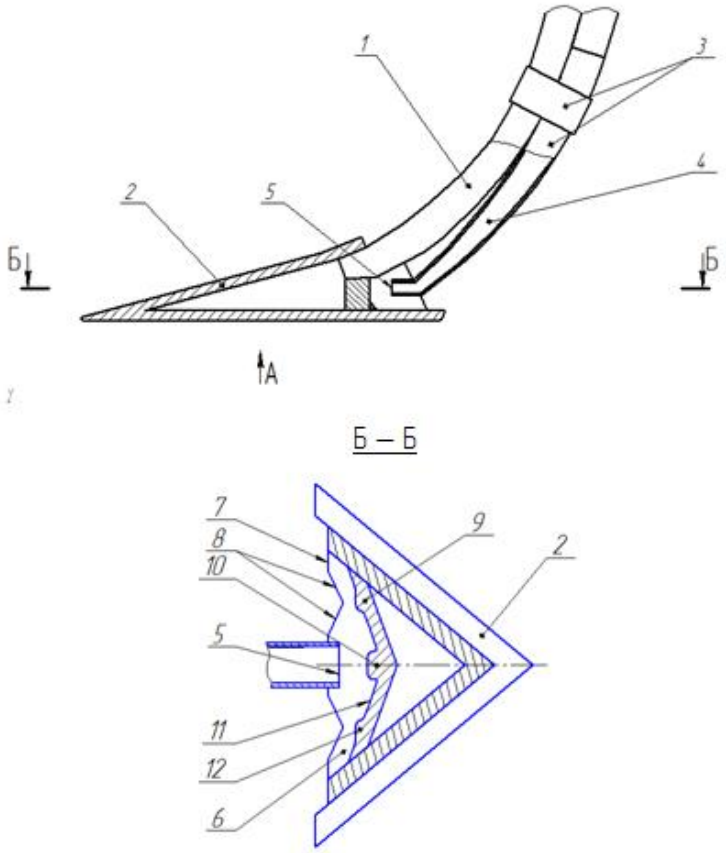


Рис. 3.2. Лапа-сошник:

1 – стійка; 2 – розрихлювальна лапа; 3 - насіннєукладач; 4 - канал;

5 - вихідний отвір; 6 - гребінь-ущільнювач; 7 - задня кромка; 8 - вирізи;

9 - відбивач насіння; 10 - виступ; 11 - пласка поверхня; 12 – виступ.

Задні прикочувальні котки також виконують роль опорних котків. Двобалансирна підвіска опорно-прикочувального пристрою забезпечує копіювання найскладнішого рельєфу.

Удосконалення посівного комплексу торкнулася наступного. У посівному комплексі замінено лапи-сошники, насіннєукладачі і подільники першого і другого ступеня.

Технічним результатом винаходу є підвищення рівномірності розподілу насіння в ґрунті в горизонтальній площині поля і зменшення відхилень від глибини загортання насіння в ґрунт.

В оптимальному варіанті задня кромка гребеня-ущільнювача виконана з вирізами, розташованими симетрично відносно бісектриси кута розчину лапи.

У наступному оптимальному варіанті виконаний виступ у центрі

дугоподібного відбивача насіння, який має ділянку плоскої поверхні.

Новизна заявленого технічного рішення полягає в тому, що за рахунок використання гребеня-ущільнювача йде формування дна насіннєвого ложа.

Закріплення гребеня-ущільнювача знизу на розпушувальній лапі з утворенням разом з нею тригранного клина забезпечує формування дна борозни, а при розміщенні на рамі розпушувальних лап для суцільного посіву (коли ріжучі кромки розпушувальних лап встановлені з перекриттям) створює єдину суцільну поверхню дна борозни всієї засіваємої площі, що створює передумову для скорочення величини відхилень від заданої глибини загортання насіння. Крім цього внутрішня поверхня гребеня-ущільнювача бере участь у розподілі насіння по дну борозни спільно з дугоподібним відбивачем насіння і запобігає можливому забиванню ґрунтом вихідного отвору вертикального каналу насіннєукладача.

Виконання вихідного отвору вертикального каналу насіннєукладача спрямованим в кут розчину лапи і розташування вихідного отвору на бісектрисі кута розчину лапи створюють умови для рівномірного розподілу насіння по робочій ширині захвату розпушувальними лапи.

Розміщення у куті розчину лапи дугоподібного відбивача насіння з виступом в центрі і не менш двома виступами по його сторонах збільшує рівномірність розподілу насіння по ширині розпушувальної лапи.

Виконання задньої кромки першої частини гребеня-ущільнювача з вирізами, розташованими симетрично відносно бісектриси кута розчину лапи, запобігає затримуванню і скупчуванню насіння на внутрішній поверхні гребеня-ущільнювача і запобігає можливому забиванню ґрунтом вихідного отвору вертикального каналу насіннєукладача.

Виконання виступу в центрі дугоподібного відбивача насіння з ділянкою плоскої поверхні забезпечує відображення частини насіння уздовж осі руху розпушувальної лапи, що збільшує рівномірність розподілу насіння по ширині захвату лапи.

3.2. Визначення технологічних параметрів посівного комплексу

Для визначення технологічних параметрів посівного комплексу маємо вихідні дані:

1. Ширина захвату комплексу B_p, м – 7,5;

2. Робоча швидкість V, км/год – 10;

3. Об'єм бункера для насіння і добрив $V_б$, м^3 – 4,7;

4. Відношення об’ємів відсіків бункера (передній/задній), % - 40/60;

5. Норма висіву насіння Q, кг/га - 250.

Визначаємо продуктивність комплексу за 1 годину робочого часу [7]:

$$W_г = 0{,}1 \cdot B_р \cdot V \text{ , га/год,} \tag{4.1}$$

$$W_г = 0{,}1 \cdot 7{,}5 \cdot 10 = 7{,}5 \text{ га/год.}$$

Знаходимо кількість насіння, яке необхідно посіяти на площу оброблювану комплексом за 1 годину робочого часу [7]:

$$q = Q \cdot W_г \text{ , кг/год,} \tag{3.2}$$

$$q = 250 \cdot 7{,}5 = 1875 \text{ кг/год.}$$

Об'єм бункера для насіння посівного комплексу складе [7]:

$$V_{б.н.} = V_б \cdot 60\% \text{ , т,} \tag{3.3}$$

$$V_{б.н.} = 4{,}7 \cdot 0{,}6 = 2{,}82 м^3 \approx 2{,}3 \text{ т.}$$

Знаходимо час роботи комплексу до повного спустошення бункера для насіння [3]:

$$\tau_р = \frac{V_{б.н.}}{q}, год, \tag{3.4}$$

$$\tau_р = \frac{2300}{1875} = 1{,}22 год.$$

Площа, що оброблена комплексом до заправки, складе [7]:

$$F = W_г \cdot \tau_р \text{ , га,} \tag{3.5}$$

$$F = 7{,}5 \cdot 1{,}22 = 9{,}15 \text{ га.}$$

3.3. Розрахунок елементів конструкції посівного комплексу на міцність

Удосконалений посівний комплекс виконує за один прохід по полю кілька технологічних операцій, тому параметри його деталей і складальних одиниць необхідно розрахувати і підбирати матеріал, що витримає навантаження покладені на нього.

Найбільші навантаження припадають на стійки і лапи культиватора, так як в їх завдання входить розпушування ґрунту.

При посіві на культиватор встановлюють сошники, укріплені на жорстких стійках. У разі використання культиватора за прямим призначенням, на нього можуть бути встановлені лапи на пружинних стійках. Методика розрахунку параметрів пружної стійки наведена в пункті 3.3.1. пояснювальної записки.

3.3.1. Методика розрахунку параметрів пружної стійки просапного культиватора.

Для прикладу розглянемо *С*-подібну пружну стійку з радіусом кривизни секторів r_1, r_2, r_3 і відповідними їм кутами φ_1, φ_2, φ_3 (рис.3.3). Її верхня частина жорстко затиснена, до нижнього кінця прикладено сили, Н:

- горизонтальну P_r;

- вертикальну $P_в$;

- бічну $P_б$ (перпендикулярно площині *xy*).

Використавши диференціальне рівняння пружної лінії стійки і інтеграл Мора, визначаємо залежності для розрахунку переміщень елементів стійки, м :

- від дії сили P_r [3]:

$$\delta_{1r} = \frac{P_r \cdot r_1^3}{E \cdot I_y} \cdot \left[\frac{\varphi_1^2}{2} + cos\,\varphi_1 \right]; \tag{3.6}$$

$$\delta_{2r} = \frac{P_r \cdot r_2^2}{E \cdot I_y} \cdot \left[\frac{1}{2} \cdot r_1 \cdot \varphi_2^2 + r_2 \cdot \varphi - r_2\, sin\,\varphi \right]; \tag{3.7}$$

$$\delta_{3r} = \frac{P_r \cdot r_3^2}{E \cdot I_y} \cdot \left[\frac{1}{2} \cdot r_1 \cdot (\varphi_3 - \varphi_2)^2 + \frac{1}{2} \cdot r_2 \cdot \sin\varphi_2 \cdot (\varphi_3 - \varphi_2)^2 - r_3 \cdot \sin\varphi_3 + \right.$$
$$\left. + r_3 \cdot \sin\varphi_2 + r_3 \cdot \cos\varphi_2 \cdot (\varphi_3 - \varphi_2) - \frac{1}{2} \cdot r_3 \cdot \sin\varphi_2 \cdot (\varphi_3 - \varphi_2)^2 \right]; \quad (3.8)$$

- від дії сили $P_в$:

$$\delta_{1в} = \frac{P_в \cdot r_1^3}{E \cdot I_x} \cdot (\varphi_1 - \sin\varphi_1); \quad (3.9)$$

$$\delta_{2в} = \frac{Pв \cdot r_2^2}{E \cdot I_x} \cdot \left[\frac{1}{2} \cdot r_1 \cdot \varphi_2^2 - \frac{1}{2} \cdot r_2 \cdot \varphi_2^2 + r_2 - r_2 \cdot \cos\varphi_2 \right]; \quad (3.10)$$

$$\delta_{3в} = \frac{P_в \cdot r_3^2}{E \cdot I_x} \left[\frac{1}{2} \cdot r_1 \cdot (\varphi_3 - \varphi_2)^2 - \frac{1}{2} \cdot r_2 \cdot (\varphi_3 - \varphi_2)^2 + \frac{1}{2} \cdot r_2 \cdot \cos\varphi_2 \cdot (\varphi_3 - \varphi_2)^2 - \right.$$
$$\left. - \frac{1}{2} \cdot r_3 \cdot \cos\varphi_2 \cdot (\varphi_3 - \varphi_2)^2 + r_3 \cdot (\cos\varphi_2 - \cos\varphi) - r_3 \cdot \sin\varphi_2 \cdot (\varphi_3 - \varphi_2) \right]; \quad (3.11)$$

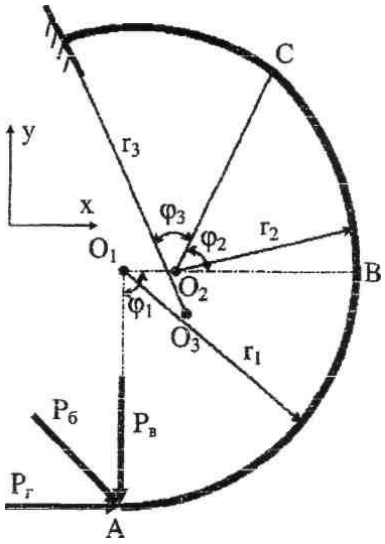


Рис. 3.3 – Схема до розрахунку параметрів пружної стійки культиватора від дії сили $P_б$.

$$\delta_б = \frac{P_б \cdot r_3}{G \cdot J_к} \cdot \left[\sqrt{(r_3 + r_1 - (r_3 - r_2))^2 + (r_1 - r_2)^2} \cdot \cos\gamma \right] \cdot (\varphi_3 - \varphi_2) +$$
$$+ \frac{P_б \cdot r_3}{E \cdot I_x} \cdot \left[\sqrt{(r_1 - (r_3 - r_2))^2 + (r_1 - r_2)^2} \cdot \sin\gamma \right]^2 (\varphi_3 - \varphi_2); \quad (4.12)$$

де E - модуль пружності першого роду, Н/м^2;

I_x, I_y - моменти інерції перерізу при згині, м^4;

$J_к$ - момент інерції перерізу при крученні, м^4;

G - модуль пружності другого роду, Н/м^2.

Важливою характеристикою пружної стійки служить частота власних коливань (Гц). Для квадрата частоти з використанням енергетичного методу застосовуємо формулу [3]:

$$p^2 = \frac{\sum P_i \cdot \delta_i}{\sum m_i \cdot \delta_i^2}; \qquad (3.13)$$

де для i-го елементу стійки:

P_i - сила, Н;

δ_i - переміщення, м;

m_i - маса, кг.

Маса:

$$m_i = \gamma \cdot r_i \cdot d \cdot \varphi_1 \cdot b \cdot h \qquad (4.14)$$

де γ - щільність матеріалу, кг/м^3;

r_i - радіус кривизни;

$d\varphi_1$ - кут сектора, рад.;

b, h - ширина і висота перерізу, *м*.

Аналогічну методику використовують і при розрахунку S-подібної форми стійки [3].

Отримані залежності з урахуванням обмежень на діючі сили, переміщення і коливання дозволяють визначити необхідні геометричні параметри стійок: радіуси кривизни і кути секторів, розміри перетину. Дослідженнями встановлено, що різниця між розрахунковими й експериментальними їх значеннями становить 9,5...15% [15].

3.3.2. Перевірочний розрахунок запобіжного пристрою.

Вибір схеми запобіжника залежить від конструктивних особливостей проектної машини і результатів силового розрахунку [3]. При розрахунку запобіжника лапи культиватора зусилля спрацьовування має дорівнювати:

$$F = R\frac{h}{l}, \qquad (3.15)$$

де R - середнє значення тягового опору лапи на даному полі.

Опір R однієї лапи «середнього» ряду рівний:

$$R = q \cdot t, \tag{3.16}$$

де q - питомий опір;

t - ширина захвату однієї лапи.

Силовий розрахунок запобіжника виконаємо для нормальної роботи лап.

До наїзду лапи на перешкоду стійка лапи повинна зберігати незмінне положення і стикатися з упором. Це буде забезпечено, якщо момент рівнодіючої реактивних опорів ґрунту R відносно точки 0 буде менше суми моментів сил F і G, що перешкоджають відхиленню лапи відносно цієї ж точки (рис. 3.4).

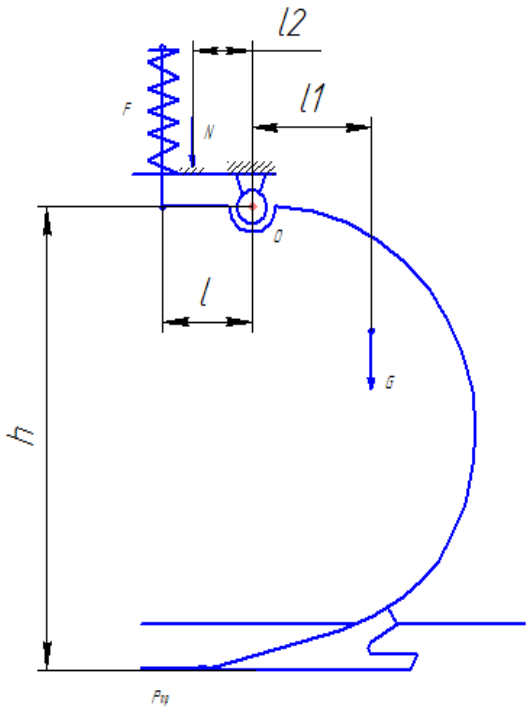


Рис. 3.4 - Схема запобіжника культиватора.

$$R_h + Nl_2 = F_l + Gl_1, \tag{3.17}$$

де F - пружна сила, що створюється пружиною;

G - вага секцій;

N - реакція упору.

Розв’язуючи це рівняння відносно F, знаходимо:

$$F = \frac{R_h + Nl_2 - Gl_1}{l}. \tag{3.18}$$

Зусилля спрацьовування запобіжника за формулою (3.15). Підставляючи це значення замість сили R у рівняння (3.18), а також вважаючи, що $N = 0$, і нехтуючи малим моментом сили G, отримаємо:

$$F = 180 \cdot 0{,}44 \cdot 2{,}1 \frac{0{,}62}{0{,}16} = 644{,}5 \ кгс. \tag{3.19}$$

Хоча напрямок сили R не завжди буває горизонтальним, проте при розрахунку запобіжників її приймають спрямованою паралельно дну борозни і прикладеною до носа робочого органу.

3.3.3. Розрахунок запобіжної пружини.

Вихідні дані:

P_1 = 110 кгс;

P_2 = 322 кгс;

h = 20 мм;

v_0 = 2,5 м/с.

Знаходимо граничні значення сили P_3, користуючись інтервалом значень δ від 0,05 до 0,25.

$$P_3 = \frac{P_2}{1-0{,}05} \div \frac{P_2}{1-0{,}25} = 339{,}2 \div 429{,}6 \ кгс. \tag{3.20}$$

По таблиці 13 [2], підбираємо пружину з наступними даними (номер пружини 219):

P_3 = 400 кгс;

d = 10,0 мм;

D = 50 мм;

z_1 = 156,2 кгс/мм;

f_3 = 2,561 мм.

Враховуючи, що для пружин 1 класу норма напруг τ_3 = 56 кгс/мм^2.

$$\upsilon_{кр} = \frac{\tau_3 (1 - \frac{P_2}{P_3})}{3{,}58} = \frac{56 \cdot 0{,}2}{3{,}58} = 3{,}13 \ м/с. \tag{3.21}$$

$$\frac{\upsilon_0}{\upsilon_{кр}} = \frac{2,5}{3,13} = 0,8 < 1. \quad (3.22)$$

Отримана величина свідчить про відсутність зіткнення витків, а, отже, обрана пружина задовольняє задані умови.

Жорсткість пружини:

$$z = \frac{P_2 - P_1}{h} = \frac{322 - 110}{20} = 10,6 \ кгс / мм. \quad (3.23)$$

Число робочих витків пружини:

$$n = \frac{z_1}{z_2} = \frac{156,2}{10,6} = 14,73 \approx 14,5. \quad (3.24)$$

Уточнена жорсткість:

$$z = \frac{z_1}{n} = \frac{156,2}{15,5} = 10,77 \ кгс / мм. \quad (3.25)$$

При півтора неробочих витках повне число витків:

$$n_1 = n + n_2 = 14,5 + 1,5 = 16. \quad (3.26)$$

Середній діаметр пружини:

$$D_0 = 50 - 10 = 40 \text{ мм}. \quad (3.27)$$

Визначаємо деформації, висоти і крок пружини:

$$F_1 = \frac{P_1}{z} = \frac{110}{10,77} = 10 \ мм; \quad (3.28)$$

$$F_2 = \frac{P_2}{z} = \frac{322}{10,77} = 30 \ мм; \quad (3.29)$$

$$F_3 = \frac{P_3}{z} = \frac{400}{10,77} = 37 \ мм; \quad (3.30)$$

$$H_3 = (n_1 + 1 - n_3) \cdot d = (16 + 1 - 1,5) \cdot 10 = 155 \text{ мм}; \quad (3.31)$$

$$H_0 = H_3 + F_3 = 155 + 37 = 192 \text{ мм}; \quad (3.32)$$

$$H_1 = H_0 + F_1 = 192 - 10 = 182 \text{ мм}; \quad (3.33)$$

$$H_2 = H_0 + F_2 = 192 + 30 = 162 \text{ мм}; \quad (3.34)$$

$$t = f_3 + d = 2,561 + 10 = 12,561 \text{ мм}. \quad (3.35)$$

3.3.4. Розрахунок різьбових з'єднань, що сприймають поперечне навантаження.

Болт поставлений з зазором. Для того, щоб уникнути зсуву деталей різьбове з'єднання необхідно затягнути так, щоб сила тертя F_T на стику деталей була не меншою зрушувальної сили:

$$F_T = fFz_i \geq Q, \tag{3.36}$$

де f – коефіцієнт тертя (f = 0,15…0,2);

F – необхідна сила затягування;

z – число болтів;

i – число стиків.

Тоді необхідна сила затягування:

$$F = \frac{kQ}{fzi} = \frac{1{,}8 \cdot 1629{,}9}{0{,}2 \cdot 1 \cdot 2} = 7334{,}5\ H, \tag{3.37}$$

де k – коефіцієнт запасу (k = 1,8…2,0).

За таблицею 16.2, [14] в залежності від можливого діаметра різьби, приймаємо S_T = 6,5 і тоді:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_T}{S_T} = \frac{300}{6{,}5} = 46{,}2\ МПа. \tag{3.38}$$

Тоді розрахунковий внутрішній діаметр різьби дорівнює:

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot 1{,}3 \cdot F}{\pi[\sigma]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1{,}3 \cdot 7334{,}5}{3{,}14 \cdot 46{,}2}} = 16{,}21\ мм. \tag{3.39}$$

Цьому значенню d_1 відповідає болт М18 (d_1 = 16,37 мм при P = 1,5).

3.3.5. Розрахунок зварних з'єднань.

Зварні з'єднання - найбільш поширені нероз'ємні з'єднання, так як [8]:

- краще за інших наближають складені деталі до цілих;

- простіше забезпечують умови рівноміцності;

- знижують вартість виробу завдяки порівняно незначній трудомісткості процесу зварювання;

- сприяють порівняно невеликій масі конструкції (на 20...25% менше клепаної);

- забезпечують герметичність і щільність з’єднань;

- дозволяють автоматизувати процес.

У ряді випадків зварювання можна виконувати не тільки для з’єднання деталей, але і як технологічний спосіб виготовлення самих деталей (замінювати лиття і кування).

У той же час зварні з’єднання:

- чутливі до вібрації і ударних навантажень;

- схильні до викривлення через нагрівання.

Основні вимоги при проектуванні зварних конструкцій - забезпечення рівноміцності шва і з’єднуваних ним деталей. Відповідно з цією вимогою залежно від розмірів і розташування зварюваних деталей встановлюють відповідний тип шва даного з’єднання [21].

Таврові з’єднання. При виконані з’єднання тавровим кутовим швом без оброблення кромок (рис. 3.5), кожна платформа відчуває напругу стиснення під дією сили F = 0,83 кН.

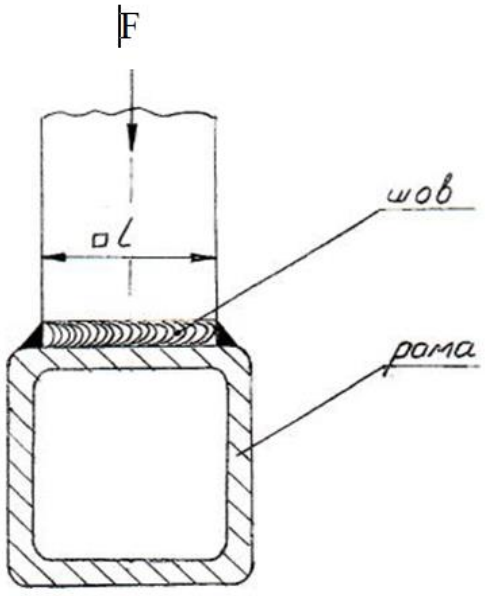


Рис. 3.5 – Схема таврового з’єднання

$$\sigma = \frac{F}{2 \cdot 0{,}7 \cdot k \cdot l} \le \left[\sigma'_{cm}\right], \tag{3.58}$$

де l - довжина кожного шва, мм.

Згідно таблиці 16.4 [14] допустима напруга шва працюючого на стиск

$[\sigma'_{cm}] = [\sigma_p] = 160$ МПа.

Перевіряємо міцність таврового з'єднання за умовою міцності:

$$\sigma = \frac{830 \cdot 10^3}{2 \cdot 0{,}7 \cdot 10 \cdot 100 \cdot 4} = 148{,}2 \ МПа \le \left[\sigma'_{cm}\right] = 160 \ МПа.$$

Умова міцності зварних швів виконується.

3.4. Рекомендації по використанню та технічному обслуговуванню посівного комплексу

3.4.1. Загальні відомості по використанню посівного комплексу:

1. Після складання комплексу необхідно змастити вузли, що труться і деталі в точках, де встановлені прес-маслянки. Довести тиск в шинах до рекомендованого в інструкції з експлуатації [19]. Переконатися в правильному розташуванні на комплексі попереджувальних знаків і наклейок. Перевірити візуально надійність всіх кріпильних з'єднань.

2. Встановити на штоки всіх гідроциліндрів регулювання глибини однакові набори обмежувачів: наприклад, обмежувачі товщиною 38,1; 19,1; 15,9 і 12,7 мм. Прокачати гідроциліндри і виставити сошники бічних і центральної рам на одному рівні над землею (рис. 3.6).

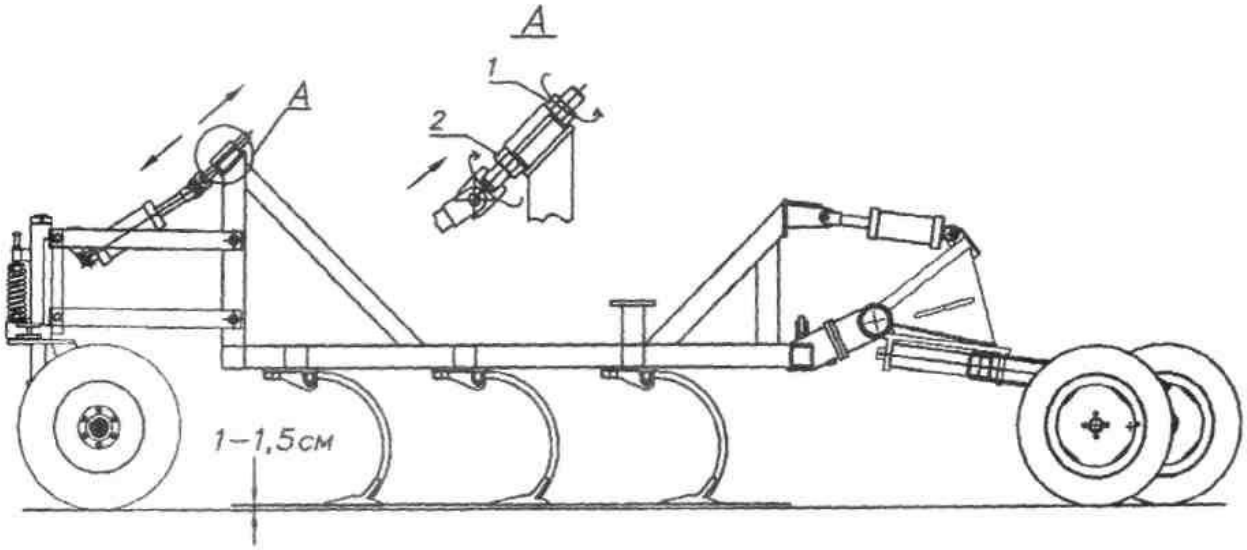


Рис. 3.6 - Регулювання рівня сошників головної рами:

1 - контргайка; 2 - регулювальна гайка.

Якщо передні сошники головної рами знаходяться вище рівня задніх, відпустити контргайку 1 на регулювальному болті і, обертаючи другу гайку 2, дещо підтягти провушину циліндра до стійки рами - це опустить раму, тобто збільшить глибину загортання насіння. Затиснути контргайку. І навпаки, при необхідності підняти передні сошники (зменшити глибину закладання) регулювальну гайку 2 треба обертати в протилежну сторону, відсуваючи провушину гідроциліндра від рами, поки всі сошники головної рами не встановляться на одному рівні (дане регулювання провести для правого і лівого болтів головної рами).

Прокачувати гідросистему необхідно також після кожного транспортування посівного комплексу для перевірки рівня рам. Остаточне нівелювання рам (сошників) проводиться в полі по дійсній глибині загортання насіння. Перед виїздом в поле перевірити гідросистему на відсутність витоку мастила.

3. Завантажити бункер, зробити калібрування висіваючих вузлів і встановити необхідну норму висіву. Калібрування виконувати при кожній зміні виду насіння та не рідше двох-трьох разів на сезон при сівбі однієї і тієї ж культури. Калібрування виключає будь-які похибки, які залежать від конструкції комплексу, виду і якості насіння тощо.

4. Запустити двигун, встановити необхідні оберти вентилятора (4000-4800 або 3000-3500 для дрібного і легкопошкоджуваного насіння).

Обертаючи білий важіль на передній стінці бункера, перевірити, висипання зерна з патрубків всіх сошників, тобто чи не забита система повітропроводів. Остаточно оберти вентилятора встановлюються дослідним шляхом при нормальному надходженні зерна до сошників. При працюючому вентиляторі перевірити на слух відсутність пропускання повітря через ущільнення кришок відсіків бункера.

5. Переконатися в справній роботі монітора (відповідно до інструкції з експлуатації).

6. Встановивши на штоки циліндрів головної рами транспортувальні обмежувачі, підняти крила, встановити стопорні пальці, відбуксирувати

посівний комплекс в полі і на рівній ділянці виставити необхідну глибину загортання насіння шляхом зміни кількості обмежувачів на штоках гідроциліндрів регулювання глибини.

7. При роботі з обприскувачем на полі тракторист виконує наступне:

- визначає напрямок вітру і виїжджає на край поля для першого проходу так, щоб вітер дув через все поле з лівої сторони на обприскувальний комплекс;

- розкриває центральну секцію і бічні штанги в робоче положення;

- відкриває клапани бака і розподільника;

- включає послідовно живлення розпилювальних головок і насоса;

- починає працювати із заданою швидкістю, візуально контролюючи роботу обприскувача;

- повороти в кінці гону виконує при відключеному насосі;

- в процесі обприскування постійно контролює якість розпилення, рівень робочої рідини в баку і періодично зіставляє його з розміром обробленої площі поля.

8. Посівні роботи та обслуговування посівного комплексу повинні проводитися в суворій відповідності з інструкцією по експлуатації і з дотриманням правил техніки безпеки.

3.4.2. Технічне обслуговування посівного комлексу.

1. Деякі вузли посівного комплексу змащені в заводських умовах; інші повинні бути змащені після складання посівного комплексу перед початком його експлуатації, в процесі технічного обслуговування або мийки комплексу [7]. Мастило нагнітати до появи його із зазорів.

Для змащення деталей комплексу застосовувати консистентне мастило загального призначення. У більшості випадків змащування виконується через прес-маслянки, розташовані на посівному комплексі в доступних місцях. Деякі точки мащення показані на рисунку 3.7 (поворотний вал і передня підвіска).

Поверхні деталей балансирів прикочувальних коліс змащені в заводських умовах і не вимагають додаткового мащення перед початком експлуатації комплексу.

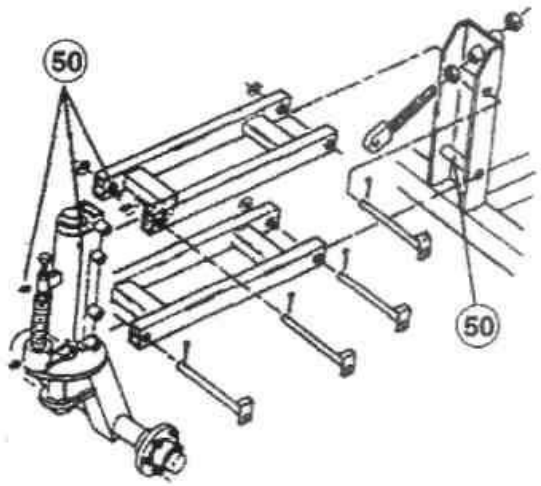


Рис. 3.7 - Точки мащення поворотного вала і передньої підвіски.

Якщо з яких-небудь причин балансир був розібраний, втулка і палець повинні бути змащені мастилом (рис. 3.8).

2. Перевірка стану різьбових та інших з'єднань здійснюється кожні 50 годин безперервної роботи комплексу. Ослаблені з'єднання підтягнути. При заміні кріпильних деталей застосовувати аналогічні для забезпечення надійної роботи посівного комплексу.

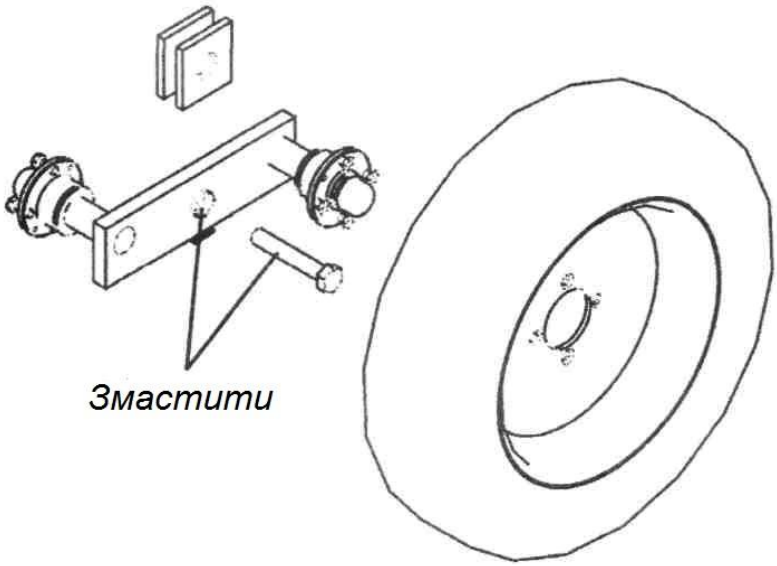


Рис. 3.8 - Змащування деталей балансира (маточини коліс достатньо змастити).

Особливу увагу приділити стану і надійності кріплення рухомих деталей в системах підйому крил і регулювання глибини закладання (рис. 3.9).

Щотижня після роботи перевіряти і підтягувати гайки кріплення балансирів прикочувальних коліс за допомогою ключів, що поставляються в комплекті з агрегатом.

Маточини коліс достатньо змащувати один раз на рік.

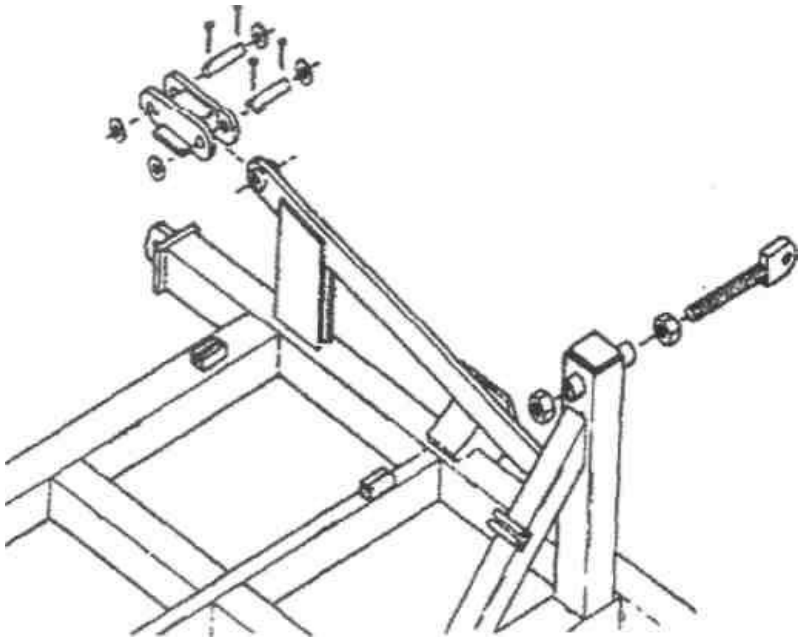


Рис. 3.9 - Елементи вузлів підйому крил і регулювання глибини загортання насіння.

3.4.3. Зберігання посівного комплексу.

Перед установкою комплексу на місце зберігання необхідно [7]:

- очистити комплекс від пилу і бруду, зафарбувати пошкоджені місця; змастити відкриті частини штоків гідроциліндрів консерваційним мастилом;

- ретельно очистити сошники від залишків добрив. Болти кріплення сошників промити гасом або дизельним паливом;

- повністю відкрити кришки висіваючих механізмів. Відкрити гумові кришки в нижній частині труби висівного механізму;

- покрити деталі висіваючих механізмів тонким шаром мастила;

- очистити шнек від залишків насіння і добрив; якщо шнек використовувався для завантаження добрив, опустити кінець шнека зі шлангом нижче рівня завантажувального кошика, залити в трубу шнека трохи солярки і короткочасно включити привід шнека;

- змастити ланцюгові передачі і всі точки мащення через прес-маслянки;

- перевірити редуктор зовнішнім оглядом на відсутність витоку мастила; якщо витоку немає, додаткове обслуговування не потрібне;

- звільнити затискачі на кришках бункера, що зберігає прокладки ущільнювачів від пошкодження при тривалому зберіганні;

- послабити натяг приводного пасу вентилятора;

- розібрати висіваючі механізми, змастити тонким шаром мастила квадратні вали і знову зібрати механізми;

- при зберіганні комплексу на відкритому майданчику крила повинні бути опущені. При низьких температурах тиск повітря в шинах прикочувальних коліс і коліс передньої підвіски має бути в межах 200 кПа, в колесах бункера - 110 кПа. Рами можна опустити на лапи сошників.

3.4.4. Розконсервація

- протерти штоки гідроциліндрів та інші зовнішні поверхні від залишків консерваційного мастила;

- довести тиск в шинах передньої підвіски комплексу до 220 кПа; тиск в колесах бункера повинний бути 110 кПа;

- перевірити візуально надійність всіх кріпильних з'єднань і відсутність пошкоджень вузлів і деталей комплексу;

- перевірити за допомогою ключів надійність кріплення коліс передньої підвіски, прикочувальних коліс і коліс бункера;

- зняти кришки з первинного і вторинного розподільників і перевірити, чи не потрапили в розподільники сторонні предмети, в т.ч. гризуни і птахи;

- включити вентилятор і продути всю систему протягом 10-20 хвилин, що дозволить видалити з труб і шлангів конденсат вологи і дрібні сторонні предмети;

- прокачати гідросистему і перевірити рівень рам; провести пробну сівбу і перевірити остаточно реальну глибину і рівень загортання насіння сошниками головної рами і крил.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Загальний аналіз стану охорони праці в господарстві

Планування заходів з охорони праці в господарстві здійснюється на основі проведеної паспортизації умов безпеки праці на кожному робочому місці, ретельного аналізу причин виробничого травматизму та захворювань.

Велика кількість нещасних випадків в рослинництві пов'язане з наїздом техніки на людей. Наїзди найчастіше трапляються під час приєднання і роз'єднання тракторів із сільськогосподарськими машинами, під час запуску двигуна трактора з включеною передачею, при маневруванні техніки на робочих площадках, при виконанні ремонтних робіт з не вимкненим двигуном та ін. Дуже часто причинами нещасних випадків стають захвати одягу відкритими передачами, особливо карданними валами машин; регулювання, усунення забивання робочих органів на ходу, а також обслуговування їх без рукавиць чи без спеціального одягу і пристосувань. Мають місце порізи рук ріжучими кромками.

Типові травми пов'язані з падінням з висоти: транспортних засобів, тракторних причепів, при виході і вході на робоче місце. Серед інших випадків розповсюджені притискування ніг сницею причепів при з'єднанні (роз'єднанні) сільськогосподарських машин і знарядь з трактором, опіки при відкриванні кришки радіатора водяного охолодження, завалювання зерном в бункерах накопичувачів, засмічення очей технологічними продуктами, травмування бортом кузова при його відкриванні або закриванні, завалювання ґрунтом в траншеях; притискування вантажем, кузовом самоскида, або сільськогосподарською машиною при роботів під ними, травмування несправним інструментом.

Більшість виробничих споруд обладнані блискавкозахистом. У майстернях створені сприятливі умови для ремонту сільськогосподарської техніки в зимовий період.

Оскільки більша частина робіт виконується за допомогою автотракторної техніки, то перед випуском на роботу налагоджений контроль її технічного стану, а також проводяться роботи по забезпеченню небезпечних вузлів машин, установок огородженнями, попереджувальними написами, знаками безпеки.

Електротравми виникають при роботі високогабаритної техніки під лініями електропередач, пошкодження ізоляції електричних машин, недопустимому наближенні до відкритих струмоведучих частин та в інших випадках.

В галузі тваринництва нещасні випадки траплялися найбільше через недотримання вимог охорони праці при виконанні робіт на МТФ по догляду за худобою, відсутністю необхідного рівня контролю при небезпечних роботах, відсутністю достатнього фінансування заходів з охорони праці.

Летальних випадків, які сталися із-за недотримання правил техніки безпеки в господарстві не було.

Використовуючи дані, які отримані з актів, складених за формою Н-1, виконуємо аналіз травматизму за допомогою статистичного методу оцінки, з метою встановлення закономірностей виникнення нещасних випадків.

При цьому визначаємо показник частоти травматизму за формулою:

$$k_{ч} = \frac{1000 \cdot N}{P}, \tag{4.1}$$

де N – число потерпілих з втратою працездатності на 1 і більше днів, чол.;

P – чисельність працюючих за звітний період, чол.

Показник втрати робочих днів визначаємо за формулою:

$$k_{в} = \frac{1000 \cdot Д}{P}, \tag{4.2}$$

де $Д$ – загальна кількість людино-днів непрацездатності потерпілих.

Показник тяжкості нещасних випадків визначаємо за формулою:

$$k_{т} = \frac{Д}{N}. \tag{4.3}$$

Результати аналізу актів складених за формою Н-1 зводимо у таблицю 4.1.

Таблиця 4.1

Результати аналізу актів складених за формою Н-1.

№ п/п	Назва показників	Роки		
		2021	2022	2023
1.	Середньорічна чисельність робітників *Р*, чол.	68	56	56
2.	Число потерпілих з втратою працездатності на 1 і більше днів *N*, чол.	8	7	9
3.	Загальна кількість людино-днів непрацездатності потерпілих, *Д*	163	137	181
4.	Показник частоти травматизму, $k_ч$	18,2	17,5	15,6
5.	Показник втрати робочих днів, $k_в$	63,6	36,4	45
6.	Показник тяжкості нещасних випадків, $k_т$	36,5	20,7	29,3

Аналізуючи дані табл. 4.1 видно, що найбільше випадків травматизму було зафіксовано в галузі рослинництва, які сталися в основному під час ремонту сільськогосподарської техніки.

Більшість нещасних випадків виникли внаслідок поганого технічного стану машин; відсутності або несправності захисних пристроїв; ремонту регулювання, очищення і змащення машин на ходу; отруєння пестицидами і мінеральними добривами.

Розробка заходів по покращенню умов праці в господарстві

Заходи по створенню нормальних умов праці під час роботи на ґрунтообробному агрегаті.

Захист тракториста від пилу, який попадає в кабіну під час обробітку ґрунту, здійснюється за допомогою вентилятора з пиловідокремлювачем, який створює надлишковий тиск в кабіні на 20÷50 МПа порівняно з атмосферним.

У відповідності з вимогами ГОСТ 12.1.003 захист від шуму та вібрації здійснюється за рахунок використання шумо- і вібропоглинаючих пристроїв:

- ізоляцією кабіни і обробка її внутрішньої поверхні звукопоглинальними матеріалами;

- сидіння тракториста розташоване поблизу центра маси трактора, використаний амортизуючий пристрій для сидіння, що знижує рівень вібрації;

- двигун і кабіна трактора, вентилятор на ґрунтообробному агрегаті встановлені на гумових подушках, що зменшує передачу вібрації від джерела її виникнення до працюючого;

- для запобігання попадання прямих сонячних променів в кабіну трактора використані захисні щитки.

Заходи по забезпеченню безпечних умов праці на ґрунтообробному агрегаті.

При експлуатації ґрунтообробного агрегату можливі наступні нещасні випадки та неполадки:

- наїзд агрегату на працюючих, які його обслуговують;

- попадання спецодягу, частин тіла механізатора чи обслуговуючих робітників у механізми машини які обертаються і рухаються;

- попадання мастил із гідравлічної системи в лице механізатора під час від'єднання чи приєднування машини до трактора;

- пошкодження пальців рук гострими частинами елементів конструкції машини;

- опіки внаслідок загорання паливно-мастильних матеріалів;

- травмування може викинути внаслідок знаходження між трактором і машиною під час її приєднання, або знаходження обслуговуючого персоналу в небезпечній зоні;

- при недотриманні вимог до поздовжньої стійкості можливе перевертання агрегату;

- можливе здійснення посівного агрегату з іншим транспортом при транспортуванні дорогами загального призначення;

- обривання карданно-телескопічного валу приводу вентилятора;

- вихід із ладу начіпного пристрою машини.

Для того щоб запобігти виникненню перерахованих вище нещасних випадків і аварій в конструкції машини проведені наступні заходи;

- розташування і конструкція вузлів і механізмів машини забезпечує безпеку для обслуговуючого персоналу при монтуванні, демонтуванні, експлуатації;

- рухомі частини і ті, які обертаються захищені захисними кожухами у відповідності з вимогами ГОСТ 12.4.042 і позначені кольором який відрізняється від загального кольору машини у відповідності з вимогами ГОСТ 12.4.026 і ГОСТ 12.2.019;

- механізм передач має запобіжні шплінти, які при збільшенні навантаження на вали, більших за ті які допускаються, зрізуються;

- гідросистема включає можливість самовільного опускання машини, відповідає вимогам ГОСТ 12.2.086 і ГОСТ 12.2.040;

- для очищення лап і фрез при їх забиванні машина комплектується чистиком. Його кріплення забезпечує швидке знімання без використання інструментів;

- кут поперечної стійкості з начепленою машиною на трактор МТЗ-80 не менше 30^{o};

- при агрегатуванні начепленої машини навантаження на колеса управління трактора не перевищує 20% загальної маси агрегату;

- начеплена на трактор машина не ускладнює доступ тракториста на робоче місце, забезпечує необхідний огляд для виконання технологічної операції, а також доступ для обслуговування до вузлів і механізмів;

- важкі вузли мають петлі і місце для обслуговування при підніманні. Місця стропування позначені у відповідності з вимогами ГОСТ 12.4.026, місця для встановлення домкратів позначені буквами “ДК”;

- на видному місці машини встановлена табличка з написом, який попереджує про неможливість транспортування її в піднятому стані при працюючих обертових механізмах.

Розрахунок теплового балансу механізатора під час виконання робіт.

Розрахунок теплового балансу організму тракториста виконуємо за формулою:

$$Q = M \pm R \pm C \pm U, \tag{4.4}$$

де Q – величина затриманого в організмі або втраченого тепла, Вт;

M – величина теплопродукції людини, Вт, (M = 334,94 Вт);

R – тепловіддача радіацією, Вт:

$$R = 6{,}489 S_m (t_{ст} - t_n), \tag{4.5}$$

де S_m – площа поверхні тіла тракториста, м^2 (S_m = 1,4 м^2);

$t_{ст}$ – температура стін кабіни трактора, ^{0}С, (приймаємо $t_{ст} = 15^0$С);

t_n – температура поверхні тіла, ^{0}С, (приймаємо $t_n = 30^0$).

Отже,

$$R = 6{,}489 \cdot 1{,}4(15 - 30) = -136{,}3 \text{ Вт}.$$

C – тепловіддача конвекцією, Вт:

$$C = 8{,}978 \cdot (0{,}5 + \sqrt{V}) \cdot S_m \cdot (t_в - t_n), \tag{5.6}$$

де V – швидкість руху повітря, м/с, (приймаємо V = 0,6 м/с);

$t_в$ – температура повітря, ^{0}С, ($t_в = 18^0$С).

Отже,

$$C = 8{,}978 \cdot (0{,}5 + \sqrt{0{,}6}) \cdot 1{,}4 \cdot (18 - 15) = 48 \text{ Вт}.$$

U – тепловіддача випаровуванням, Вт:

$$U = 40{,}82 \cdot П, \tag{5.7}$$

де $П$ – максимальна кількість поту, що може випаровуватись з поверхні тіла механізатора в даних умовах, г/хв:

$$П = 0{,}001 \cdot (P_{мах} - P_{абс}) \cdot (0{,}5 + \sqrt{V}), \tag{5.8}$$

де $P_{мах}$ – максимальне напруження водяних парів, Па, ($P_{мах}$ = 4197 Па);

$P_{абс}$ – абсолютна вологість повітря, Па, ($P_{абс}$ = 1400 Па).

Отже,

$$П = 0{,}001 \cdot (4197 - 1400) \cdot (0{,}5 + \sqrt{0{,}6}) = 3{,}56 \text{ г/хв}.$$

Отримані значення підставляємо у формулу (5.5) і проводимо розрахунок:

$$Q = 334{,}94 + 136{,}3 - 48 - 145{,}32 = 277{,}92 \text{ Вт}.$$

$Q_{доп}$ = 500 Вт, то тепловий баланс організму механізатора при виконанні робіт забезпечується.

Висновки. Провівши аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів, а також загальний стан охорони праці в господарстві, проведений на основі даних, які отримано з актів, складених за формою Н-1 розроблені заходи для покращення умов праці і усуненню небезпечних та шкідливих виробничих факторів при вирощуванні зернових культур.

5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА

Технологія вирощування зернових культур (пшениці озимої) передбачає виконання усіх технологічних операцій за допомогою комплексу машин.

Запропонований варіант механізації вирощування пшениці озимої порівнюється з існуючим варіантом.

5.1 Вихідні дані

Згідно з результатами розрахунків отримані показники представлені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1

Техніко-економічні показники технології вирощування пшениці озимої

Показники	Технології	
	Проектна	Базова
Площа, га	450	450
Врожайність, ц/га	52	50
Витрата палива, кг	12300	15300
Витрата праці, люд.-год.	1980	2640
Капітальні вкладання в механізацію, грн.	370510	385280
Валовий збір пшениці, ц	23400	22500

Капітальні вкладення у механізацію (табл. 5.1) визначаються з урахуванням нормативного річного навантаження сільськогосподарської техніки [15]:

$$K_n = \sum_{i=1}^{n} K_{ni}, \tag{5.1}$$

де K_n – сумарні капітальні вкладення у механізацію на вирощування культури, грн.;

K_{ni} – сумарні капітальні вкладення у механізацію окремої машини на i-й операції вирощування пшениці озимої, грн.;

n – число операцій при вирощуванні культури.

Для польових агрегатів:

$$K_{пі} = \frac{Ц_і \cdot K_т \cdot S}{T_{річ} \cdot W}, \tag{5.2}$$

де $Ц_і$ – вартість 1-ої машини, грн.;

$K_т$ – коефіцієнт додаткових витрат на доставку у господарство та обладнання машини ($K_т$ = 1,1…1,2).

S – площа під культурою, га;

W – продуктивність одного агрегату;

$T_{річ}$ – нормативне річне навантаження машини.

Для навантажувальних та транспортних робіт [15]:

$$K_{пі} = \frac{Ц_і \cdot K_т \cdot n \cdot T_р}{T_п}, \tag{5.3}$$

де n – число машин;

$T_р$ – число годин роботи на операції;

T = 200 годин для автомобілів.

Таблиця 5.2

Нормативне річне навантаження сільськогосподарської техніки

Тип машини	Нормативне річне навантаження, год.
Колісні трактора	1600
Гусеничні трактора	1400
Комбайни других культур	200
Культиватори, плуги, лущильники	500
Борони, сівалки	200
Косарки, граблі, підбирачі	250
Машини для обробки зерна	300
Причепи тракторні	1600

Капітальні вкладення для існуючої технології дорівнюють 385280грн.

5.2 Розрахунок продуктивності праці

Витрати праці на одиницю продукції [15]:

$$З_п = \frac{P_п}{B_п}, \tag{5.4}$$

$$З_с = \frac{Р_с}{В_с},$$ (5.5)

де $Р_с$,$Р_п$ – витрати праці на вирощування культури при існуючій та проектній технологіях, люд.-год.;

$В_с$, $В_п$ – валовий збір продукції при існуючій та проектній технологіях, ц.

$$З_п = \frac{1980}{23400} = 0,084 \ люд \cdot год / ц;$$

$$З_с = \frac{2640}{22500} = 0,11 \ люд \cdot год / ц;$$

Визначення продуктивності праці [15]:

$$К_п = \frac{З_с}{З_п} = \frac{0,11}{0,084} = 1,3 \ разів;$$ (5.6)

5.3. Визначення витрат на оплату праці, ПММ, добрива, амортизацію

В господарстві прийнята наступна система оплати праці працівників, які зайняті на вирощуванні пшениці озимої. Оплату праці механізаторів здійснюють по 5-му розряду тарифної сітки із середнього розрахунку 44,25 грн. за виконану норму виробітку. Крім того, в господарстві запроваджена доплата за класність. Механізаторам, які мають перший клас доплачують 20% до тарифної ставки. Виходячи із вищезазначеного середню оплату праці на вирощуванні пшениці озимої можна визначити за формулою:

$$С_{оп} = Р_н \cdot О_{п.г.} \cdot К,$$ (5.7)

де $Р_н$ – трудомісткість виконання робіт на вирощуванні пшениці озимої, люд.-год.;

$О_{п.г.}$ – середня годинна оплата праці в рослинництві, $О_{п.г.}$ = 59,13 грн./год;

$К$ – коефіцієнт співвідношення мінімальних тарифних ставок, $К$ = 1,42.

$$С_{оп}^{\ б} = 2640 \cdot 59,13 \cdot 1,42 = 221666 \text{ грн.}$$

$$С_{оп}^{\ п} = 1980 \cdot 59,13 \cdot 1,42 = 166249 \text{ грн.}$$

Визначення вартості насіння

$$C_{нп} = H_c \cdot Ц_н \cdot S, \quad (5.8)$$

де H_c - норма висіву, ц/га;

$Ц_н$ - вартість 1 ц насіння, грн.;

S - площа ділянки під культуру по проекту, га.

$$C_{нп} = 0,25 \cdot 5000 \cdot 450 = 562500 \text{ грн.}$$

Визначення витрат на паливо - мастильні матеріали

Питомі витрати на паливо і мастильні матеріали [15]:

$$C_{пмм} = Q \cdot Ц_к, \quad (5.9)$$

де Q – витрати палива на вирощуванні культури, кг;

$Ц_к$ – комплексна ціна паливно-мастильних матеріалів, грн./кг.

Комплексна ціна включає витрати на основне і пускове паливо, а також на мастильні матеріали.

Норми витрат мастильних матеріалів в % до основного палива для МТА становлять: дизельне мастило – 5 %; автотракторне мастило – 3,7 %; солідол – 0,5 %; трансмісійне мастило – 0,8 %.

Вартість палива і мастил коливаються на ринку і залежать від об'ємів закупок, постачальника і інших факторів. З врахуванням сьогоднішніх цін приймаємо комплексну ціну ПММ 72,79 грн./кг. Тоді, питомі витрати на паливо і мастильні матеріали будуть дорівнювати:

- для базового технології:

$$C_{пмм}^{б} = 15300 \cdot 72,79 = 807687 \text{ грн,}$$

- для існуючої технології:

$$C_{пмм}^{п} = 12300 \cdot 72,79 = 649317 \text{ грн.}$$

Визначення вартості добрив

$$C_{дп} = C_г + C_{мд}, \quad (5.10)$$

де $C_г$ - вартість гною, грн.;

$C_{мд}$ - вартість мінеральних добрив.

$$C_т = N_г \cdot Ц_г \cdot S, \quad (5.11)$$

де $N_т$ - норма внесення гною, т/га;

$Ц_г$ - вартість гною ($υ_г$ = 20 грн./т);

S - площа під культурою, га;

$$C_{мд} = \left(N_{д1} \cdot Ц_{д1} + N_{д2} \cdot Ц_{д2} + ... + N_{дn} \cdot Ц_{дn}\right) \cdot S; \quad (5.12)$$

де $N_{д1}$, $N_{д2}$, $N_{дn}$ - норма внесення різноманітних видів мінеральних добрив, грн./т;

$Ц_{д1}$, $Ц_{д2}$, $Ц_{дn}$ - вартість мінеральних добрив, грн./т;

$N_{д1}$ = 0,25 т/га (фосфорні добрива);

$N_{д2}$ = 0,25 т/га (калійні добрива);

$N_{д3}$ = 0,3 т/га (аміачна селітра).

$$C_{мд} = \left(0,25 \cdot 15000 + 0,25 \cdot 13000 + 0,3 \cdot 20000\right) \cdot 450 = 5763000 \text{ грн.};$$

Визначення відрахувань на амортизацію

$$C_{ап} = \Sigma K_п \cdot a, \quad (5.13)$$

де $\Sigma K_п$ - сумарна балансова вартість сільськогосподарських агрегатів по операціям (таблиця 6.3), грн.;

a - середня норма річних відрахувань на реновацію від балансової вартості відповідно сільськогосподарських агрегатів , %;.

За нормативами річна норма відрахувань на реновацію сільськогосподарських машин становить 10-15% [15]. Тоді, витрати на амортизацію будуть дорівнювати:

- для базової технології:

$$C_а^{б} = 385280 \cdot 0,13 = 50086 \text{ грн.};$$

- для проектної технології:

$$C_а^{п} = 370510 \cdot 0,13 = 48166 \text{ грн.}$$

Визначення витрат на ремонт, техогляд, зберігання

$$C_{рп} = \Sigma K_п \cdot p, \quad (5.14)$$

де ΣK_n - сумарна балансова вартість сільськогосподарських агрегатів по операціям (таблиця 5.1), грн.;

p - середня норма витрат на поточний ремонт та техогляд (p = 0,06),

- для базової технології:

$$C_p^{\,б} = 385280 \cdot 0,06 = 23116 \text{ грн.};$$

- для проектної технології:

$$C_p^{\,n} = 370510 \cdot 0,06 = 22230 \text{ грн..}$$

Визначення інших витрат (засоби захисту рослин та ін.), грн.

$$C_{ін} = \left(C_{оп} + C_{нп} + C_{пмм} + C_{дп} + C_a + C_p\right) \cdot K_i; \qquad (5.15)$$

де K_i - коефіцієнт інших витрат (K_i = 0,06).

- для базової технології:

$$C_{ін} = \left(221666 + 562500 + 807687 + 5763000 + 50086 + 23116\right) \cdot 0,06 = 480846$$

грн.

- для проектної технології:

$$C_{ін} = \left(166249 + 562500 + 649317 + 5763000 + 48166 + 22230\right) \cdot 0,06 = 432687$$

грн.

Визначення накладних витрат

$$C_{нп} = \left(C_{оп} + C_{нп} + C_{пмм} + C_{дп} + C_a + C_p + C_{ін}\right) \cdot K_n \ , \qquad (5.16)$$

де K_n - коефіцієнт накладних витрат (K_n = 0,05…0,06).

- для базової технології:

$$C_{нп} = \begin{pmatrix} 221666 + 562500 + 807687 + 5763000 + 50086 + \\ 23116 + 480846 \end{pmatrix} \cdot 0,05 = 395445 \text{ грн.}$$

- для проектної технології:

$$C_{нп} = \begin{pmatrix} 166249 + 562500 + 649317 + 5763000 + \\ +48166 + 22230 + 432687 \end{pmatrix} \cdot 0,05 = 382207 \text{ грн}$$

5.4. Визначення чистого прибутку

- для існуючої технології:

$$Д_с = C_{ввп}^{\ б} - \left(\Sigma C_{ос} - C_{пп}\right), \tag{5.17}$$

де ($\Sigma C_{ос}$ - $C_{пп}$) - всього витрат за вирахуванням побічної продукції, грн.

$$Д_б = 11271620 - \left(8621100\right) = 2650520 \text{ грн.};$$

- для проектної технології:

$$Д_п = C_{ввп}^{\ п} - \left(\Sigma C_{сс} - C_{пп}\right), \tag{5.18}$$

$$Д_п = 16026000 - \left(8396430\right) = 7629570 \text{ грн} .$$

Визначення рентабельності

$$P_с = \frac{Д_с \cdot 100}{\sum C_{сп} - C_{пп}} = \frac{2650520 \cdot 100}{1029802} = 25{,}7\%; \tag{5.19}$$

$$P_п = \frac{Д_п \cdot 100}{\sum C_{сп} - C_{пп}} = \frac{7629570 \cdot 100}{1032393} = 73\%. \tag{5.20}$$

Визначення річного економічного ефекту

$$\Sigma = Д_п - Д_б = 7629570 - 2650520 = 4979050 \text{ грн.} \tag{5.21}$$

Висновки. Результати розрахунків економічної ефективності вдосконалення технології вирощування пшениці озимої показують, що запровадження її у виробництво підвищить врожайність на 13% і дасть змогу отримати річний економічний ефект в сумі 4979050 грн., а затрати на розробку агрегату окупляться протягом одного сезону експлуатації.

ВИСНОВКИ

У дипломному проєкті на основі проведених теоретичних та експериментальних досліджень вирішено актуальне науково-практичне завдання щодо вдосконалення процесу механізації сівби озимих зернових культур. За результатами роботи можна зробити наступні висновки:

1. Аналіз сучасного стану та обґрунтування технології. Встановлено, що в умовах сучасних кліматичних змін та необхідності збереження родючості ґрунтів, перехід до технологій мінімального обробітку (*Mini-till*) є стратегічним напрямком розвитку агровиробництва. Застосування комбінованих агрегатів дозволяє не лише захистити ґрунт від вітрової та водної ерозії, а й суттєво оптимізувати водно-повітряний режим для розвитку рослин, що є критично важливим у посушливі періоди.

2. Конструктивні особливості модернізованого агрегату. Розроблено та науково обґрунтовано конструкцію посівного комплексу модульного типу. Основними технічними досягненнями є:

- **Полегшена рама:** Використання нових профілів та оптимізація силової схеми дозволили знизити металомісткість конструкції без втрати жорсткості, що зменшує питомий тиск на ґрунт.
- **Робочий орган (лапа-сошник):** Вдосконалена геометрія робочої поверхні забезпечує стабільність ходу на заданій глибині та якісне формування посівного ложа навіть на важких ґрунтах.
- **Система розподілу:** Впровадження подільників першого та другого ступенів дозволило досягти високої рівномірності розподілу насіннєвого матеріалу між сошниками (відхилення не перевищує 3-5%), що сприяє одностайності сходів.

3. Технологічні та експлуатаційні показники. Впровадження запропонованих рішень забезпечило зниження тягового опору комплексу на 15-20%. Це дозволило перевести процес сівби на підвищені робочі швидкості (до

10 км/год) без порушення агротехнічних вимог. Продуктивність агрегату в результаті модернізації зросла до **50 га за зміну**, що дозволяє завершити посівну кампанію у стислі, оптимальні для пшениці терміни.

4. Охорона праці та екологічна безпека. На основі ретельного аналізу травматизму в господарстві (згідно з актами форми Н-1) розроблено комплекс інженерно-технічних та організаційних заходів. Впроваджено системи захисту та сигналізації, що мінімізують ризики при роботі з рухомими частинами агрегату та при завантаженні насіння. Запропонована технологія є екологічно збалансованою, оскільки зменшує кількість проходів техніки по полю, запобігаючи переущільненню ґрунту.

5. Економічне обґрунтування та ефективність. Розрахунки підтвердили високу доцільність проєкту:

- Завдяки покращенню якості сівби та дотриманню термінів очікується **підвищення врожайності на 13%** (до 56,5 ц/га).
- Річний економічний ефект від впровадження модернізованого комплексу на площі 450 га складає **49 790, 50 грн**.
- Завдяки значній економії палива (на 19,6%) та зниженню витрат праці, термін окупності капітальних вкладень у розробку становить **один сезон експлуатації**.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Антонишин Р.З. Карти технологічної наладки ґрунтообробних і посівних машинно-тракторних агрегатів. Антонишин Р.З., Козирев С.Н. Навч. підруч.- К.: Вища школа, 1991. - 152 с.

2. Бакум М. В. Проектування сільськогосподарських машин [Текст]: Бакум М. В., Нікітін С. П., Сергеєва А. В. / за ред. М. В. Бакума. - Харків : ХДТУСГ, 2003. - 336 с.

3. Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / Д.Г. Войтюк, В. М. Барановський, В. М. Булгаков та ін.; за ред. Д. Г. Войтюк. – К.: Вища освіта, 2005. – 464 с.

4. Довідник з машиновикористання в землеробстві / В.І. Пастухов, А.Г. Чигрин, В.Ю. Ільченко та ін.; За ред. В.І. Пастухова. – Харків: Веста, 2001. – 347 с.

5. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві / В.Ю. Ільченко, А.С. Лімонт та ін.; За ред. В.Ю. Ільченка. – К.: Урожай, 1993. – 288 с.

6. Курсове проектування з машиновикористання в рослинництві: Навчальний посібник / В.Ю. Ільченко, А.С. Кобець, П.М. Кухаренко, В.П. Мельник, В.О.Колбасін. – Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 2006. – 132 с.

7. Машиновикористання в землеробстві / В.Ю. Ільченко, Ю.П. Нагірний, П.А. Джолос та ін.; За ред. В.Ю. Ільченка і Ю.П. Нагірного.-К.: Урожай, 1996.- 384 с.

8. Горбатюк Є.О. Технологія машинобудування : навч. посіб. / Є. О. Горбатюк, М. П. Мазур, А. С. Зенкін, В. Д. Каразей. - Львів: Новий Світ-2000, 2012. - 358 с.

9. Джигирей, В.С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища: навч. посіб. для студ. вузів / В.С Джигирей. - 2-е вид., стер. . - Київ: Знання, 2002. - 203 с.

10. Іщенко Т.Д. Дипломне проектування у вищих навчальних закладах Мінагрополітики України: Навчально-методичний посібник / За ред. Т.Д. Іщенко, І.М. Бендери. − К.: Аграрна освіта, 2006. − 256 с.

11. Калашнік, А. ЯНТАР та LEMKEN - посівний комплекс високої продуктивності / А. Калашнік // Техніка і технології АПК. - 2013. - № 6. - С. 15-17.

12. Коваленко Б.Д. Інженерна та комп'ютерна графіка : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закладів / [Б. Д. Коваленко, Р. А. Ткачук, В. Г. Серпученко]; за ред. Б. Д. Коваленка. - Київ: Каравела, 2008. - 511, [1] с.

13. Коваль, С. Зернові сівалки як складова енергозбереження / С. Коваль // Agroexpert: практичний посібник аграрія. - 2011. - № 9. - С. 68-72.

14. Коновалюк, Д. М. Деталі машин: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закладів / Д. М. Коновалюк, Р. М. Ковальчук. - Київ: Кондор, 2008. - 582, [2] с.

15. Кудзаев А. Б. Расчет параметров упругой стойки пропашного культиватора. // Механизация и электрофикация сельского хозяйства , 2008, №9, С. 25.

16. Лихочвор В. В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур.120 культур : навч. посіб. / В. В. Лихочвор, В. Ф. Петриченко, П. В. Іващук, О. В. Корнійчук ;[за ред. В. В. Лихочвора, В. Ф. Петриченка]. - Львів: Українські технології, 2010. - 1085, [2] с.

17. Осаволюк А. Від сівалки до посівного комплексу / А. Осаволюк // Зерно. - 2014. - № 7. - С. 188-189.

18. Писаренко, Г.С. Опір матеріалів: підруч. для студ. мех. спец. / Г.С. Писаренко, О.Л. Квітка, Є.С. Уманський; за ред. Г.С. Писаренка. - 2-е вид., перероб. і доп.. - Київ: Вища школа, 2004. - 655 с.

19. Інструкція з експлуатації посівного комплексу Партнер-7,5.

ДОДАТКИ

Міністерство освіти і науки України
Дніпровський державний аграрно -економічний університет
Інженерно -технологічний факультет
Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

Ілюстративний матеріал
до захисту дипломного проєкту на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» за освітньо-професійною програмою 208«Агроінженерія» зі спеціальності
208 «Агроінженерія»
на тему: **«Удосконаленнятехніко-технологічногозабезпеченнясівби сільськогосподарськихкультур з розробкоюенергозберігаючого посівногокомплексу»**

Здобувач Рижий Р.В.

Науковий керівник,
доцент Пономаренко Н.О.

Дніпро-2026



Сівалка D9-120
(Amazonen-Werke)



Сівалка Solitar 12
(Lemken)



Сівалка 550/3D
(Polonez)



Сівалка XPRESS
(Morris Industries)



Сівалка Rapid XL
(Vaderstad)

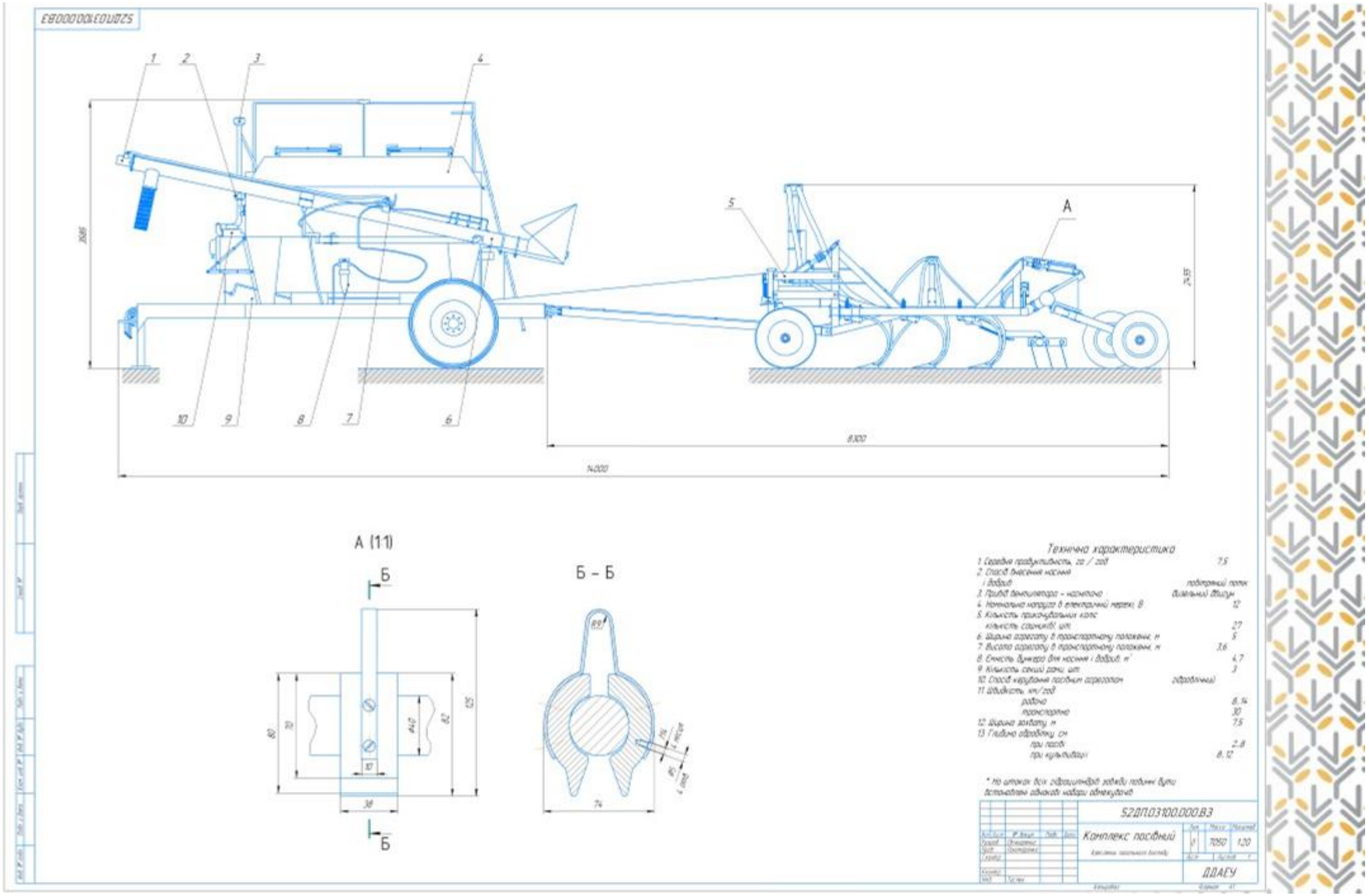


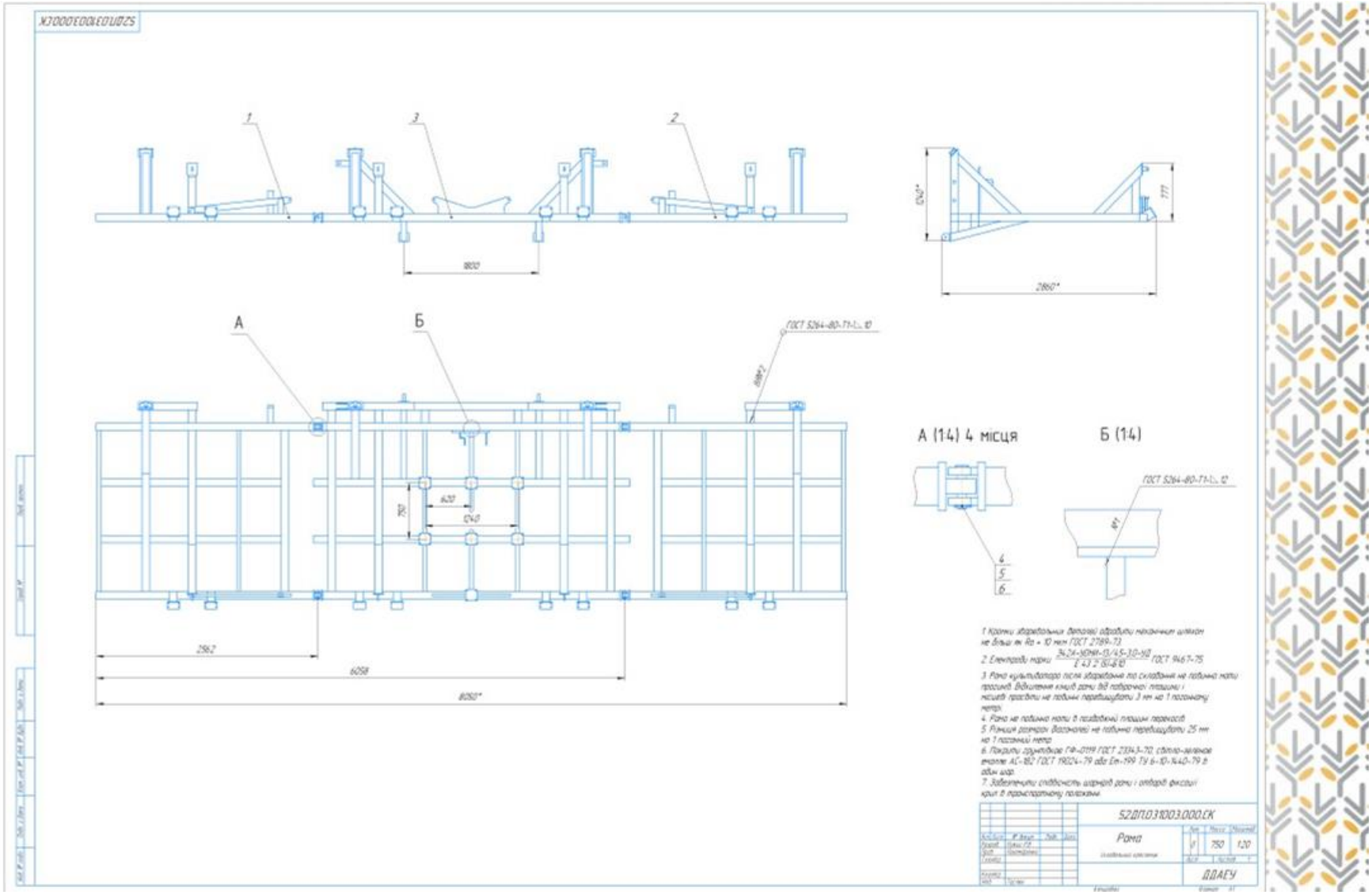
Сівалка СТА-4000
(Great Plains)

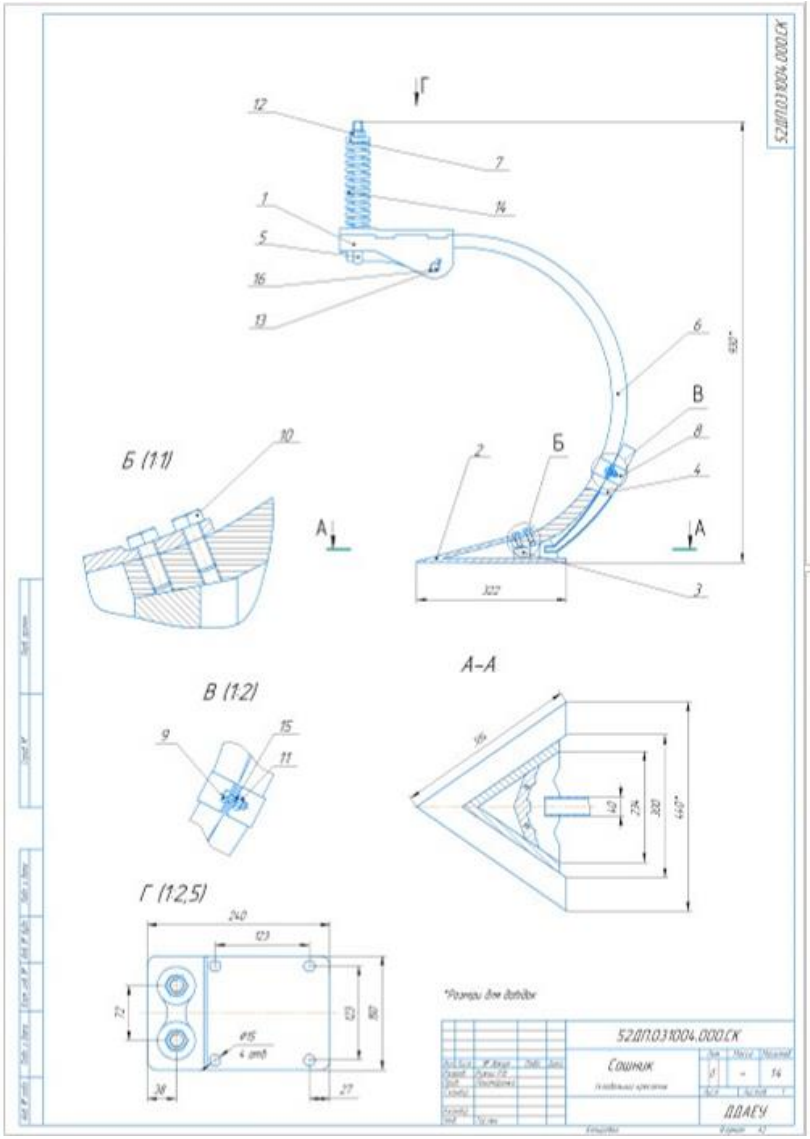


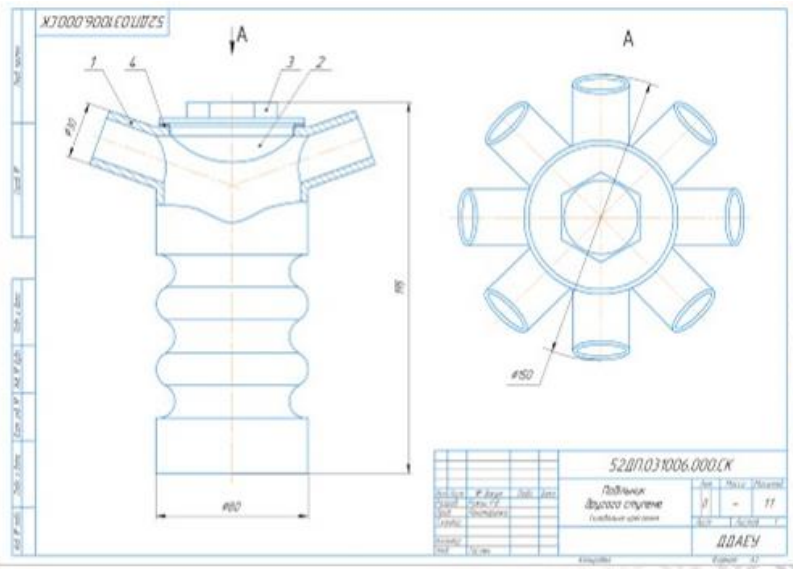
Посівний комплекс
Партнер-7,5

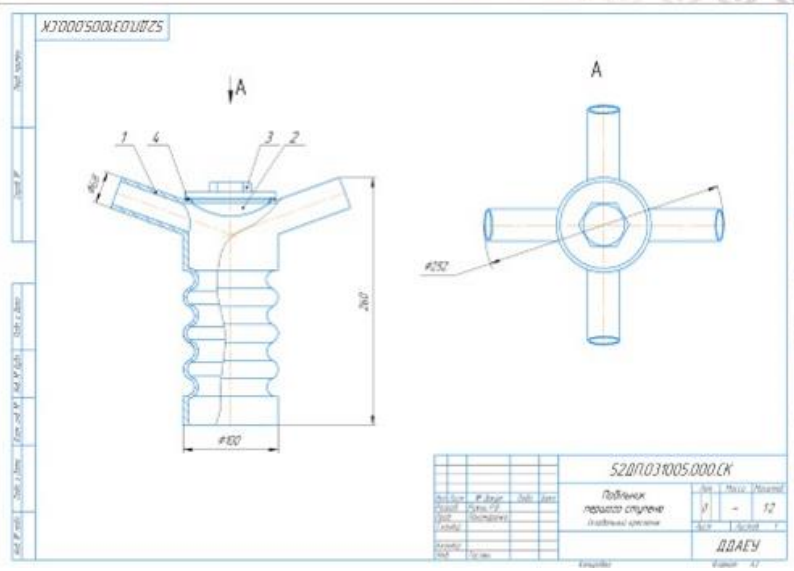
ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
A
8300
14000
А (11)
Б
Б – Б
Технічна характеристика
Комплекс посівний
ДДАЕУ


А (14) 4 місця
Б (14)
5ДП031003.000.СК
Рама
ДДАЕУ


Г
Б (1:1)
В (1:2)
А–А
Г (1:2,5)
Б
В
А
*Размеры для справок
52ДП.031004.000СК
Сошник
ДДАЕУ


52ДП.031006.000СК
А
А
52ДП.031006.000СК
Подъемник
ДДАЕУ


52ДП.031005.000СК
А
А
52ДП.031005.000СК
Подъемник
ДДАЕУ

Показники	Одиниця виміру	Базова технологія	Проектна технологія	Відхилення (+/-)
Виробничі показники				
Площа посіву	га	450	450	—
Урожайність	ц/га	50	52	+2,0
Валовий збір зерна	ц	22500	23400	+900
Трудові та енергетичні витрати				
Загальні витрати праці	люд. -год.	2640	1980	-660
Питомі витрати праці	люд. -год./га	5,87	4,4	-1,47
Загальна витрата палива	кг	15300	12300	-3000
Питома витрата палива	кг/га	34	27,3	-6,7
Вартісні показники				
Капітальні вкладення в техніку	грн	385280	370510	-14770
Витрати на оплату праці	грн	221668	166251	-55417
Витрати на ПММ (при 72,79 грн/кг)	грн	1113687	895317	-218370
Амортизаційні відрахування	грн	57792	55577	-2215
Витрати на ремонт та ТО	грн	23117	22231	-886
Економічна ефективність				
Річний економічний ефект	грн	—	49790,50	—
Термін окупності проєкту	сезонів	—	1	—

Рекомендації виробництву.

Для отримання максимального ефекту рекомендується експлуатувати даний посівний комплекс з тракторами класу 3.0, дотримуючись швидкісного режиму 8–10 км/год та забезпечуючи своєчасне технічне обслуговування вузлів розподілу насіння.

- Удосконалено конструкцію модульного посівного комплексу шляхом впровадження полегшеної рами та модернізованих робочих органів. Нова конфігурація лапи-сошника та подільників насіння забезпечує високу якість висіву при одночасному зниженні енергомісткості процесу.
- Досягнуто підвищення експлуатаційних показників: робоча швидкість агрегату зросла до 10 км/год, що в поєднанні зі зменшенням тягового опору дозволяє обробляти до 50 га за зміну.
- Реалізовано системний підхід до безпеки праці: на основі фактичних даних про стан травматизму в господарстві розроблено інженерні рішення для усунення небезпечних чинників під час польових робіт.
- Визначено фінансову доцільність: модернізація технології вирощування пшениці забезпечує суттєвий економічний ефект у розмірі 49790, 50 грн на рік при повній окупності витрат протягом першого року експлуатації.