

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерно-технологічний
Кафедра агроінжинірингу

До захисту
Допускається
Завідувач кафедри

Шуляк М.Л.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за бакалаврським рівнем вищої освіти

На тему: «Підвищення ефективності виконання технологічної операції сівба озими пшениці шляхом модернізації сівалки в умовах ННБК СНАУ»

Виконав:

(підпис)

Канівець Я.С.

(Прізвище, ініціали)

Група:

АІ 2202-1ст

(Науковий) керівник:

(підпис)

Сировицький К.Г.

(Прізвище, ініціали)

Суми – 2025

АНОТАЦІЯ

Канівець Ярослав Сергійович «Підвищення ефективності використання технологічної операції сівба озимої пшениці шляхом модернізації сівалки в умовах ННВК СНАУ».

Кваліфікаційна (бакалаврська) робота на здобуття ступеня бакалавра за спеціальністю 208 Агроінженерія. – Сумський національний аграрний університет. – Суми.-2025, 44 с.

Кваліфікаційна (бакалаврська) робота складається з чотирьох розділів, вступу, висновків, списку використаних джерел із 20 найменувань, додатків та графічної частини формату А1.

У кваліфікаційній роботі проаналізовано навчально-виробниче відділення комплекс машинно-тракторного парку Сумського НАУ, яке займається як освітньою так і науковою діяльністю. Також досліджувальне ННВК має в обробітку 30 гектар землі де відбувається ключові агротехнічні операції, а саме: підготовка ґрунту, посів сільськогосподарських культур та догляд за ними та відповідно збирання. В другому розділі кваліфікаційної роботи приділена увага вітчизняному посівному агрегату: сівалці СЗ-3,6, яка має ряд модифікацій та свою уніфіковану систему контролю висіву насіння. Описаний робочий процес та регулювання, які дозволяють якісно виставити глибину посіву та норму висіву, кількість внесення добрив, глибину заглиблення сошників. Для запобігання несправностей сівалки під час виконання технологічної операції наведені можливі несправності сівалки. Наведені порівняння з іншими моделями сівалок, їх види та застосування. Зроблений розрахунок сівалки СЗ-3,6 на кількість посівного насіння, площі посіву, часу посіву, продуктивності, затрати праці, витрати пального та інші показники. Запропоноване вдосконалення сівалки СЗ-3,6 за рахунок встановлення додаткових розпушувальних лап в зоні колій дозволить розпушити ущільнену ділянку ґрунту, яка дозволить покращити водопроникність тим самим створити умови для кращого росту рослин, зроблений тяговий розрахунок його продуктивність та інші показники. Запропоновані заходи з охорони праці дозволять забезпечити безпеку праці під час роботи на сільськогосподарській техніці, особливо в виробничих та навчальних умовах.

Ключові слова: заклад вищої освіти, матеріально технічна база, освітня діяльність, сівалка, висів, норма висіву, насіння, сошник, робочий процес, регулювання, норма внесення

добрив, модифікація сівалок, розпушуючі лапи, долотоподібна лапа, безпека праці, організація навчального процесу, інструкція з охорони праці.

ABSTRACT

Kanivets Yaroslav Serhiyovych "Increasing the efficiency of the use of the technological operation of sowing winter wheat by modernizing the seeder in the conditions of the SNAU NNVK".

Qualification (bachelor's) work for a bachelor's degree in the specialty 208 Agroengineering. - Sumy National Agrarian University. - Sumy.-2025, 44 p.

Qualification (bachelor's) work consists of four sections, an introduction, conclusions, a list of sources used from 20 names, appendices and a graphic part of the A1 format.

The qualification work analyzes the educational and production department of the Sumy NAU machine-tractor park complex, which is engaged in both educational and scientific activities. Also, the research NNVK has 30 hectares of land under cultivation where key agrotechnical operations take place, namely: soil preparation, sowing of agricultural crops and caring for them and, accordingly, harvesting. The second section of the qualification work focuses on the domestic sowing unit: the SZ-3.6 seeder, which has a number of modifications and its own unified seed sowing control system. The work process and adjustments are described, which allow you to qualitatively set the sowing depth and seeding rate, the amount of fertilizer application, and the depth of the coulters. To prevent seeder malfunctions during the technological operation, possible seeder malfunctions are listed. Comparisons with other seeder models, their types and applications are given. The SZ-3.6 seeder is calculated for the number of seeds sown, sowing area, sowing time, productivity, labor costs, fuel consumption, and other indicators. The proposed improvement of the SZ-3.6 seeder by installing additional loosening paws in the track area will allow loosening the compacted soil area, which will improve water permeability, thereby creating conditions for better plant growth, a traction calculation of its productivity and other indicators has been made. The proposed labor protection measures will ensure labor safety when working on agricultural machinery, especially in production and educational conditions.

Keywords: higher education institution, material and technical base, educational activities, seeder, sowing, seeding rate, seeds, coulter, work process, regulation, fertilizer application rate, modification of seeder, loosening paws, chisel paw, labor safety, organization of the educational process, labor protection instructions.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА І ЗАГАЛЬНА БУДОВА І ХАРАКТЕРИСТИКИ СІВАЛКИ СЗ 3.6.....	5
1.1 Земельний фонд.....	6
1.2 Технічне забезпечення	7
1.3 Освітня діяльність	10
1.4 Навчально-виробничий відділ комплексу Сумського національного університету	11
2 ЗАГАЛЬНА БУДОВА І ХАРАКТЕРИСТИКА СІВАЛКИ СЗ 3.6.....	13
2.1 Робочий процес комбінованої сівалки СЗ-3,6 через систему передач.	16
2.2 Регулювання	17
2.3 Основні несправності.....	20
2.4 Винахід першої рядкової сівалки	22
2.5 Порівняння з іншими моделями	23
2.6 Види сівалки та їх застосування	24
2.7 Розрахунок сівалки СЗ 3.6	26
2.8 Розрахунок параметрів упорядкування процесу виконання операції	26
3 КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА	30
ВИСНОВКИ	39
СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	Error! Bookmark not defined.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерно-технологічний

Кафедра агроінжинірингу

Ступінь вищої освіти «Бакалавр»

Спеціальність **208 Агроінженерія**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

агроінжинірингу

_____ Шуляк М.Л.

“__” _____ 202_ року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Канівцю Ярославу Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Підвищення ефективності виконання технологічної операції сівба озими пшениці шляхом модернізації сівалки в умовах ННВК СНАУ ,

керівник роботи: Сировицький Кирило Геннадійович _____,

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “__” _____ 202_ року № _____

2. Строк подання здобувачем роботи: “__” _____ 2025 року.

3. Вихідні дані до роботи: науково-дослідницька література, річні звіти ННВК СНАУ.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Характеристика підприємства; Загальна будова і характеристика сівалки СЗ 3.6; Економічна частина.

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: Агрегат комбінований (загальний вигляд) – А, Розпушувач колії (складальне креслення) – А3, деталювання, презентація.

6. Консультанти розділів роботи:

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

7. Дата видачі завдання: “__” вересня 2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Погоджено з керівником кваліфікаційної роботи
1.	Збір інформації про діяльність господарства	05.09.2024 р. – 30.09.2024 р.	
2.	Аналіз літературних джерел з обраної тематики	02.10.2024 р. – 02.12.2024 р.	
3.	Складання плану роботи	04.12.2024 р. – 09.12.2024 р.	
4.	Написання вступу	11.12.2024 р. – 21.12.2024 р.	
5.	Підготовка розділу «Характеристика підприємства»	05.02.2025 р. – 02.03.2025 р.	
6.	Підготовка розділу «Організація виконання технологічної операції висів»	04.03.2025 р. – 06.04.2025 р.	
7.	Підготовка розділу «Конструктивна частина»	08.04.2025 р. – 14.05.2025 р.	
8.	Написання висновків та пропозицій	до 12.05.2025 р.	
9.	Подання роботи на перевірку унікальності до експертної ради факультету	до 15.05.2025 р.	
10.	Подання роботи на рецензування	до 23.05.2025 р.	
11.	Подання до попереднього захисту	до 27.05.2025 р.	

Здобувач вищої освіти _____
(підпис)

Канівець Я.С.
(прізвище та ініціали)

Керівник
кваліфікаційної роботи _____
(підпис)

Сировицький К.Г.
(прізвище та ініціали)

ВСТУП

Сільське господарство сьогодні ставить високі вимоги до технічного оснащення, особливо в питаннях посіву зернових культур, який є ключовим етапом у формуванні майбутнього врожаю.

Саме на цьому етапі закладаються основи для рівномірного проростання, оптимальної густоти посіву та ефективного використання ресурсів. Тому важливу роль відіграє якість та технічний стан сівалок, які застосовуються у польових умовах. Одним із найпоширеніших типів агрегатів, що активно використовуються в господарствах різного масштабу, є сівалка зернова СЗ-3.6. Вона призначена для рядкового посіву зернових і бобових культур здійснюється паралельно з внесенням мінеральних добрив, і залишається затребуваною завдяки простоті конструкції та ремонтпридатності.

Проте, як і будь-яка техніка, яка довгий час експлуатується, сівалка СЗ-3.6 має низку конструктивних і технологічних недоліків, що знижують ефективність її використання в сучасних умовах. Серед них – нерівномірність висіву, зношення висівних апаратів, недостатня адаптація до нових видів насіння та добрив, складність налаштування й регулювання. У той же час ринок сучасної техніки пропонує більш продуктивні, проте дорогі рішення, які не завжди доступні для невеликих господарств або навчальних закладів. Тому модернізація вже наявної техніки є економічно доцільною і практично обґрунтованою альтернативою купівлі нових машин.

Особливо актуальним є проведення модернізаційних робіт у межах навчально-виробничого структурного підрозділу комплексу при університеті, в якому техніка одночасно використовується як для навчання, так і для виконання реальних сільськогосподарських робіт. Тут модернізована сівалка може служити не лише засобом підвищення продуктивності, але й навчальною базою для студентів, які опановують спеціальності в галузі механізації сільського господарства. Проведення реальної модернізації на діючому обладнанні сприяє глибшому оволодінню теоретичними знаннями та формуванню практичних умінь з ремонту, регулювання, проектування та експлуатації машин.

Метою цієї дипломної роботи є технічне удосконалення сівалки СЗ-3.6 з урахуванням сучасних вимог до точності висіву, енергозбереження та надійності агрегатів, а також адаптація її конструкції до потреб навчально-виробничого комплексу. У рамках дослідження планується провести аналіз існуючої конструкції сівалки, виявити основні проблеми, що знижують її ефективність, і запропонувати конструктивні рішення для їх усунення. Зокрема, увагу буде зосереджено на модернізації висівного апарата, вдосконаленні системи внесення добрив, поліпшенні регулювальних механізмів та впровадженні елементів точного землеробства, які б дозволили адаптувати сівалку до сучасних агротехнологій.

Під час виконання роботи будуть розглянуті питання вибору матеріалів, методів виготовлення та монтажу модернізованих вузлів, а також економічна ефективність запропонованих змін. Особливе місце посідатиме аналіз впливу удосконалень на якість сівби, стабільність роботи агрегату в різних умовах, простоту експлуатації та технічного обслуговування. Результати дипломного проекту можуть бути використані як методичний матеріал для навчального процесу, а також як практичні рекомендації для господарств, які мають на балансі сівалки аналогічної моделі.

Отже, модернізація сівалки СЗ-3.6 в умовах навчально-виробничого відділення Сумського НАУ є актуальним і важливим завданням, що поєднує вирішення конкретної технічної проблеми з підготовкою висококваліфікованих фахівців для аграрного сектору. Проведена робота дозволить суттєво підвищити ефективність роботи агрегату, одночасно слугуючи навчальним інструментом для студентів та основою для подальших наукових і прикладних досліджень у галузі сільськогосподарського машинобудування.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА

Навчально-виробниче відділення комплексу (НВВК) машинно-тракторного парку Сумського національного університету є ключовим підрозділом університету, що забезпечує практичну підготовку студентів технічних, аграрних та інженерних спеціальностей «Рис.,1». Основне завдання цього відділення – надати студентам можливість здобути практичний досвід роботи з сучасною сільськогосподарською технікою, опанувати основи її експлуатації, технічного обслуговування та ремонту.



Рисунок 1

1.1 Земельний фонд

Земельний фонд аграрного університету є важливою складовою для забезпечення навчального процесу, проведення наукових досліджень та практичної підготовки студентів «Рис., 1.1». До його складу входять:

Навчально-дослідні господарства: Використовуються для виконання агротехнологічних досліджень, впровадження інноваційних рішень і організації практичних занять. Як правило, це поля, на яких вирощують різні види сільськогосподарських культур.

Демонстраційні ділянки: Призначені для проведення експериментальних посівів і тестування нових сортів сільськогосподарських рослин.

Технічні об'єкти: Обладнані майданчики, де проводяться практичні роботи з використанням сільськогосподарської техніки, включаючи трактори, комбайни та інші механізми.

Лісові масиви та пасовища: Землі, які застосовуються для досліджень у галузі тваринництва, лісового господарства та екології.



Рисунок 1.1.

1.2 Технічне забезпечення

Сумський національний аграрний університет (СНАУ) є одним із провідних закладів аграрної освіти в Україні. Заснований у 1977 році, університет здобув репутацію важливого осередку аграрної освіти та наукових досліджень.

Його головною метою є підготовка висококваліфікованих спеціалістів для аграрної галузі та проведення наукових досліджень у сферах сільського господарства, екології та біотехнологій.

Університет володіє сучасною матеріально-технічною базою, що забезпечує ефективно проведення як теоретичних, так і практичних занять. Важливу роль у цьому процесі відіграє наявність великої кількості сільськогосподарської техніки та транспортних засобів, що сприяють успішному навчальному процесу та дослідницьким ініціативам.

Сумський національний аграрний університет (СНАУ) володіє сучасною матеріально-технічною базою, яка створює умови для якісного навчання, практичної підготовки студентів та виконання сільськогосподарських робіт.

Основне технічне обладнання університету включає:

Трактори

МТЗ-80 – універсальний колісний трактор, який застосовується для виконання різноманітних сільськогосподарських завдань, транспортування вантажів і роботи з навісним обладнанням.

МТЗ-82 – більш потужна модель із повним приводом, яка використовується для оранки, сівби, культивуації та інших польових робіт.

Т-16 – самохідне шасі, що ідеально підходить для транспортування вантажів і роботи з легким обладнанням.

Т-25 – компактний трактор, зручний для роботи на невеликих площах і підходить для навчання студентів.

Навісне та причіпне обладнання

Дискова борона АГ-2.4 – агрегат, який використовується для подрібнення ґрунту, підготовки площі до сівби, боротьби з бур'янами та закладення рослинних залишків.

Плуги:

Оборотні – забезпечують ефективну оранку на різних типах ґрунтів.

Лемішні – застосовуються для основного обробітку ґрунту.

Сівалки:

Зернові – для точного висіву зернових культур.

Комбіновані – для одночасного висіву насіння та внесення добрив.

Борони:

Легкі зубові – для розпушування ґрунту та закриття вологи.

Ротаційні – для боротьби з бур'янами та поверхневого обробітку ґрунту.

Транспортні засоби університету:

ЗІЛ-131 – класичний радянський вантажний автомобіль, що використовується для перевезення вантажів і транспортування техніки та матеріалів на великі відстані. Цей автомобіль вирізняється високою прохідністю та надійністю, що робить його ідеальним для роботи в складних умовах.

ГАЗ-53 – ще один вантажний автомобіль, призначений для транспортування різних вантажів по території університету, зокрема для доставки матеріалів на навчальні та дослідницькі ділянки.

КамАЗ – потужний вантажний автомобіль, який використовується для перевезення великогабаритних вантажів, сільськогосподарської продукції та інших матеріалів.

Кран на базі ЗІЛ-131 (ГІЯ) – спеціалізований транспорт для підйому та переміщення важких вантажів. Кран необхідний для виконання будівельних та монтажних робіт на території університету.

Газель – легкий вантажний автомобіль, який застосовується для перевезення малогабаритних вантажів, задовольняючи внутрішні потреби університету та організовуючи логістичні процеси в рамках навчального процесу.

Легкові автомобілі виконують роль службового транспорту для перевезення керівництва та персоналу університету, а також використовуються в навчальних цілях.

Hyundai Sonata

Бізнес-седан, який забезпечує зручність та комфорт під час перевезення працівників і представників університету.

Ford Mondeo

Надійний автомобіль середнього класу, використовується для службових поїздок і виконання навчальних завдань.

Skoda Superb

Седан високого класу, що вирізняється економічністю та комфортом для поїздок.

ВАЗ 2112

Легковий автомобіль вітчизняного виробництва, застосовується для побутових потреб університету.

Daewoo Lanos

Автомобіль, призначений для навчання студентів водінню.

Toyota Camry

Седан преміум-класу, що забезпечує високий рівень комфорту для ділових поїздок і перевезення представників університету.

Додаткове обладнання

Машини для культиватори – використовуються для передпосівної підготовки ґрунту.

Розкидачі добрив – забезпечують рівномірний розподіл добрив на полях.

Застосування техніки в навчальному процесі

Технічне забезпечення університету активно використовується для:

1. Проведення навчальних практик із дисциплін, пов'язаних із сільськогосподарською технікою.
2. Ознайомлення студентів із сучасними агротехнологіями.
3. Виконання польових робіт на базі навчально-дослідних господарств.

1.3 Освітня діяльність

На базі НВВК проводиться підготовка фахівців за напрямками агрономії, інженерії сільськогосподарської техніки, землеустрою та екології. Комплекс надає студентам можливість:

1. Проходити виробничу практику в умовах реального виробництва;
2. Виконувати курсові та дипломні роботи, використовуючи ресурси комплексу;
3. Набувати практичних навичок організації аграрного виробництва.

Виробничі функції комплексу включають забезпечення університету продукцією рослинництва. Земельні угіддя використовуються для вирощування зернових, технічних і кормових культур, що дає змогу поєднувати навчальний процес з господарською діяльністю.

Переваги технічного забезпечення

Наявність широкого спектра техніки дозволяє студентам отримати практичний досвід роботи з основними видами сільськогосподарського обладнання. Навчання проводиться в реальних умовах, що значно підвищує якість підготовки фахівців. Ця матеріально-технічна база забезпечує повноцінний цикл агротехнічної освіти, сприяючи формуванню висококваліфікованих спеціалістів у галузі аграрного виробництва.

1.4 Навчально-виробничий відділ комплексу Сумського національного університету

Навчально-виробничий відділ комплексу (НВВК) Сумського національного університету є основною платформою для практичної підготовки студентів і виконання виробничих завдань. На території університетських земель площею 30 гектарів здійснюються ключові агротехнічні операції, що включають підготовку ґрунту, висівання культур і догляд за посівами. У цій діяльності використовуються сучасні технології та техніка, що забезпечує високу якість виконання польових робіт і ефективного навчання студентів.

НВВК активно виконує широкий спектр технологічних процесів, таких як оранка, дискування, сівба, обприскування тощо.

Оранка – базовий етап обробітку ґрунту, що сприяє покращенню його структури, знищенню бур'янів і закладенню органічних залишків. Для виконання цього процесу використовується трактор МТЗ 82.1 з навісним плугом ПЛН-3-35. Глибина обробітку зазвичай становить 20–25 см і залежить від типу ґрунту та вирощуваної культури. Робота виконується при оптимальній вологості ґрунту (12–20%) для уникнення утворення грудок.

Дискування – наступний етап після оранки, що забезпечує подрібнення грудок ґрунту та вирівнювання його поверхні. Основна мета цього процесу – рівномірне розпушення ґрунту, закладення залишків рослин і підготовка до сівби. Дискування проводиться на глибину 8–12 см, зазвичай у два проходи для досягнення кращого результату.

Важливим етапом є сівба агротехнічного процесу, що гарантує рівномірне розміщення насіння в ґрунті. Залежно від культури, насіння закладають на глибину 4-6 сантиметрів . Норма висіву визначається відповідно до агротехнічних вимог для кожної культури, а швидкість посіву варіюється в межах 5–7 км/год.

Також здійснюється догляд за посівами, що включає обробіток міжрядь, підживлення рослин добривами та захист від бур'янів і шкідників.

Завдяки поєднанню сучасної техніки, оптимальних технологічних підходів і реальних польових умов, НВВК забезпечує якісну практичну підготовку студентів і сприяє формуванню їхніх професійних навичок.

2 ЗАГАЛЬНА БУДОВА І ХАРАКТЕРИСТИКА СІВАЛКИ СЗ 3.6

Залежно від способу сівби розрізняють кілька типів сівалок:

Рядкові: використовуються для висіву різних культур за допомогою суцільного рядкового, вузькорядного, перехресного, широкорядного або стрічкового способів. Якщо рядкова сівалка оснащена туковисівними апаратами, її називають комбінованою.

Гніздові: забезпечують висівання насіння групами (гніздами) в паралельних рядках.

Пунктирні (однозернові): висівають насіння в рядку на однаковій відстані між зернами.

Розкидні: розсіюють насіння по поверхні поля.

Класифікація:

Стандартні: підходять для висівання різних культур, наприклад, зернових, бобових, трав тощо.

Спеціальні: призначені для окремих культур (овочеві, бурякові, для цибулі та часнику тощо).

Залежно від способу приєднання до трактора, сівалки поділяються на:

Причіпні: дозволяють комплектувати посівні агрегати з кількох сівалок, що ефективно для обробки великих площ.

Начіпні: більш мобільні, але мають обмеження в масштабах роботи.

В Україні найбільш поширеною є базова сівалка СЗ-3,6, призначена для висіву зернових, зернобобових і трав, а також її модифікації, такі як:

СЗУ-3,6 (зернотукова вузькорядна),

СЗ0-3,6 (однорискова),

СЗА-3,6 (зернотукова анкерна),

СЗТ-3,6 (зернотрав'яна).

Останніми роками популярності набуває модернізована сівалка СЗ-3,6А. На її основі створено уніфіковані моделі:

Сівалка СЗ-3,6А має наступні модифікації залежно від типу сошників та умов використання:

СЗ-3,6А-02: обладнана наральниковими сошниками та призначена для сівби льону.

СЗ-3,6А-03: оснащена наральниковими сошниками та розроблена для використання на легких ґрунтах.

СЗ-3,6А-04: має дводискові сошники та використовується для вузькорядної сівби.

СЗ-3,6А-05: оснащена дводисковими сошниками та адаптована для вузькорядної сівби на кам'янистих ґрунтах.

До уніфікованих моделей також належать:

СЗТ-3,6А (зернотрав'яна),

СЗП-3,6Б (зернотукова пресо́ва).

Сівалки серії СЗ-3,6, СЗ-3,6А та їх модифікації мають подібну конструкцію та принцип роботи.

Основними складовими елементами сівалки СЗ-3,6 «Рис., 2.0»:

Зварна рама: основа конструкції, що підтримується двома колесами з пневматичними шинами.

Сниця : призначена для з'єднання сівалки з трактором.

Ящики для матеріалів: два ящики з відділеннями для насіння та мінеральних добрив.

Насінневисівні апарати : катушкового типу для точного дозування насіння

Апарат для добрив : катушково-штифтового типу, використовується для висівання гранульованих мінеральних добрив.

Насіннепроводи : транспортують насіння від висівних апаратів до сошників.

Дискові сошники : забезпечують формування борозен для посіву.

Загортачі: прикривають насіння ґрунтом після висіву.

Підніжна дошка: платформа для обслуговування сівалки.

Передавальний механізм піднімання сошників дає змогу регулювання глибини посіву та підняття сошників.

Гідроциліндр: використовується для управління підніманням і опусканням сівалки.

Ці компоненти забезпечують точну та ефективну роботу сівалки під час висіву насіння та внесення добрив.

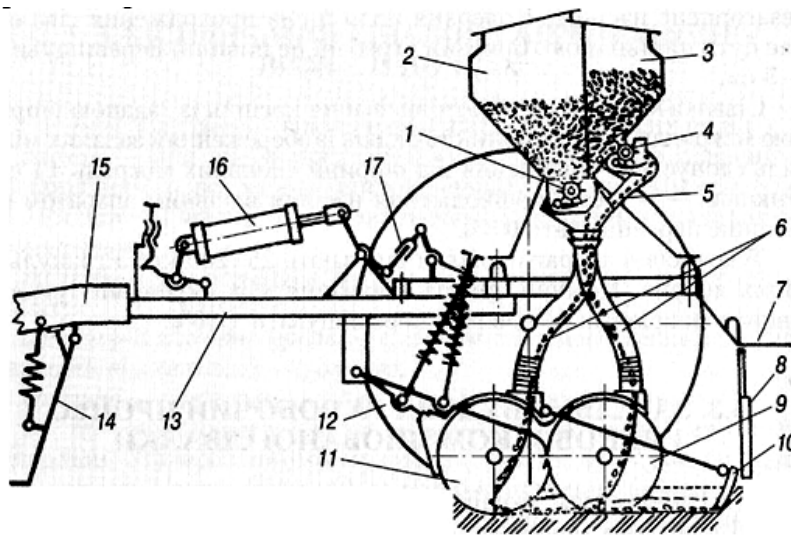


Схема робочого процесу зернотукової рядкової сівалки СЗ-3,6А:

1 — насінневисівний апарат; 2 — відділення ящика для насіння; 3 — відділення ящика для добрив; 4 — висівний апарат гранульованих добрив; 5 — лотік; 6 — насіннепроводи; 7 — підніжна дошка; 8 і 14 — підставки; 9 і 11 — задній і передній дискові сошники; 10 — загортач; 12 — опорно-привідне колесо; 13 — рама; 15 — сниця; 16 — гідроциліндр; 17 — механізм піднімання сошників

Рисунок 2.0 Схема:сівалка зернова СЗ-3.6

Конструкція ящика передбачає можливість об'єднання його відділень через відкриті вікна у розділовій стінці. Верхня частина кожного відділення закривається півкришкою. Насінневі висівні апарати розміщені безпосередньо під насінневим відсіком. Для подачі добрив використовуються лотки, встановлені під відповідними вікнами, які з'єднуються з лійками насіннепроводів. Кріплення сошників здійснюється до переднього бруса рами елементи кріпляться за допомогою шарнірних тяг. У транспортному положенні сошники підіймаються за рахунок роботи підйомного механізму, що діє через штанги з пружинними елементами. Привод насінневисівних і туковисівних апаратів здійснюється від опорно-привідних коліс

2.1 Робочий процес комбінованої сівалки СЗ-3,6 через систему передач.

Комбінування сівалки СЗ-3,6 «Рис.,2.1.1»

Насіння та мінеральні добрива, завантажені у відповідні секції ящика, самостійно подаються до сошників. У процесі руху сівалки з заглибленими сошниками, катушки цих механізмів обертаються, захоплюючи матеріал і транспортуючи його через насіннепроводи до патрубків сошників. Потім насіння та добрива потрапляють на дно борозни, сформованої дисковим сошником. Завершальним етапом є прикриття висіяного матеріалу ґрунтом за допомогою загортачів.



Рисунок 2.1.1 Сівалка сз 3.6

Під час поступального руху сівалки, обертання її опорно-приводних коліс транслюється через систему передавального механізму на вали насінневих і тукових висівних апаратів. Обертіві котушки цих апаратів здійснюють дозоване захоплення насіння та мінеральних добрив і спрямовують їх у насіннепроводи. Потім потік висівного матеріалу разом з добривами надходить до сошників, де через напрямні елементи потрапляє на дно посівної борозни, утвореної дисковими робочими органами. Первинне прикриття насіння відбувається за рахунок обвалення ґрунту зі стінок борозни, а остаточне загортання забезпечується спеціальними загортачами. Сівалка має наступні робочі параметри: ширина захвату - 3,6 метра, регульована глибина закладання насіння 4-8 сантиметрів. Місткість бункерів становить: для зерна - 453 літри, добрив - 210 л. Агрегат здатний працювати на швидкості до 12 кілометрів на годину, забезпечуючи продуктивність до 3,6 гектарів за годину.

2.2 Регулювання

Норма висіву насіння контролюється шляхом варіювання довжини робочої зони котушок висівного апарату та швидкості їхнього обертання. Для встановлення потрібної кількості гранул мінерального добрива змінюється швидкість обертання котушок туковисівного апарату та використовується система заслінок. Глибина занурення сошників у ґрунт налаштовується за допомогою регульовального гвинта, а їхня стабільна робота забезпечується попереднім натягом пружин натискних штанг. Додатково сівалка СЗ-3,6А оснащена пробовідбірником, призначеним для перевірки якості та об'єму висіяного насіння. Додатково сівалка СЗ-3,6А включає уніфіковану систему контролю (УСК), яка забезпечує моніторинг ключових технологічних параметрів під час роботи. Також наявний пристрій для блокування насінневисівних апаратів, що дозволяє оперативно припинити подачу насіння при виникненні такої необхідності. Рядкова сівалка СЗ-3,6 дозволяє налаштувати ширину міжрядь за допомогою розміщення сошників на спеціальній дошці.

Для налаштування сошників береться регульовальний гвинт, розміщений на центральній сніці сівалки. Максимальне заглиблення досягається при повному загвинчуванні. Додатково, регулювання глибини можливе шляхом

перестановки фіксаторів пружин на штангах у різні отвори; зокрема, нижні отвори призначені для фіксації при невеликій глибині посіву. Важливою умовою перед початком регулювання є встановлення транспортного просвіту в 190 мм та забезпечення однакового рівня для всіх сошників.

Глибину роботи загортачів сівалки регулюють, переміщаючи штир у отвори штанги та відповідно змінюючи положення ковпачка «Рис.,2.2.1».

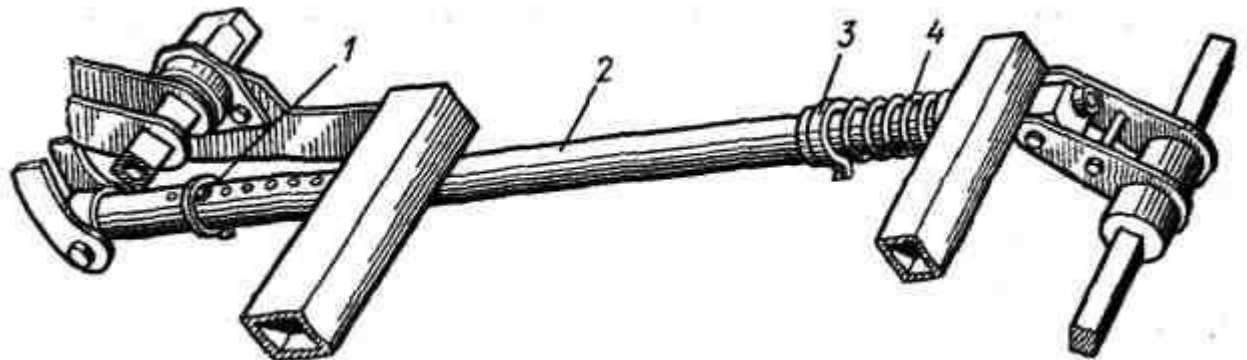


Рисунок 2.2.1.Штир

Максимальна глибина досягається за умови найбільшого стиснення пружини ковпачка та розміщення штиря в початкових отворах штанги, розташованих ближче до вала піднімання сошників.

Щоб забезпечити рівномірний висів насіння, слід точно відрегулювати положення корпусу висівного елемента відносно катушки, вирівнявши їхні торцеві поверхні в одній площині при максимальному висуванні катушок. Норма висіву насіння залежить від поєднання довжини робочої зони катушки та передавального співвідношення привідного механізму.

Кількість внесення добрив регулюється за допомогою заслінок туковисівних апаратів, які змінюють розмір вихідного отвору. Контроль фактичної норми висіву здійснюється шляхом проведення пробного висіву. При роботі з сівалкою СУПН-8 ширина міжрядь встановлюється шляхом переміщення секцій відповідно до міток на брусі. Вибір висівних дисків залежить від типу культури: для соняшнику та сорго використовуються диски з діаметром отворів 3 мм, а для кукурудзи та рицини – 5,5 мм.

Кількість насіння для висіву регулюють шляхом підбору кількості отворів на дисках та зміни частоти обертання дисків. Відбивач висівного апарата регулюється

так, щоб між штирями вилки проходила лише одна насінина.

Глибину ходу сошника регулюють за допомогою перестановки пружинного шплінта в отворах куліси, що прикріплена до корпусу висівного апарата. Глибина може бути в межах 4-12 см.

Регулювання норми висіву насіння:

Об'єм висіву насіння визначається двома основними параметрами: кількістю каліброваних отворів на висівних дисках та швидкістю їхнього обертання. Для забезпечення одиничного захоплення насінин регулюється положення відбивача висівного апарата таким чином, щоб між елементами його фіксуючої вилки проходила лише одна насінина.

Регулювання глибини закладання сошників:

Глибина проникнення сошника в ґрунт налаштовується шляхом зміни положення пружинного фіксатора у спеціальних отворах куліси, яка з'єднана з корпусом висівного апарата. Діапазон регулювання глибини становить від 4 до 12 сантиметрів. Для оптимізації роботи на різних типах ґрунтів передбачено регулювання стискання пружин натискних штанг: для легких ґрунтів ступінь стискання зменшується, а для важких – збільшується.

Регулювання норми внесення мінеральних добрив:

Кількість внесення мінеральних добрив на одиницю площі регулюється шляхом зміни площі вихідного вікна туковисівного апарата. Точність дозування забезпечується регулюванням зазорів у висівному механізмі: зазор між туковисівним диском та нижньою частиною обмежувального пояса налаштовується за допомогою регулювального гвинта, а зазор між верхньою частиною обмежувального пояса та нижньою кромкою бункера регулюється шляхом переміщення точки кріплення шарніра бункера «Рис. 2.2.2».



Рисунок 2.2.2. Процес внесення мінеральних добрив

2.3 Основні несправності

Поломки сівалок можуть стати серйозною перешкодою для виконання сільськогосподарських робіт, особливо якщо вони трапляються у відповідальний момент. Для швидкого усунення несправностей важливо знати їхні основні ознаки. Це дозволить оперативно виявити причини поломок, провести ремонт, зменшити витрати і мінімізувати час простою техніки.

Постійне технічне обслуговування сівалок необхідне для гарантії їх тривалого функціонування та надійної роботи. Воно не завжди вимагає складних ремонтних робіт, а переважно полягає в простому догляді, такому як чищення та регулярна перевірка.

З метою підтримання ефективної роботи та запобігання несправностям, по завершенні кожної робочої зміни необхідно проводити повне очищення сівалки. Цей процес включає видалення ґрунту, рослинних решток, невикористаного насіння та пилу з усіх елементів конструкції. Особливої ретельності потребує очищення внутрішніх каналів насіннепроводів від можливих залишків мінеральних добрив та насіння, оскільки їхнє накопичення може спричинити засмічення та, як наслідок, до зниження продуктивності посівного агрегату. Організація «KF Systems» запроваджує широкий асортимент деталей для сільськогосподарської техніки. У разі природного зносу або неправильного використання обладнання

заміна необхідних компонентів буде виконана швидко й ефективно, що забезпечить безперервну роботу техніки.

Якщо ваша сівалка зламалася, важливо звертати увагу на характерні ознаки, які можуть прямо вказувати на причину несправності.

Невідповідна глибина посадки насіння. У такому випадку диски сошників не обертаються. Це може бути через налиплий ґрунт, який потрібно очистити, а потім відрегулювати конструкцію на необхідну глибину.

Однією з можливих проблем у роботі сівалки є нерівномірне розміщення насіннєвого матеріалу в рядку або його механічне пошкодження. Серед факторів, що можуть спричинити цю ситуацію, виділяють деформацію валу висівного механізму, різницю в довжині котушок висівних апаратів, а також некоректно встановлений проміжок між краєм муфти та клапаном. Для забезпечення стабільного та якісного висіву важливим є попереднє очищення насіння від сторонніх домішок.

Не висіваються добрива. Це може бути через забиті тукопроводи або отвори, що подають добрива.

Під час сівби бувають помилки. Якщо сівалка не працює, можуть бути забиті сошники або відсутнє надходження насіння в борозну. Також причина може бути в непрацюючих котушках через поломки приводу.

Не опускаються сошник або не піднімаються. Це свідчить про поломку гідравлічної системи трактора.

Норма висіву не дотримується. Причиною є зсув валу апаратів, що висівають, або слабе закріплення важеля регулятора.

Можна полегшити процес ремонту, вивчаючи документацію та схеми. Це дозволить швидше знайти та усунути зламані компоненти, що мінімізує час простою техніки.

2.4 Винахід першої рядкової сівалки

Джетро Талл був важливою постаттю в історії сільського господарства, його винахід - перша рядкова сівалка - справив значний вплив на розвиток агротехніки та британської промислової революції «Рис., 2.4.1». Його ідея виникла під час концерту, коли він спостерігав за роботою органу. Це спостереження привело його до створення сівалки, де принцип роботи клавіші органу, що відкриває клапан, був застосований для рівномірного висіву насіння через трубки.



Рисунок 2.4.1.Винахідник Джетро Талл

Джетро Талл презентував свою рядкову сівалку в 1701 році, але вона здобула популярність лише через кілька років. Його винахід став важливим кроком у підвищенні ефективності сільськогосподарських робіт і допоміг революціонізувати процес сівби.

2.5 Порівняння з іншими моделями

Сівалка моделі СЗП-3,6 є модифікацією базової версії, основною відмінністю якої є застосування спеціалізованих дводискових сошників. Їхня конструкція оптимізована для здійснення вузькорядної сівби, що сприяє підвищенню ефективності посіву на полях з якісно підготовленим ґрунтовим покривом. Однією з ключових характеристик цих сошників є розширений до 18 градусів кут сходження дисків, що забезпечує більш високу точність та рівномірність розподілу насіння порівняно зі стандартними сошниками моделі СЗ-3,6, у яких цей показник становить 10 градусів. Завдяки такій конструкції, кожен з 24 сошників формує одночасно два рядки, що дозволяє сівалці забезпечувати обробку у 0,075 метра. Для забезпечення точного та зручного висіву між дисками сошника розміщено розподільник, який ділить потік насіння і добрив на дві частини та спрямовує їх у борозни, сформовані кожним диском.

Сівалка також здатна одночасно вносити добрива і прикочувати ґрунт, що створює оптимальні умови для проростання насіння, особливо в посушливі роки, коли це має суттєве значення для підвищення урожайності. У випадку достатньої вологості ґрунту, сівалку можна використовувати без котків, що робить її універсальною для різних умов роботи.

Механізми, що забезпечують роботу без прикочування, дають змогу легко переобладнати сівалку в рядкову модель, адаптуючи її до змінних умов ґрунту. Агрегативання сівалки тими ж самими тракторами, що й для сівалки СЗ-3,6, забезпечує зручність використання та зниження витрат на техніку.

Сівалка СЗП-3,6 є причіпною, гідрофікованою технікою, що може працювати самостійно з тракторами різних класу типу 0,9 та 1,4. У пресовій модифікації сівалка має спереду два пневматичні колеса, а ззаду – секціями прикочуючих котків, що забезпечують рівномірне прикочування ґрунту після висіву. У разі переобладнання сівалки для роботи без прикочування ґрунту замість котків встановлюють два опорно-причіпні колеса, розмір яких збігається з передніми пневматичними колесами.

Сівалка має конструкцію, яка передбачає можливість встановлення пристроїв для автоматичного контролю забезпечує обертання валів механізмів висіву та контролює глибину занурення сошників у ґрунт. Це дозволяє здійснювати точний контроль за процесом сівби. Також є можливість дистанційного зв'язку між сівальщиком та трактористом, що підвищує зручність та ефективність роботи.

Основною відмінністю сівалки СЗП-3,6 від СЗ-3,6 є додаткове прикочування землі в рядках, що створює оптимальні умови для проростання насіння. Воно має важливе значення для забезпечення рівномірного росту рослин, особливо в умовах сухої погоди.

2.6 Види сівалки та їх застосування

Сівалки можна поділити на універсальні та спеціалізовані в залежності від типу посіву та вимог до конкретної культури. Універсальні сівалки підходять для посадки різних культур, таких як олійні або зернові, що робить їх корисними для фермерських господарств, де вирощуються різноманітні культури. Спеціалізовані сівалки призначені для ефективного та економічного посіву певних культур, таких як овочі або кукурудза. Це обладнання допомагає забезпечити точність і ефективність при сівбі.

Також сівалки поділяються на рядові та зернові. Рядові сівалки використовуються для роботи з невеликими міжряддями, в той час як зернові сівалки підходять для налаштування ширини рядів для зернових культур. Ці сівалки часто мають можливість автоматичної регуляції під потреби користувача.

Просапні сівалки, які дуже популярні серед фермерів, використовуються для точкового посіву. Вони можуть бути пунктирними, що дозволяє висівати насіння з певними інтервалами або по одному напрямку. Цей тип сівалок ідеально підходить для посіву таких культур, як кукурудза або соняшник.

За принципом роботи сівалки можна поділити на два основні типи:

Пневматичні сівалки - ці сівалки використовують стиснене повітря для "вистрілювання" насіння в борозни, що робить процес посіву швидшим і більш ефективним. Завдяки такому принципу роботи, пневматичні сівалки дозволяють значно зменшити час, необхідний для виконання посівних робіт «Рис., 2.6.1».



Рисунок 2.6.1 Пневматична сівалка

Механічні сівалки - ці сівалки працюють за принципом самопоток, коли насіння розподіляється по борознах без використання стисненого повітря. Однак цей метод може бути менш ефективним, оскільки іноді насіння не потрапляє в ряди, що може призвести до нерівномірного посіву та зменшення врожайності «Рис., 2.6.2».



Рисунок 2.6.2 Механічна сівалка

Кожен тип сівалки має свої переваги і недоліки, і вибір між пневматичною та механічною сівалкою залежить від конкретних потреб господарства та культури, що висівається.

2.7 Розрахунок сівалки СЗ 3.6

Відповідно до встановлених агротехнічних нормативів, переміщення агрегату під час цієї операції відбувається у діапазоні 9–12 км/год.

З урахуванням агротехнічної швидкості вибираються режими роботи трактора: шостий режим - 12,33 км/год.

Розраховуємо норму висіву:

Визначаємо кількість насіння, що висівається за формулою:

$$Q = \frac{q \cdot B \cdot 10^4}{v \cdot 1000 \cdot K} \quad (2.5.1)$$

Q – кількість насіння, що висівається за 1 год, кг

q – норма висіву, кг/га

B – ширина захвату, м

v – швидкість руху, км/год

K – коефіцієнт ефективного використання часу

Підставляємо:

$$Q = \frac{180 \cdot 3,6 \cdot 10^4}{6 \cdot 1000 \cdot 0,85} = \frac{648000}{5100} \approx 127,06 \text{ кг/год} \quad (2.5.2)$$

Визначимо реальну норму висіву за результатами пробного проходу

Умова пробного проходу:

Пройдено: 100 м

Ширина захвату: 3,6 м

Зібрана маса насіння з усіх сошників: 1,2 кг

Площа яку пройдено:

$$S = 3,6 \cdot 100 = 360 \text{ м}^2 = 0,036 \text{ га} \quad (2.5.3)$$

Реальна норма висіву:

$$q_{\phi} = \frac{1,2}{0,036} = 33,33 \text{ кг/га} \quad (2.5.4)$$

Розраховуємо тяговий опір агрегату:

Формула:

$$T_a = B \cdot h \cdot q \quad (2.5.5)$$

Підставляємо значення:

$$T_a = 3,6 \cdot 0,06 \cdot 12000 = 2592 \text{ Н} \quad (2.5.6)$$

Розрахунок коефіцієнта використання тягового зусилля:

Формула:

$$\eta_t = \frac{T_{a_факт}}{T_t} \quad (2.5.7)$$

$$\eta_t = \frac{2980,8}{14000} \approx 0,213 \quad (2.6.1)$$

2.8 Розрахунок параметрів упорядкування процесу виконання операцій

Розрахунок робочої площі одного гону:

$$S_{\text{гон}} = B \cdot L = 3,6 \cdot 500 = 1800 \text{ м}^2 = 0,18 \text{ га} \quad (2.6.2)$$

Час на один прохід

$$t_{\text{пр}} = \frac{L}{V \cdot 1000} \cdot 60 = \frac{500}{6 \cdot 1000} \cdot 60 = 5 \text{ хв} \quad (2.6.3)$$

Час на один цикл :

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{пр}} + t_{\text{розв}} = 5 + 1 = 6 \text{ хв} \quad (2.6.4)$$

Кількість циклів за зміну:

$$N_{\text{ц}} = \frac{T_{\text{зм}} \cdot K_{\text{зм}}}{t_{\text{ц}}} = \frac{480 \cdot 0,75}{6} = 60 \text{ циклів} \quad (2.6.5)$$

Технічна продуктивність за цикл:

$$W_{\text{тех_ц}} = S_{\text{гон}} = 0,18 \text{ га} \quad (2.6.6)$$

Загальна площа за зміну:

$$S_{\text{зм}} = W_{\text{тех_ц}} \cdot N_{\text{ц}} = 0,18 \cdot 60 = 10,8 \text{ га} \quad (2.6.7)$$

Витрата пального за зміну:

$$Q_{\text{зм}} = Q \cdot S_{\text{зм}} = 8,5 \cdot 10,8 = 91,8 \text{ л} \quad (2.6.8)$$

Час холостих рухів і зупинок (10% від зміни):

$$t_{\text{х}} = T_{\text{зм}} \cdot 0,1 = 480 \cdot 0,1 = 48 \text{ хв} = 0,8 \text{ год} \quad (2.6.9)$$

Витрата пального на 1 га:

$$q_{\text{га}} = \frac{Q_{\text{зм}}}{S_{\text{зм}}} = \frac{91,8}{10,8} \approx 8,5 \text{ л/га} \quad (2.7.1)$$

Затрати праці на 1 га:

$$T_{\text{га}} = \frac{T_{\text{зм}} \cdot K_{\text{зм}}}{S_{\text{зм}}} = \frac{480 \cdot 0,75}{10,8} \approx 33,3 \text{ хв/га} = 0,56 \text{ год/га} \quad (2.7.2)$$

Годинна продуктивність агрегату:

$$W_{\text{год}} = \frac{S_{\text{зм}}}{T_{\text{зм}}} = \frac{10,8}{8} = 1,35 \text{ га/год} \quad (2.7.3)$$

КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

Сучасні вимоги до агровиробництва зумовлюють потребу в підвищенні продуктивності технологічних процесів сівби, скороченні енергозатрат і зменшенні кількості проходів техніки по полю. Одним із ефективних напрямів удосконалення технічного забезпечення є модернізація посівних агрегатів для одночасного виконання декількох операцій. Це дозволяє оптимізувати технологічний процес, скоротити строки виконання робіт та зменшити витрати паливно-мастильних матеріалів.

Одним із найбільш поширених агрегатів для сівби в умовах вітчизняного сільського господарства є сівалка СЗ-3.6, призначена для рядкового висіву зернових культур. Однак, під час її експлуатації виникає низка недоліків, серед яких – ущільнення ґрунту в коліях від коліс трактора. Це погіршує структуру ґрунту, знижує рівномірність проростання та зменшує врожайність культур у зоні проходження трактора.

З метою усунення цього недоліку та підвищення ефективності агрегату було проведено модернізацію сівалки СЗ-3.6 шляхом встановлення додаткових розпушувальних лап у зонах колій. Таке конструктивне рішення дозволяє одночасно з висівом розпушувати ущільнені ділянки ґрунту, що сприяє покращенню водопроникності, аерації та створенню сприятливих умов для росту рослин.

Модернізація сівалки забезпечує скорочення агротехнічних операцій, зменшення ущільнення ґрунту, зниження витрат на додаткову культивування та підвищення загальної ефективності сівби. Удосконалена конструкція відповідає сучасним вимогам до ресурсозбереження та точного землеробства, що є важливою складовою стратегії сталого розвитку аграрного сектору.

Конструктивне рішення модернізації

Модернізація полягає в оснащенні сівалки двома долотоподібними лапами, які встановлюються на рамі агрегата у відповідності до колії коліс трактора. Лапи монтуються на додаткові підсилювальні кронштейни, приварені до основної рами сівалки або закріплені болтовими з'єднаннями через перехідні плити. Це забезпечує необхідну жорсткість і довговічність конструкції.

Основні етапи модернізації:

Визначення розміщення лап

Визначається точна ширина колії трактора (для МТЗ-80 вона становить близько 1400 мм). З урахуванням розташування рядків сівалки, місце встановлення лап узгоджується таким чином, щоб лапи не порушували основний посівний процес, а розпушували ґрунт безпосередньо в зоні проходження коліс.

Підбір долотоподібних лап

Вибираються компактні долотоподібні лапи глибинного розпушування (робоча глибина 10–18 см), які мають загартовану ріжучу частину, стійку до зносу. Для мінімізації опору встановлюють лапи з прямим або слабозігнутим стояком.

Монтаж на раму сівалки

До рами сівалки кріпляться кронштейни болтовим або зварним з'єднанням, залежно від матеріалу та умов експлуатації. У випадку використання болтів, рекомендовано використовувати шплінтовані гайки або самозатискні для уникнення ослаблення з'єднання при вібраціях.

Перевірка симетрії та виставлення глибини обробітку

Перед роботою виконується пробний запуск для перевірки рівномірності глибини обробітку та правильності розташування лап відносно рядків сівалки.

Встановлення пружин на лапи для амортизації

- найбільш надійним варіантом є пружинна амортизація лап, яка забезпечує:
- гнучке обтікання перешкод;
- зменшення ймовірності поломок або деформації елементів кріплення;
- зниження навантаження на раму агрегату;
- покращення якості обробітку за рахунок стабільного заглиблення лапи.

Пружинна амортизація реалізується шляхом встановлення пружинного стояка лапи з пружиною кручення.

Етапи модернізації

Визначення точки встановлення лап

Модернізація починається з відмітки базової точки встановлення - 90 см від дишла сівалки. Це положення відповідає сліду задніх коліс трактора МТЗ-80, який є базовою машиною в умовах ННБК СНАУ.

Формування опорної геометрії

Вимірюється ширина між рамою сівалки та місцем кріплення лапи (від поводка до рами) - 82 см. Це дозволяє підібрати оптимальне положення для установки важеля та розкосів, з урахуванням максимальної надійності кріплення та жорсткості конструкції.

Монтаж розкосів

На раму сівалки приварюються розкоси. Вони виконуються в довільній, але технічно доцільній формі, залежно від конфігурації рами та доступних точок з'єднання. Основна вимога — забезпечити жорстке, але амортизоване кріплення лапи, яке витримуватиме динамічні навантаження.

Установка поводка

Для керування положенням лапи використовується укорочений поводок типу КРН, довжина якого від осі до місця кріплення лапи - 50 см. Це дозволяє забезпечити достатній момент важеля для роботи в ущільненому ґрунті, а також точне повернення лапи в початкове положення.

Привід лапи (механізм опускання)

Для контролю положення лапи в робочому процесі використовується привід довжиною 23 см, який з'єднує поводок із самою лапою. Це дозволяє автоматично або механічно опускати та піднімати лапу, уникаючи додаткових втручань.

Амортизаційний вузол

Центральною частиною конструкції є труба з пружиною довжиною 40 см, у яку вмонтована торсіонна пружина. Вона працює як амортизатор, поглинаючи ударні навантаження при контакті лапи з перешкодами (камені, тверді грудки ґрунту), та повертає лапу у вихідне положення після їх подолання.

Розраховуємо тяговий опір

Глибина розпушення: 12 см

Ширина лапи: 30 см

Кількість лап: 2

Питомий опір ґрунту: 12 000 Н/м²

Формула:

$$F_{\text{лап}} = R \cdot b \cdot h \cdot n$$

Розраховуємо:

$$F_{\text{лап}} = 12000 \cdot 0.3 \cdot 12 \cdot 2 = 864\text{Н}$$

Загальний тяговий опір агрегату

Базовий опір сівалки: 4000 Н

Додатковий від лап: 864 Н

$$F_{\text{загальний}} = 4000 + 864 = 4864 \text{ Н}$$

Коефіцієнт використання тягового зусилля МТЗ-80

Максимальна сила тяги МТЗ-80: 18 000 Н

$$\eta = \frac{F_{\text{загальний}}}{F_{\text{макс}}}$$

$$\eta = \frac{4864}{18000} \approx \mathbf{0.27 (27\%)}$$

Напруження у болтовому з'єднанні

Діаметр болта: 10 мм

Сила затягування: 6000 Н

$$\sigma_{\text{болт}} = \frac{F}{A} = \frac{6000}{\pi \cdot (0.01/2)^2} \approx \mathbf{76.4 \text{ МПа}}$$

Напруження у зварному шві

Площа шва: 60 мм²

Сила на шов: 5000 Н

$$\sigma_{\text{шов}} = \frac{5000}{60 \cdot 10^{-6}} = \mathbf{83.3 \text{ МПа}}$$

Жорсткість пружини для лапи

Сила пружини: 1500 Н

Деформація: 0.30 м

$$k = \frac{F}{\Delta x}$$

$$k = \frac{1500}{0.30} = 5000 \text{ Н/м}$$

Розрахунок пружини

Сила стиску: 432 Н

Довжина пружини: 40 см

Деформація: 4 см

$$k = \frac{F}{\Delta x} = \frac{432}{0.04} = \mathbf{10,800 \text{ Н/м}}$$

Технічна продуктивність агрегату

Формула:

$$W = \frac{B \cdot V \cdot K_p}{10}$$

де:

B - ширина захвату: 3.6 м

V - швидкість: 8 км/год

K_p - коефіцієнт використання ширини: 0.7

$$W = \frac{3.6 \cdot 8 \cdot 0.7}{10} = \mathbf{2.016 \text{ га/год}}$$

Розрахунок напруження важеля на вигін

$$M = 432 \cdot 0.23 = \mathbf{99.36 \text{ Н} \cdot \text{м}}$$

$$I = \frac{0.04 \cdot (0.04)^3}{12} = \frac{0.04 \cdot 0.000064}{12} = \frac{0.00000256}{12} = \mathbf{2.13 \cdot 10^{-7} \text{ м}^4}$$

$$\sigma = \frac{99.36 \cdot 0.02}{2.13 \cdot 10^{-7}} = \frac{1.9872}{2.13 \cdot 10^{-7}} = \mathbf{9.33 \cdot 10^6 \text{ Па} = 9.33 \text{ МПа}}$$

Витрата пального на 1 гектар

Витрата пального МТЗ-80: 7.5 л/год

$$q = \frac{7.5}{2.016} \approx \mathbf{3.72 \text{ л/га}}$$

Висновки

На основі розрахунків:

Максимальне згинальне напруження важеля — 9.33 МПа

Граничне допустиме для сталі — 250–350 МПа

Запас міцності дуже великий, важіль працює у безпечних межах.

Переваги оновленої конструкції

Сучасне сільське господарство висуває нові вимоги до технічних засобів, що використовуються під час виконання основних агротехнічних операцій. Насамперед, це стосується таких показників, як ефективність, економічність, надійність та ресурсозбереження. В умовах стрімкого зростання цін на паливно-мастильні матеріали, запчастини та технічне обслуговування, все більшої уваги набуває питання модернізації вже існуючої техніки, яка здатна не поступатися сучасним моделям за своєю продуктивністю та якістю виконання робіт.

Одним із найбільш розповсюджених видів техніки у господарствах є механічна сівалка СЗ-3.6. Вона надійна, проста в обслуговуванні та універсальна у використанні. Проте, зважаючи на зміни в кліматичних умовах, структуру ґрунтів та особливості сучасних технологій вирощування, базова конструкція цієї сівалки вже не повністю відповідає вимогам агропромисловості. Зокрема, відзначається проблема ущільнення ґрунту у зоні проходу коліс трактора, що створює негативний вплив на глибину висіву насіння та дружність сходів.

Для вирішення цієї проблеми було розроблено та впроваджено просту, але ефективну модернізацію сівалки СЗ-3.6 — встановлення долотоподібних лап з пружинною амортизацією, які розпушують ущільнені ділянки ґрунту безпосередньо перед сошниками. Така конструкція є технічно нескладною, доступною для виготовлення у майстернях господарства або машинно-тракторного парку та демонструє значне покращення показників роботи агрегату.

ОХОРОНА ПРАЦІ

Забезпечення безпеки праці є одним із найважливіших напрямів при виконанні технічного обслуговування, ремонту та модернізації сільськогосподарської техніки, особливо у виробничих і навчальних умовах, таких як навчально-виробничий відділ Сумського національного аграрного університету. У сучасних умовах активної механізації та автоматизації аграрного виробництва питання охорони праці мають першочергове значення для збереження життя, здоров'я та працездатності осіб, які працюють з технічними засобами - студентів, викладачів, інженерів, технічного персоналу. Це стосується як безпосередньо експлуатації машин, так і процесу їх модернізації, адже останній передбачає використання інструментів, зварювальних апаратів, вантажопідіймального обладнання, електроустаткування тощо.

Відповідно до законодавства України щодо охорони праці, кожен учасник виробничого процесу має право на безпечні та здорові умови праці, а роботодавець у даному випадку адміністрація університету - зобов'язаний забезпечити створення належного виробничого середовища. Усі роботи, пов'язані з удосконаленням технічних засобів, мають виконуватися з дотриманням законодавчих, організаційних, інженерних, санітарно-гігієнічних, протипожежних і соціальних норм. При цьому обов'язковим є проходження відповідного навчання, інструктажів з техніки безпеки, наявність допусків до виконання небезпечних робіт, а також застосування засобів особистого та загального захисту.

В межах навчально-виробничого комплексу, де здійснюється модернізація сівалки СЗ-3.6 або іншої техніки, важливою умовою є правильна організація робочого процесу. Студенти, які проходять практику чи беруть участь у технічних роботах, мають здійснювати свою діяльність під постійним контролем викладачів і майстрів виробничого навчання. Перед початком робіт вони зобов'язані пройти вступний інструктаж, інструктаж на робочому місці та бути ознайомленими з правилами безпеки при роботі з конкретним обладнанням.

Особливу небезпеку під час модернізації техніки становлять її обертові, ріжучі та важкі конструктивні елементи. Усі роботи, пов'язані з демонтажем, мають проводитися лише після повної зупинки агрегату, знеструмлення та механічного блокування рухомих частин. Встановлення, знімання або регулювання дисків, робочих органів, висівних апаратів повинні виконуватись з використанням вантажопідйомних механізмів або підйомників. При цьому категорично заборонено залишати агрегати в підвішеному стані без встановлення страхувальних упорів.

Важливе значення має організація безпечного і комфортного робочого місця. Робоча зона має бути забезпечена достатнім освітленням (не менш ніж 300 лк для майстерень), ефективною вентиляцією, ергономічними меблями, а також комплектом необхідного інструменту. На підлозі не повинно бути сторонніх предметів, мастил або вологих плям, які можуть спричинити падіння. Всі проходи повинні залишатись вільними, а виходи з приміщень - доступними.

Для безпечного виконання робіт працівники та студенти мають бути оснащені засобами індивідуального захисту, до яких входять вогнестійкий захисний спецодяг, рукавички, взуття з посиленням носком, захисні окуляри або щитки (для шліфування, свердління, різання), протишумові навушники (під час роботи з гучним обладнанням), респіратори чи маски з фільтрами (для захисту від пилу або фарб), а також каски - при взаємодії з навісними механізмами.

Електробезпека - ще один критично важливий аспект охорони праці. Під час роботи з електроінструментом необхідно суворо дотримуватись вимог Правил улаштування електроустановок (ПУЕ), нормативів експлуатації електроустановок споживачів та вимог до експлуатації обладнання напругою до 1000 В. Всі електроінструменти повинні мати справні шнури, вилки, корпуси, систему заземлення. Перед початком роботи електрообладнання має проходити візуальний огляд і тестування на відсутність пошкоджень ізоляції. Застосування переносних електричних інструментів дозволено лише при наявності диференціального захисту (ПЗВ) або через понижувальні трансформатори. Категорично забороняється працювати з електроінструментом у вологому

середовищі без додаткового захисту. Особливих заходів вимагають зварювальні роботи. Вони виконуються тільки кваліфікованими працівниками з відповідними допусками. Роботи дозволено проводити у зварювальному посту або на спеціально відведеній зоні, відгородженій захисними екранами. Перед зварюванням необхідно прибрати всі легкозайmistі матеріали, встановити поруч вогнегасник, перевірити стан заземлення зварювального апарата. Зварювальник повинен бути одягнений у костюм зі сповільненим горінням, мати захисну маску з автоматичним затемненням та шкіряні рукавиці.

Не менш важливою є протипожежна безпека. Усі виробничі приміщення повинні мати систему протипожежного захисту, сигналізації, інструкцію з евакуації, пожежні щити, вогнегасники (не менш як два на 50 м² площі). Усі працівники та студенти повинні пройти інструктаж із запобігання пожежам та володіти алгоритмом дій у разі виникнення загоряння. Заборонено використовувати відкритий вогонь, курити в майстернях або зберігати ЛЗР (легкозайmistі речовини) поза спеціально відведеними місцями.

Окрему увагу слід приділити психофізіологічним та санітарно-гігієнічним умовам праці. Робочий день студентів і персоналу повинен бути організований згідно з вимогами охорони здоров'я, із чітким чергуванням праці й відпочинку. При тривалій роботі слід робити короткі технологічні перерви. Працівники мають бути в належному психоемоційному стані: не допускаються до роботи особи з ознаками втоми, стресу, в стані алкогольного або наркотичного сп'яніння.

ВИСНОВКИ

Кваліфікаційна робота зосереджена на технічному вдосконаленні зернової сівалки СЗ-3.6 для підвищення її ефективності в умовах навчально-виробничого відділення Сумського національного аграрного університету. Дослідження підкреслює важливість модернізації через широке використання сівалки в господарствах України, її простоту, але водночас наявність недоліків, таких як нерівномірність висіву, зношення вузлів і обмежена адаптація до сучасних агротехнологій. Мета полягала в розробці конструктивних рішень для підвищення точності сівби, енергоефективності та адаптації агрегату до потреб навчально-виробничого комплексу.

Описано діяльність навчально-виробничого відділення СНАУ, яке слугує базою для практичної реалізації проєкту. Детально охарактеризовано земельний фонд університету, що включає навчально-дослідні господарства, демонстраційні ділянки та технічні об'єкти, а також технічне забезпечення, зокрема трактори МТЗ-80, сівалки, борони та транспортні засоби (ЗІЛ-131, КамАЗ, Hyundai Sonata). Підкреслено роль цього комплексу в підготовці студентів агроінженерних спеціальностей, поєднанні освітнього процесу з реальними сільськогосподарськими роботами, такими як оранка, дискування та сівба.

Детально проаналізовано конструкцію сівалки СЗ-3.6, її модифікації, робочий процес, регулювання та основні несправності, зокрема проблеми з висівними апаратами, забивання сошників і гідравлічними системами. Порівняння з іншими моделями, показало переваги дводискових сошників для вузькорядної сівби. Визначено ключові недоліки: нерівномірність висіву, складність налаштування глибини та недостатня адаптивність до нових насіннєвих матеріалів. Запропоновано модернізацію, що охоплює вдосконалення висівного апарата, систем внесення добрив, регульовальних механізмів і впровадження елементів точного землеробства, таких як автоматизовані системи контролю. Розглянуто сучасні тренди в агрономії, зокрема використання ГІС, GPS, дронів і супутникових знімків, які можуть бути частково інтегровані в оновлену сівалку. Окрему увагу приділено охороні праці, наголошуючи на необхідності безпечних

умов під час модернізації, використання засобів захисту, дотримання електро- та протипожежної безпеки.

Економічний аналіз включав розрахунок режиму роботи агрегату для поверхневого обробітку ґрунту з використанням сівалки СЗ-3.6 і трактора МТЗ-80. Виявлено перевантаження агрегату на рекомендованих швидкостях, що вказує на потребу зменшення робочої ширини захвату або використання потужнішого трактора. Розраховано тяговий опір, продуктивність і витрату палива, підтверджуючи економічну доцільність модернізації через зниження витрат на обслуговування та підвищення якості сівби.

Запропоновані зміни, зокрема встановлення високоточних висівних апаратів і дводискових сошників, сприятимуть рівномірному висіву, стабільній глибині загортання насіння та кращому контакту з ґрунтом. Результати роботи можуть бути застосовані для модернізації аналогічних сівалок у господарствах і як навчальний матеріал для студентів. Впровадження удосконалень підвищить ефективність сільськогосподарських робіт і сприятиме розвитку інновацій у машинобудуванні. Подальші дослідження варто спрямувати на інтеграцію цифрових технологій і тестування модернізованої сівалки в реальних експлуатаційних умовах.

«Додатки»

КР.06.1.011.00.00.000

Перв. примен.

Спроб. №

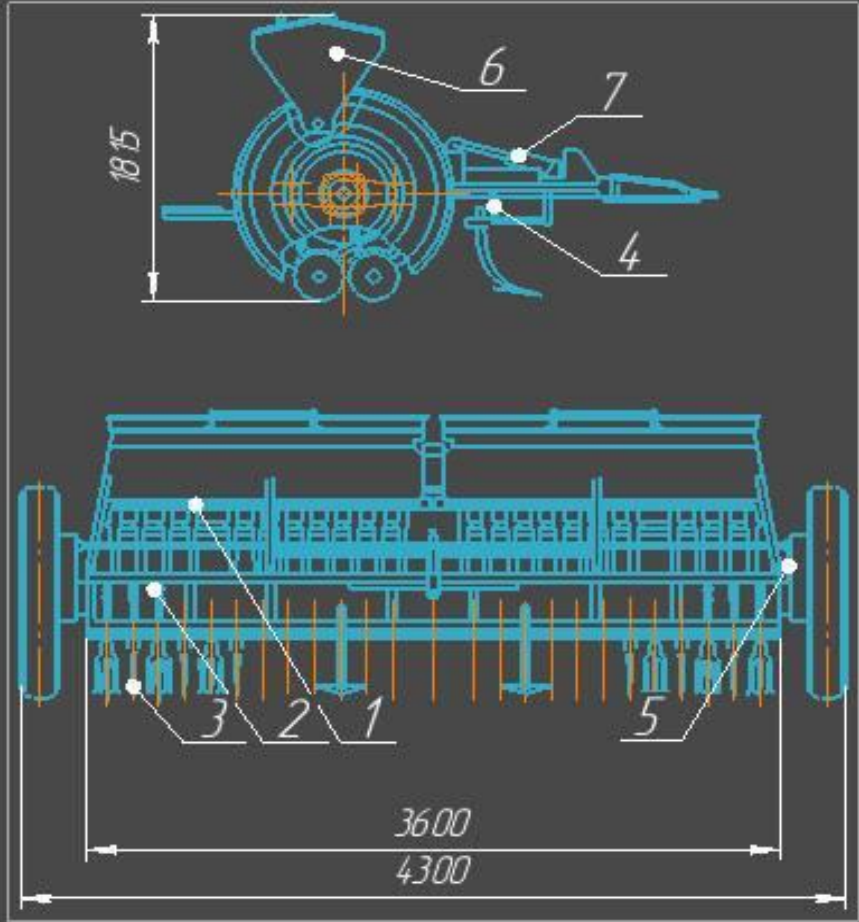
Падп. и дата

Инд. № дробл.

Взам. инв. №

Падп. и дата

Инд. № падп.



КР.06.1.011.00.00.000

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разработ.		Каніваць Я.С.		
Пров.		Сиройцький К.Г.		
Т.контр.				
Н.контр.		Шуляк М.Л.		
Утв.		Шуляк М.Л.		

Агрегат комбінований
(загальний вигляд)

Лист	Масса	Масштаб
		1:15
Лист	Листов	1

СНАУ, ПФ група А1 2202-1ст

Копіював

Формат А4

КР.06.101100.00.002 СК

Перв. примен.

Справ. №

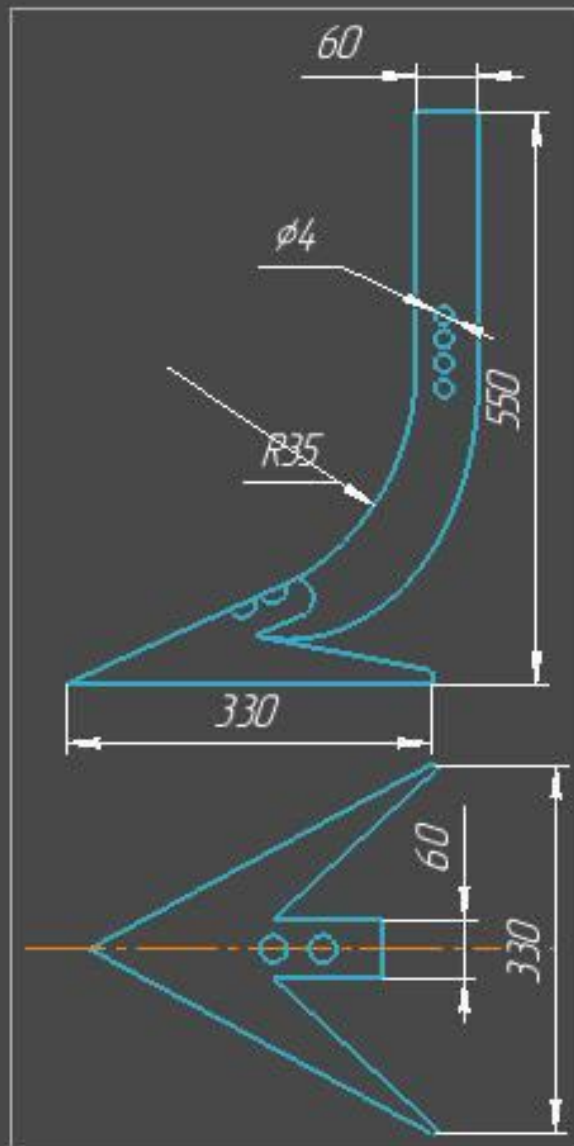
Подп. и дата

Изм. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инд. № подл.



КР.06.101100.00.002 СК

Лапа культиватора

Сталь ст 10

Лист	Масса	Масштаб
У	1,07	1:2
Лист	Листов 1	

СНАУ, ИТФ
группа А12202-1ст

Копировал

Формат А4

КР.06.1.011.00.00.001

Герб. примен.

Справ. №

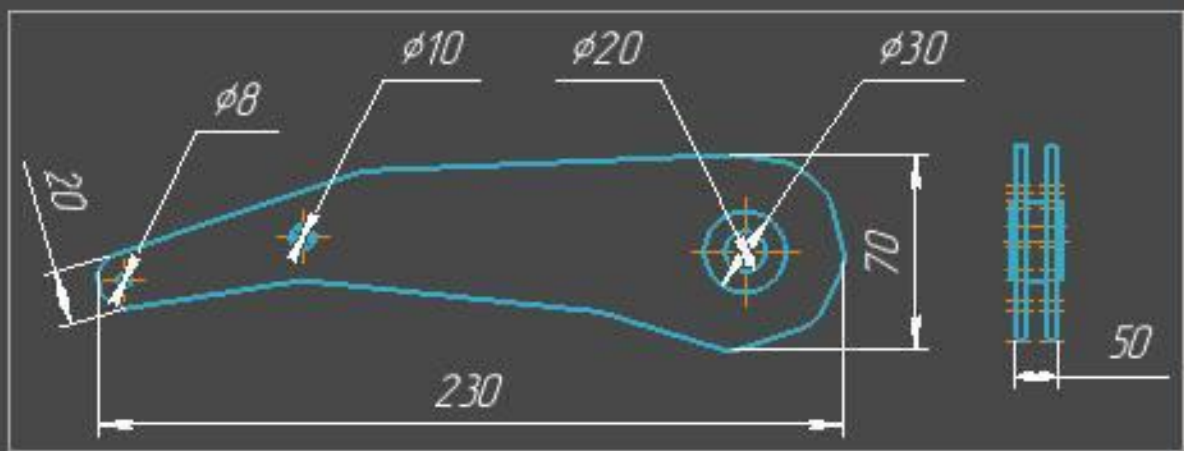
Подп. и дата

Изм. №

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инд. №



КР.06.1.011.00.00.001

Кронштейн

Сталь ст 10

Лит.	Масса	Масштаб
------	-------	---------

У	0,203	1:2
---	-------	-----

Лист	Листов	1
------	--------	---

СНАЧ, ITФ группа АІ 2202-1с.т

Изм. Лист	№ докум	Подп.	Дата
Разраб.	Каніваць ЯС		
Проб.	Сарабійскі Х.Г.		
Т.контр.			
И.контр.	Шуляк М.Л.		
Утв.	Шуляк М.Л.		

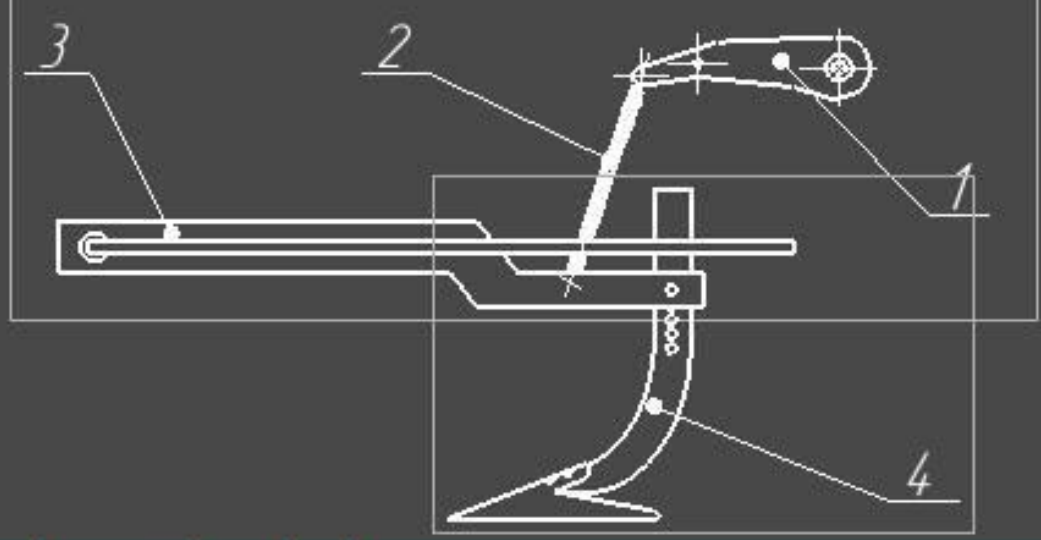
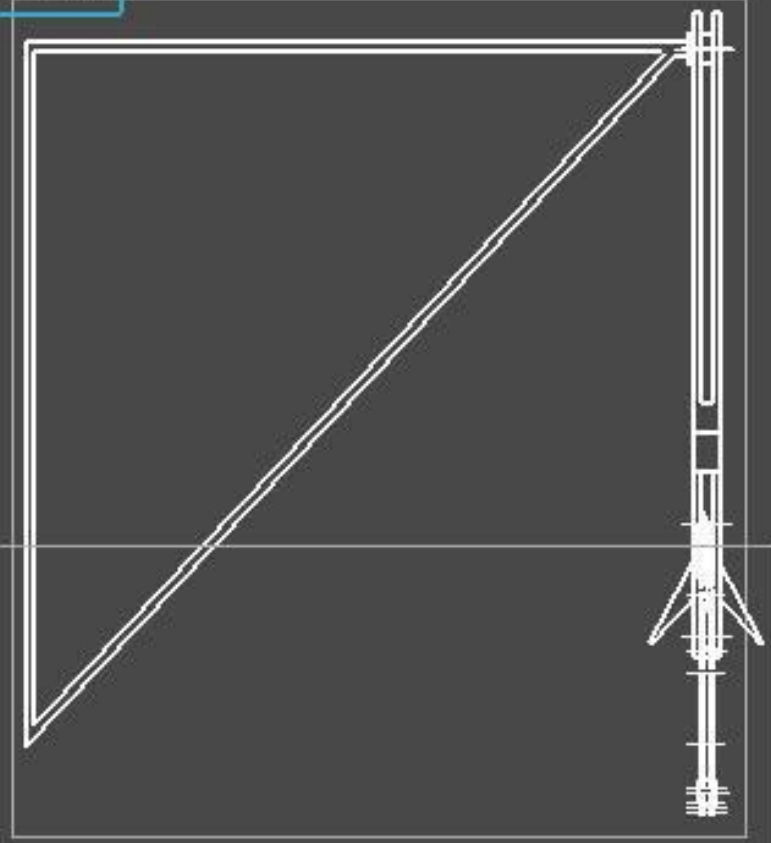
Копировал

Формат А4

КР.06.1.01100.00.000

Перв. примен.

Справ. №



Подп. и дата

Инд. № дубл.

Взам. инд. №

Подп. и дата

КР.06.1.01100.00.000

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разработ		Канівець Я.С.		
Пров.		Сородійський К.Т.		
Т.контр.				
Н.контр.		Шуляк М.Л.		
Утв.		Шуляк М.Л.		

Разпушувач колії
(складальне креслення)

Сталь ст 10

Копіра вал

Лист	Масса	Масштаб
		1:5
Лист	Листов	1
СНАУ ІТФ група АІ 2202-Іс.т.		
Формат А4		

20

X

КР.06.1.011.00.00.000

Лист примен.

Справ. №

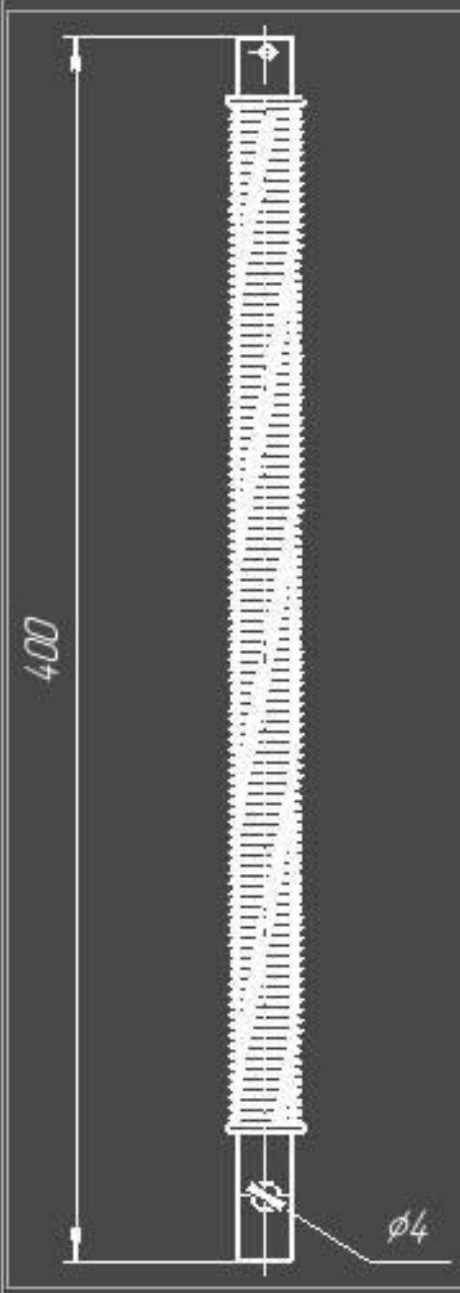
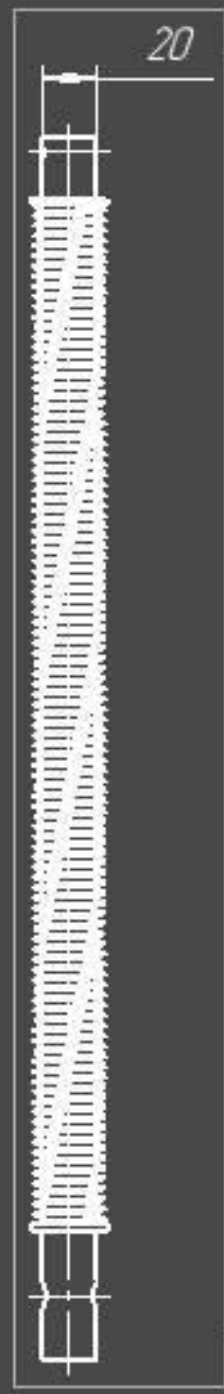
Лист и дата

Инд. №

Взам. инд. №

Лист и дата

Инд. № подл.



КР.06.1.011.00.00.000

Пружина

Сталь ст 10

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разработ.		Канівець ЯС		
Пров.		Бордовийкі К.Г.		
Техн. пр.				
Н.контр.		Шуляк М.Л.		
Утв.		Шуляк М.Л.		

Лист	Масса	Масштаб
		1:2
Лист	Листов	1
СНАУ ІТФ		
група АІ 2202-1с.т.		

Копировал

Формат А4

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кіл.	Приміт
				<u>Документація</u>		
A4			КР.06.1011.00.00.000 СК	Складальне креслення		
				<u>Деталі</u>		
БК	1		КР.06.1011.00.00.001	Заслінка	1	
БК	2		КР.06.1011.00.00.002	Насіннепровід	1	
БК	3		КР.06.1011.00.00.003	Сошник	1	
A4	4		КР.06.1011.00.00.004	Разпушувач колії	1	
БК	5		КР.06.1011.00.00.005	Ланцюг приводу	1	
БК	6		КР.06.1011.00.00.006	Бункер	1	
БК	7		КР.06.1011.00.00.007	Гідроциліндр	1	

КР.06.1011.00.00.000 СК				
Змін.	Аркуш	№ докум.	Підпис.	Дата
Разробив		Канівець Я. С.		
Перевірив		Сиробицький К. Г.		
Н.контр.		Щуляк М. Л.		
Затвердив		Щуляк М. Л.		
Складальне креслення			Лист	Аркуш
			1	1
			СНАУ ІТФ AI 2202-1 ст	

СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Експлуатація машин і обладнання. Каталог сільськогосподарської техніки. Навчальний посібник / М. П. Артёмов [та ін.] ; за ред. В. І. Мельника. 2-ге вид., перероб. і доп. – Х.: ТОВ «Планета-Прінт», 2022. – 600 с. Каталог – довідник машин і обладнання для агропромислового комплексу (видання друге). – К.
2. Збірник методик з використання машин в землеробстві / За ред. Мельника В. І. – Харків: “Промпроект” – 2020, 257 с.
3. Експлуатація та сервіс техніки. Частина І. Трактори. Навчальний посібник. / С. О. Харченко, О. В. Адамчук, О. І. Анікеєв, К. Г. Сировицький, Є. А. Гаск, І. С. Тіщенко, Д. О. Харченко. За ред. С. О. Харченка. – Х.: ТОВ «Планета-Прінт», 2020. - 140 с.
4. Експлуатація та сервіс техніки. Частина ІІ. Комбайни. Навчальний посібник. / С. О. Харченко, О. В. Адамчук, О. В. Козаченко, М. В. Бакум, К. Г. Сировицький, М. М. Абдуєв, Ф. М. Харченко. За ред. С. О. Харченка. – Х.: ТОВ «Планета-Прінт», 2021. - 115 с.
5. Експлуатація та сервіс техніки. Опрыскувачі та машин для внесення добрив. Навчальний посібник. / К. Г. Сировицький, С. О. Харченко, О. І. Анікеєв, М. Л. Шуляк, В. М. Зубко, Л. М. Батюк. За ред. С. О. Харченка. – Х., 2024. – 134 с.
6. Машини, обладнання та їх використання в тваринництві: підручник для здобувачів ступеня вищої освіти закладів вищої освіти / Р. В. Сclar, О. Г. Сclar, Н. І. Болтянська, Д. О. Мілько, Б. В. Болтянський. – К.: Видавничий дім «Кондор», 2021. – 608 с., іл.
7. Науково-технічне обґрунтування технології поліпшення біопотенціалу сільськогосподарських культур: монографія / Харченко С.О., Панкова О.В., Харченко Ф.М., Сировицький К.Г., Шуляк М.Л., Зубко В.М., Соколік С.П. – Харків: ФОП Панов А.М., 2023. – 157 с.
8. Практикум з теорії та розрахунку сільськогосподарських машин : навчальне видання / Д. Г. Войтюк [та ін.]. - К. : Видавничий центр НУБіП України, 2022. - 185 с.

9. Технічний сервіс обладнання лісового комплексу : навчальний посібник / Л. Л. Тітова, І. Л. Роговський, О. В. Надточій. - К. : НУБіП України, 2020. - 405 с.
10. Технологія та проектування елеваторів : навчальний посібник / О.І. Шаповаленко, О.О. Євтушенко, Т.І. Янюк, В.А. Почеп; [Під редакцією проф. Шаповаленко О.І.]. Стереотипне вид. – Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2020. – 416 с.
11. Трактори та автомобілі [Текст] : підручник. Ч. 5. Теорія двигунів внутрішнього згоряння / М. Г. Сандомирський [та ін.] ; за ред. А. Т. Лебедєв ; Харків. нац. техн. ун-т сіл. госп-ва ім. П. Василенка. - Харків : ХНТУСГ, 2021. - 258 с.
12. Шкарівський, Григорій Васильович. Трансмисії мобільних машин : навчальний посібник / Г. В. Шкарівський. - К. : ФОП Ямчинський О.В., 2021. - 439 с.
13. Зубко В.М. [Агроінжиніринг: навчальний посібник для здобувачів вищої освіти спеціальностей 208 «Агроінженерія», 202 «Агрономія»](#)/ В.М.Зубко – Суми: СНАУ, 2022.-468 с. Пр.ВР СНАУ №11 від 28.02.2022року
14. [Інтелектуальні системи тракторів і автомобілів, сервісний супровід: підручник](#) / В. Д. Мигаль, М. Л. Шуляк, І. О. Шевченко. – Х.: ДБТУ, «Майдан», 2023. – 246 с. ISBN 978-966-372-849-0
15. Лебедєв А. Т., Шуляк М. Л., Зубко В. М., Лебедєв С. А. [Будова тракторів John Deere серії 6, 8, 9: підручник для здобувачів освіти зі спеціальності 208 «Агроінженерія», за ред. А.Т. Лебедєва.](#) – Суми:СНАУ, 2024. 210 с. ISBN 978-617-8095-50-5
16. [Операційна технологія виробництва зерна кукурудзи в умовах лісостепу сумської області. Навчальний посібник](#) / Шуляк Л.М., Зубко В.М., Барабаш Г.І., Саржанов Б.О., Батюк Л.М.- СНАУ. – Суми, 2024. – 185 с. ISBN 978-617-8095-52-9
17. [Енергетичні засоби. Методичні вказівки щодо виконання лабораторних робіт відповідно до робочої програми \(сілабусу\) дисципліни для підготовки молодших бакалаврів 1 та 2 курсу спеціальності 208 «Агроінженерія» денної форми навчання. Частина 2.](#) – Суми: СНАУ, 2022. – 82 с.Укладачі д.т.н., доцент Зубко В.М., ст. викладач Саєнко А. В., асистент Шелест М.С. (Протокол № 4 від 31 січня 2022 р.)
18. Методичні вказівки з організації та практичного забезпечення реалізації складової дуальної освіти агроінженера: методичні вказівки до розробки освітніх

програм з використанням дуальної форми освіти для першого (бакалаврського) та другого (магістерського) рівнів вищої освіти зі спеціальності 208 «Агроінженерія» / Лебедев А.Т., Шуляк М.Л., – Суми, 2023. – 26 с. МР ІТФ (протокол № 6 від 22 травня 2023 року).

19. [Методичні вказівки щодо виконання курсового проекту з дисципліни “Експлуатація машин і обладнання” для здобувачів вищої освіти першого \(бакалаврського\) рівня вищої освіти спеціальності 208 “Агроінженерія” денна та заочна форма. Укладачі: В. М. Зубко, К. Г. Сировицький/ Суми: СНАУ. – 2022.- 36 с. Пр МР ІТФ № 2 від 09.2022](#)
20. Сільськогосподарська техніка. Конспект лекцій для студентів 2 курсу денної та 3 курсу заочної форм навчання за напрямом підготовки 208 «АГРОІНЖЕНЕРІЯ» ОС «БАКАЛАВР»/ Горовий М.В. – Суми: СНАУ, 2023. – 86 с. МР ІТФ (протокол № 6 від 22 травня 2023 року)

