

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 проекту

ступеня вищої освіти «Бакалавр» на тему:

**Удосконалення мостового землеробства шляхом розробки
картоплесаджалки**

Виконав: студент 4 курсу, групи АІ-З-21 за
спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Шевчук Ігор Віталійович

Керівник: _____ Бойко Владислав Борисович

Рецензент: _____

Дніпро – 2025

**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)

«___» _____ 2025 р.

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

Шевчуку Ігорю Віталійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Удосконалення мостового землеробства шляхом розробки картоплесаджалки

керівник роботи Бойко Владислав Борисович, к.т.н., доцент

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від

«7» травня 2025 року № 964

2. Строк подання студентом роботи 11.06.2025 р.

3. Вихідні дані до проекту Напрацювання науковців кафедри з удосконалення мостового землеробства. Дані господарської діяльності агропідприємства, довідкові дані з проспектів та літературних джерел за даною тематикою.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). 1. Аналіз господарської діяльності. 2. Технологічна частина. 3. Конструктивно-технологічні розрахунки. 4. Охорона праці та навколишнього середовища. 5. Техніко-економічна оцінка проекту. Висновки. Література.

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

1. Характеристика (А1). 2. Аналіз конструктивних рішень (А1). 3. Технологічна схема (А1). 4. Складальне креслення (А1). 5. Деталювання (А1). 6. Економічні показники проекту (А1).

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-5	Бойко В.Б., доцент		
нормоконтроль	Золотовська О.В., доцентка		

7. Дата видачі завдання: 22.04.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	22.04.25-2.05.25	
2	Технологічний	2.05.25-13.05.25	
3	Конструкційний	13.05.25-23.05.25	
4	Охорона праці	23.06.25- 28.06.25	
5	Економічний	28.05.25-3.06.25	
6	Графічна частина	3.06.25-11.06.25	

Студент

_____ **Шевчук І.В.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ **Бойко В.Б.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

[illegible]

АНОТАЦІЯ

Шевчук І.В. Удосконалення мостового землеробства шляхом розробки картоплесаджалки/ Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія» – ДДАЕУ, Дніпро, 2025.

Кваліфікаційна робота присвячена удосконаленню мостового землеробства шляхом розробки картоплесаджалки адаптованої для агрегування з агромоном

Запропоноване удосконалення дозволить підвищити ефективність впровадження мостового землеробства в рослинництві аграрних підприємств.

В першому розділі наведено аналіз діяльності господарства.

В другому розділі проведено аналіз конструкцій картоплесаджалок за результатами якого розроблено конструкцію саджалки адаптованої для агрегування з агромоном.

В третьому розділі проведено основні конструктивні та технологічні розрахунки, картоплесаджалки адаптованої для роботи з агромоном.

Розглянуто питання з охорони праці при експлуатації мотових машин в агрегаті з картоплесаджалкою.

Виконано економічне обґрунтування запропонованого удосконалення мостового землеробства.

Ключові слова: мостове землеробство, одноконсольний агроміст, кординатно-транспортна система, тягове зусилля, сервомеханізм, садильний апарат

ЗМІСТ

ВСТУП	8
Розділ 1. АНАЛІЗ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ	10
1.1. Загальні відомості	10
1.2. Структура земельних угідь господарства	10
1.3 Механізація рослинництва	14
1.4. Економічні показники господарської діяльності	18
1.5 Висновки	21
Розділ 2. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ТА МАШИН ДЛЯ САДІННЯ КАРТОПЛІ	22
2.1 Огляд основних технологій вирощування картоплі	22
2.2 Особливості вирощування картоплі з використанням мостової технології землеробства	23
2.3 Фізико-механічні властивості картоплі	26
2.4 Аналіз машин для садіння картоплі	27
2.5 Патентний пошук	30
2.6 Аналіз основних показників поширених картоплесаджалок	33
2.7 Висновки	38
Розділ 3. КОНСТРУКТИВНО-РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА	39
3.1 Опис конструкції картоплесаджалки для мостового землеробства	39
3.2 Конструктивно-технологічні розрахунки картоплесаджалки	42
3.3 Розрахунок тягового опору картоплесадильної машини	48
3.4 Розрахунки на міцність	51
3.5 Висновки	53
Розділ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	54
4.1 Аналіз стану з охорони праці в господарстві	54

4.2 Заходи по поліпшенню умов праці в господарстві	56
4.3 Заходи з охорони праці при експлуатації розробленої картоплесаджалки для мостового землеробства	57
4.4 Захист навколишнього середовища при експлуатації картоплесаджалки для мостового землеробства	58
4.5 Висновки	59
Розділ 5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЕКТУ	60
5.1 Витрати на оплату праці на вирощуванні картоплі	61
5.2 Витрати на паливо-мастильні матеріали та електроенергію	63
5.3 Визначення вартості амортизаційних відрахувань	64
5.4. Висновки	66
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	67
ЛІТЕРАТУРА	68
ДОДАТКИ	71

ВСТУП

У сучасних умовах сільське господарство України стикається з низкою викликів, серед яких зростаюча потреба в підвищенні ефективності виробництва, скорочення трудових ресурсів та необхідність зменшення витрат на обробіток землі. Одним із перспективних напрямків вирішення цих проблем є впровадження мостового землеробства, яке передбачає використання агрегатів мостового типу для виконання різних агротехнічних операцій, що рухають по постійним коліям або доріжкам [1-3].

Використання агрегатів мостового типу дозволяє підвищити продуктивності праці завдяки можливості автоматизації технологічних процесів в рослинництві, що особливо важливо в умовах обмеженості трудових ресурсів.

Наступна перевага агромоств – це зниження витрат завдяки більш точному та ефективному виконанню агротехнічних операцій, що сприяє зменшенню витрат на паливо, посівний матеріал, добрива та засоби захисту рослин. Забезпечується рівномірний розподіл добрив, точне садіння та обробіток рослин, що позитивно впливає на врожайність та якість сільськогосподарської продукції.

З метою підвищення ефективності мостового землеробства та розширення його можливостей необхідна розробка машин для садіння картоплі адаптованих для агрегування з агромоствами.

Садіння картоплі є однією з найбільш трудомістких операцій у картоплярстві. Традиційні методи висаджування вимагають значних трудових затрат і часу. Розробка спеціалізованої машини для садіння картоплі, яка працює в парі з агромоством, може значно покращити цей процес. Основними вимогами до такої машини є її сумісність з різними моделями агромоств, легкість у використанні та універсальність.

Впровадження мостового землеробства з використанням спеціалізованих машин для садіння картоплі має потенціал значно підвищити ефективність та

економічність картоплярства в Україні завдяки точному садінню та оптимальному догляду за рослинами.

Автоматизація процесу садіння скоротить потребу в ручній праці. Зниження витрат на обробіток та підвищення якості продукції сприятимуть зростанню доходів фермерських господарств.

У підсумку, інтеграція мостового землеробства та розробка спеціалізованих машин для садіння картоплі є важливим кроком до модернізації сільського господарства, що відповідає сучасним вимогам ефективності та сталого розвитку аграрного сектору України.

Розділ 1. АНАЛІЗ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

1.1 Загальні відомості

ТОВ «Придніпровське» розташоване в селі Голубівка Новомосковского району Дніпропетровської області, приблизно за 59 км від міста Дніпро. Голубівка знаходиться в лісостеповій зоні лівобережної частини України, що характеризується помірно-континентальним кліматом із нестійким зволоженням, холодними зимами та теплими, іноді сухими літами.

Земельні угіддя господарства розміщені в водорозподілі рік Дніпро та Самара, з основною площею орних земель на правому березі річки Самара. Ґрунтовий покрив переважно складається з родючих чорноземів, що є типовими для Лісостепової зони України.

Середня багаторічна температура повітря становить:

Січень: -5,8 °C

Липень: від +21,3 °C до +27,5 °C

Кількість днів із температурою понад 10 °C становить 171, що є достатнім для дозрівання основних сільськогосподарських культур. Річна кількість опадів складає 510...554 мм.

1.2 Структура земельних угідь господарства

Основним виробничим ресурсом у сільському господарстві а саме в рослинництві є земля, що являється базою для розвитку тваринницької галузі.

Структура земельних угідь господарства є важливим показником, що відображає розподіл земельних ресурсів за різними категоріями використання [4]. Вона включає сільськогосподарські угіддя, до яких відносяться рілля, багаторічні насадження, перелоги, сіножаті та пасовища. Рілля займає основну частину сільськогосподарських земель і використовується для вирощування сільськогосподарських культур. Багаторічні насадження включають садові та ягідні культури, які забезпечують додатковий урожай протягом кількох років. Перелоги є землями, які тимчасово не використовуються для

сільськогосподарського виробництва, але можуть бути відновлені до попереднього стану. Сіножаті та пасовища забезпечують кормову базу для тваринництва.

Крім того, до структури земельних угідь входять ліси та інші лісовкриті площі, які виконують екологічні функції та можуть бути використані для лісогосподарських потреб. Забудовані землі включають території, зайняті під житлову, промислову та іншу забудову. Відкриті заболочені землі та води займають певну частину території і можуть впливати на сільськогосподарське використання земель [5]

Загальні дані по структурі земельних угідь господарства за 2022 по 2024 рік наведено таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Загальні дані по структурі земельних ресурсів господарства

Види угідь	Роки						2024р. у % до 2022р.
	2022		2023		2024		
	га	%	га	%	га	%	
Всього с.-г. угідь	2452,2	66,64	2794,4	69,8	2994	71,76	22,09
Площа лісу	504,4	13,71	504	12,6	487	11,67	-3,45
Ставки і водоймища	9,01	0,24	9,1	0,23	9,5	0,23	5,44
Присадибні ділянки	314,2	8,54	314,1	7,85	312	7,48	-0,70
Інші угіддя	400	10,87	380,5	9,51	370	8,87	-7,50
Загальна земельна площа	3679,81	100	4002,1	100	4172,5	100	13,39

Аналізуючи дані про структуру земельних угідь ТОВ «Придніпровське» за період з 2022 по 2024 роки, можна відзначити наступні зміни сільськогосподарські угідь площа яких зросла з 2 452,2 га в 2022 році до 2 994 га

в 2024 році, що становить збільшення на 22,09% порівняно з 2022 роком. Площа лісів зменшилася з 504,4 га в 2022 році до 487 га в 2024 році, що є скороченням на 3,45% пов’язаної з пожежою. Площа ставків де що збільшилася з 9,01 га в 2022 році до 9,5 га в 2024 році, що відповідає зростанню на 5,44% . Скорочення інших угідь на 7,5% пов’язано з їх реструктуризації за рахунок чого частково збільшено загальну земельну площа господарства з 3 679,81 га в 2022 році до 4 172,5 га в 2024 році.

Загалом, спостерігається тенденція до збільшення площі сільськогосподарських угідь та водних ресурсів, одночасно з незначним скороченням площ лісів, присадибних ділянок та інших угідь. Ці зміни можуть свідчити про оптимізацію використання земельних ресурсів та адаптацію до змінюваних умов господарювання.

Для більш детального аналізу стану господарської діяльності розглянемо посівні площі та врожайність основних вирощуємих культур дані яких наведено в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Характеристика культур та посівних площ в господарстві

Показники	Роки						2024р. в %	
	2022		2023		2024		до 2022р.	
	га	т/га	га	т/га	га	т/га	га	т/га
Озима пшениця	480	4,3	490	4,8	532	5,5	9,8	21,8
Ячмінь	456	3,4	338	3,59	360	3,67	-26,7	5,6
Кукурудза	274	5,7	289	6,8	310	7,2	11,6	20,8
Соняшник	149	1,9	152	1,7	176	1,91	15,3	0,5
Овочі	45	33,5	48	34,1	51,2	34,6	12,1	3,2
Всього	1404	-	1317	-	1429,2	-	1,8	-

Аналіз даних таблиці свідчить про зміни в посівних площах та врожайності основних сільськогосподарських культур у господарстві за період 2022–2024 років. Так площа посіву озимої пшениці збільшилася з 480 га у 2022 році до 532 га у 2024 році, що становить приріст 9,8%. Врожайність підвищилася з 4,3 т/га до 5,5 т/га, що на 21,8% більше порівняно з 2022 роком.

Зменшення посівних площ ячменю з 456 га у 2022 році до 360 га у 2024 році, що є скороченням на 26,7% в зв'язку з збільшенням площ під овочеві культури та кукурудзу. Врожайність ячменю зросла з 3,4 т/га до 3,67 т/га, що на 5,6% більше, ніж у 2022 році завдяки проведенню комплексу заходів по відновленню родючості ґрунтів.

Площа посіву кукурудзи зросла з 274 га у 2022 році до 310 га у 2024 році, що становить приріст 11,6%. Врожайність підвищилася з 5,7 т/га до 7,2 т/га, що на 20,8% більше порівняно з 2022 роком.

Площа посіву соняшнику також збільшилася з 149 га у 2022 році до 176 га у 2024 році, що становить приріст 15,3%. Врожайність залишилася майже на тому ж рівні: 1,9 т/га у 2022 році та 1,91 т/га у 2024 році, з незначним зростанням на 0,5%.

Площа посіву овочевих культур зросла з 45 га у 2022 році до 51,2 га у 2024 році, що становить приріст 12,1%. Врожайність підвищилася з 33,5 т/га до 34,6 т/га, що на 3,2% більше порівняно з 2022 роком.

Загалом, площі під більшістю культур зросли, що позитивно вплинуло на валовий збір. Підвищення врожайності, особливо у пшениці, кукурудзі та ячмені, свідчить про впровадження ефективних агротехнологій та покращення умов вирощування. Ці фактори сприяли збільшенню виробництва сільськогосподарської продукції та можуть позитивно позначитися на фінансових результатах господарства

1.3 Механізація рослинництва

Завдяки механізації, яка є ключовим фактором в підвищенні ефективності виробничі процесів у рослинництві зросла продуктивність агропідприємств в даній галузі. Завдяки механізації виконання всіх операцій відбувається в стислі строки згідно технологічних карт на вирощування сільськогосподарських культур. Це дозволяє підвищити біологічну врожайність та скоротити втрати вирощеної продукції підчас збирання. Комплексна механізація дозволяє оптимізувати трудові витрати, зменшити залежність від погодних умов та підвищити якість виконання агротехнічних заходів. В результаті, механізація сприяє збільшенню виробництва продукції рослинництва та покращенню її якості, що є основою для конкурентоспроможності агропідприємств на ринку.

Використання спеціалізованої техніки, такої як трактори, комбайни, інші сільськогосподарські машини та вантажні автомобілі, значно полегшує виконання трудомістких операцій, скорочує час обробітку та збирання врожаю, а також забезпечує більш високий рівень точності та якості виконання робіт. Загальний рівень механізації господарства завдяки технічним засобам (табл. 1.3) знаходиться на достатньому рівні, щоб виконувати поставлені задачі.

Трактори в господарстві служать основними тяговими одиницями, виконуючи широкий спектр робіт, включаючи оранку, культивуацію, сівбу та транспортування вантажів. Вони забезпечують необхідну потужність для роботи з різними знаряддями та агрегатами, що дозволяє виконувати роботи в оптимальні агротехнічні строки.

Комбайни є незамінними при збиранні врожаю зернових та інших культур. Вони забезпечують одночасне зрізання, обмолочування та очищення зерна, що значно підвищує швидкість та ефективність збирання порівняно з ручною працею. Використання комбайнів дозволяє зменшити втрати врожаю та покращити якість зібраного зерна.

Таблиця 1.3 – Засоби механізації в рослинництві

Найменування машин	Кількість шт.
1	2
Автомобілі	
MAN TGX 18.440	4
КрАЗ-6130С	2
МАЗ-6501-001	2
Трактори	
ХТЗ–243 К	4
ХТЗ-150К	4
МТЗ – 80.1	5
John Deere 6340.1	2
John Deere 8410.1	2
Комбайни	
John Deere 9880 STS	2
John Deere 9660 STS	2
Сівалки	
СКН–4,2	4
СПЧ-8	4
John Deere 1770	4
Плуги	
ПЛН-3-35 Деметра	5
ПЛН-5-35 К ОАПК	8
John Deere 3810-8F	4
Культиватори	
КПСО–6	8
КПС–12ПМ	4

Продовження табл. 1.3

1	2
Борони	
John Deere 2600	4
БІГ-3	6
БДН-3	5
БЗСС-1,0	40
Навісні розкидачі добрив	
John Deere DN218	2
НРУ-0,5	4
Обприскувачі	
John Deere R 4030	1
ОПШ-3524	3

Сільськогосподарські машини включають різноманітні агрегати, такі як сівалки, плуги, культиватори, обприскувачі та інші, які виконують специфічні операції в технологічному процесі вирощування культур. Їх використання дозволяє автоматизувати багато процесів, зменшити трудові витрати та підвищити точність виконання агротехнічних заходів.

Вантажні автомобілі грають важливу роль у транспортуванні сільськогосподарської продукції, добрив, засобів захисту рослин та інших матеріалів. Вони забезпечують швидке та ефективне перевезення вантажів як на короткі, так і на далекі відстані, що є критично важливим для своєчасного виконання польових робіт та доставки продукції до місць зберігання або реалізації.

Організація роботи машинно-тракторного парку (МТП) є невід'ємною частиною агропідприємства. Ефективне управління МТП включає планування використання техніки, регулярне технічне обслуговування та ремонт, навчання персоналу та впровадження систем моніторингу та обліку роботи техніки. Це

забезпечує безперебійне виконання технологічних операцій, зменшує ризик поломок та підвищує загальну ефективність аграрного виробництва

Загалом, інтеграція сучасних сільськогосподарських машин та транспортних засобів у виробничі процеси агропідприємства є необхідною умовою для досягнення високих показників продуктивності, якості та економічної ефективності сільськогосподарського виробництва.

Забезпечення паливно-мастильними матеріалами господарства здійснюється з нафтобази розміщеної в м. Синельникове. В господарстві пункт видачі паливно-мастильних матеріалів організовано поруч з машино-тракторним парком. Місце розташування ПВЗП на території підприємства обрано з урахуванням необхідної відстані до житлових зон, водних джерел та інших об'єктів, відповідно до норм безпеки.

Пункт видачі та зберігання пального (ПВЗП) є ключовим елементом інфраструктури агропідприємства, забезпечуючи ефективне та безпечне зберігання пального для технічних потреб господарства. В середньому господарство за рік використовує близько 80 тон дизеля.

Організація такого пункту вимагає дотримання низки технічних, безпекових та правових норм. Всі споруди та об'єкти відповідають державним будівельним нормам, зокрема щодо конструкції резервуарів, систем вентиляції та блискавкозахисту. Право на зберігання та видачу пального надає отримана агропідприємством ліцензія.

На території ПВЗП розташовані стаціонарні резервуари для зберігання рідких палив бензину та дизеля загальним об'ємом 120 тон. Облік пального ведеться централізовано з використанням лічильників на заправних колонках та реєстрацією показників в журналі прийому та видачі паливо-мастильних матеріалів оператором.

Для запобігання надзвичайних ситуацій та ліквідації пожеж ПВЗП оснащено засобами пожежогасіння, регулярно проводяться інструктажі персоналу з питань охорони праці та пожежної безпеки. Важливою складовою є також регулярне навчання персоналу та проведення інструктажів з питань

безпеки та правильного поводження з паливом. Недотримання встановлених норм може призвести до адміністративної відповідальності, включаючи значні штрафи.

Проведений аналіз наявних засобів механізації свідчить про високий рівень технічного оснащення агропідприємства, що забезпечує ефективне виконання всіх основних агротехнічних операцій. Різноманітність та кількість техніки дозволяють гнучко реагувати на потреби виробництва та оптимізувати процеси вирощування сільськогосподарських культур. Забезпечення належного функціонування ПВЗП сприяє не лише ефективності агропідприємства, але й охороні навколишнього середовища та здоров'я працівників.

1.4. Економічні показники господарської діяльності

Важливим показником економічної діяльності господарства є загальна динаміка виробництва продукції рослинництва, що являється основною галуззю. В таблиці 1.4 наведено валові показники основних вирощуваних культур в період за останні три роки господарської діяльності.

Таблиця 1.4 – Загальна динаміка виробництва

Валовий збір	Роки			2024р. в % до 2022р.
	2022	2023	2024	
Озима пшениця, т	2064	2352	2926	29,5
Ячмінь, т	1550,4	1213,42	1296	-19,6
Кукурудза, т	1561,8	1965,2	2232	30
Соняшник, т	283,1	258,4	336,16	15,8
Овочі, т	1507,5	1636,8	1771,5	14,9

Аналіз динаміки виробництва продукції рослинництва є ключовим для оцінки економічної діяльності агропідприємства. Розглянемо валові показники основних культур за період з 2022 по 2024 роки. Збільшення валового збору озимої пшениці свідчить про покращення умов вирощування та ефективність агротехнічних заходів. Спостерігається зменшення збору ячменю у 2023 році з подальшим незначним відновленням у 2024 році, що є наслідком змін у технології вирощування та тенденцією на ринку. В порівнянні з 2022 роком валовий збір кукурудзи збільшився на 30%, що відображає позитивні тенденції в агротехніці та адаптації до кліматичних умов. Після зниження збору соняшнику в 2023 році спостерігається значне відновлення у 2024 році, що пов'язане з змінами в сортовому складі. Стабільне зростання збору овочів на 14,9 % за звітний період свідчить про ефективність впроваджених технологій та позитивний вплив кліматичних умов. Аналіз валових зборів основних культур показує позитивну динаміку виробництва рослинницької продукції в агропідприємстві. Зростання зборів озимої пшениці, кукурудзи, соняшнику та овочів свідчить про ефективність агротехнічних заходів та адаптацію до змінюваних умов.

Ефективна робота підприємства перш за все залежить від забезпечення його кваліфікованим персоналом, тому постійно ведеться робота по підтримці здобувачів освіти та проведення відкритих лекцій для працівників з залученням викладачів з аграрних коледжів та вузів. Всього на теперішній час на підприємстві працює 96 працівників віком від 21 до 67 років. В таблиці 1.5 наведено продуктивність праці по господарству за останні три роки.

Таблиця 1.5 – Продуктивність праці

Показники	Роки			2024р. в %
	2022	2023	2024	до 2022р.
Затрати праці, люд-год.	1,23	1,26	1,21	-1,65
Вартість валової продукції на 1 люд-год.	22,8	26,1	30,1	32

Аналіз продуктивності праці є ключовим для оцінки ефективності діяльності агропідприємства. Розглянемо дані таблиці 1.5, які відображають динаміку затрати праці та вартості валової продукції на одну людину-годину за період з 2022 по 2024 роки. Так спостерігається зростання затрат праці у 2023 році на 0,03 люд-год (2,44%) порівняно з 2022 роком, що з розширення виробництва. У 2024 році затрати праці зменшилися на 0,05 люд-год (3,97%) порівняно з попереднім роком, що пов'язано з оптимізації виробничих процесів.

Спостерігається поступове зростання вартості валової продукції на одну людину-годину: Це свідчить про підвищення ефективності використання трудових ресурсів, оскільки за кожну людину-годину виробляється більше продукції.

Загалом, зменшення затрат праці в поєднанні з істотним зростанням вартості валової продукції на одну людину-годину свідчить про покращення продуктивності праці. Це може бути наслідком впровадження нових технологій, підвищення кваліфікації працівників або оптимізації виробничих процесів. В таблиці 1.6 наведено основні економічні показники господарства.

Таблиця 1.6. Економічні показники господарської діяльності

Показник	Роки			2024 р. в % до 2022р.
	2022	2023	2024	
Рівень рентабельності	36,2	39,5	42,7	17,9
Загальний обсяг продажів, тис. грн/га	25540,3	27805,1	29740,3	16,44
Прибуток, тис. грн/га	3340,9	3350,8	3855	15,4
Собівартість продукції, тис. грн/га	22199,4	24454,3	26284,4	18,4

1.5 Висновки

1. Аналіз господарської діяльності ТОВ «Придніпровське» свідчить про позитивну динаміку розвитку підприємства завдяки впровадженню механізації, розробці спеціалізованої техніки та ефективному управлінню ресурсами. Ці заходи сприяли підвищенню продуктивності, зростанню врожайності та покращенню економічних показників. Продовження впровадження інновацій, навчання персоналу та оптимізація виробничих процесів є ключовими факторами для подальшого успішного розвитку підприємства.

2. Ефективне управління МТП є невід'ємною частиною агропідприємства. Планування використання техніки, регулярне технічне обслуговування та ремонт, навчання персоналу та впровадження систем моніторингу роботи техніки забезпечують безперебійне виконання технологічних операцій. Це зменшує ризик поломок, підвищує загальну ефективність виробництва та сприяє досягненню високих показників продуктивності.

3. Аналіз економічних показників, таких як рівень рентабельності, обсяг продажів, прибуток та собівартість продукції, дозволяє оцінити фінансовий стан підприємства. Зростання рівня рентабельності та прибутку свідчить про ефективність впроваджених заходів, включаючи механізацію та оптимізацію виробничих процесів. Однак зростання собівартості продукції вимагає уваги та пошуку шляхів її зниження для підвищення конкурентоспроможності.

4. Впровадження мостового землеробства з розробкою картоплесаджалки є важливим кроком у вдосконаленні технологічного процесу вирощування картоплі. Це дозволяє автоматизувати процес посадки, забезпечити рівномірне розподілення бульб, оптимізувати глибину посадки та відстань між рядами. Як результат, підвищується врожайність, зменшуються трудові витрати, собівартість продукції і підвищується її якість.

Розділ 2. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ТА МАШИН ДЛЯ САДІННЯ КАРТОПЛІ

2.1 Огляд основних технологій вирощування картоплі

Класична технологія вирощування. Це традиційний метод, який включає основні етапи: підготовка ґрунту, висадка бульб, догляд за рослинами, збір урожаю та зберігання. На першому етапі проводиться оранка чи обробіток ґрунту, потім висаджуються картопляні бульби на глибину 8-10 см. Після посадки здійснюється регулярний полив, підживлення та боротьба з бур'янами. Після дозрівання культури збирають бульби і здійснюють їх сортування та зберігання [6-8].

Технологія безпосереднього висіву. В цьому випадку використовуються спеціалізовані сільськогосподарські машини для висіву картоплі без попереднього обробітку ґрунту. Це дозволяє зберігати структуру ґрунту і зменшити витрати на оранку, водночас знижуючи ризик ерозії. Така технологія також зазвичай включає мінімальне втручання в природний баланс ґрунту [6-8].

Технологія вирощування на грядках (високі грядки). В цій технології картоплю висаджують на спеціально підготовлені високі грядки. Це дозволяє поліпшити дренаж і забезпечити рівномірне прогрівання ґрунту, що сприяє кращому розвитку кореневої системи та підвищує врожайність. Крім того, це зменшує ймовірність розвитку хвороб та шкідників [6-8].

Технологія вирощування картоплі під плівкою. Технологія передбачає накриття картоплі спеціальною плівкою або агроволокном, що допомагає утримувати вологу, захищати від заморозків і швидше прогрівати ґрунт. Така технологія дозволяє скоротити час дозрівання картоплі, а також покращити якість бульб. Вона часто використовується в регіонах з прохолодним кліматом [9].

Інтенсивна технологія вирощування картоплі. Вона включає застосування високопродуктивних сортів картоплі, системи точного землеробства, інтенсивне підживлення, автоматизовані системи поливу та захисту рослин. Інтенсивні методи дозволяють досягти високих результатів за короткий період, однак вони потребують значних інвестицій у технологічне обладнання та хімічні засоби [6-8].

Органічне вирощування картоплі. Ця технологія передбачає вирощування картоплі без застосування хімічних добрив і пестицидів. Вона орієнтована на використання природних добрив, таких як компост, та органічних методів боротьби з шкідниками і хворобами. Вона популярна серед фермерів, які орієнтовані на органічне виробництво та екологічно чисту продукцію [10].

Кожна з цих технологій має свої переваги та особливості, що дозволяє вибрати найбільш підходящий метод вирощування картоплі залежно від умов господарства.

2.2 Особливості вирощування картоплі з використанням мостової технології землеробства

На сьогоднішній день традиційні тяглові технології досягли своїх максимальних можливостей, і впровадження мостових технологій відкриває нові горизонти для науковців та інженерів у сфері рослинництва [11]. Це дозволить повною мірою реалізувати потенціал сучасних технологій у сільському господарстві, зокрема в точному землеробстві. Впровадження точного землеробства дозволить значно знизити агрохімічний та механічний вплив на ґрунти й навколишнє середовище. Зокрема, це можливе завдяки зменшенню руху енергетичних засобів на агротехнічних зонах, де вирощуються сільськогосподарські культури, а також переміщення техніки лише по визначених коліях. Крім того, зменшення використання хімічних засобів завдяки

моніторингу стану рослин та виявленню бур'янів дозволить точніше контролювати внесення препаратів.

Мостова технологія дозволяє розширити можливості точного землеробства, а саме спростити автоматизацію основних технологічних процесів в рослинництві. Однією з основних переваг мостових машин є висока точність позиціонування та здатність відтворювати задані траєкторії руху робочих органів стосовно ґрунту та рослин [12-14]. Мостова технологія відкриває нові можливості для вирощування сільськогосподарських культур, які можуть бути реалізовані через точне відстежування координат висадки рослин і подальший моніторинг їхнього розвитку. У такій технології рослина розглядається як біологічний об'єкт на всіх етапах — від висадки до збору врожаю.

На початковому етапі використання мостових технологій для вирощування овочів необхідно провести планування поля, розділивши його на агротехнічні та технологічні зони. Також потрібно здійснити монтаж опорних стовпів і забезпечити надійне постачання енергоносіїв для подальшої роботи системи.

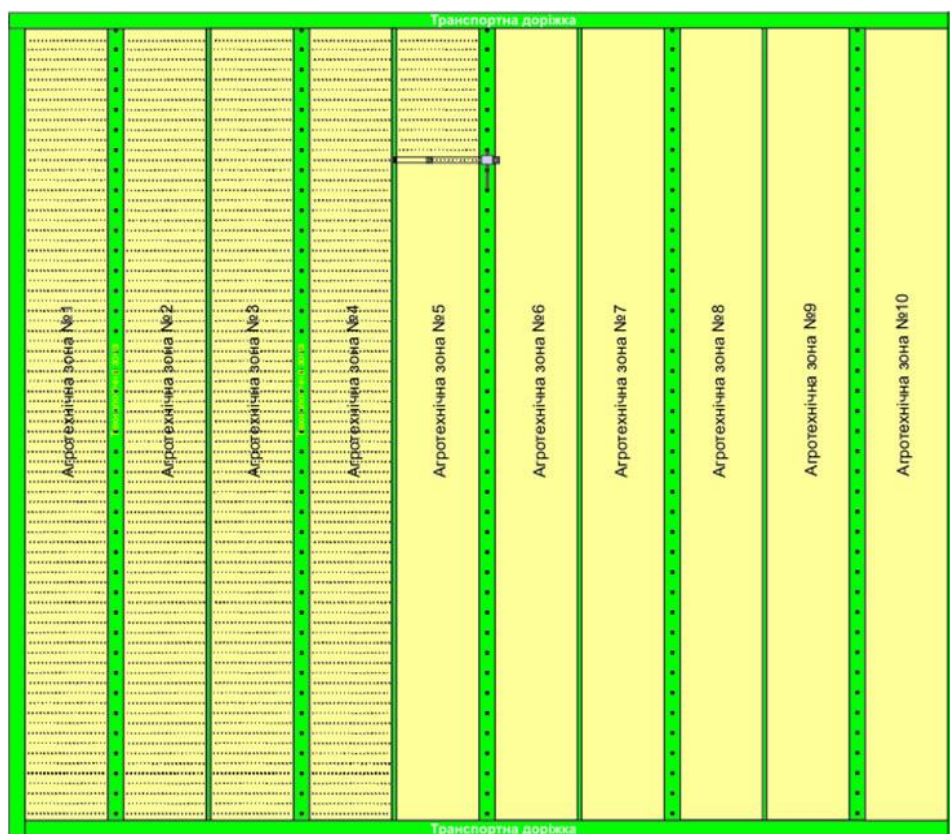


Рис 2.1. План поля облаштованого за мостовою технологією

Наступним етапом вирощування є розробка технологічної карти для вирощування однієї або кількох культур в агротехнічній зоні. Використовуючи технологічну карту відбувається виконання всіх операцій встановлені агротехнічні строки. Автоматизація процесів дозволяє підвищити ефективність виробництва та знизити трудо-затрати, що являється особливо актуальним в умовах відтоку активної працездатної частини населення з сіл до міст.

На рисунку 2.2 зображена схема садіння картоплі за допомогою мостового модуля. Керування роботою модуля під час виконання технологічних операцій відбувається в автоматичному режимі через електронні системи управління (ЕОМ). Під час садіння здійснюється контроль за точками розміщення бульб в агротехнічній зоні, що згодом відображаються на координатній сітці. Такий підхід в накопиченні даних з координатами розміщення рядків та рослин в рядку спрощує подальші операції по догляду за картоплею. Постійне накопичення даних по врожайності, родючості ґрунтів дозволяє більш точно планувати необхідні заходи по поліпшенню ефективності ґрунтів та виробництва в цілому.

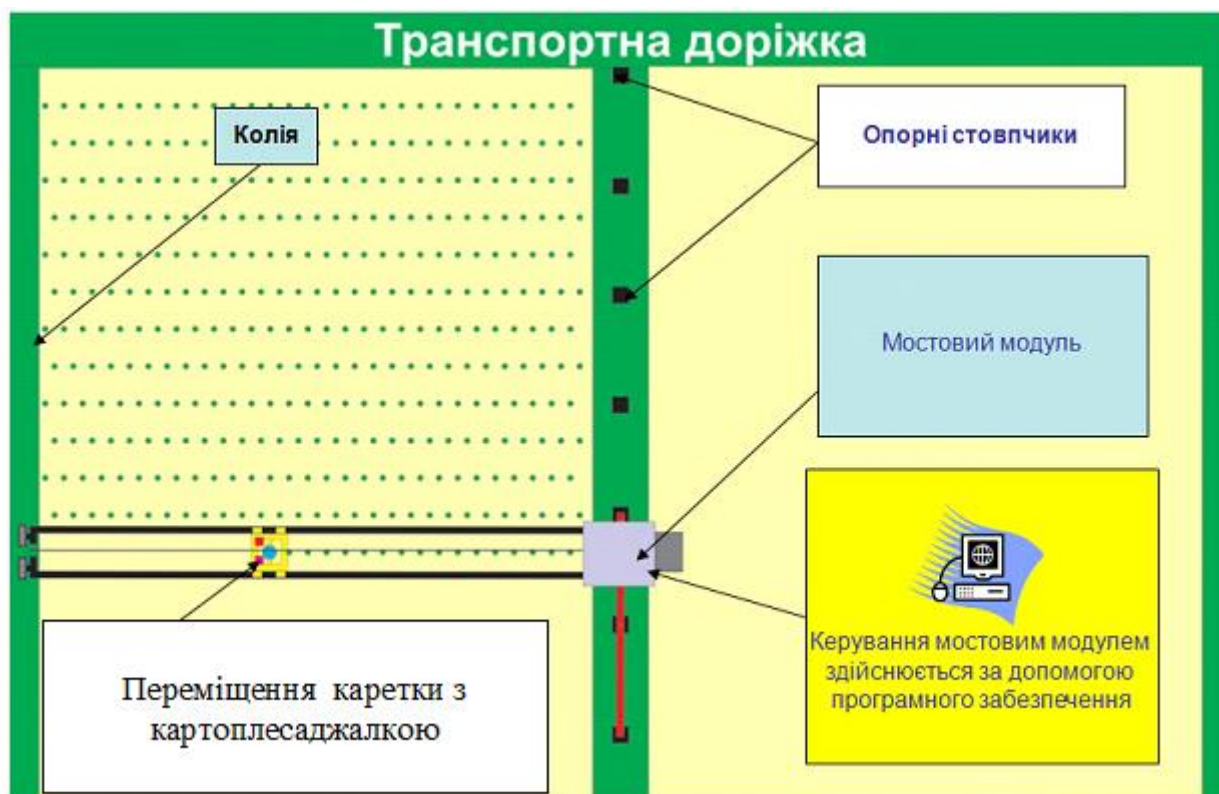


Рис. 2.2. Схема садіння картоплі за допомогою мостового модуля

2.3 Фізико-механічні властивості картоплі

Картопля є однією з найважливіших сільськогосподарських культур, що займає значне місце в харчуванні людей по всьому світу. Вона є основним джерелом вуглеводів і важливих нутрієнтів, таких як білки, вітаміни і мінерали. Картопля вирощується в багатьох країнах з різними кліматичними умовами, від помірних до тропічних регіонів. Її використання охоплює широкий спектр — від споживання в свіжому вигляді до виготовлення крохмалю, чіпсів та інших продуктів харчування. Висока врожайність картоплі залежить від правильно підібраних сортів, методів обробки ґрунту, підживлення та контролю за шкідниками і хворобами. В таблиці 2.1 наведено основні фізико-механічні властивості картоплі.

Таблиця 2.1 – Фізико-механічні властивості

Назва параметру	значення
Глибина залягання, см	8-16
Ширина гнізда, см:	
уздовж рядка	20-40
у поперек рядка	20-36
Маса, г	92-180
Розміри, мм:	
довжина	60-102
ширина	41-74
товщина	32-64
Середнє зусилля виривання, Н	27-98
Середнє зусилля розривання, Н	80-185
Зусилля роздавлювання, Н	150-320
Коефіцієнт тертя:	
гума	0,34-0,51
сталевий лист	0,39-0,58

2.4 Аналіз машин для садіння картоплі

Одним із найважливіших технологічних процесів вирощування картоплі є процес садіння. Згідно з розглянутими основними технологіями вирощування картоплі (схема садіння, ширина міжрядь) найбільше поширення отримали садильні машини з шириною міжряддя від 60 до 90 см з одно, дво, чотири та шестирядною висадкою бульб.

Основним елементом садильної машини являється апарат для дозованої подачі бульб. В залежності від особливостей конструкції застосовуються стрічкові, ложкові та струминні апарати [15]. В більшості випадків привід апаратів організовано від елементів ходової частини саджалки, які забезпечують узгоджену роботу дозуючого апарата в залежності від лінійної швидкості машини. На більшості садильних машин одночасно з висадкою бульб відбувається внесення туків, що дозволяє реалізувати підживлення бульб на період їх вегетації. До цього часу в господарства можна ще побачити застарілі конструкції як фізично так і морально з недосконалими дозуючими пристроями, що пошкоджують насіннєвий матеріал особливо проключені бульби картоплі та знижують подальшу ефективність вирощування. На даний час як за кордонні так і вітчизняні виробники картоплесаджалок використовують ложко-пасові вони ж стрічкові та ложко-ланцюгові садильні апарати.

Висаджування картоплин середнього розміру часто відбувається з використанням саджалок з ложково-стрічковим дозуючим пристроєм (транспортером) обладнаного пристроєм для швидкого розвантаження картоплин з ложечки. Такого типу садильні апарати, забезпечують посадку картоплин малих та середніх розмірів, обладнані ланцюгово-ложковим транспортером розміщеним горизонтально. Таке розміщення зменшує габаритні розміри саджалки та завдяки корковій формі опорної частини ложечки надійно скидає зайві картоплини в бункер.

Посадка картоплі з паростками дозволяє прискорити початок вегетації та підвищити за рахунок цього ефективність вирощування. Основною вимогою для машин здатних висаджувати пророщені бульби являється мінімізація травмувань паростків. Для виконання даної умови виробники використовують в конструкціях дозуючих пристроїв прогумовані елеватори або стрічки (рис. 2.3) [16].

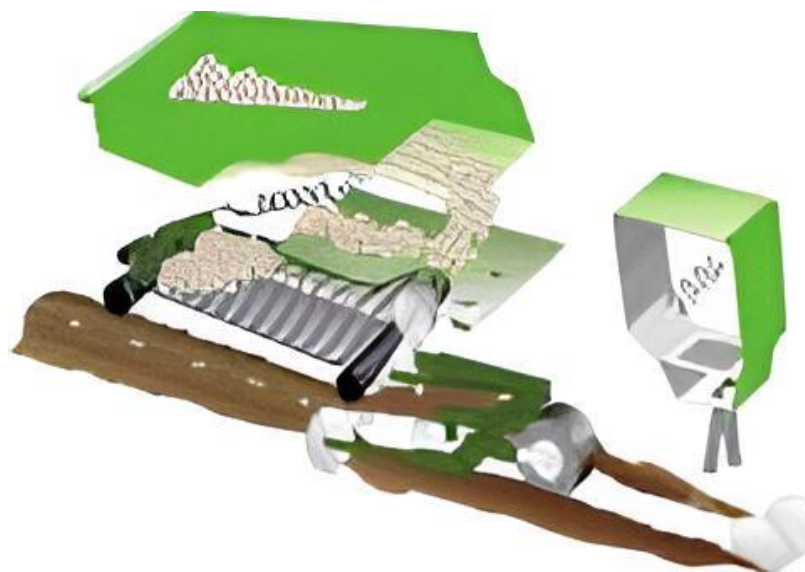


Рис. 2.3. Садильний апарат «Netaqso» з елеваторним дозуючим пристроєм

Так для садіння картоплі з паростками Голландська компанія «NP Koning» розробила картоплесадильну машину «Koningsplanter» [17], яка обладнана стрічковим елеватором з шиповим дозуючим апаратом (рис. 2.4). Бульба з бункера за допомогою прогумованого стрічкового елеватора надходить до напрямних дисків, якими спрямовується на вузькі стрічки із гуми по яким бульби далі транспортуються до дозуючої частини. В процесі переміщення стрічок картоплини надходять на наступну ланку дозуючий пристрій транспортер з шипами, які розміщені з певним кроком. Крок розміщення шипів регульований завдяки чому задається інтервал перед початком висадки картоплин. Транспортером картоплини подаються до сошника та потрапляють в сформовану ним борозну. Особлива конструкція сошника ущільнює ложе та забезпечує затримку вологи в зоні розміщення бульб.

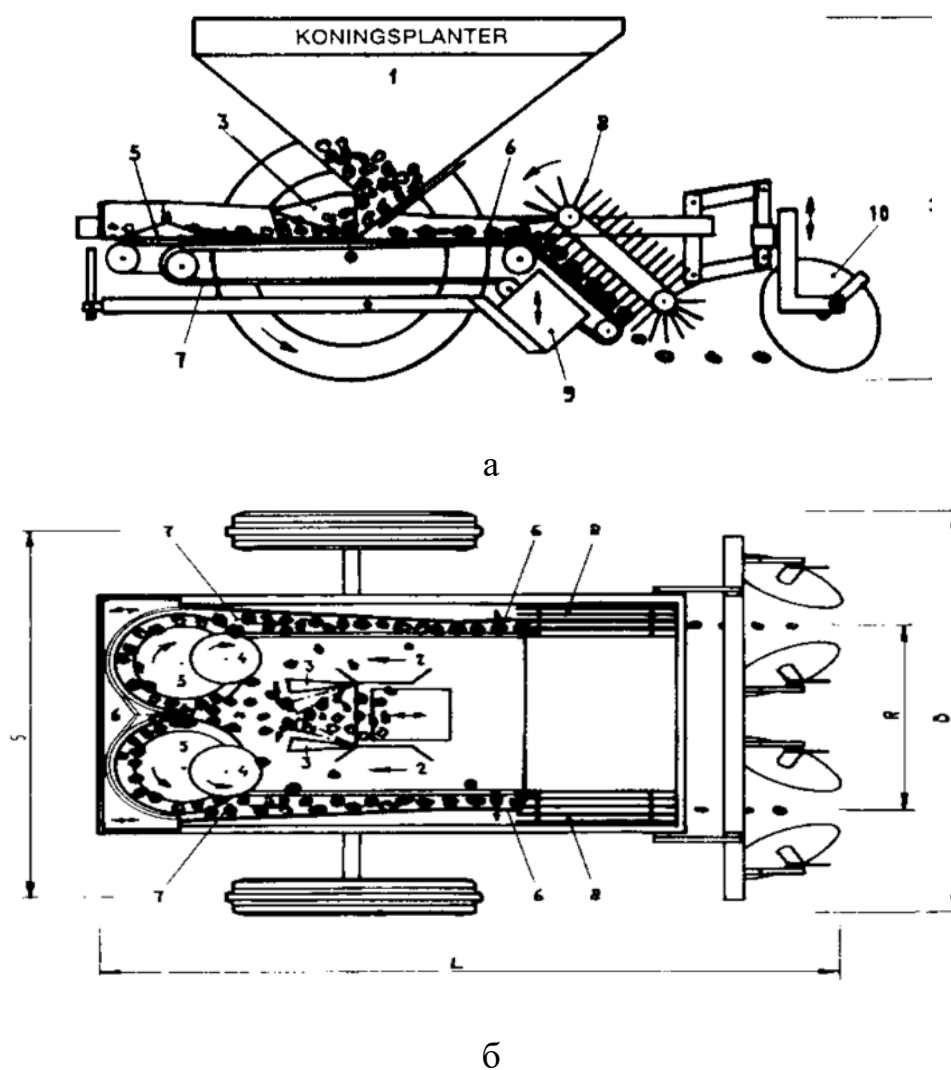


Рис. 2.4. Картоплесадильна машина Koningsplanter-2

а – загальний вид машини; б – вид зверху

Вітчизняні виробниками картоплесадильних машин використовують переважно ложково-транспортні дозуючі апарати. В минулому в Україні основними виробниками картоплесадильних машин КС-2 та КС-4 займалася компанія Львівсільмаш роботу якої припинено в 2017 році. На даний час враховуючи попит на ринкові виробництво даного типу машин спрямовано на розробку картоплесаджалок малої механізації для агрегування з мотоблоками та тракторами малого тягового класу. Виробництвом таких машин займається ПП «Крючков», «Агрореммаш», компанія «ДТЗ» та «VINMET».

На рисункові 2.5 представлено один із екземплярів такого типу машин картоплесаджалку ложкового типу з одночасним внесенням туків КСНК 2/60 VINMET [18]. Машина дозволяє висаджувати одночасно бульбу в два рядки загальний об'єм бункера 300 л, що забезпечує гарантовану висадку з продуктивністю 1,8 га/год. Розміщений на саджалці бак для мінеральних добрив з дозуючим пристроєм забезпечує надійне підживлення одночасно з висадкою картоплі. Змінюючи положення ложечок дозуючого пристрою висадку можна здійснювати з інтервалом 0,29- 0,32-0,35 м. Завдяки регулюванню положення сошника глибину борозни можна регулювати в межах від 12 до 16 см а ширину міжрядь в межах від 60 до 70 см.



Рис. 2.5. Картоплесаджалка КСНК 2/60 VINMET

2.5 Патентний пошук

Після проведеного аналізу комерційних машин проведемо аналіз конструкційної новизни захищеної патентами.

На особливу увагу заслуговує картоплесаджалка патент № 123474 [19] загальний вигляд якої наведено на рисунку 2.6. До складу картоплесаджалки входить рами 1, бункер для бульб 2, ковші 3, колеса 4 та 5, бункер для

міндобрив 6, дозатор 7 з тукопроводом 8 та розподільником 9. Бульба захоплюється ковшами 3 та подається дозуєчим диском 12 до бульбопроводу 13, і далі до борозни сформованої сошником 14. Загортання борозни виконується дисками загортачами 16. Привід дозуєчого пристрою організовано від карданної передачі.

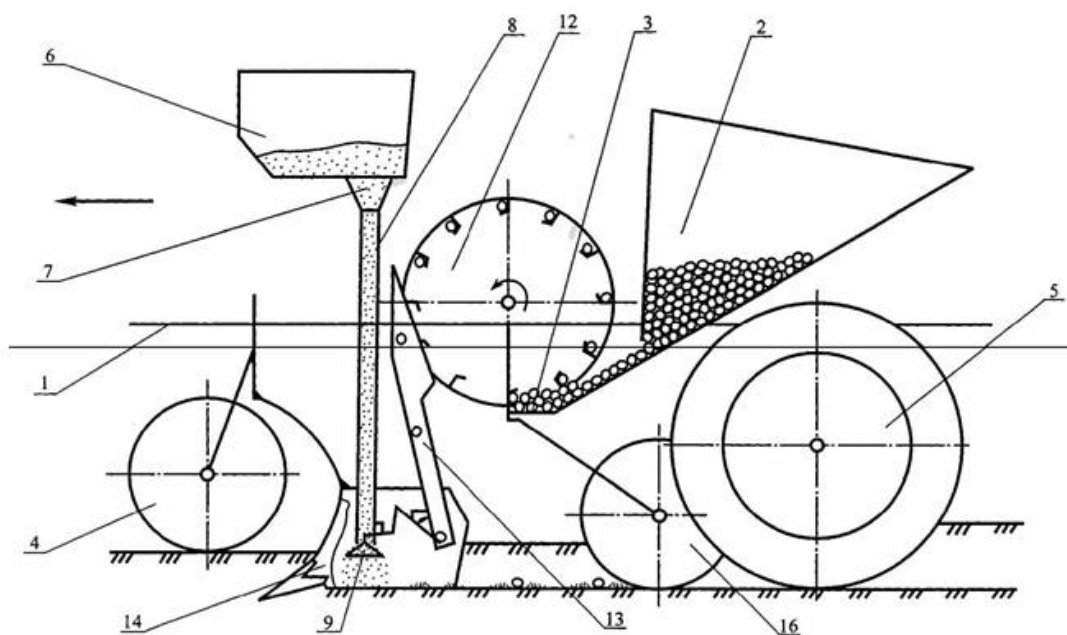


Рис.2.6. Картоплесаджалка Патент № 123474

Одночасно з подачею бульб відбувається привід дозатора 7 туковисівного апарата. Конструктивна новизна полягає використанні запропонованої конструкції розподільника 9, що забезпечує дозоване рівномірне розподілення добрив по дну борозни в момент падіння бульби та його відкривання. Завдяки чому добрива подаються локально в зону розміщення бульб.

Конструктивне рішення патент №33682 (рис. 2.7) [20] запропоноване для підвищення ефективності розміщення бульби в рядку та зниження їх травмувань.

Це досягається шляхом відбору бульб не з нижніх шарів бункера, як у більшості існуючих картоплесаджалок а верхніх. Тягове зусилля передається від трактора чи мотоблока на картоплесаджалку та забезпечує її переміщення при цьому колесо 8 передає крутний момент за допомогою ланцюгової передачі 10 і механізму 7 на дозуєчий апарат 5 та поворотний вал 4 з бункером 3. Бульба

захоплюється робочими органами дозуючого апарату та направляється по лотку 6 до борозни сформованої сошником 11. Загортання борозни виконується дисковим загортачем 12 формуючи гребінь. Необхідний рівень картоплі в бункері підтримується шляхом автоматичного його підйому поворотним валом 4. Саджалка обладнується автоматичною системою контролю рівня картоплі в бункері та вібраційним механізмом, що забезпечують гарантовану подачу картоплі підчас садіння. Поверхневий відбір та відсутність транспортерів дозволяє усунути травмування проключених бульб.

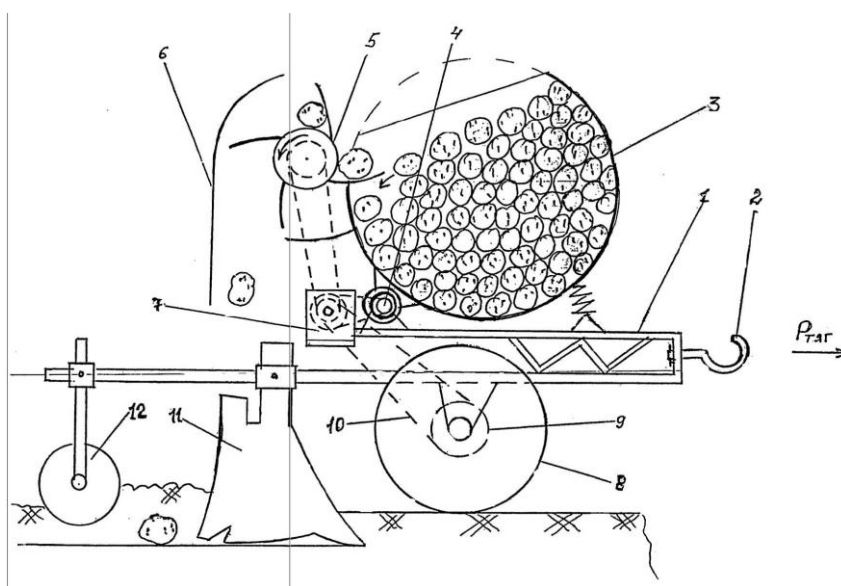


Рис.2.7. Картоплесаджалка Патент №33682

Відоме також конструктивне рішення патент № 8662 (рис. 2.8) [21]. Як і в попередньому варіанті конструктивне рішення направлене на вирішення проблем із точністю розподілу бульб в рядку та усуненням травмування кльочок бульб. Це досягається завдяки використанню дозуючого пристрою елеваторного типу з ланцюговим приводом. Привід елеватора 8 та барабана з комірка 7 організовано від опорно-привідного колеса 1 закріпленого на рамі 2.

З бункера 5 бульба потрапляє до комірчин барабана 7 та утримуються за допомогою еластичної пластини 6. За рахунок відцентрової та гравітаційної сили бульби розвантажуються на елеватор утримуючись на ньому пелюстками 9. За допомогою пластини 11 бульба надійно спрямовується до борозни

сформовану сошником 3. Загортання борозни з формуванням гребеня виконується загортачем 4.

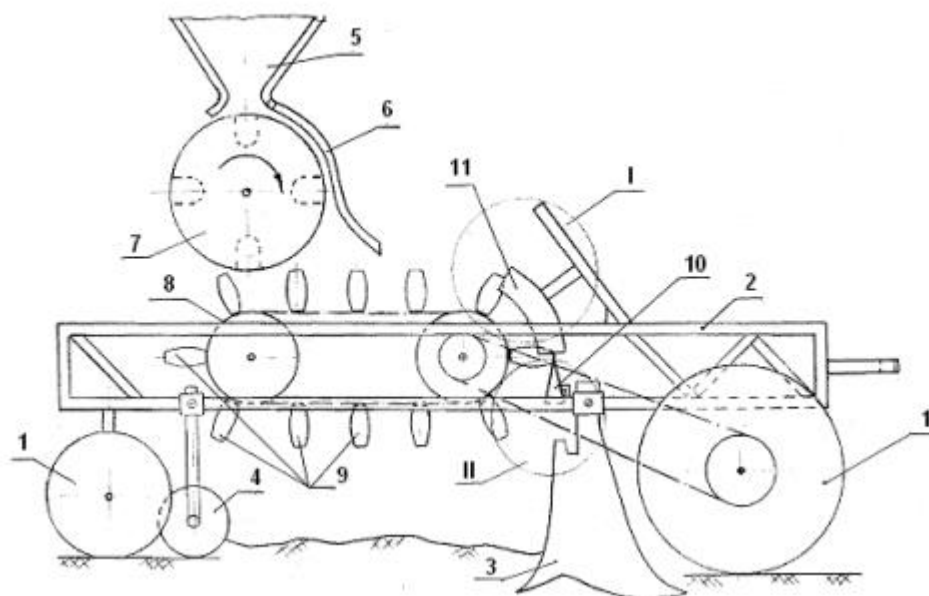


Рис.2.8. Картоплесаджалка Патент № 8662

Із порівняння запропонованого та відомих пристроїв є очевидним, що запропонований пристрій має простішу конструкцію. Для зручності налаштування стержень встановлений з можливістю регулювання положення його вільного кінця, наприклад, за допомогою нарізного з'єднання.

2.6 Аналіз основних показників поширених картоплесаджалок

Машина для посадки картоплі ТР-2 (Польща) (рис. 2.9) [22]. Отримала широке поширення серед аграріїв завдяки своїй простоті конструкції та досить хорошим показникам ефективності роботи. Саджалка має стрічковий дозуючий апарат, що і дозволяє отримати точне розподілення бульби в рядку. Надійний привід з роликами забезпечує тривалу роботу саджалки без пошкодження стрічок. Змінні вкладиші дозуючого пристрою забезпечують посадку картоплі трьох фракцій за розміром. Завдяки регульованому сошнику посадка картоплі може здійснюватися на глибину від 10 до 18 см. Завдяки дисковим загортачам формується гребінь. Садіння відбувається з одночасним формуванням гребенів.

Агрегатується саджалка з тракторами середнього тягового класу з потужністю двигуна від 50 до 74 кВт. В таблиці 2.2 наведено основні показники машини.



Рис.2.9. Картоплесаджалка ТР-2

Таблиця 2.2 – Основні показники картоплесаджалки ТР-2

Показник	Значення
Загальна маса, кг	330
Загальна довжина, м	1,74
Загальна ширина, м	1,83
Загальна висота, м	1,37
Відстань між сошниками, м	0,66-0,84
Інтервал між гніздами, м	0,22-0,42
Об'єм бункера, м ³	0,8
Продуктивність, га/год	1,6

Наступною не менш поширеною машиною серед аграріїв з невеликими обсягами виробництва картоплі завдяки свої точності та компактності отримала картоплесаджалка Juco 242S (рис. 2.10) [23] від компанії Juco (Фінляндія). Саджалка обладнана автоматизованою системою контролю подачі насіннєвого матеріалу, що забезпечує високу точність її роботи. Одночасно з посадкою бульб здійснюється внесення мінеральних добрив завдяки встановленому дозуючому пристрою з бункером для туків. Дозуючий пристрій саджалки елеваторного типу з вертикальним розміщенням ланцюга з чашками.

Завдяки системі незалежного регулювання ходу сошників забезпечуються точне розміщення бульб на заданій глибині. Глибина закладення бульб може змінюватися в межах від 12 до 20 см. Також передбачено формування різної форми гребенів. Основні показники картоплесаджалки наведена в табл.2.3.



Рис.2.10. Картоплесаджалка Juco 242S

а – загальний вигляд саджалки в агрегаті з трактором; *б* – стрічковий елеватор з чашками; *в* – сошник з дисками для внесення туків

Таблиця 2.3 – Основні показники картоплесаджалки Juko 242S

Показник	Значення
Відстань між сошниками, м	0,70-0,92
Маса, кг	430
Кількість рядків	два
Робоча швидкість, км/год	7,1
Глибина закладення бульб, м	0,12-0,2
Інтервал між гніздами, м	0,17-0,44
Об'єм бункеру для картоплі, м ³	1,2
Об'єм бункеру для туків, м ³	0,15
Тип підгортачів	плуг

Серед аграрних підприємств з великими площами виробництва картоплі 50-400 га поширення отримала причіпна машина для садіння картоплі автоматичної дії KLS4 BZ5 (рис. 2.11) [24]. Дана машина має 4 основні колісні рушії та одне приводне колесо, що розташовується в центральній частині машини. Основна його задача приведення дозуючого пристрою та підтримання постійних інтервалів між бульбами в рядку. Загальна частина бункера дозволяє розмістити до 2,5 т картоплі. Для надійної її подачі бункер обладнано підйомним механізмом з чотирма гідроциліндрами. Сошники завдяки паралелограмній підвісці забезпечують точне закладення бульб на задану глибину. Дозуючий апарат стрічкового типу обладнано металевими ложками, які надійно захоплюють бульби різного розміру та форми. Для захоплення бульби розміром менше 34 мм в ложка додатково встановлюються вставки. Основні показники машини наведено в таблиці 2.4.



Рис.2.11.Автоматизована машина для посадки картоплі KLS4 BZ5

Таблиця 3.3.

Основні показники машини KLS4 BZ5

Параметри	Значення
Маса машини, т	2,245
Місткість бункера, кг	2500
Ширина, м	3,35
Довжина, м	5,05
Висота, м	1,4
Кількість рядків	чотири
Відстань між сошниками, м	0,75
Глибина посадки, м	0,12-0,18
Інтервал між гніздами, м	0,1-0,37
Висота завантаження бульб, м	0,78
Колія, м	1,5/3
Розмір ведучого колеса	7,5-15 AS
Розмір опорних шин	10,0/75-15,3
Необхідна потужність енергетичного засобу, кВт	74

2.7 Висновки

1. Огляд основних технологій вирощування картоплі підкреслює різноманіття підходів, таких як класичні методи, технології безпосереднього висіву, вирощування на високих грядках або під плівкою, а також інтенсивні і органічні методи. Кожен з них має свої переваги та особливості, що дають змогу вибрати найбільш підходящий варіант залежно від умов господарства та кліматичних характеристик. Зокрема, впровадження мостової технології землеробства відкриває нові можливості для точного землеробства, що дозволяє зменшити негативний вплив на ґрунт та навколишнє середовище. Це досягається завдяки точному контролю за місцем висадки картоплі та моніторингу розвитку рослин. Мостова технологія спрощує автоматизацію процесів, підвищуючи ефективність виробництва.

2. Фізико-механічні властивості картоплі також відіграють важливу роль у виборі технологій та машин для садіння, оскільки врахування таких параметрів, як маса, розміри та зусилля на різних етапах обробки, забезпечує точність роботи машин та знижує рівень травмування бульб.

3. За результатами аналізу машин для садіння картоплі, в Україні та за кордоном широко використовуються різні моделі з різними типами дозуючих апаратів, що забезпечують точність розподілу бульб та ефективне підживлення..

4. За результатами проведеного аналізу врахувавши переваги та недоліки розглянутих машин, буде розроблено картоплесаджалку, яка буде призначена для агрегування з мостовою машиною. Така картоплесаджалка забезпечить точне і ефективне висаджування картоплі з урахуванням вимог сучасного точного землеробства. Вона буде адаптована для роботи на полях, організованих за мостовою технологією, що дозволить мінімізувати агрохімічний та механічний вплив на ґрунт, знизити ризик ерозії та покращити структуру ґрунту.

Розділ 3. КОНСТРУКТИВНО-РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

3.1 Опис конструкції картоплесаджалки для мостового землеробства

За результатами проведеного аналізу конструкцій машин для садіння картоплі в рахувавши їх переваги та недоліки а також особливості мостового землеробства та машин для нього розроблено конструктивну схему картоплесаджалки адаптованої для агрегування та роботи з мостовою машиною (рис. 3.1).

Картоплесаджалка обладнана ланцюгово-ложковим садильним апаратом з подовженим вертикальним елеватором в верхній частині. Запропоноване конструктивне рішення дозволить виключити висаджування двійників в одне гніздо. В конструкцію картоплесаджалки додано дозатор для внесення туків одночасно з висаджуванням бульби, що забезпечує додаткове підживлення в процесі вегетації картоплі. Регулювання інтервалу висадки бульб в межах від 20 до 46 см відбувається шляхом зміни розташування ложок на ланцюговому елеваторі. Автоматична система відслідковування розташування картоплі відносно поля надасть можливість складення координатної сітки згідно якої будуть проводитись всі наступні операції пов'язані з доглядом та моніторингом розвитку рослини.

Агрегування з агромосто відбувається через навісний механізм з чотириточковим кріпленням остова 1. Рухаючись каретка агромоста переміщує картоплесаджалку та приводить в рух за допомогою опорних ведучих коліс 2 та зірочки 12 ланцюгово-ложковий садильний механізм. За допомогою ложок 4 закріплених на ланцюгу 14 відбувається захоплення бульб з бункера 6. Далі бульба по направляючому кожухові 17 потрапляє до борозни сформованої сошником 15. Подача туків здійснюється в момент набігання ложки на важіль 10 дозуючого пристрою 5. Регулювання подачі туків здійснюється зміною довжини

важіля. Надійне закриття дозуючого пристрою забезпечує пружина. Закриття борозни та формування гребеня здійснюють дискові загортачі 2.

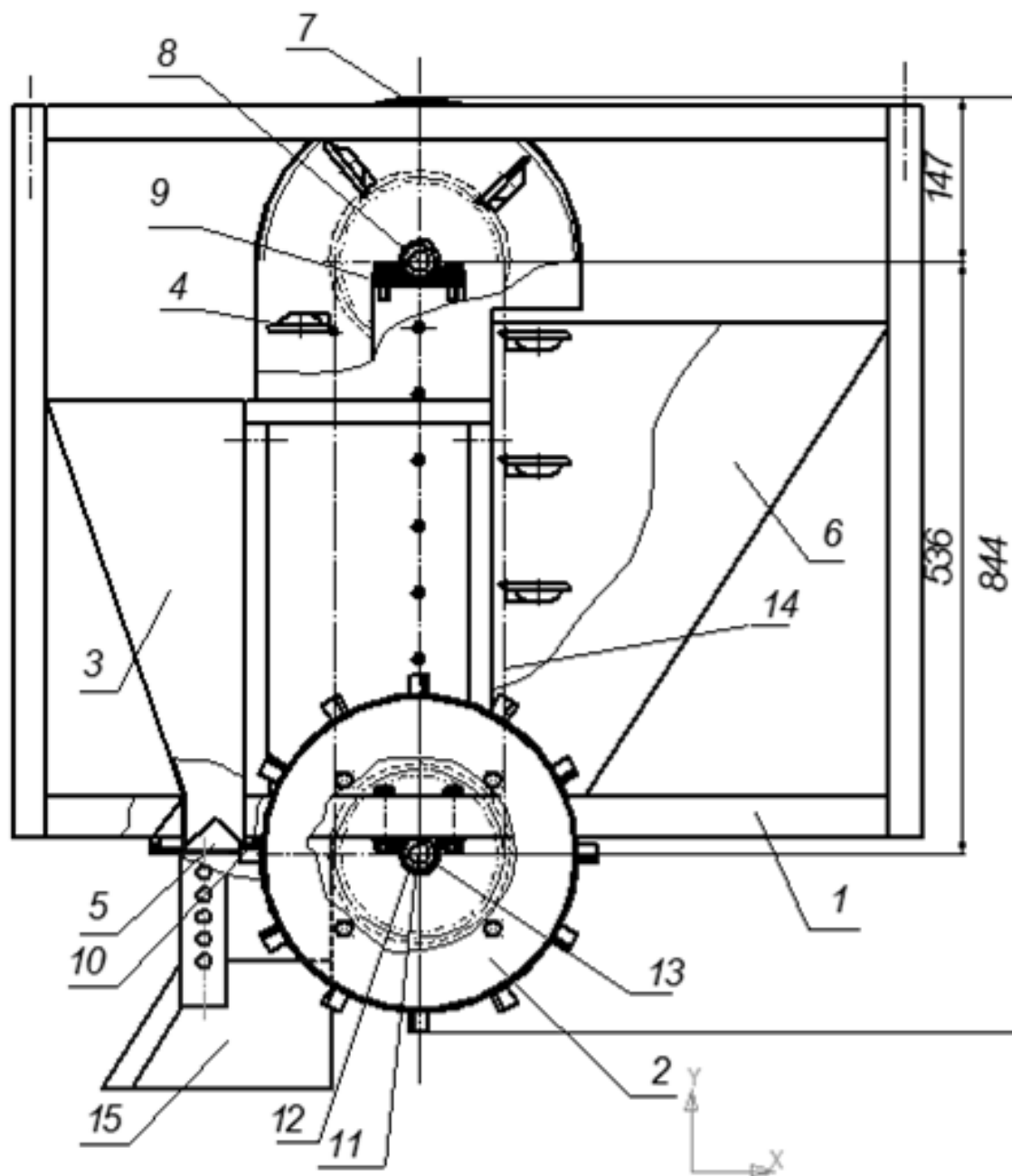


Рис 3.1. Загальний вигляд картоплесаджалки

- 1 – остов ; 2 – ведучі колеса; 3 – бункер для туків;
 4 – ложка; 5 – клапан дозатора; 6 – бункер для бульб; 7 – напрямний кожух;
 8 – ведена зірочка з валом; 9 – стійка конвеєра; 10 – важіль дозатора;
 11 – ведучий вал елеватора; 12 – ведуча зірочка; 13 – опора; 14 – ланцюг конвеєра; 15 – сошник

Регулювання глибини закладання бульби здійснюється зміщенням сошника відносно нижньої частини остова з кроком 20 мм. Діапазон регулювань глибини садіння від 100 мм до 180 мм встановлюється відповідним підніманням або опусканням сошника. Для цього треба відпустити два різьбових кріплення (болт+гровер+гайка) розміром М12, що надійно утримує стійку сошника, і змістити у відповідному напрямку сошник після чого надійно затягти різьбове з'єднання. Основні показники саджалки наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 –Технічна характеристика саджалки

Показник	Значення
Агрегатування	Агромість, чотириточкове
Кількість сошників	1
Тип приводу садильного апарату	Ланцюгово- ложковий
Розміри габаритні, мм: ДхШхВ	821x720x844
Маса саджалки з насіннєвим матеріалом, кг	100 кг
Діаметр колеса, м: по ободу по ґрунтозачепу	0,286 0,322
Загортачі	Дискові
Інтервал між гніздами, м	0,2-0,46
Робоча швидкість, м/с (км/год)	1,2 (4,32)
Глибина закладання бульб, м	10-18 см
Внесення добрив	Туки
Система контролю садіння бульб	Електронна система контролю

3.2 Конструктивно-технологічні розрахунки картоплесаджалки

Найвідповідальнішим механізмом картоплесадильної машини являється механізм точного відбору та транспортування насіння картоплі до місця висаджування. Проведемо розрахунок основних параметрів механізму відбору насіння картоплі. Згідно вище наведеної інформації механізм відбору буде ложковий з ланцюговим приводом. Вихідні дані для розрахунку наведено в додатку А.

Кількість обертів опорного колеса за яке проходить картоплесаджалка 1 метр погонний визначимо за рівнянням [25]:

$$n_{\kappa} = \frac{1}{\pi \cdot D_{\kappa}}, \text{ об / хв} \quad (3.1)$$

де D_{κ} – діаметр опорного колеса, м приймаємо згідно додатка А;

$$n_{\kappa} = \frac{1}{3,14 \cdot 0,286} = 1,11 \text{ об / хв.}$$

Визначаємо довжину транспортуючого ланцюга, що перемотується за 1 м погонний проходу картоплесаджалки:

$$L_{\text{л}} = \pi \cdot d_{z1} \cdot n_{\kappa}, \text{ м} \quad (3.2)$$

де d_{z1} – діаметр ведучої зірочки приводу, м приймаємо згідно додатка А;

$$L_{\text{л}} = 3,14 \cdot 0,16 \cdot 1,11 = 0,56 \text{ м.}$$

Інтервал між ложками залежатиме від кількості гнізд на погонному метрі. Виходячи з агровимог на погонному метрі повинно розташовуватися від 3 до 5 гнізд в залежності від технології вирощування. Для нашого випадку кількість гнізд приймаємо $Q=4$ шт. Тоді крок між ложками визначимо за рівнянням:

$$L_{\Gamma} = \frac{L_n}{Q}, \text{ м} \quad (3.3)$$

де Q – кількість гнізд на 1 м погонному, шт;

Тоді крок розміщення ложок становитиме:

$$L_{\Gamma} = \frac{0,56}{4} = 0,14 \text{ м.}$$

Довжину ланцюга елеватора (дозуючого механізму) визначимо за рівнянням:

$$L_l = \frac{\pi \cdot d_{z1}}{2} + \frac{\pi \cdot d_{z2}}{2} + h \cdot 2, \text{ м} \quad (3.4)$$

де d_{z2} – діаметр веденої зірочки, м приймаємо згідно додатка А;

h – відстань між ведучою і веденою зірочками, м згідно додатка А;

$$L_l = \frac{3,14 \cdot 0,16}{2} + \frac{3,14 \cdot 0,16}{2} + 0,54 \cdot 2 = 1,58 \text{ м.}$$

Приймаємо роликовий однорядний транспортуючий ланцюг [26] ПР-12.7-18,2 з кроком роликів 12,7 мм, діаметр роликів 7,75 мм згідно ДСТУ-13568-97 (Додаток Б). З метою забезпечення рівномірного розподілення транспортуючих ложок по ланцюгу приймаємо довжину транспортуючого ланцюга 1,68 м.

Загальну кількість ложок на конвеєрі визначимо за рівнянням:

$$Q_n = \frac{L_l}{L_r}, \text{ шт.} \quad (3.5)$$

$$Q_n = \frac{1,68}{0,14} = 12 \text{ шт.}$$

Розрахунок бункера для насіння картоплі проводиться з урахуванням площі ділянки, яку можна засадити одним завантаженням, кількості бульби та її середніх розмірів [26].

Об'єм однієї картоплини знаходимо за формулою:

$$V_{\text{нас}} = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3, \text{ м}^3. \quad (3.6)$$

де r – радіус однієї насінини, м приймаємо згідно додатку А;

$$V_{\text{нас}} = \frac{4}{3} \cdot 3,14 \cdot 0,025^3 = 0,00006, \text{ м}^3.$$

Розрахунковий об'єм бункера визначаємо за умовою розміщення насіння картоплі для висіву на площі в 0,01 гектар. Обов'язково враховуємо об'єм простору між насінням картоплі:

$$V_{\text{бр}} = 1,4 \cdot V_{\text{нас}} \cdot n_n, \text{ м}^3 \quad (3.7)$$

де n_n – кількість насіння картоплі розміщеної на площі 0,01 га приймаємо 560 шт

$$V_{\text{бр}} = 1,4 \cdot 0,00006 \cdot 560 = 0,05 \text{ м}^3$$

Приймає бункер у вигляді усіченого напів-конуса рис. 3.2. Підбираємо геометричні розміри бункера з урахуванням отриманого значення об'єму $V_{бр}$ при цьому повинна виконуватися умова $V_{бр} \leq V_{бк}$.

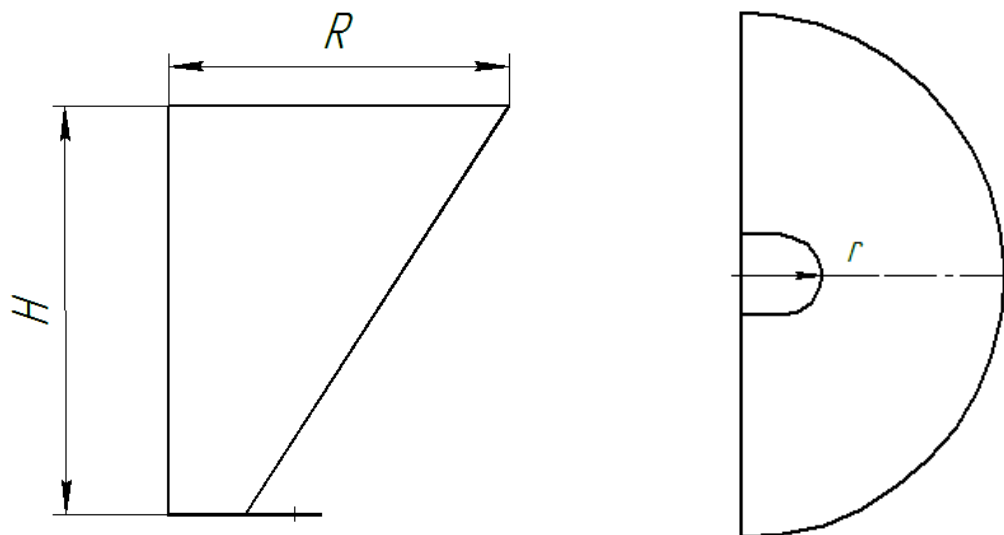


Рис. 3.2. Бункер для бульби

Об'єм бункера визначимо за обраною формою бункера з прийнятими розмірами наведеними в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Прийняті данні для розрахунку бункера

Прийняті параметри	Позначення	Одиниці виміру	Значення
Радіус верхньої частини бункера	R	м	0,36
Радіус нижньої частини бункера	r	м	0,055
Висота бункера	H	м	0,42

Конструктивний об'єм бункера визначаємо за рівнянням

$$V_k = \frac{\pi}{6} \cdot h \cdot (R^2 + R \cdot r + r^2), \text{ м}^3 \quad (3.8)$$

де h_k – висота бункера, м;

R – радіус верхньої частини бункера для насіння картоплі, м;

r – радіус нижньої частини бункера для насіння картоплі, м

$$V_k = \frac{3,14}{6} \cdot 0,42 \cdot (0,360^2 + 0,360 \cdot 0,055 + 0,055^2) = 0,051 \text{ м}^3.$$

Підібрані параметри бункера відповідають умові $0,051 \geq 0,05$ отже при виготовленні бункера необхідно використовувати геометричні розміри наведені в табл. 3.2.

Визначаємо об'єм бункера для туків. Розрахунковий об'єм бункера для гранульованих добрив буде залежати від середнього об'єму добрив, що вносяться на одне гніздо та кількості картоплин, що висаджуються за одну заправку бункера для насіння картоплі.

$$V_{рд} = 1,1 \cdot V_d \cdot n_n, \text{ м}^3 \quad (3.9)$$

де V_d – середній об'єм добрив, що вноситься в одне гніздо, приймаємо згідно [27] 20 см^3 ;

$$V_{рд} = 1,1 \cdot 20 \cdot 560 \cdot 10^{(-6)} = 0,012 \text{ м}^3.$$

Приймає бункер у вигляді усіченого напів-конуса рис. 3.3. Підбираємо геометричні розміри бункера з урахуванням отриманого значення об'єму $V_{рд}$ при цьому повинна виконуватися умова $V_{рд} \leq V_{бд}$.

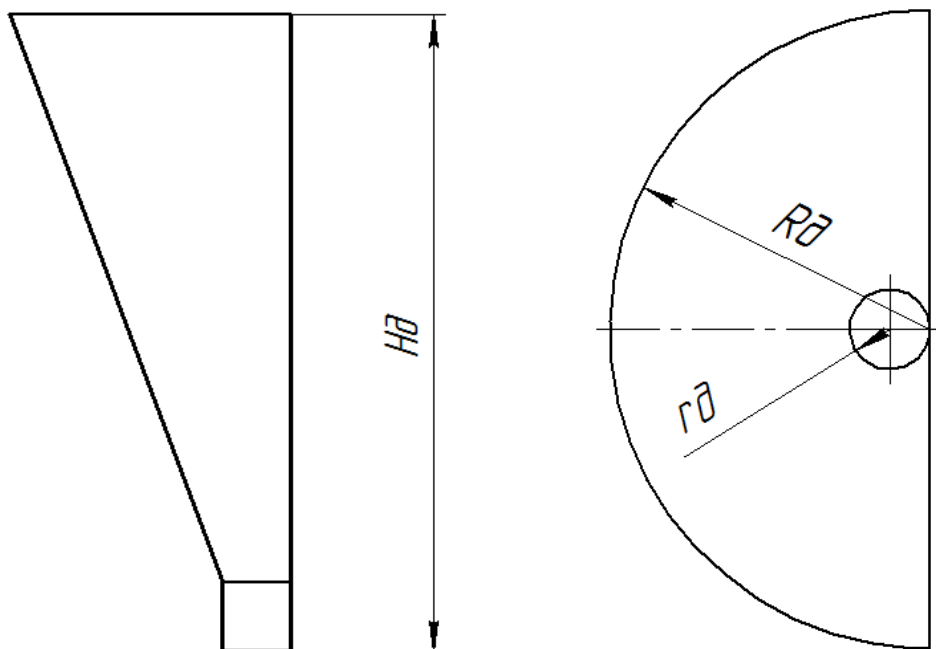


Рис. 3.3. Бункер для гранульованих добрив (туків)

Об'єм бункера визначимо за обраною формою бункера з прийнятими розмірами наведеними в табл. 3.3.

Таблиця 3.3

Прийняті данні для розрахунку бункера

Прийняті параметри	Позначення	Одиниці виміру	Значення
Радіус верхньої частини бункера	R_d	м	0,18
Радіус нижньої частини бункера	r_d	м	0,045
Висота бункера	H_d	м	0,4

Конструктивний об'єм бункера для гранульованих добрив визначаємо за рівнянням:

$$V_{\text{бд}} = \frac{\pi}{6} \cdot H_{\text{д}} \cdot (R_{\text{д}}^2 + R_{\text{д}} \cdot r_{\text{д}} + r_{\text{д}}^2) \text{ м}^3, \quad (3.10)$$

де $h_{\text{д}}$ – висота бункера, м приймаємо згідно табл. 3.3;

$R_{\text{д}}$ – радіус верхньої частини бункера для накопичення гранульованих добрив, м приймаємо згідно табл. 3.3;

$r_{\text{д}}$ – радіус нижньої частини бункера для накопичення гранульованих добрив, м приймаємо згідно табл. 3.3.

$$V = \frac{3,14}{6} \cdot 0,4 \cdot (0,18^2 + 0,18 \cdot 0,045 + 0,045^2) = 0,0126 \text{ м}^3.$$

Підібрані параметри бункера відповідають умові $0,0126 \geq 0,012$ отже при виготовленні бункера необхідно використовувати геометричні розміри наведені в табл. 3.3.

3.3 Розрахунок тягового опору картоплесадильної машини

Загальний тяговий опір картоплесадильної машини визначаємо за розрахунком всіх опорів які діють на садильну машину під час її переміщення по поверхні ґрунту [28]

$$\sum W = W_f + W_y + W_i + W_c, \text{ кН} \quad (3.11)$$

де W_f – тяговий опір на перекочування картоплесадильної машини, кН;

W_y – тяговий опір руху на уклін картоплесадильної машини, кН;

W_i – тяговий опір інерції при зрушенні з місця, кН;

W_c – тяговий опір, що створює сошник, кН

Розрахунок тягового опору перекочування картоплесадильної машини:

$$W_f = m \cdot g \cdot f \cdot \cos \alpha \cdot 10^{(-3)}, \text{ кН} \quad (3.12)$$

де m – маса картоплесадильної машини в спорядженні, кг згідно додатка А;

$g = 9,81$ прискорення вільного падіння, м/с²;

f – коефіцієнт опору кочення приймаємо згідно [29] для переміщення по полю підготовленому під посів $f=0,16$

$$W_f = 120 \cdot 9,81 \cdot 0,16 \cdot 0,997 \cdot 10^{(-3)} = 0,188 \text{ кН.}$$

Розрахунок тягового опору руху на уклін картоплесадильної машини:

$$W_y = m \cdot g \cdot f \cdot \sin \alpha \cdot 10^{(-3)}, \text{ кН} \quad (3.13)$$

де α – кут нахилу поверхні поля, град., приймаємо згідно додатка А.

$$W_y = 120 \cdot 9,81 \cdot 0,07 = 0,084 \text{ кН}$$

Розрахунок тягового опору інерції при зрушенні з місця картоплесадильної машини:

$$W_i = m \cdot g \cdot \frac{V(1-\delta)}{t_p} \cdot 10^{(-3)}, \text{ кН} \quad (3.14)$$

де V – швидкість картоплесадильної машини, м/с згідно додатка А;

δ – коефіцієнт буксування, згідно [29] $\delta=0,14$;

t_p – час резонансу, с згідно [29] $t_p = 2 - 3$ с;

$$W_i = 120 \cdot 9,81 \cdot \frac{1,2(1-0,14)}{2} \cdot 10^{(-3)} = 0,607 \text{ кН}$$

Розрахунок тягового опору, що створює сошник картоплесадильної машини

$$W_c = m \cdot g \cdot \frac{e}{L_1} \cdot f_k \cdot 10^{(-3)}, \text{кН} \quad (3.15)$$

де e – ексцентриситет розташування робочої маси саджалки відносно осі опорно-приводного колеса, м;

L_1 – відстань від осі опорно-приводного колеса до осі сошника, м

f_k – коефіцієнт ковзання сошників по дну борозни.

$$W_c = m \cdot g \cdot \frac{e}{L_1} \cdot f_k \cdot 10^{(-3)}, \text{кН}$$

$$W_c = 120 \cdot 9,81 \cdot \frac{0,20}{0,30} \cdot 10^{(-3)} = 0,784 \text{ кН}$$

Тоді загальний тяговий опір картоплесадильної машини визначимо за рівнянням:

$$\sum W = W_f + W_y + W_i + W_c, \text{кН} \quad (3.16)$$

$$\sum W = 0,188 + 0,084 + 0,607 + 0,784 = 1,66 \text{ кН}$$

Номінальне тягове зусилля на каретці агропостової машини:

$$W_H = \frac{1}{0,9} \sum W, \text{кН} \quad (3.17)$$

$$W_H = \frac{1}{0,9} \cdot 1,66 \text{ кН}$$

Необхідне тягове зусилля на каретці приймаємо 2 кН, що задовольнить потреби в тяговому зусиллі при переміщенні картоплесадильної машини.

Привід каретки буде організовано за допомогою тросо-лебідкового механізму з електричним приводом. Контроль роботи картоплесадильної машини буде здійснювати оператор з робочого місця розташованого на передній частині мостової модуля.

3.4 Розрахунки на міцність

Для забезпечення надійного агрегування картоплесадильної машини з навісним механізмом каретки мостового модуля проведемо розрахунки болтових з'єднань на міцність [26].

Розрахунок сил, які діють на болт кріплення.

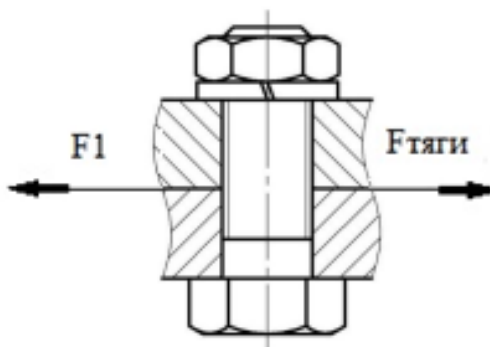


Рис. 3.4. Схема кріплення картоплесадильної машини і діючих на неї сил.

Знаходимо силу F_1 :

$$F_1 = \frac{F_{\text{тяги}}}{n_{\text{б}}}, \quad (3.18)$$

де $F_{\text{тяги}}$ – сила тяги прикладеної до картоплесадильної машини, Н;

$n_{\text{б}}$ – кількість болтів з'єднання, приймаємо 4;

$$F_1 = \frac{2000}{4} = 500 \text{ Н},$$

Розрахунок на зріз кріплення. Визначаючи напруження, які виникають при дії зовнішніх сил в проектному елементі, τ_{cp} , ми можемо виразити основну вимогу, яка повинна задовольняти матеріал і розміри цього елемента, нерівністю умови міцності:

$$\tau_{cp} \leq \tau_{adm} \quad (3.19)$$

де τ_{adm} - допустима напруга на кріплення.

Дійсна напруга повинна бути не більше допустимої:

$$\tau_{cp} = \frac{F_{cp}}{\frac{\pi d^2}{4}} \leq \tau_{adm} \quad (3.20)$$

Знаходимо допустимий діаметр:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{cp}}{\tau_{adm} \cdot \pi}}, \text{ м} \quad (3.21)$$

де τ_{adm} – допустима напруга приймаємо 5 МПа;

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 500}{5 \cdot 10^{-6} \cdot 3,14}} = 0,0133 \text{ м}.$$

Отримане значення діаметра болта округлюємо до стандартного значення $d=14$ мм, болт метричною різьбою М14.

3.5 Висновки

1. Розроблено конструкцію картоплесаджалки, спеціально адаптованої для роботи з мостовою машиною в умовах точного землеробства. Основною інженерною ідеєю є забезпечення точного та рівномірного висаджування бульб з одночасним внесенням добрив, що дозволяє підвищити агротехнічну ефективність процесу та оптимізувати подальший догляд за рослинами.

2. Конструктивна схема, що передбачає використання ланцюгово-ложкового садильного апарату з вертикальним елеватором і дозатором для туків, забезпечує мінімізацію похибок при висадці, виключає утворення двійників і дозволяє варіювати інтервал між гніздами у широкому діапазоні (20–46 см). Регульована глибина садіння (10–18 см) і наявність дискових загортачів сприяють формуванню оптимального гребеня. Додатково інтегрована електронна система контролю садіння дозволяє здійснювати координатне картографування посадок для точного догляду за рослинами в подальшому.

3. На основі розрахунків визначено оптимальні параметри транспортуючого ланцюга, кількість ложок, геометричні розміри бункерів для насіння і добрив, а також підтверджено відповідність обраних габаритів функціональним вимогам. Проведений розрахунок тягового опору показав, що максимальне зусилля, необхідне для переміщення саджалки, не перевищує 2 кН, що дозволяє успішно агрегатувати її з кареткою мостової машини з тросо-лебідковим приводом.

4. Розрахунки на міцність болтових з'єднань підтвердили надійність кріплення саджалки до конструкції каретки. Всі параметри, включно з діаметрами болтів, обрані з урахуванням нормативів міцності, що забезпечує безпечну експлуатацію.

5. Розроблена картоплесаджалка повністю відповідає вимогам точного мостового землеробства, є технічно обґрунтованою, надійною та готовою до впровадження в агротехнологічні комплекси нового покоління.

Розділ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1 Аналіз стану з охорони праці в господарстві

ТОВ «Придніпровське» – агропідприємство, яке активно впроваджує сучасні технології в галузі рослинництва, зокрема механізацію й автоматизацію основних процесів. Зі зростанням обсягів техніки та складності технологій зростає і потреба в організації ефективної системи охорони праці. Аналіз умов праці у господарстві дозволяє зробити висновок, що основна частина робіт проводиться із застосуванням тракторів, комбайнів, сівалок, оприскувачів, що створює потенційні ризики для здоров'я працівників у разі недотримання техніки безпеки.

В агропідприємстві функціонує служба охорони праці, яка відповідає за організацію та контроль заходів безпеки [27-32]. Усі працівники перед початком роботи проходять первинний, повторний і позаплановий інструктажі. На підприємстві оформлено журнал обліку інструктажів, де фіксується дата, зміст та підписи відповідальних осіб. Всі виробничі ділянки обладнані інформаційними плакатами рис. 4.1.



Рис. 4.1. Дії працівників в випадку виникнення надзвичайних ситуацій

На особливу увагу заслуговує техніка безпеки під час роботи з ПВЗП (пунктом видачі та зберігання пального), оскільки цей об'єкт несе підвищену пожежну небезпеку. Тут запроваджено суворий контроль за дотриманням правил зберігання ПММ, пожежної безпеки, а також інструктаж працівників, які мають доступ до паливних резервуарів.

Значну увагу також приділяють забезпеченню працівників засобами індивідуального захисту (ЗІЗ), такими як спецодяг, рукавиці, захисні окуляри, респіратори та головні убори (рис. 4.2). Трактористи та машиністи забезпечені навушниками для зменшення шумового навантаження. При використанні хімічних засобів (пестицидів, добрив) застосовуються спеціальні респіратори й костюми, що унеможливорює прямий контакт із шкідливими речовинами.



Рис. 4.2. Засоби індивідуального захисту

У 2024 році не було зафіксовано серйозних виробничих травм, однак траплялися випадки мікротравм при недотриманні правил експлуатації інструментів. Це свідчить про необхідність постійного оновлення знань

працівників з охорони праці, впровадження практичних тренінгів та розширення програм з охорони праці.

4.2 Заходи по поліпшенню умов праці в господарстві

Для створення безпечних та комфортних умов праці у ТОВ «Придніпровське» впроваджується низка заходів технічного, організаційного та санітарно-гігієнічного характеру. Зокрема, особливу увагу приділяють модернізації обладнання та техніки. Використання нових моделей тракторів з шумоізоляційними кабінами, кондиціонерами та ергономічними сидіннями значно знижує рівень втомлюваності та ризик професійних захворювань.

Одним із важливих напрямів є автоматизація процесів, що дозволяє зменшити фізичні навантаження на працівників, знизити ризик нещасних випадків і забезпечити кращу точність виконання агротехнічних операцій. Також зменшується контакт персоналу з хімікатами, що позитивно впливає на стан здоров'я.

З метою поліпшення санітарно-побутових умов створено побутові приміщення, душові, шафи для змінного одягу та кімнати відпочинку. Регулярно проводиться перевірка освітлення, вентиляції та температурного режиму у виробничих приміщеннях.

Крім того, заплановано встановлення відеоспостереження в зонах підвищеної небезпеки, що дозволить оперативно реагувати на порушення техніки безпеки. Проводяться профілактичні медогляди працівників з оцінкою їхнього психофізіологічного стану, що є важливим для забезпечення ефективної та безпечної праці.

4.3 Заходи з охорони праці при експлуатації розробленої картоплесаджалки для мостового землеробства

При розробці нової конструкції картоплесаджалки для агрегування з агромоном особливу увагу було приділено забезпеченню безпечної експлуатації машини. Робота даної техніки передбачає механізоване садіння бульб за допомогою дозуючих апаратів, які приводяться в дію автоматично. Враховуючи це, всі елементи, що рухаються, закриті захисними кожухами, що унеможлиблює потрапляння сторонніх предметів чи кінцівок оператора у зону дії.

Для працівників, які обслуговують машину, передбачено дистанційне керування, що дозволяє тримати безпечну відстань під час виконання технологічної операції. Також система автоматичного відключення приводу у разі перевантаження запобігає механічному пошкодженню вузлів та травмам.

Під час підготовки картоплесаджалки до роботи передбачено чіткий алгоритм дій: від перевірки з'єднань і натягу ланцюгів до калібрування дозуючого пристрою. Інструкція з експлуатації містить докладний опис заходів безпеки та план дій у надзвичайних ситуаціях.

Особливу увагу приділено охороні праці під час заправки, змащування та очищення машини. Усі ці операції дозволено проводити лише після повного відключення джерела живлення. Заправка мінеральними добривами виконується в захисному одязі з дотриманням норм транспортування й зберігання хімічних речовин.

У разі автоматизації керування машинним модулем з використанням електроніки передбачено застосування систем аварійної зупинки, що спрацьовує при відхиленні параметрів від заданих меж. Це суттєво знижує ризики виникнення аварійних ситуацій.

Під час проектування конструкції враховувались ергономічні характеристики – висота завантаження бункера, зручність обслуговування, доступність до основних елементів. Таким чином, забезпечено високий рівень безпеки працівників у всіх фазах використання картоплесаджалки.

4.4 Захист навколишнього середовища при експлуатації картоплесаджалки для мостового землеробства

Сучасні тенденції в агроінженерії спрямовані не лише на підвищення ефективності виробництва, а й на мінімізацію негативного впливу сільськогосподарської техніки на довкілля. Розроблена картоплесаджалка для роботи в системі мостового землеробства дозволяє реалізувати низку екологічно доцільних рішень (рис. 4.3).



Рис. 4.3. Захист навколишнього середовища в мостовому землеробстві

Передусім, сам принцип мостового землеробства полягає в русі техніки виключно по постійних коліях, що значно зменшує площу ущільнення ґрунту. Збереження структури ґрунту сприяє покращенню аерації, підвищенню водопроникності та збереженню мікробіологічної активності. Це, у свою чергу, зменшує потребу в агрохімікатах і сприяє підвищенню врожайності на природній основі.

Картоплесаджалка спроектована з урахуванням точного дозування насіннєвого матеріалу та мінеральних добрив, що зменшує їх перевитрати та мінімізує забруднення ґрунту і ґрунтових вод. Завдяки автоматизованим системам подачі, добрива локально вносяться безпосередньо в зону розвитку кореневої системи рослин, що забезпечує їх ефективне засвоєння.

Конструктивні елементи машини мають підвищену зносостійкість та антикорозійне покриття, що подовжує термін служби агрегату й зменшує потребу в частій заміні компонентів, а відповідно – кількість відходів та використання матеріальних ресурсів. Використання електроприводів механізмів і електроенергії як основного виду енергії для механізації, дозволяє відмовитися від палив нафтового походження при спалюванні яких зростає рівень забруднення навколишнього середовища. Такий підхід дозволяє реалізувати перехід до енергозберігаючих технологій, включаючи живлення від сонячних батарей, встановлених на каркасі агромосту.

Таким чином, експлуатація картоплесаджалки в системі мостового землеробства сприяє не лише енергоефективному та технологічно точному вирощуванню, а й забезпечує комплексний екологічний підхід, орієнтований на збереження родючості ґрунтів, водних ресурсів і довкілля загалом.

4.5 Висновки

Забезпечення належного рівня охорони праці є однією з ключових умов стабільного функціонування сучасного агропідприємства. Аналіз умов праці у ТОВ «Придніпровське» свідчить про активну реалізацію комплексних заходів безпеки на всіх етапах від зберігання пального до експлуатації високотехнологічної техніки.

Впровадження нової картоплесаджалки для мостового землеробства потребує особливих заходів безпеки, які були закладені в конструкцію вже на етапі проєктування. Це дозволяє знизити вплив людського фактору, запобігти травмам і зберегти здоров'я працівників.

Розділ 5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЕКТУ

Впровадження технології агромогового землеробства відкриває нові можливості для підвищення економічної ефективності агровиробництва за рахунок удосконалення способів обробітку ґрунту та раціонального використання ресурсів. Однією з головних переваг цієї технології є зменшення шкідливого впливу колісної техніки на родючість ґрунту. Завдяки тому, що агроміст рухається по жорстко зафіксованих напрямних рейках і не контактує з продуктивною поверхнею поля, вдається уникнути повторного ущільнення ґрунту в міжряддях. Це забезпечує кращу аерацію кореневої системи, активніший розвиток рослин і, як наслідок, потенційне зростання врожайності.

У перші роки експлуатації мостової машини, коли ґрунт ще не повністю відновився після багаторічного впливу традиційної колісної техніки, приріст урожайності може бути помірним. Проте вже з третього року прогнозується значне зростання показників за оцінками, підвищення врожайності може сягати 25-30%, що особливо важливо для культур з високою чутливістю до ущільнення, зокрема картоплі, моркви, буряка та інших овочевих культур.

Окрему економічну вигоду дає застосування електроприводу як альтернативи двигунам внутрішнього згоряння. Вартість експлуатації електродвигунів значно нижча порівняно з дизельними агрегатами — насамперед завдяки дешевшій електроенергії, відсутності необхідності у використанні мастильних матеріалів і зниженню витрат на технічне обслуговування. Вже у перший рік використання агромогу з електроприводом можна очікувати скорочення паливно-мастильних витрат на понад 60%, що суттєво вплине на загальну собівартість продукції.

Крім того, автоматизація технологічних операцій таких як висів, обробка, полив, підживлення та захист рослин дозволяє оптимізувати витрати на оплату праці та зменшити людський фактор, що позитивно позначається на стабільності врожайності. Мостова машина здатна виконувати роботи в точно визначеному положенні та часі, що забезпечує найкращі умови для росту і розвитку рослин.

У межах даного проекту розрахунок економічного ефекту від застосування агромогового землеробства проведено на прикладі вирощування картоплі на площі 16 га. Для об'єктивного порівняння було взято два варіанти: базовий з використанням традиційної техніки, та проектний – із застосуванням агромогової машини. В аналіз [33] враховано усі основні виробничі витрати: заробітна плата, вартість пального або електроенергії, амортизаційні відрахування, витрати на техобслуговування. Це дозволяє чітко оцінити рівень ефективності впровадження нової технології у порівнянні з класичними методами обробітку.

5.1 Витрати на оплату праці на вирощуванні картоплі

а) Базовий варіант

Загальні витрати праці механізаторів на вирощуванні картоплі на площі 16 га складатимуть 60 годин. Оплата проводиться по 5-му розряду, годинна тарифна ставка складає 90 грн/год.

Оплату по тарифу визначаємо за формулою:

$$T_{тр\ фон} = H_{год} \cdot T_{зм} = 60 \cdot 90 = 5400 \text{ грн} \quad (5.1)$$

де $H_{год}$ – кількість відпрацьованих годин;

$T_{зм}$ - змінна тарифна ставка, грн;

Крім того для механізаторів у господарстві передбачено ряд доплат і надбавок до тарифної ставки. А саме: доплата за продукцію – 15% від оплати по тарифу, доплата за інтенсивність роботи – 10% від оплати по тарифу, надбавка за складність роботи – 20 % від оплати по тарифу.

Таким чином загальні витрати на оплату праці механізаторів в базовому варіанті складатимуть:

$$T_{загт} = T_{тр\ фон} + T_{тр\ фон} \cdot 0,2 + T_{тр\ фон} \cdot 0,10 + T_{тр\ фон} \cdot 0,15, \text{ грн} \quad (5.2)$$

$$T_{\text{загт}} = 5400 + 5400 \cdot 0,2 + 5400 \cdot 0,10 + 5400 \cdot 0,15 = 7830 \text{ грн.}$$

Оплата праці допоміжних робітників буде проводитись по III-му розряду. Змінна тарифна ставка складатиме $T_{\text{зм}}=80$ грн/год.

$$T_{\text{ор фон}} = H_{\text{год}} \cdot T_{\text{зм}} = 40 \cdot 80 = 3200 \text{ грн} \quad (5.3)$$

Де $H_{\text{год}}$ - годинна занятість допоміжних робітників складає $H_{\text{год}}=60$ годин.

Загальні витрати на оплату праці допоміжних робітників дорівнюють:

$$T_{\text{загд}} = T_{\text{ор фон}} + T_{\text{ор фон}} \cdot 0,2 = 3200 + 3200 \cdot 0,2 = 3840 \text{ грн} \quad (5.4)$$

де 0,2 – доплата за продукцію 20%.

Сумарні витрати на оплату праці в базовому варіанті складатимуть

$$\sum T_{\text{загб}} = T_{\text{загт}} + T_{\text{загд}} = 7830 + 3840 = 11670 \text{ грн.} \quad (5.5)$$

б) проектний варіант

Витрати часу на виконання операції мостовою машиною складатимуть 70 годин. Оплата проводиться по 5-му розряду, годинна тарифна ставка складає 90 грн/год

$$T_{\text{ор фон}} = H_{\text{год}} \cdot T_{\text{зм}} = 70 \cdot 90 = 6300 \text{ грн.} \quad (5.6)$$

Додаткові надбавки аналогічні надбавкам тракториста.

Загальні витрати на оплату оператора мостової машини

$$T_{\text{заго}} = T_{\text{ор фон}} + T_{\text{ор фон}} \cdot 0,15 + T_{\text{ор фон}} \cdot 0,10 + T_{\text{ор фон}} \cdot 0,2, \text{ грн} \quad (5.7)$$

$$T_{\text{заго}} = 6300 + 945 + 630 + 1260 = 9135 \text{ грн.}$$

Витрати праці допоміжних робітників не змінюються, тому в проектному варіанті витрати на їх оплату також складають 3840 грн.

Сумарні витрати на оплату праці в проектному варіанті складатимуть

$$\sum T_{\text{загн}} = T_{\text{заго}} + T_{\text{загд}} = 9135 + 3840 = 12975 \text{ грн.} \quad (5.8)$$

5.2 Витрати на паливо-мастильні матеріали та електроенергію

У традиційній технології вирощування картоплі на площі 16 га використовується дизельна техніка, що спричиняє значні витрати на паливно-мастильні матеріали. Загальна витрата дизельного пального становить 1100 кг, а мастильних матеріалів — 40 кг на весь виробничий цикл.

З урахуванням комплексної вартості 1 кг дизельного пального на рівні 54 грн/кг, витрати на пальне обраховуються так:

Витрати на дизельне паливо:

$$C_{\text{пальне}} = Q_{\text{пальне}} \cdot P_{\text{пальне}} \quad (5.9)$$

де $Q_{\text{пальне}}$ – витрати дизеля на вирощування картоплі, 1100 кг;

$P_{\text{пальне}}$ - вартість пального, 54 грн/кг;

$$C_{\text{пальне}} = 1100 \cdot 54 = 59\,400 \text{ грн}$$

Витрати на мастильні матеріали:

$$C_{\text{маст.}} = Q_{\text{маст.}} \cdot P_{\text{маст.}} \quad (5.10)$$

де: $Q_{\text{маст}}$ – витрати мастила, 40 кг;

$P_{\text{маст}}$ – вартість 500 грн/кг.

$$C_{\text{маст.}} = 40 \cdot 500 = 20\,000 \text{ грн}$$

Тоді загальні витрати на ПММ складуть

$$СПММ = С_{\text{спальне}} + С_{\text{маст.}} = 59\,400 + 20\,000 = 79\,400 \text{ грн (5.11)}$$

б) Проектний варіант

У варіанті з використанням агромотостової машини з електроприводом основним джерелом енергії виступає електроенергія. Загальна сезонна витрата становить 3500 кВт·год.

За ціни 6,5 грн за 1 кВт·год, вартість електроенергії складе:

$$С_{\text{ел.ен.}} = W_{\text{ел.}} \cdot P_{\text{ел.}}, \text{ грн} \quad (5.12)$$

де: $W_{\text{ел.}}$ – споживання енергії, 3500 кВт;

$P_{\text{ел.}}$ – вартість електроенергії 6,5 грн/кВт

$$С_{\text{ел.ен.}} = 3500 \cdot 6,5 = 22\,750 \text{ грн.} \quad (5.13)$$

5.3 Визначення вартості амортизаційних відрахувань

а) Базовий варіант

Балансова вартість трактора ДТЗ-404 складає 200000 грн, норма амортизації - 12% від балансової вартості.

Таблиця 5.1 – Амортизаційні відрахування на енергозасіб

Марка трактора	Балансова вартість, грн	Річне нормативне навантаження, год	Фактично відпрацьовано, год	Амортизаційні відрахування, грн
ДТЗ-404	291000	60	60	34920

б) проектний варіант

Балансова вартість агромоту складає 350000 грн. При нормі амортизації 12%, амортизаційні відрахування складуть:

$$B_{ам} = B_{м} \cdot A_{в} = 350000 \cdot 0,12 = 42600 \text{ грн} \quad (5.14)$$

де $B_{м}$ – балансова вартість агромоту, 350000 грн;

$A_{в}$ – норма амортизаційних відрахувань, 12%.

Крім того основні виробничі витрати включатимуть в себе витрати на ремонт, ТО та зберігання техніки (5% від балансової вартості). Методика визначення цих витрат аналогічна методиці визначення цих витрат на амортизацію.

В базовому варіанті:

$$B_{то} = B_{м} \cdot P_{то,ін} = 291000 \cdot 0,05 = 14550 \text{ грн.} \quad (5.15)$$

В проектному варіанті:

$$B_{то} = B_{ам} \cdot A_{т} = 350000 \cdot 0,05 = 17500 \text{ грн.} \quad (5.16)$$

Тоді загальні експлуатаційні витрати визначимо за формулою:

$$B_{заг.е} = B_{то} + B_{ам} + СПММ + \sum T_{загб} \quad (5.17)$$

В базовому варіанті:

$$B_{заг.еб} = 14550 + 34900 + 79\,400 + 9135 = 137985 \text{ грн.}$$

В проектному варіанті:

$$B_{заг.еп} = 17000 + 42600 + 22\,750 + 12975 = 95325 \text{ грн.}$$

Тоді економічний ефект складе:

$$E = B_{заг.еб} - B_{заг.еп} = 121\,335 - 84725 = 137985 - 95325 = 42\,660 \text{ грн} \quad (5.18)$$

Термін окупності:

$$T = (B_{мп} - B_{мб}) / E = (350000 - 291000) / 42660 = 1,38 \text{ року} \quad (5.19)$$

Таблиця 5.2 – Техніко-економічні показники проекту

Показник	Варіант	
	базовий	проектний
Енергетична машина	Трактор ДТЗ-404	Агроміст
Процес	Вирощування картоплі	Вирощування картоплі
Об'єм робіт, га.	16	16
Завантаженість год	60	70
Вартість машини, грн.	291000	350000
загальні експлуатаційні витрати, грн.	137985	92725
В тому числі оплата праці, грн.	9135	12975
Паливно-мастильні матеріали, грн.	79 400	-
Електроенергія, грн.	-	22 750
Амортизаційні відрахування, грн.	34920	42600
Ремонт, ТО та зберігання, грн.	14550	17500
Економічний ефект	42 660	
Термін окупності, року	1,38	

5.4. Висновки

Використання мостової машини з електроприводом дозволяє суттєво знизити експлуатаційні витрати — 95 325 грн проти 137 985 грн у традиційній технології, що дає економію 42 660 грн на сезон.

Окупність інвестицій у вартіснішу техніку (350 000 грн) становить лише 1,38 року. У подальші роки очікується зростання врожайності на 25–30% завдяки зменшенню ущільнення ґрунту, що робить цю технологію ефективною та перспективною.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі проведено всебічне техніко-економічне обґрунтування доцільності впровадження мостового землеробства в овочевій галузі, зокрема шляхом розробки спеціалізованої картоплесаджалки, адаптованої для агрегаткування з агромоном.

На основі аналізу господарської діяльності підприємства ТОВ «Придніпровське» встановлено позитивну динаміку економічних показників, підвищення врожайності сільськогосподарських культур та ефективну організацію машинно-тракторного парку. Це створює сприятливі умови для впровадження інноваційних рішень, зокрема мостової технології обробітку ґрунту.

У технологічній частині досліджено сучасні способи вирощування картоплі та проаналізовано існуючі конструкції картоплесаджалок. Встановлено, що більшість з них не адаптовані до роботи з мостовими машинами. Проведений патентний пошук дозволив виявити технічні рішення, які можна використати при створенні власної конструкції.

У конструктивно-розрахунковій частині розроблено конструкцію саджалки, що забезпечує точне садіння картоплі з мінімальним пошкодженням бульб та з можливістю одночасного внесення добрив. Всі основні вузли пройшли інженерні розрахунки на міцність та функціональність, що підтвердило надійність агрегату при роботі в умовах мостового землеробства.

В розділі з охорони праці визначено організаційно-технічні заходи для безпечної експлуатації нової машини, а також оцінено екологічний ефект від зменшення ущільнення ґрунту та локального внесення добрив.

Економічна оцінка показала, що запропоноване технічне рішення дозволяє знизити собівартість вирощування картоплі, підвищити врожайність на 15–30% за рахунок збереження родючості ґрунту та досягти окупності техніки менше ніж за півтора року.

ЛІТЕРАТУРА

1. В.О. Улексін. Мостове землеробство. Монографія. – Дніпропетровськ: Пороги, 2008. – 224 с.
2. Войтюк Д., Аніскевич Л., Гаврилюк Г., Волянський Н. Система точного землеробства – новий індустріальний крок у сільському господарстві //Сільгосптехніка України – 1988, № 2. – С. 32...33.
3. Шустік Л., Осіпов Л. Перспективи впровадження системи адресного землеробства / Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Вип. 28. – Кіровоград: КДТУ, 1999.- С. 215...218.
4. https://kegt.rshu.edu.ua/images/dustan/ORZR2.pdf?utm_source=chatgpt.com
5. <http://www.thtechnology.co.uk/>
6. <http://hortibot.dk/>
7. Chamen W.C.T., Dowler D., Leede P.R., Longstaff D.J. Design, operation and performance of a gantry system: experience in arable cropping. Journal of Agricultural Engineering Research 1994, 59: 45–60.
5. <http://robocrop.co.uk/>
6. [http:// Unkrautbekämpfung.com/](http://Unkrautbekämpfung.com/)
7. Авторське свідоцтво UA №97072. Ротаційний культиватор
8. Авторське свідоцтво UA №99873. Ротаційна мотика
9. <https://newagri.online/product/propalyvatel-robotizirovannyj-ferrari-remoweed/>
- 10.
11. В.М. Арендаренко, О.М. Іванов, О.О. Назаренко. Основи дослідження і проектування механізмів і машин. Навчальний посібник – Полтава, 2016. –272 с.
12. Павловський М. А. Теоретична механіка: Підручник. – К.: Техніка, 2002. – 512 с.

13. Надикто В.Т. Основи наукових досліджень. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС. 2019. 268 с.
14. Штанько П.К., Шевченко В.Г., Дзюба Л.Ф., Пасіка В.Р., Поляков О.М. Теоретична механіка. Навчальний посібник / За ред. Штанька П.К. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2013. – 376 с
15. Д.Г. Войтюк . Сільськогосподарські та меліоративні машини. К.: Вища освіта, 2004. 544 с.
16. Картоплесаджалка [http:// show_photo\(this, '5_schema.jpg', '%C3%84usserst schonend f%C3%BCr die Keime!', 'Das Riemensystem ist besonders schonend f%C3%BCr vorgekeimtes Saatgut.'\)](http://show_photo(this, '5_schema.jpg', '%C3%84usserst schonend f%C3%BCr die Keime!', 'Das Riemensystem ist besonders schonend f%C3%BCr vorgekeimtes Saatgut.'));
17. Картоплесаджалка Koningsplanter 2. Сайт <http://2-4Rijige Koningsplanter.htm>.
18. Картоплесаджалка KCHK 2/60 VINMET: <https://vinavi.in.ua/ua/p2324925191-kartoplesadzhalka-dvoryadna-ksnk.html>
19. Картоплесаджалка Патент Україна № 123474 A01C9/00 Пугач А.М. дата набуття чинності 2018 р.
20. Картоплесаджалка Патент Україна №33682 A01C9/00 Трегуб М.І. набуття чинності 2001 р.
21. Картоплесаджалка Патент Україна № 8662 A01C9/00 Кужель Е. В. набуття чинності 2005 р.
22. <https://woodwardcrossingscountrybasics.com/product/gemini-two-row-potato-planter/>
23. <https://ratasjaruuvi.fi/wp-content/uploads/RR-Machines.pdf>
24. <https://connectanatolia.com/baselier-4fa350-3382-4-row-combi-potato-planter>
25. Панченко А.Н. Теория и расчет сельскохозяйственных машин: Лабораторный практикум / Днепрпетр. Гос. Агр. Ун-т. – Днепропетровск, 2002.- 396 с.
26. Дирда В.І., Овчаренко Ю.М., Рижков І.Є. Деталі машин: Підручник. – Дніпропетровськ: Авантаж, 2007. – 440 с.

27. Зінченко О.І. та ін. Рослинництво: Підручник / О.І Зінченко. В. Н. Салатенко, М. А. Білоножко; За ред. О. І. Зінченка. – К.: Аграрна освіта, 2001. – 591 с.: іл.

28. Панченко О.М. Аналітичний метод визначення тягових опорів ґрунтообробних та землерийних машин та оцінка їх ефективності для енергозберігаючих технологій: Навчальний посібник.- Дніпропетровськ: ДДАУ, 1995.-96 с.

29. Охмат П.К., Мельниченко В.І. Основи теорії та розрахунку трактора і автомобіля: Курс лекцій. Дніпропетровськ: ТОВ «ЕНЕМ», 2013. 340 с.

30. «Конституція України», прийнята 28 червня 1996 р.

31. Закон України «Про охорону праці». № 2695-ХІІ від 24.11.1992 року

32. .Голінько В.І. Основи охорони праці: підручник / В.І. Голінько; Нац. гірн. ун-т. –2-ге вид. – Д.: НГУ, 2014. – 271 с.

33. Й.М. Петрович. Економіка підприємства: Підручник . – Львів:

Вид. «Магнолія +». 2004 – 681 с.

Додатки

Додаток А

Вихідні дані для розрахунку картоплесаджалки

Величина	Значення
1	2
Номінальне тягове зусилля агромоста, в кН	2
Маса в спорядженому стані, кг	120
Діаметр опорного колеса, м	0,286
Максимальна глибина садіння, см	по поверхні
Ширина опорного колеса, м	0,12
Швидкість руху саджалки, м/с	1,2
Кількість опорних коліс	2
Діаметр ведучої зірочки привода, м	0,16
Діаметр веденої зірочки привода, м	0,16
Відстань між ведучою і веденою зірочками	0,54
Середній діаметр картоплини, м	0,05
Кут нахилу поверхні поля, град.	4

Додаток Б

Технічна характеристика привода

Параметр	Значення
Тип ланцюга	Роликовий однорядний транспортуючий
Позначення ланцюга	ПР-12.7-18,2
Крок ланцюга (P)	12,7 мм
Ширина внутрішнього ланки (B)	7,75 мм
Діаметр ролика (D)	7,75 мм
Ширина між внутрішніми пластинами	7,75 мм (стандарт для кроку 12,7 мм)
Діаметр пальця	≈ 3,96 мм (типовий для кроку 12,7 мм)
Межа міцності на розрив	орієнтовно 9–15 кН (залежно від матеріалу)
Маса 1 метра ланцюга	≈ 0,9–1,1 кг/м
Робоча швидкість	до 1,5–2 м/с (рекомендовано для транспорту)
Матеріал ланок і роликів	Сталь вуглецева або легована
Тип мастила	Технічна олива або консистентне мастило
Застосування	Приводи транспортуючих механізмів, подачі, елеватори, фасувальні та пакувальні лінії