ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломного проєкту

ступеня вищої освіти «Бакалавр» на тему:

Підвищення продуктивності стаціонарного автомобілерозвантажувача в умовах сільськогосподарського виробництва

Виконав: здобувач 4 курсу групи АІС-2-23

за спеціальністю 208 «Агроінженерія»

Омельченко Дмитро Дмитрович_____

Керівник: _____ Золотовська Олена Володимирівна

Рецензент: _____ _____

Дніпро – 2026

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри

ТСГМ

(назва кафедри)

доцент

(вчене звання)

Теслюк Г.В.

(підпис) (прізвище, ініціали)

«____» _____ 2026 р.

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

Омельченко Дмитро Дмитрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Підвищення продуктивності стаціонарного автомобілерозвантажувача в умовах сільськогосподарського виробництва

Керівник роботи Золотовська Олена Володимирівна, к.т.н., доцент

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від

« 5 » травня 2026 року № 912

2. Строк подання студентом роботи 09.06.2026 р.

3. Вихідні дані до проєкту Аналіз виробничої діяльності підприємства. Аналіз літературних джерел та обгрунтування актуальності дипломного проєкту. Аналіз конструктивно-режимних параметрів автомобілерозвантажувача в умовах сільськогосподарського виробництва.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити).1. Обґрунтування існуючих технологій, конструкцій та обґрунтування теми дипломного проекту 2. Обґрунтування

конструкцій та механізації вантажно-розвантажувальних засобів. 3 Конструкторська проробка проєкту. 4. Охорона праці та захист навколишнього середовища. 5. Техніко-економічна оцінка проєктих рішень. Висновки. Бібліографічний список.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)1. Характеристика господарства (А1). 2. Аналіз конструкції. (А1). 3. Стаціонарний автомобілерозвантажувач. Загальний вигляд. (А1). 4. Механізм підйому. Складальне креслення (А1). 5 Вал. (А4). Втулка (А4). Коток (А4). Колесо зкбчасте. (А4). Корпус (А4). Вісь (А4). Плита (А4). Ролик (А4) 6. Економічний аналіз.

6. Консультанти розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1,2,3,4,5	Золотовська О.В., доцент		
Нормо-контроль	Бойко В.Б., доцент		

7. Дата видачі завдання: 09.03.2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Характеристика господарства	11.03.26-11.04.26	
2	Аналіз актуальності проєкту	13.03.26-13.05.26	
3	Технологічно-конструктивний	14.04.26-21.05.26	
4	Охорона праці	15.04.26-20.05.26	
5	Економічний	19.04.26-7.06.26	
6	Графічна частина	10.05.65-7.06.65	

Здобувач _____ Омельченко Д.Д.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Золотовська О.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

№строк	Формат	Позначення	Найменування	Кільк.	Номер	Примітка
			Документація			
1	*А4*	*52.ДП.110.000.000.ПЗ*	*Розрахунково -*			
			пояснювальна записка	*61*		
2	*А1*	*52.ДП.110.000.001ТБ*	*Характеристика господарства*	*1*	*1*	
3	*А1*	*52.ДП.110.000.002ТХ*	*Аналіз конструкцій*	*1*	*2*	
4	*А1*	*52.ДП.110.000.002.ЗВ*	*Стаціонарний автомобілерозвантажувач*	*1*	*3*	
			Загальний вигляд			
5	*А1*	*52.ДП.110.000.003СК*	*Механізм підйому*	*1*	*4*	
6	*А4*	*52.ДП.110.000.004.СК*	*Втулка*	*1*	*5*	
	А4	*52.ДП.110.000.005.СК*	*Вал*	*1*	*5*	
	А4	*52.ДП.110.000.006.СК*	*Ролик*	*1*	*5*	
	А4	*52.ДП.110.000.008.СК*	*Коток*	*1*	*5*	
	А4	*52.ДП.110.000.009.СК*	*Вісь*	*1*	*5*	
	А4	*52.ДП.110.000.010.СК*	*Корпус*	*1*	*5*	
	А4	*52.ДП.110.000.011.СК*	*Плита*	*1*	*5*	
	А4	*52.ДП.110.000.012.СК*	*Колесо зубчасте*	*1*	*5*	
7	*А1*	*52.ДП.110.000.000.ТБ*	*Економічна оцінка*	*1*	*6*	

					52.ДП.110.000.000.ПЗ
Зм.	*Лист*	*№ докум*	*Підпис*	*Дата*	
Розроб.		*Омельченко Д.Д.*			*Відомості дипломного проекту*
Перев.		*Золотовська О.В.*			
Н.Контр		*Бойко В.Б.*			
Затв.		*Теслюк Г.В..*			

Літ	*Лист*	*Листів*
		61

ДДАЕУ
Група АІС-2-23

Анотація

Омельченко Д.Д. Підвищення продуктивності стаціонарного автомобілерозвантажувача в умовах сільськогосподарського виробництва/ Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2026

У дипломному проєкті розглянуто питання підвищення продуктивності стаціонарного автомобілерозвантажувача під час розвантаження зерна в умовах сільськогосподарського виробництва. Встановлено, що наявна продуктивність вузла розвантаження не повністю відповідає потребам господарства у пікові періоди надходження зернової продукції.

У роботі проаналізовано існуючі конструкції автомобілерозвантажувачів і механізмів підйому, обґрунтовано вибір гідравлічного підйомного механізму як найбільш доцільного для заданих умов експлуатації. Виконано конструктивний розрахунок удосконаленого підйомного механізму, визначено основні параметри гідроциліндра, несучої рами та напрямних вузлів, перевірено міцність відповідальних елементів конструкції. Запропоноване технічне рішення забезпечує скорочення тривалості циклу розвантаження, підвищення стабільності роботи механізму та зростання пропускної здатності автомобілерозвантажувача.

У розділі з охорони праці розроблено заходи безпечної експлуатації, технічного обслуговування та ремонту машини. Техніко-економічне обґрунтування підтвердило доцільність упровадження запропонованого удосконалення, оскільки воно забезпечує підвищення продуктивності, зменшення простоїв транспорту та отримання позитивного річного економічного ефекту.

Ключові слова: автомобілерозвантажувач, зерно, підйомний механізм, гідроциліндр, продуктивність, розвантаження, зерноток, удосконалення конструкції.

ЗМІСТ

Анотація	5
ВСТУП	7
1 АНАЛІЗ ГОСПОДАРСТВА ТА ВИРОБНИЧИХ УМОВ ВИКОРИСТАННЯ АВТОМОБІЛЕРОЗВАНТАЖУВАЧА	9
1.1 Загальна характеристика господарства	9
1.2 Структура посівних площ і валове виробництво зерна	10
1.3 Організація транспортно-складських робіт у період збирання врожаю	12
1.4 Характеристика наявних засобів механізації вантажно-розвантажувальних робіт	14
1.5 Аналіз умов використання стаціонарного автомобілерозвантажувача в господарстві	16
2 СТАН ПИТАННЯ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ НАПРЯМУ ПРОЄКТУВАННЯ	20
2.1 Значення механізації процесів розвантаження зерна в сільськогосподарському виробництві	20
2.2 Аналіз технологічного процесу приймання та розвантаження зерна	23
2.3 Огляд існуючих конструкцій автомобілерозвантажувачів	28
2.4 Порівняльна оцінка конструкцій механізмів підйому та обґрунтування напряму удосконалення автомобілерозвантажувача	34
3 КОНСТРУКТИВНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДЙОМНОГО МЕХАНІЗМУ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ЙОГО УДОСКОНАЛЕННЯ	42
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	45
4.1 Аналіз умов праці під час експлуатації стаціонарного автомобілерозвантажувача	45
4.2 Заходи безпеки під час експлуатації автомобілерозвантажувача	46
4.3 Вимоги безпеки під час технічного обслуговування і ремонту	47
4.4 Дії персоналу в аварійних ситуаціях	49
5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЄКТУ	52
5.1 Загальна оцінка економічної доцільності удосконалення	52
ВИСНОВКИ	58
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	61
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Сучасне сільськогосподарське виробництво характеризується зростанням обсягів вирощування зернових культур, підвищенням вимог до якості післязбиральної обробки врожаю та необхідністю скорочення втрат продукції на всіх етапах її транспортування, приймання і зберігання. У цих умовах особливого значення набуває ефективна організація вантажно-розвантажувальних робіт, оскільки саме від швидкості та безперервності розвантаження транспортних засобів значною мірою залежить ритмічність функціонування всього зернотоку.

У період масового збирання врожаю на приймальні пункти господарств надходять значні обсяги зерна, що створює підвищене навантаження на транспортну систему, зерноочисне обладнання, приймальні бункери та засоби механізації розвантаження. Якщо продуктивність автомобілерозвантажувача є недостатньою, виникають простої транспортних засобів, ускладнюється робота збиральної техніки, погіршується організація післязбиральної доробки, а також зростають експлуатаційні витрати. Тому вдосконалення стаціонарних автомобілерозвантажувачів є важливим напрямом підвищення ефективності зернового виробництва.

Одним із найбільш відповідальних вузлів стаціонарного автомобілерозвантажувача є підйомний механізм, який визначає швидкість виконання робочого циклу, стійкість платформи, надійність роботи машини та безпечність її експлуатації. Саме від раціонального вибору конструктивної схеми підйомного механізму, параметрів гідроприводу, жорсткості несучої системи та якості напрямлення рухомої частини залежить можливість підвищення продуктивності процесу розвантаження зерна.

Актуальність теми дипломного проєкту полягає в необхідності обґрунтування конструктивних рішень, які забезпечують скорочення тривалості циклу розвантаження, зменшення простоїв транспортних засобів та підвищення загальної ефективності роботи стаціонарного автомобілерозвантажувача в умовах сільськогосподарського підприємства.

Метою дипломного проєкту є підвищення продуктивності стаціонарного автомобілерозвантажувача під час розвантаження зерна шляхом удосконалення підйомного механізму та обґрунтування його основних конструктивних і силових параметрів.

Для досягнення поставленої мети в роботі вирішуються такі завдання:

- проаналізувати виробничі умови використання стаціонарного автомобілерозвантажувача в господарстві;
- дослідити технологічний процес приймання та розвантаження зерна;
- розглянути існуючі конструкції автомобілерозвантажувачів і механізмів підйому;
- обґрунтувати напрям удосконалення конструкції автомобілерозвантажувача;
- виконати конструктивний розрахунок підйомного механізму;
- визначити основні параметри гідроприводу та перевірити міцність відповідальних елементів;
- розробити заходи з охорони праці під час експлуатації машини;
- дати техніко-економічну оцінку запропонованого рішення.

Запропоновані конструктивні рішення щодо удосконалення підйомного механізму можуть бути використані для підвищення продуктивності стаціонарних автомобілерозвантажувачів у господарствах, які здійснюють приймання та післязбиральну доробку зернової продукції.

1 АНАЛІЗ ГОСПОДАРСТВА ТА ВИРОБНИЧИХ УМОВ ВИКОРИСТАННЯ АВТОМОБІЛЕРОЗВАНТАЖУВАЧА

1.1 Загальна характеристика господарства

Об’єктом аналізу в дипломному проєкті прийнято умовне сільськогосподарське підприємство, яке спеціалізується на вирощуванні зернових та олійних культур. Господарство розташоване в зоні інтенсивного землеробства, має розвинену виробничу інфраструктуру та здійснює повний цикл польових робіт, збирання, транспортування, первинного приймання і короткочасного зберігання зернової продукції.

Основним напрямом діяльності підприємства є виробництво пшениці, ячменю, кукурудзи на зерно та соняшнику. Значні обсяги валового збору вимагають чіткої організації транспортно-складських процесів, особливо в період масового надходження зерна з полів. У цей період зростає навантаження на приймальні бункери, транспортні засоби, очисне обладнання та засоби механізації розвантаження. Саме тому стабільна та продуктивна робота стаціонарного автомобілерозвантажувача має для господарства важливе виробниче значення.

Земельний фонд підприємства формується переважно за рахунок ріллі. Частина угідь використовується під господарські двори, під’їзні шляхи, склади, відкриті майданчики та допоміжні об’єкти виробничої інфраструктури. За виробничим профілем господарство належить до зерно-олійного типу, а тому найбільше технологічне навантаження спостерігається саме під час збирання, транспортування та приймання зернової продукції.

Таблиця 1.1

Структура земельного фонду господарства

Показник	Площа, га	Частка, %
Загальна земельна площа	4200	100,0
Рілля	3850	91,7
Сіножаті та пасовища	120	2,9
Господарські двори, склади, дороги	95	2,3
Багаторічні насадження та інші угіддя	135	3,1

Як видно з таблиці 1.1, переважну частину земельного фонду становить рілля. Це свідчить про чітко виражену рослинницьку спеціалізацію господарства. За такої структури угідь обсяги вирощеної продукції є значними, а отже, питання своєчасного приймання зерна та його подальшого переміщення на очищення чи зберігання набуває першочергового значення.

Виробнича база господарства включає зерноток, відкриті майданчики для тимчасового накопичення продукції, вагову, приймальний бункер, транспортне обладнання та стаціонарний автомобілерозвантажувач. Саме останній забезпечує механізоване вивантаження зерна з автомобільного транспорту в приймальний пристрій, від якого залежить ритмічність усієї лінії післязбиральної доробки.

1.2 Структура посівних площ і валове виробництво зерна

Посівна структура господарства формується з урахуванням спеціалізації, ґрунтово-кліматичних умов та економічної доцільності вирощування окремих культур. Основну частку займають зернові культури, оскільки саме вони є базою товарної продукції підприємства та створюють найбільше навантаження на систему транспортування і розвантаження.

Таблиця 1.2

Структура посівних площ

Культура	Площа, га	Частка в структурі посівів, %
Пшениця озима	1100	28,6
Ячмінь ярий	450	11,7
Кукурудза на зерно	900	23,4
Соняшник	800	20,8
Ріпак озимий	300	7,8
Соя	200	5,2
Інші культури	100	2,5
Разом	3850	100,0

З наведеної структури видно, що найбільшу частку займають озима пшениця, кукурудза на зерно та соняшник. Саме пшениця, ячмінь та кукурудза формують основний вантажопотік зерна, який надходить на зерноток у період жнив. Це безпосередньо впливає на тривалість роботи приймального відділення та на інтенсивність використання автомобілерозвантажувача.

Для оцінки виробничих умов важливим є не лише розподіл площ, а й валовий збір зернової продукції. Саме він дає уявлення про майбутні обсяги транспортування та розвантаження.

Таблиця 1.3

Урожайність і валовий збір основних культур

Культура	Площа, га	Урожайність, т/га	Валовий збір, т
Пшениця озима	1100	5,8	6380
Ячмінь ярий	450	4,6	2070
Кукурудза на зерно	900	7,4	6660
Соняшник	800	2,8	2240
Ріпак озимий	300	2,9	870
Соя	200	2,5	500

Сумарний валовий збір лише трьох основних зернових культур становить:

$$Gз_{ерн}=6380+2070+6660=15110\ т$$

Отже, впродовж виробничого сезону господарство повинно забезпечити приймання, вивантаження та подальше транспортування понад 15 тис. т зерна. При цьому найбільше добове навантаження виникає у період масового надходження врожаю з полів, коли транспорт працює безперервно, а простої біля місця розвантаження призводять до втрат часу, пального та продуктивності збиральної техніки.

З огляду на такі обсяги виробництва, засоби розвантаження повинні працювати стабільно, мати достатню пропускну здатність і забезпечувати мінімальний цикл обробки одного транспортного засобу.

1.3 Організація транспортно-складських робіт у період збирання врожаю

У період жнив на підприємстві формується інтенсивний потік транспортних операцій, пов’язаний із вивезенням зерна від комбайнів до місця приймання. Від своєчасного підходу автомобілів до поля та швидкості їх розвантаження залежить безперебійність роботи зернозбиральної техніки. Якщо автомобілі затримуються біля приймального пункту, виникає ланцюгове зниження ефективності всього збирально-транспортного комплексу.

Збирання врожаю в господарстві здійснюється потоковим методом. Після наповнення бункерів комбайнів зерно перевантажується в транспортні засоби, які доставляють його до зернотоку. Там автомобілі проходять зважування, подаються на стаціонарний автомобілерозвантажувач, після чого зерно через приймальний бункер надходить на очищення, а за потреби –на сушіння та зберігання.

Для обслуговування зернового потоку господарство має власний парк транспортних засобів, а в пікові періоди додатково залучає орендований транспорт.

Таблиця 1.4

Склад транспортних засобів, що використовуються для перевезення зерна

Марка транспортного засобу	Кількість, шт.	Вантажопідйомність, т	Призначення
КамАЗ-45143	5	10	Перевезення зерна від поля до зернотоку
МАЗ-5551	3	10	Перевезення зерна та насіння
Причіпні тракторні самоскиди	4	6	Внутрішньогосподарські перевезення
Орендовані автомобілі	2–4	15	Робота у пікові періоди

Транспортно-складські роботи здійснюються переважно у дві зміни в період масового збирання. Середня відстань перевезення зерна становить від 8 до 22 км, що залежить від розміщення полів відносно зернотоку. За таких умов швидкість обороту автомобіля значною мірою залежить не лише від якості польових доріг і організації маршрутів, а й від часу розвантаження на приймальному пункті.

Таблиця 1.5

Основні параметри транспортно-складського процесу

Показник	Значення
Кількість комбайнів у період жнив, шт.	5
Кількість автомобілів, що щоденно працюють на перевезенні зерна, шт.	8–10
Середня відстань перевезення, км	8–22
Тривалість зміни, год	10
Середня маса зерна в одному автомобілі, т	10–12

Середня кількість рейсів одного автомобіля за зміну	3–4

За наведених умов добовий обсяг зерна, що надходить на приймальний пункт, може становити від 350 до 550 т, а в окремі дні –ще більше. У такому режимі навіть незначне збільшення часу розвантаження одного автомобіля спричиняє накопичення черги, зниження коефіцієнта використання транспорту та погіршення організації всього збирального процесу.

Слід відзначити, що на приймальному пункті поряд із розвантаженням виконуються також зважування, лабораторний контроль якості, короткочасне накопичення зерна, його очищення та направлення на подальшу доробку. Тому вузол розвантаження виступає ключовою ланкою загальної технологічної схеми.

1.4 Характеристика наявних засобів механізації вантажно-розвантажувальних робіт

Для забезпечення роботи зернотоку в господарстві використовується комплекс машин і обладнання, до складу якого входять приймальні пристрої, транспортні засоби, зерноочисні машини, завантажувально-розвантажувальні механізми та стаціонарний автомобілерозвантажувач. Саме останній відіграє основну роль у механізації операції вивантаження зерна з автомобілів.

Таблиця 1.6

Основні засоби механізації на зернотоку

Найменування обладнання	Кількість, шт.	Основне призначення
Стаціонарний автомобілерозвантажувач	1	Розвантаження автомобілів із зерном
Приймальний бункер	1	Приймання зерна після вивантаження
Норія	2	Вертикальне переміщення зерна

Шнекові транспортери	2	Горизонтальне переміщення зерна
Зерноочисна машина	1	Первинне очищення зерна
Ваговий комплекс	1	Визначення маси вантажу

Наявний стаціонарний автомобілерозвантажувач забезпечує піднімання транспортного засобу до кута, достатнього для самопливного сходження зерна в приймальний бункер. Його конструкція дозволяє розвантажувати переважно автомобілі середньої вантажопідйомності. Однак багаторічна експлуатація, значне сезонне навантаження та моральне старіння окремих вузлів знижують технічну ефективність обладнання.

До типових недоліків наявного розвантажувача належать збільшена тривалість одного циклу, нерівномірність піднімання платформи, зношування опорних вузлів, недостатня швидкодія приводу та зростання витрат часу на допоміжні операції. У результаті фактична продуктивність установки в період інтенсивної роботи виявляється нижчою від потреб господарства.

Для оцінки ефективності використання засобів механізації важливо розглянути структуру часу на обслуговування одного автомобіля.

Таблиця 1.7

Структура часу циклу розвантаження одного автомобіля

Елемент циклу	Тривалість, хв
Подавання автомобіля на платформу	3,0
Установлення та фіксація	2,0
Піднімання платформи	4,0
Безпосереднє висипання зерна	3,0
Опускання платформи	3,0
З’їзд автомобіля з платформи	1,0
Разом	16,0

З таблиці 1.7 видно, що сумарна тривалість циклу становить близько 16 хв. Для умов напруженого надходження зерна це є досить значним

показником, особливо коли на зернотоку працює лише один стаціонарний автомобілерозвантажувач. У такій ситуації навіть короткочасне порушення ритму роботи спричиняє накопичення автомобілів у черзі.

1.5 Аналіз умов використання стаціонарного автомобілерозвантажувача в господарстві

Ефективність використання стаціонарного автомобілерозвантажувача залежить не лише від його конструктивних параметрів, а й від конкретних виробничих умов. До них належать обсяг надходження зерна, тип і вантажопідйомність транспортних засобів, ритмічність підвезення, геометрія майданчика, стан під'їзних шляхів, місткість приймального бункера та узгодженість роботи з наступними транспортними й очисними машинами.

У досліджуваному господарстві найбільше навантаження на автомобілерозвантажувач припадає на період збирання ранніх зернових та кукурудзи. У цей час транспортні засоби прибувають нерівномірно, групами по 2–4 машини, що зумовлено одночасною роботою кількох комбайнів на різних полях. За відсутності достатньої продуктивності розвантажувача виникає вимушене накопичення автомобілів біля приймального пункту.

Крім того, конструкція існуючої установки має обмеження щодо швидкості виконання циклу. Піднімання і опускання платформи займає значну частину часу, а технологічні паузи між операціями знижують загальну пропускну здатність. При збільшенні маси перевезеного вантажу або при роботі з транспортом більшої вантажопідйомності час обслуговування одного автомобіля ще більше зростає.

Виробничі умови експлуатації автомобілерозвантажувача можна охарактеризувати як напружені. Це пояснюється такими чинниками:

- сезонною концентрацією великих обсягів продукції;
- нерівномірністю надходження автомобілів;
- обмеженою кількістю розвантажувальних позицій;

- наявністю лише одного стаціонарного розвантажувача;
- залежністю всієї приймальної лінії від його пропускної здатності.

За таких умов стає очевидним, що підвищення продуктивності розвантажувача має не локальний, а системний ефект. Воно дозволяє не лише скоротити час розвантаження одного автомобіля, а й покращити використання транспорту, зменшити простої комбайнів, оптимізувати навантаження на зерноток і підвищити загальну ефективність післязбирального комплексу.

Потребу у вдосконаленні стаціонарного автомобілерозвантажувача доцільно оцінити на основі порівняння фактичної та необхідної продуктивності. Необхідна продуктивність визначається добовим надходженням зерна та тривалістю роботи зернотоку.

Приймемо, що в піковий період на зерноток за зміну надходить:

$$G_{доб}=520\ т$$

При тривалості зміни:

$$T=10\ год$$

необхідна середня продуктивність вузла розвантаження становитиме:

$$Q_{необх}=\frac{G_{доб}}{T}=\frac{520}{10}=52\,т/год$$

Фактичну продуктивність існуючого автомобілерозвантажувача визначимо за формулою:

$$Q_{ф}=\frac{q\cdot 60\cdot kв}{t_{ц}}$$

де

q – середня маса зерна в одному автомобілі, т; tц – тривалість циклу розвантаження, хв; kв – коефіцієнт використання робочого часу.

Приймаємо:

$q=12$ т, $t_ц=16$ хв, $k_в=0{,}82$

Тоді:

$$Q_ф = \frac{12 \cdot 60 \cdot 0,82}{16} = 36,9 т/год$$

Отже, дефіцит продуктивності становить:

$$\Delta Q = Q_{необх} - Q_ф = 52 - 36,9 = 15,1 \text{ т/год}$$

Таблиця 1.8

Порівняння необхідної та фактичної продуктивності

Показник	Значення
Добове надходження зерна в піковий період, т	520
Тривалість роботи зернотоку за зміну, год	10
Необхідна середня продуктивність, т/год	52,0
Середня маса зерна в одному автомобілі, т	12
Тривалість циклу розвантаження, хв	16
Коефіцієнт використання часу	0,82
Фактична продуктивність існуючого розвантажувача, т/год	36,9
Дефіцит продуктивності, т/год	15,1

Наведені розрахунки свідчать, що наявний стаціонарний автомобілерозвантажувач не забезпечує потрібної пропускної здатності. Його фактична продуктивність приблизно на 29 % нижча від необхідної. Це призводить до затримок автомобілів, збільшення часу обороту транспорту, порушення узгодженості роботи збирально-транспортного комплексу та зростання експлуатаційних витрат.

Окремо доцільно оцінити можливу кількість автомобілів, які установка здатна обслугувати за годину. За тривалості циклу 16 хв теоретично можна розвантажити: n=6016=3,75 авт./год

З урахуванням організаційних втрат цей показник зменшується приблизно до 3 автомобілів за годину. Якщо ж на приймальний пункт у пікові години прибуває 4–5 автомобілів за годину, утворення черги є неминучим.

Таким чином, підвищення продуктивності автомобілерозвантажувача є технічно й економічно обґрунтованим. Воно може бути досягнуте шляхом удосконалення конструкції, скорочення тривалості одного циклу, оптимізації роботи приводу, зменшення допоміжних витрат часу та підвищення надійності основних вузлів.

Висновки

У першому розділі було проаналізовано виробничі умови використання стаціонарного автомобілерозвантажувача в умовах зернового господарства. Встановлено, що підприємство має рослинницьку спеціалізацію з переважанням зернових культур у структурі посівних площ. Сумарний валовий збір основних зернових культур перевищує 15 тис. т, що формує значний обсяг транспортно-складських робіт у період збирання врожаю.
З’ясовано, що приймання зерна на зернотоку здійснюється в умовах нерівномірного, але інтенсивного надходження транспортних засобів. Існуючий стаціонарний автомобілерозвантажувач працює як ключовий елемент приймального вузла, однак його фактична продуктивність не повністю відповідає потребам господарства в пікові періоди.

Розрахунок показав, що за необхідної середньої продуктивності 52 т/год фактична продуктивність наявної установки становить лише 36,9 т/год. Дефіцит пропускної здатності призводить до утворення черг автомобілів, збільшення простоїв транспорту та зниження ефективності збирально-транспортного процесу в цілому.

Отже, для забезпечення своєчасного приймання зерна в господарстві необхідним є підвищення продуктивності стаціонарного автомобілерозвантажувача. Це і визначає доцільність подальшого аналізу існуючих конструкцій, факторів впливу на їх продуктивність та обґрунтування напряму удосконалення, що буде розглянуто в наступному розділі.

2 СТАН ПИТАННЯ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ НАПРЯМУ ПРОЄКТУВАННЯ

2.1 Значення механізації процесів розвантаження зерна в сільськогосподарському виробництві

Механізація процесів розвантаження зерна є важливою складовою ефективного функціонування сучасного сільськогосподарського підприємства. У структурі післязбиральних робіт операції, пов’язані з прийманням, переміщенням, вивантаженням та подальшою доробкою зернової продукції, займають особливе місце, оскільки саме вони забезпечують безперервний зв’язок між польовим виробництвом і системою зберігання або переробки врожаю. За умов зростання врожайності сільськогосподарських культур, збільшення вантажопідйомності транспортних засобів і скорочення оптимальних строків збирання питання механізації розвантажувальних операцій набуває особливої актуальності.

У період масового надходження зерна з полів на зернотоки, елеватори або складські майданчики навантаження на приймальні пункти різко зростає. Якщо процес вивантаження організований недостатньо раціонально або виконується із застосуванням малопродуктивних засобів, це призводить до затримки автомобільного транспорту, порушення ритму роботи збиральних агрегатів, збільшення простоїв машин та підвищення собівартості виробництва. Саме тому механізація розвантаження зерна має розглядатися не як допоміжна операція, а як одна з ключових ланок загального технологічного процесу збирання, транспортування та післязбиральної доробки продукції.

Особливістю зернової продукції як об’єкта транспортування і розвантаження є значні сезонні обсяги її надходження при обмежених термінах виконання робіт. У короткий період жнив господарство повинно забезпечити вивезення врожаю з поля, його приймання на зернотоку, очищення, сушіння за потреби та подальше розміщення на зберігання. Усі ці етапи тісно взаємопов’язані між собою. Якщо хоча б одна з ланок працює з недостатньою пропускною здатністю, виникає технологічне перевантаження системи в цілому. У більшості випадків саме вузол розвантаження транспортних засобів стає тим елементом, який визначає загальну продуктивність приймальної лінії.

Застосування механізованих засобів розвантаження зерна дозволяє значно скоротити тривалість обробки одного автомобіля, зменшити потребу в ручній праці, поліпшити умови роботи персоналу та забезпечити більш стабільний режим функціонування зернотоку. Це особливо важливо в умовах напруженого виробничого графіка, коли кожна затримка транспорту безпосередньо впливає на використання комбайнів, паливно-енергетичних ресурсів та трудових витрат. Крім того, механізація розвантаження сприяє зменшенню втрат продукції, які можуть виникати через затягування операцій, просипання зерна або його повторне переміщення.

Перевага механізованого розвантаження полягає також у тому, що воно створює умови для комплексної організації транспортно-складських робіт. У разі використання стаціонарних автомобілерозвантажувачів забезпечується узгоджена робота транспортних засобів, приймальних бункерів, норій, транспортерів, зерноочисних машин та іншого обладнання. Завдяки цьому підвищується коефіцієнт використання машин, зменшуються непродуктивні простої та поліпшується загальна організація виробничого процесу.

Суттєвим фактором є і безпека виконання розвантажувальних робіт. У випадку недостатньої механізації або застосування застарілих конструкцій підвищується ризик травмування працівників, пошкодження транспортних засобів, виникнення аварійних ситуацій під час піднімання кузова чи

платформи, а також небезпека просипання вантажу. Використання сучасних стаціонарних автомобілерозвантажувачів дає можливість не лише прискорити розвантаження, а й зробити його більш контрольованим, стабільним і безпечним.

Для господарств зернового напряму особливо важливим є те, що механізація процесів розвантаження дозволяє підвищити добову пропускну здатність приймального пункту без суттєвого збільшення чисельності обслуговуючого персоналу. Це створює умови для більш ефективного використання наявної матеріально-технічної бази та сприяє підвищенню економічної результативності виробництва. Якщо розвантаження відбувається швидко, автомобільний транспорт швидше повертається на маршрут, скорочується тривалість одного рейсу, а отже, зменшується потреба у додаткових транспортних засобах у пікові періоди жнив.

Таким чином, механізація розвантаження зерна є важливим чинником підвищення ефективності післязбирального обробітку врожаю. Вона впливає на продуктивність транспортного обслуговування, ритмічність приймання продукції, зниження втрат часу й ресурсів, покращення умов праці та підвищення надійності роботи всього зернового комплексу. Саме тому вдосконалення технічних засобів розвантаження, зокрема стаціонарних автомобілерозвантажувачів, є актуальним завданням для сучасних сільськогосподарських підприємств.

Для більш наочного оцінювання значення механізації процесів розвантаження зерна доцільно навести порівняльну характеристику її основних виробничих переваг.

Таблиця 2.1

Вплив механізації розвантаження зерна на виробничі показники господарства

Показник	За недостатньої механізації	За використання механізованого розвантаження

Тривалість розвантаження одного автомобіля	Значна, із затримками	Скорочена, стабільна
Пропускна здатність приймального пункту	Обмежена	Підвищена
Простої транспортних засобів	Значні	Мінімізовані
Узгодженість роботи з комбайнами	Порушується	Поліпшується
Потреба в ручній праці	Висока	Знижена
Ризик втрат зерна	Підвищений	Менший
Безпека виконання робіт	Нижча	Вища
Ефективність використання техніки	Недостатня	Підвищена

Отже, механізація процесів розвантаження зерна має суттєве технічне, організаційне та економічне значення. Вона забезпечує раціональне функціонування приймального вузла, сприяє скороченню простоїв транспорту, підвищує продуктивність роботи підприємства в період жнив та створює передумови для більш повного використання потенціалу збирально-транспортного комплексу. У зв'язку з цим подальший аналіз технологічного процесу приймання та розвантаження зерна є необхідним етапом обґрунтування напряму удосконалення стаціонарного автомобілерозвантажувача.

2.2 Аналіз технологічного процесу приймання та розвантаження зерна

Технологічний процес приймання та розвантаження зерна в господарстві є однією з найважливіших складових післязбирального комплексу робіт. Від правильності його організації залежить своєчасність вивезення врожаю з поля, ритмічність роботи збиральної техніки, рівень використання транспортних засобів, а також ефективність подальших операцій з очищення, сушіння та зберігання зернової продукції. У виробничих умовах сільськогосподарського підприємства цей процес має безперервний характер і в період жнив

відбувається в умовах значного навантаження на всі елементи приймально-складської системи.

Після збирання зернових культур комбайнами зерно накопичується в бункерах машин і далі перевантажується в автомобільний транспорт або тракторні причепи. Наступним етапом є доставка зерна до зернотоку чи приймального пункту господарства. Тут транспортний засіб проходить послідовний ряд операцій, які включають зважування, подавання на місце розвантаження, розвантаження в приймальний бункер, переміщення зерна транспортними механізмами до обладнання первинної доробки, а потім –на зберігання або сушіння. Таким чином, процес приймання зерна являє собою взаємопов’язаний технологічний ланцюг, у якому кожна операція впливає на загальну продуктивність усієї системи.

У господарстві, що аналізується, технологічна схема приймання зерна побудована за традиційним принципом. Транспортні засоби, завантажені зерном, прибувають на територію зернотоку, де проходять первинний контроль. Після цього автомобіль спрямовується до вагової для визначення маси доставленої продукції. Далі він подається на платформу стаціонарного автомобілерозвантажувача, де відбувається механізоване вивантаження зерна в приймальний бункер. Із бункера зерно надходить на транспортуючі механізми, які передають його на очищення, тимчасове накопичення, сушіння або в складські приміщення.



Рисунок 2.1 - Послідовність операцій технологічного процесу приймання та розвантаження зерна

Аналіз наведеної схеми показує, що центральною операцією всього процесу є саме розвантаження транспортного засобу. Саме на цій стадії формується пропускна здатність приймального вузла. Якщо розвантаження виконується повільно, утворюється черга автомобілів, порушується графік підвезення врожаю, знижується ефективність використання комбайнів і зростають експлуатаційні витрати. Тому, незважаючи на важливість усіх інших операцій, вузол розвантаження є тим елементом технологічного процесу, який найбільшою мірою впливає на загальну результативність роботи господарства у період жнив.

Особливістю технологічного процесу приймання зерна є нерівномірність надходження транспортних засобів. Це пояснюється різною відстанню полів від зернотоку, неоднаковою врожайністю на окремих ділянках, чергуванням вивантаження бункерів комбайнів та впливом погодних умов. У результаті на приймальному пункті можуть виникати як короткочасні інтервали відносно рівномірної роботи, так і пікові періоди, коли одночасно прибуває кілька автомобілів. За таких умов навіть невелике зниження продуктивності

автомобілерозвантажувача або затримка на одній із операцій спричиняє накопичення транспортних засобів і ускладнює роботу всього зернотоку.

Не менш важливим є і те, що технологічний процес приймання зерна повинен забезпечувати не лише швидкість, а й збереження якості продукції. Під час розвантаження не допускаються значні втрати зерна, його травмування, змішування різних партій або забруднення. Саме тому розвантажувальне обладнання повинно працювати плавно, без ривків і перекосів, а конструкція приймального бункера та транспортуючих пристроїв повинна забезпечувати безперервне проходження зернової маси без зависань і перевантажень.

У виробничих умовах значна роль відводиться і погодженості роботи окремих ланок технологічної лінії. Недостатньо лише швидко вивантажити зерно з автомобіля –необхідно, щоб приймальний бункер мав достатній об’єм, а транспортери та норії встигали відводити зернову масу до місць доробки. У протилежному випадку навіть високопродуктивний автомобілерозвантажувач не забезпечить належного ефекту, оскільки вузьке місце виникне вже на наступних стадіях технологічного процесу. Отже, аналіз приймання та розвантаження зерна слід проводити як аналіз роботи єдиної системи, а не окремої машини.

Для оцінки структури часу доцільно розглянути тривалість основних етапів обслуговування одного автомобіля на зернотоці.

Таблиця 2.2

Орієнтовна структура часу обслуговування одного автомобіля із зерном

Етап обслуговування	Тривалість, хв
Заїзд на територію та очікування	2,0
Первинне зважування	2,0
Подавання на автомобілерозвантажувач	3,0
Установлення та фіксація транспортного засобу	2,0
Безпосереднє розвантаження	7,0

З’їзд із платформи	1,0
Контрольне зважування	2,0
Виїзд із території	1,0
Разом	20,0

Із таблиці 2.2 видно, що найбільшу частку часу займають операції, безпосередньо пов’язані з подаванням транспортного засобу на платформу, його фіксацією та розвантаженням. Це ще раз підтверджує, що вдосконалення саме стаціонарного автомобілерозвантажувача є одним із найефективніших шляхів підвищення загальної продуктивності приймального процесу. Скорочення тривалості хоча б на кілька хвилин на одному циклі дає відчутний результат у масштабах зміни або всього збирального сезону.

Технологічний процес приймання зерна слід також оцінювати з точки зору можливих втрат робочого часу. До них належать затримки через нерівномірне прибуття автомобілів, недостатню організацію руху на території зернотоку, непогодженість роботи вагової та приймального вузла, а також технічні несправності обладнання. Найбільший вплив серед цих чинників мають затримки на етапі розвантаження, оскільки вони безпосередньо обмежують пропускну здатність усього приймального комплексу.

Основні фактори, що знижують ефективність процесу приймання та розвантаження зерна



Рисунок 2.2 - Основні фактори, що знижують ефективність процесу приймання та розвантаження зерна

Отже, технологічний процес приймання та розвантаження зерна в господарстві є багатоланковою системою, у якій основним елементом, що визначає пропускну здатність, виступає стаціонарний автомобілерозвантажувач. Саме від швидкості, надійності та узгодженості його роботи залежить загальна ефективність післязбиральної обробки врожаю. Аналіз технологічного процесу показує, що для підвищення результативності функціонування зернотоку необхідно вдосконалити технічні параметри та організацію роботи розвантажувального обладнання. Це створює підстави для подальшого розгляду існуючих конструкцій автомобілерозвантажувачів і вибору найбільш доцільного напряму їх удосконалення.

2.3 Огляд існуючих конструкцій автомобілерозвантажувачів

Автомобілерозвантажувачі є важливою групою машин, що застосовуються на зернотоках, елеваторах, комбікормових підприємствах та

інших об’єктах агропромислового виробництва для механізованого вивантаження сипких матеріалів із транспортних засобів. Їх використання дає змогу істотно скоротити тривалість розвантаження автомобілів, зменшити потребу в ручній праці та забезпечити більш ритмічну роботу приймального вузла. В умовах сучасного сільськогосподарського виробництва такі машини виконують функцію проміжної, але надзвичайно відповідальної ланки між польовим транспортуванням зерна та післязбиральною доробкою продукції.

Існуючі конструкції автомобілерозвантажувачів відрізняються за принципом дії, способом установки, напрямком перекидання транспортного засобу, типом приводу та рівнем продуктивності. Найбільш поширеними є стаціонарні установки, які монтуються на зернотоках або приймальних пунктах і працюють у зв’язці з приймальними бункерами, транспортерами, норіями та зерноочисним обладнанням. Такі машини забезпечують піднімання передньої або бокової частини транспортного засобу до кута, за якого зерно самопливом висипається у приймальний пристрій.

За характером установки автомобілерозвантажувачі можна поділити на стаціонарні та пересувні. Стаціонарні машини мають вищу вантажопідйомність, кращу стійкість і можуть працювати в інтенсивному режимі протягом усього збирального періоду. Вони потребують підготовленого фундаменту, монтажу платформи, приймального бункера та під’їзних шляхів, але забезпечують надійне і довготривале використання. Пересувні розвантажувачі є більш мобільними, можуть застосовуватися на різних майданчиках, однак зазвичай поступаються стаціонарним за продуктивністю, стійкістю та можливістю роботи з важкими транспортними засобами.

За напрямком розвантаження виділяють машини з одностороннім, двостороннім та поздовжнім підйомом платформи (рис. 2.3).









Рисунок 2.3 – Види розвантажувачів

У розвантажувачах з одностороннім підйомом автомобіль нахиляється в один бік або шляхом піднімання передньої частини. Такі конструкції простіші, дешевші й технологічно зручніші для більшості зернотоків. Двосторонні установки забезпечують більшу універсальність, однак їх конструкція складніша, а вимоги до стійкості та симетрії навантаження –вищі. Поздовжній

підйом найчастіше застосовують для вивантаження зерна назад через відкритий задній борт транспортного засобу, що добре узгоджується з роботою приймального бункера, розташованого за платформою.

Важливе значення має також тип приводу, який використовується для створення підйомного зусилля. У практиці застосовують механічний, гідравлічний і рідше комбінований привід. Механічні системи характеризуються відносною простотою, однак при великих навантаженнях мають обмеження за плавністю ходу, зручністю регулювання та динамічними навантаженнями на вузли. Гідравлічні приводи, навпаки, забезпечують плавне піднімання і опускання платформи, компактність виконавчих органів, можливість створення значного зусилля та зручність керування. Саме тому для сучасних стаціонарних автомобілерозвантажувачів найбільш характерним є гідравлічний привід.

Для кращого розуміння особливостей існуючих конструкцій доцільно подати їх узагальнену класифікацію.

Таблиця 2.3

Класифікація автомобілерозвантажувачів за основними ознаками

Класифікаційна ознака	Види конструкцій	Характеристика
За способом установки	Стаціонарні, пересувні	Стаціонарні мають вищу продуктивність і стійкість, пересувні – більшу мобільність
За напрямком підйому	Поздовжні, бокові, двосторонні	Визначають спосіб вивантаження зерна та компоновку приймального вузла
За типом приводу	Механічні, гідравлічні, комбіновані	Впливають на плавність роботи, надійність і складність конструкції

За типом транспортних засобів	Для одиночних автомобілів, для автомобілів з причепами	Визначають довжину та вантажопідйомність платформи
За продуктивністю	Малої, середньої, високої продуктивності	Відповідають масштабам господарства та інтенсивності надходження зерна

У виробничій практиці найбільшого поширення набули стаціонарні платформи поздовжнього типу з гідравлічним приводом. Це пояснюється тим, що така схема є конструктивно відносно простою, забезпечує достатню висоту підйому для самопливного висипання зерна, сумісна з типовими автомобілями-самоскидами та дає можливість організувати компактний приймальний вузол. При цьому головними елементами такої машини є опорна рама, підйомна платформа, шарнірний вузол, привідний механізм, гідроциліндр, фундаментна частина та приймальний бункер.

Разом з тим різні конструктивні рішення мають свої переваги і недоліки. Наприклад, установки бокового перекидання можуть забезпечувати швидке розвантаження, але потребують підвищеної уваги до стійкості транспортного засобу та точності його розміщення на платформі. Поздовжні розвантажувачі, як правило, краще узгоджуються з традиційною схемою приймання зерна, оскільки висипання відбувається в напрямку заднього борта без значного бокового зміщення вантажу. Однак вони потребують достатньої довжини платформи і добре розрахованої кінематики підйому.

Для порівняльної оцінки найпоширеніших типів автомобілерозвантажувачів доцільно звести їх основні ознаки в окрему таблицю.

Таблиця 2.4

Порівняльна характеристика основних типів автомобілерозвантажувачів

Тип розвантажувача	Основні переваги	Основні недоліки	Доцільність застосування
Стаціонарний поздовжній	Висока стійкість, простота технологічної схеми, зручність приймання зерна в бункер	Потребує фундаменту і стаціонарного місця установки	Зернотоки, елеватори, постійні приймальні пункти
Стаціонарний боковий	Швидке вивантаження при належній організації роботи	Вищі вимоги до стійкості транспортного засобу	Підприємства з відповідною компоновкою приймального вузла
Двосторонній	Універсальність і можливість роботи в різних умовах	Складніша конструкція, більша металоємність	Великі приймальні комплекси
Пересувний	Мобільність, можливість переміщення між об’єктами	Нижча продуктивність, менша стійкість, обмежена вантажопідйомність	Тимчасові або допоміжні майданчики

Аналіз таблиці 2.4 показує, що для умов зернового господарства найбільш раціональним є застосування саме стаціонарного поздовжнього автомобілерозвантажувача. Така конструкція добре відповідає умовам роботи на зернотоці, де необхідні надійність, повторюваність циклу, достатня вантажопідйомність і сумісність з постійною технологічною схемою приймання зерна. Крім того, стаціонарна установка дозволяє більш ефективно використовувати приймальний бункер і транспортні механізми, що розташовані безпосередньо під платформою або в зоні висипання зерна.

Під час огляду існуючих конструкцій слід враховувати і вимоги до експлуатаційних показників машин. Ефективний автомобілерозвантажувач

повинен мати достатню вантажопідйомність, забезпечувати безпечний кут підйому, працювати без перекосів платформи, мати мінімальну тривалість циклу та не створювати надмірних динамічних навантажень на транспортний засіб. Крім того, конструкція має бути ремонтопридатною, технологічною у виготовленні та зручною в обслуговуванні.

Окрему увагу варто приділити питанню відповідності конструкції розвантажувача умовам використання у конкретному господарстві. Якщо в господарстві переважають автомобілі середньої вантажопідйомності, то надмірне ускладнення машини не завжди є виправданим. Натомість більш доцільним може бути вдосконалення окремих вузлів з метою скорочення часу циклу, підвищення плавності підйому, покращення стійкості та зменшення простоїв. Саме такий підхід є найбільш обґрунтованим для бакалаврського дипломного проєкту, оскільки дає змогу поєднати конструкторське вдосконалення з реальними виробничими потребами господарства.

Узагальнюючи викладене, можна зробити висновок, що існуючі конструкції автомобілерозвантажувачів мають різні технічні можливості та сферу ефективного застосування. Для приймання зерна в умовах стаціонарного зернотоку найбільш придатними є установки стаціонарного типу з поздовжнім підйомом платформи та гідравлічним приводом. Водночас аналіз показує, що навіть у межах такого конструктивного напряму залишається можливість удосконалення окремих параметрів і вузлів з метою підвищення продуктивності, надійності та зручності експлуатації. Це і створює підґрунтя для подальшого аналізу факторів, що впливають на продуктивність автомобілерозвантажувачів, а також для обґрунтування напряму удосконалення досліджуваної конструкції.

2.4 Порівняльна оцінка конструкцій механізмів підйому та обґрунтування напряму удосконалення автомобілерозвантажувача

Одним із визначальних вузлів стаціонарного автомобілерозвантажувача є механізм підйому, від якого безпосередньо залежать тривалість робочого

циклу, плавність піднімання платформи, надійність роботи машини та безпечність розвантаження транспортних засобів. Саме тому при виборі напряму удосконалення конструкції доцільно розглянути основні різновиди механізмів підйому, що застосовуються в автомобілерозвантажувачах, та дати їм порівняльну оцінку.

У практиці експлуатації стаціонарних автомобілерозвантажувачів використовують механізми підйому, що відрізняються за способом створення підйомного зусилля та передавання його на платформу. Найбільш поширеними є механічні, гідравлічні та комбіновані системи. Вибір конкретної схеми визначається вантажопідйомністю установки, конструкцією платформи, вимогами до швидкодії, умовами експлуатації та економічною доцільністю.

До механічних механізмів (рис. 2.4, 2.5) підйому належать гвинтові, важільні, рейкові, ланцюгові та канатні системи. Їх спільною ознакою є передавання зусилля через жорсткі або гнучкі елементи приводу. Перевагами таких механізмів є відносна конструктивна простота та можливість роботи без складного гідравлічного обладнання. Разом з тим для машин, що працюють із великими навантаженнями, механічні системи мають суттєві недоліки: значні динамічні навантаження, складність забезпечення плавного ходу, підвищене зношення елементів передачі та обмежені можливості регулювання швидкості піднімання платформи. У зв’язку з цим застосування суто механічних підйомних пристроїв у сучасних стаціонарних автомобілерозвантажувачах є обмеженим.

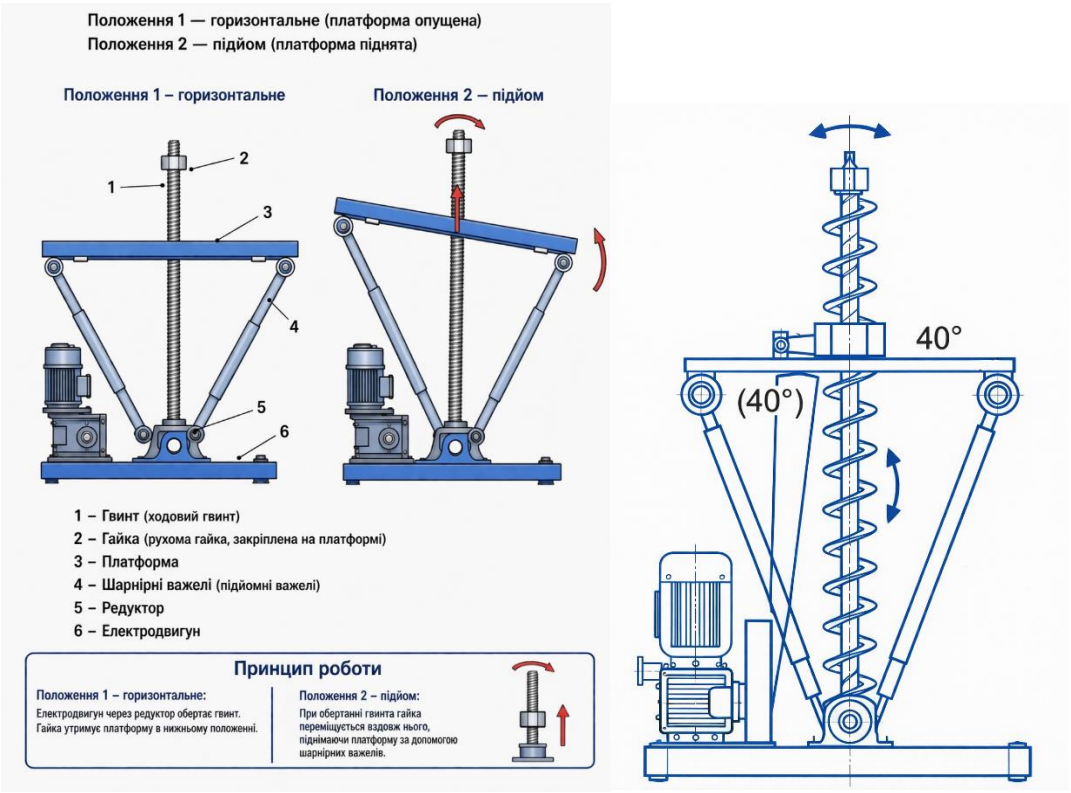


Рисунок 2.4 – Схема механічного гвинтового авторозвантажувача

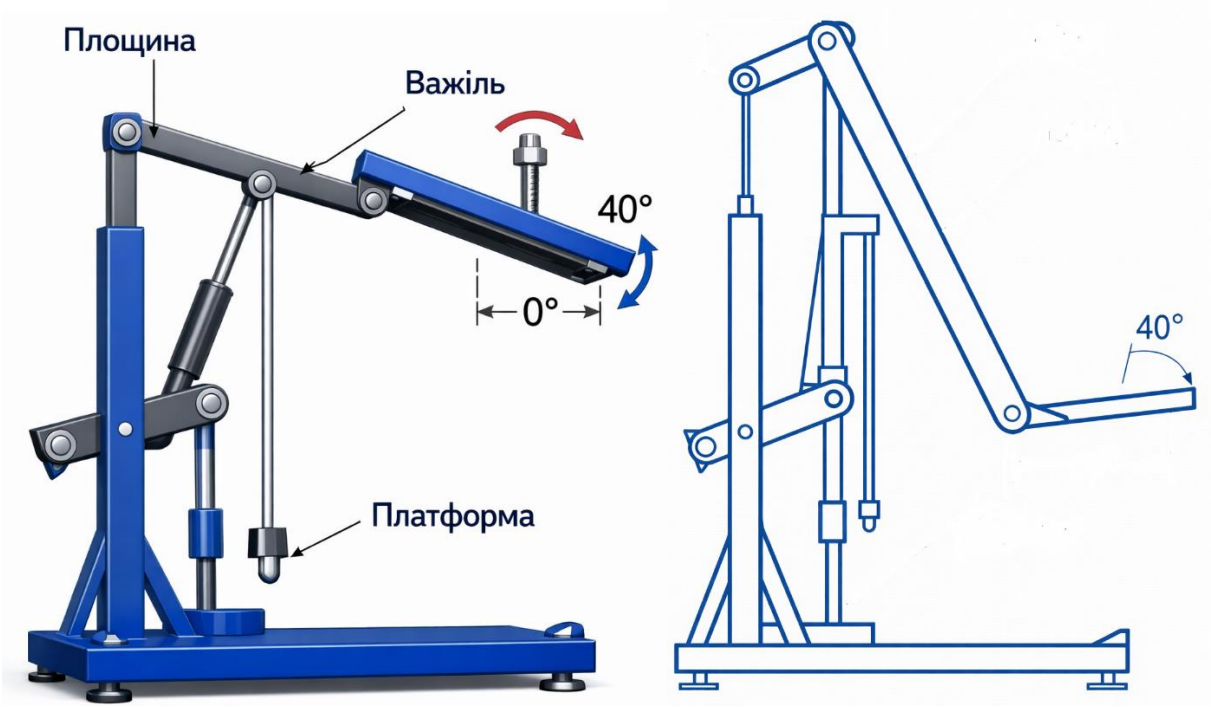
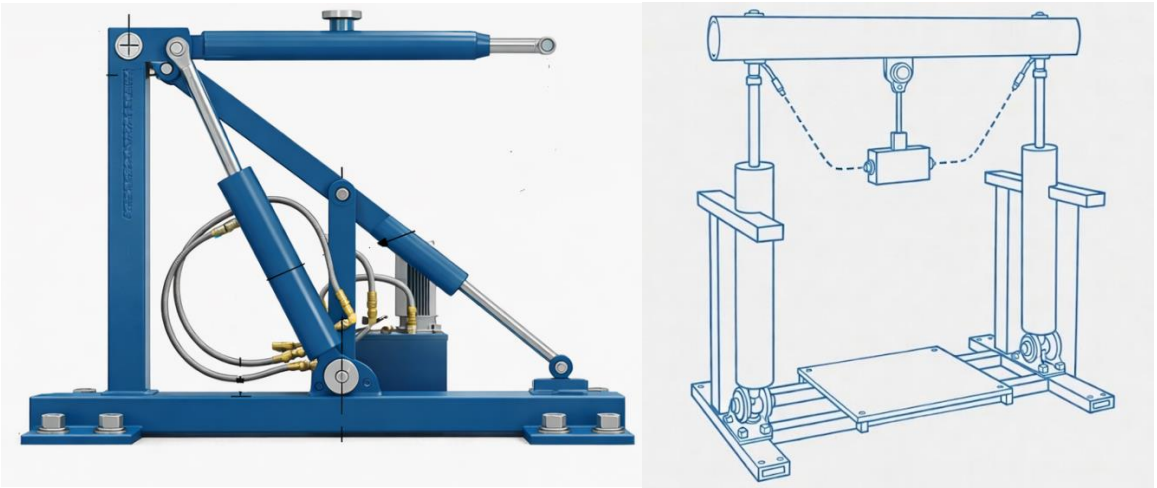


Рисунок 2.5 – Схема важільного механізму

До гідравлічних механізмів підйому (рис.2.6) належать системи, в яких піднімання платформи забезпечується силовим гідроциліндром або групою

гідроциліндрів. Такі механізми широко застосовуються завдяки здатності створювати значне зусилля за порівняно компактних розмірів виконавчого органа. Гідравлічний привід забезпечує плавність ходу, можливість точного регулювання швидкості, зменшення ударних навантажень на конструкцію та зручність керування процесом піднімання і опускання платформи. Саме тому гідравлічні механізми є найбільш придатними для стаціонарних автомобілерозвантажувачів, які працюють у напруженому режимі в період масового надходження зерна.



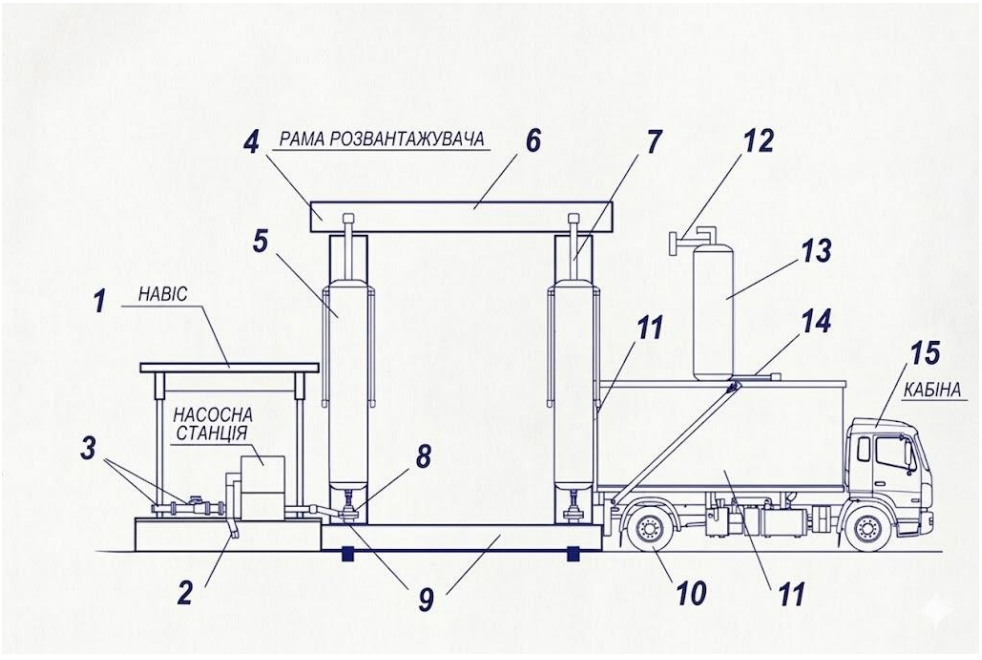


Рисунок 2.6 – Схеми гідравлічного механізму з одним та двома циліндрами.

Комбіновані механізми підйому поєднують у собі ознаки кількох схем, наприклад гідроциліндр з важільною системою, гідропривід із напрямними пристроями або інші варіанти багатоланкової передавальної системи. Їх перевагою є можливість більш раціонально розподілити навантаження, забезпечити необхідну траєкторію руху платформи та поліпшити силові умови роботи приводу. Водночас такі механізми є складнішими у виготовленні, мають більшу кількість з'єднань і вимагають підвищеної точності монтажу та технічного обслуговування.

Для стаціонарних автомобілерозвантажувачів найбільш характерними є такі конструктивні схеми механізмів підйому (рис. 2.7): підйом платформи одним центрально розташованим гідроциліндром; підйом за допомогою двох бічних гідроциліндрів; підйом через важільно-гідравлічну систему; підйом платформою з опиранням на шарнірно-важільні вузли.

Підйом платформи одним центральним гідроциліндром відрізняється простотою компоновки, зручністю технічного обслуговування та відносно невеликою кількістю деталей. Така схема дозволяє зосередити силовий вплив у центральній частині конструкції, однак при недостатній жорсткості платформи може спричиняти нерівномірний розподіл навантажень між її крайніми елементами.

Схема з двома бічними гідроциліндрами забезпечує більш симетричне прикладання підйомного зусилля та кращі умови роботи широких платформ. Разом з тим вона ускладнює гідросистему, вимагає узгодженої роботи обох виконавчих органів і підвищує вартість машини.

Важільно-гідравлічні механізми дають можливість змінювати характер передавання зусилля на різних етапах підйому, що може бути корисним для оптимізації силових параметрів. Однак така схема ускладнює конструкцію, збільшує кількість шарнірних з'єднань та підвищує вимоги до точності виготовлення деталей.

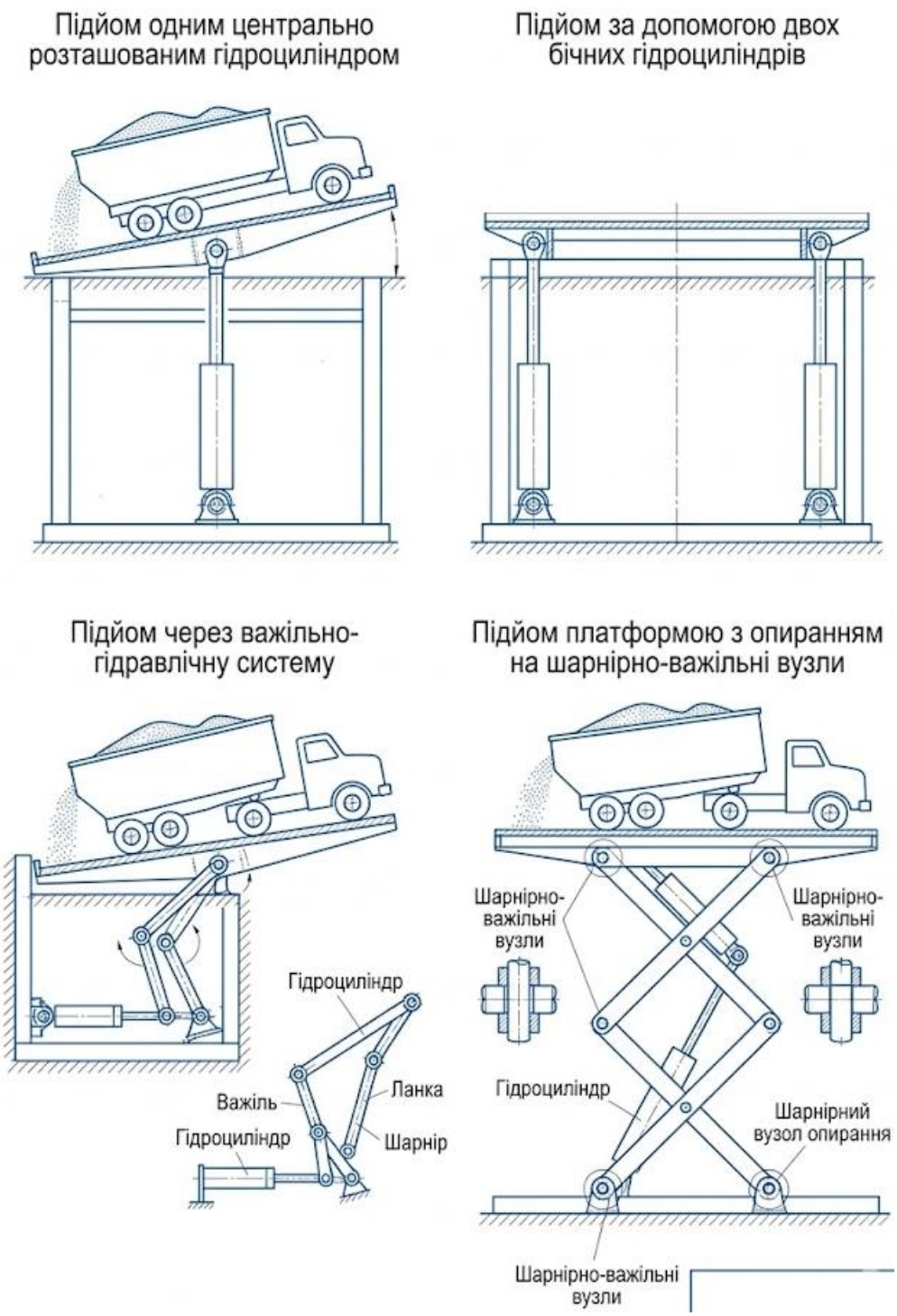


Рисунок 2.7 – Конструктивні схеми механізмів підйому стаціонарних авторозвантажувачів

Для узагальнення основних особливостей розглянутих механізмів підйому доцільно подати їх порівняльну характеристику.

Таблиця 2.7

Порівняльна оцінка конструкцій механізмів підйому автомобілерозвантажувачів

Тип механізму підйому	Переваги	Недоліки	Доцільність застосування
Механічний гвинтовий або рейковий	Простота схеми, можливість роботи без складної гідросистеми	Низька плавність ходу, значне зношення, обмежене підйомне зусилля	Малопотужні або допоміжні установки
Важільний механічний	Відносна простота, можливість передавання значного зусилля	Великі навантаження в шарнірах, складність забезпечення плавної роботи	Обмежене застосування
Гідравлічний з одним циліндром	Компактність, плавність роботи, простота керування, достатнє зусилля	Підвищені вимоги до жорсткості платформи	Найбільш доцільний для середніх стаціонарних установок
Гідравлічний з двома циліндрами	Симетричність навантаження, добра стійкість платформи	Складніша система, вища вартість	Для великих і широких платформ
Комбінований важільно-гідравлічний	Раціональне передавання зусилля, гнучкість компоновки	Складніша конструкція, більша металоємність	Для спеціалізованих установок

Порівняльний аналіз показує, що для умов розглянутого господарства найбільш раціональним є використання гідравлічного механізму підйому, оскільки саме він найбільш повно відповідає вимогам до плавності роботи, достатнього підйомного зусилля, надійності та зручності експлуатації. Для стаціонарного поздовжнього автомобілерозвантажувача, що працює із зерновими вантажами та автомобілями середньої вантажопідйомності, така

схема є найбільш виправданою як у технічному, так і в економічному відношенні.

З урахуванням наявного креслення та прийнятої загальної конструктивної схеми в даному дипломному проєкті до подальшого опрацювання приймається механізм підйому з гідравлічним приводом, який включає силовий гідроциліндр, несучу раму, опорні елементи та вузли кріплення. Саме цей вузол доцільно розглядати як основний об’єкт удосконалення, оскільки від його параметрів безпосередньо залежать швидкість піднімання платформи, надійність сприйняття навантажень та загальна продуктивність автомобілерозвантажувача.

Напрям удосконалення конструкції доцільно пов’язати з підвищенням ефективності роботи механізму підйому шляхом раціоналізації його компоновки, уточнення силових параметрів, покращення умов сприйняття навантаження в опорних і шарнірних вузлах, а також забезпечення достатньої жорсткості елементів рами. Такий підхід дозволить скоротити тривалість циклу розвантаження, підвищити надійність роботи машини та забезпечити стабільне функціонування стаціонарного автомобілерозвантажувача в умовах інтенсивного приймання зерна.

Отже, аналіз існуючих конструкцій механізмів підйому показав, що найбільш доцільним для умов даного проєкту є гідравлічний механізм підйому платформи. Саме ця схема приймається за базову для подальшого конструкторського та розрахункового опрацювання.

3 КОНСТРУКТИВНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДЙОМНОГО МЕХАНІЗМУ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ЙОГО УДОСКОНАЛЕННЯ

Підйомний механізм автомобілерозвантажувача доцільно виконувати у вигляді жорсткої просторової рами, до складу якої входять верхня і нижня поперечні балки, вертикальні стояки, рухома траверса, напрямні елементи, осі, втулки та силовий гідроциліндр, розташований у центральній частині конструкції. Така схема забезпечує раціональне сприйняття навантажень, що виникають у процесі роботи, та створює необхідні умови для стійкого переміщення рухомої частини механізму.

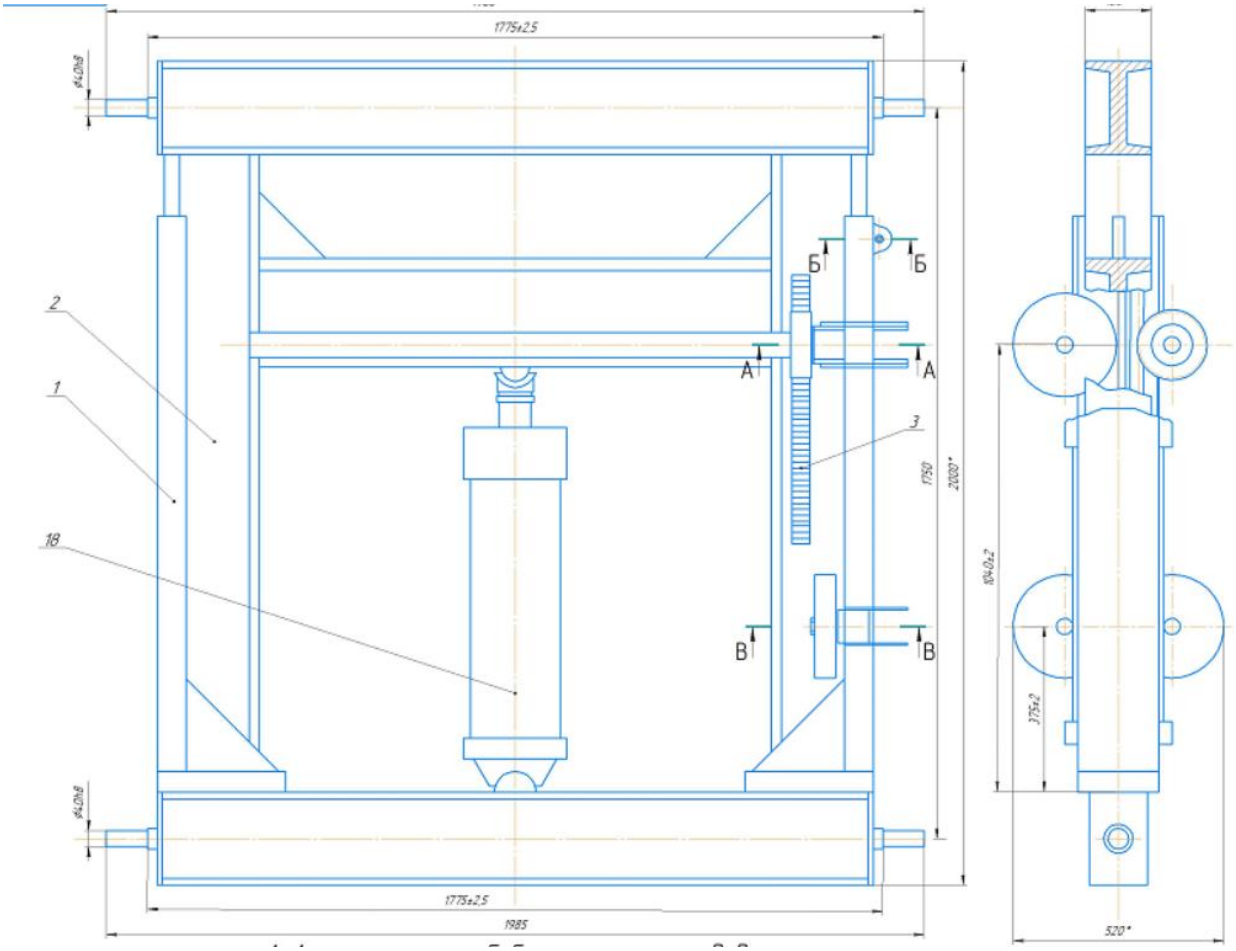


Рисунок 3.1 – Підйомний механізм автомобілерозвантажувача 1 – стійка; 2 – рама; 3 – рейка зубчаста; 4 – кронштейн верхнього напрямного вузла; 5 – ролик напрямний верхній; 6 – вісь верхнього ролика; 7 – напрямна планка; 8 – ролик напрямний нижній; 9 – планка опорна; 10 – кришка

напрямного вузла; 11 – шайба дистанційна; 12 – вісь нижнього ролика; 13 – кронштейн правого напрямного вузла; 14 – планка притискна; 15 – пластина кріпильна; 16 – втулка; 17 – гайка; 18 – гідроциліндр; 19 – ролик опорний.

Переміщення рухомої траверси відбувається по напрямних, а точність її ходу забезпечується опорними вузлами, що обмежують бокові зміщення та запобігають перекосам. Використання напрямних елементів у поєднанні з опорними вузлами дозволяє підвищити надійність роботи механізму, зменшити нерівномірність руху та забезпечити стабільне передавання зусилля на платформу автомобілерозвантажувача.

Запропонована конструктивна схема свідчить, що підйомний механізм працює за принципом вертикального передавання зусилля від силового гідроциліндра до рухомої балки, яка далі забезпечує піднімання платформи. Центральне розміщення гідроциліндра є конструктивно доцільним, оскільки за такого компонування зусилля прикладається симетрично відносно осі механізму, що сприяє рівномірному навантаженню елементів рами та зменшує ймовірність перекосу рухомої частини.

Обґрунтування удосконалення підйомного механізму пов’язане насамперед із необхідністю підвищення продуктивності автомобілерозвантажувача. Це досягається не зміною загальної технологічної схеми машини, а вдосконаленням її силового та напрямного вузлів. Для цього в конструкції передбачено застосування центрального гідравлічного приводу, який забезпечує плавне та достатньо швидке піднімання платформи; жорсткої зварної рамної системи, що обмежує деформації під навантаженням; напрямних вузлів, які знижують опір переміщенню та підвищують стабільність ходу; а також раціонально підібраних параметрів гідроциліндра, ходу штока і геометричних розмірів рухомої траверси.

Висновки

Удосконалення саме цих елементів є технічно виправданим, оскільки вони безпосередньо впливають на швидкодію механізму, точність його роботи та надійність функціонування в умовах змінного навантаження. Завдяки

підвищенню жорсткості конструкції, покращенню умов напрямленого руху та раціоналізації силового приводу вдається скоротити тривалість робочого циклу, що є однією з основних передумов підвищення продуктивності автомобілерозвантажувача.

Таким чином, удосконалення підйомного механізму полягає у підвищенні його жорсткості, стабільності та швидкодії, що забезпечує більш ефективне піднімання платформи, зменшення витрат часу на виконання робочого циклу та покращення загальних експлуатаційних показників машини.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1 Аналіз умов праці під час експлуатації стаціонарного автомобілерозвантажувача

Робота стаціонарного автомобілерозвантажувача пов’язана з дією ряду виробничих факторів, які можуть становити небезпеку для обслуговуючого персоналу. Це пояснюється тим, що в процесі експлуатації машини одночасно виконуються операції з переміщення транспортного засобу, піднімання платформи, роботи гідравлічного обладнання та приймання зерна. Усі ці операції повинні виконуватися в чіткій послідовності та під постійним контролем, оскільки порушення режиму роботи або недотримання вимог безпеки може призвести до аварійної ситуації.

Найбільш характерною небезпекою при роботі автомобілерозвантажувача є наявність рухомих елементів механізму. До них належать підйомна платформа, рухомі частини механізму підйому, гідроциліндр, шарнірні з’єднання, напрямні та опорні вузли. У зоні їх дії існує ризик защемлення, удару або травмування працівника. Особливо небезпечним є перебування людини поблизу піднятої платформи або в місцях, де відбувається переміщення силових елементів конструкції.

Іншим важливим фактором є можливість зміщення або неправильного встановлення автомобіля на платформі. Якщо транспортний засіб розташований нерівномірно, з перекосом або із порушенням вимог до зупинки, під час піднімання це може спричинити додаткові навантаження на конструкцію, порушити стійкість платформи та створити небезпеку для водія і оператора. У зв’язку з цим перед початком розвантаження особлива увага повинна приділятися правильному розміщенню автомобіля.

До шкідливих факторів, які супроводжують роботу установки, належать підвищений шум від роботи гідравлічного обладнання, вібрація окремих

вузлів, запиленість у зоні приймання зерна, можливість контакту з мастильними матеріалами та несприятливі метеорологічні умови при роботі на відкритому майданчику. У період активного приймання зерна ці чинники можуть негативно впливати на працездатність персоналу, знижувати увагу та збільшувати ймовірність помилкових дій.

Не менш важливою є небезпека, пов’язана з використанням електрообладнання та гідросистеми. Електродвигуни, органи керування, кабельні лінії та шафи керування повинні працювати справно, мати захист від випадкового дотику та бути надійно заземленими. Гідравлічна система, у свою чергу, працює під тиском, тому пошкодження рукавів, негерметичність з’єднань або несправність запірної арматури можуть призвести до аварійного витоку робочої рідини, раптового зниження тиску або нестабільної роботи підйомного механізму.

Отже, умови праці при експлуатації стаціонарного автомобілерозвантажувача слід розглядати як такі, що потребують обов’язкового дотримання вимог безпеки, чіткої організації робочого місця та систематичного контролю технічного стану машини.

4.2 Заходи безпеки під час експлуатації автомобілерозвантажувача

Безпечна робота автомобілерозвантажувача значною мірою залежить від правильної організації експлуатації машини. До керування і обслуговування установки допускаються лише ті працівники, які пройшли інструктаж з охорони праці, ознайомлені з порядком роботи обладнання та засвоїли вимоги безпечного виконання операцій. Працівник повинен чітко знати послідовність дій під час подачі автомобіля, його встановлення на платформу, піднімання, опускання та завершення розвантаження.

Перед початком роботи необхідно виконати огляд технічного стану автомобілерозвантажувача. При цьому перевіряють справність гідроциліндра, стан рукавів і трубопроводів, надійність кріплення рухомих елементів,

відсутність видимих тріщин у рамі, справність органів керування та сигналізації. Також слід переконатися, що робочий майданчик не захаращений, на ньому немає залишків зерна, мастил або сторонніх предметів, які можуть перешкоджати роботі чи створювати умови для ковзання.

Під час подачі транспортного засобу на платформу оператор повинен контролювати правильність заїзду автомобіля. Машина повинна розміщуватися рівномірно, без перекосу, у межах робочої частини платформи. Після встановлення транспортного засобу необхідно переконатися, що він зупинений, зафіксований і готовий до розвантаження. Лише після цього дозволяється починати робочий цикл.

Піднімання платформи має виконуватися плавно, без ривків і різких змін швидкості. У цей момент працівникам забороняється перебувати поблизу рухомих частин механізму, під платформою або на її поверхні. Особлива увага повинна приділятися контролю за поведінкою транспортного засобу: у разі виявлення зміщення, перекосу, стороннього шуму чи ненормальної роботи приводу піднімання необхідно негайно припинити.

Після завершення висипання зерна платформа повинна бути плавно опущена у вихідне положення. Лише після повного опускання та припинення руху дозволяється з’їзд автомобіля з платформи. Поспішність у виконанні цих дій неприпустима, оскільки саме на завершальному етапі можливі додаткові ризики, пов’язані з неправильними діями водія або передчасним початком руху.

Таким чином, безпечна експлуатація автомобілерозвантажувача забезпечується поєднанням технічної справності машини, правильної організації робочого місця та суворого дотримання встановленої послідовності дій під час розвантаження.

4.3 Вимоги безпеки під час технічного обслуговування і ремонту

Технічне обслуговування автомобілерозвантажувача повинно проводитися регулярно, оскільки справний стан вузлів і механізмів безпосередньо впливає не лише на продуктивність машини, а й на безпеку

роботи. Обслуговування включає огляд несучої рами, перевірку стану шарнірних з’єднань, пальців, втулок, напрямних елементів, гідроциліндра, рукавів високого тиску, насосного обладнання та системи керування.

Перед виконанням будь-яких ремонтних або регулювальних операцій механізм повинен бути повністю зупинений. Електроживлення слід вимкнути, а рухомі елементи конструкції зафіксувати у безпечному положенні. Якщо платформа знаходиться в піднятому стані, вона повинна бути додатково закріплена механічними упорами, які виключають її мимовільне опускання. Виконувати огляд або ремонт без такого закріплення заборонено.

Особливої обережності вимагають роботи, пов’язані з гідравлічною системою. Перед роз’єднанням рукавів, заміною ущільнень, демонтажем гідроциліндра або запірної арматури необхідно скинути тиск у системі. Будь-яке втручання в гідросистему при наявності тиску є небезпечним, оскільки може призвести до раптового викиду робочої рідини, травмування працівника або пошкодження обладнання.

Під час обслуговування і ремонту персонал повинен користуватися справним інструментом, рукавицями, спецодягом, а за необхідності – захисними окулярами. Роботи слід проводити лише на підготовленому робочому місці з достатнім освітленням. Усі несправні, зношені або деформовані елементи повинні бути своєчасно замінені, оскільки їх подальша експлуатація може спричинити раптову відмову механізму в процесі роботи.

Отже, своєчасне технічне обслуговування є однією з основних умов безпечної експлуатації автомобілерозвантажувача, а всі ремонтні операції мають виконуватися лише після повного зняття навантаження і приведення машини в безпечний стан.

Оскільки автомобілерозвантажувач обладнаний електроприводом і системою керування, одним із важливих аспектів охорони праці є забезпечення електробезпеки. Усі металеві частини електрообладнання, які можуть опинитися під напругою в разі пошкодження ізоляції, повинні бути заземлені. Кабелі, електродвигуни, пускова апаратура та вимикачі мають

перебувати у справному стані, а доступ до струмоведучих частин повинен бути виключений.

Пускові та захисні пристрої повинні розміщуватися так, щоб оператор міг швидко зупинити машину в разі потреби. На робочому місці необхідно передбачити кнопку аварійного вимкнення, яка дає можливість миттєво припинити роботу механізму при виникненні небезпечної ситуації. Використання несправних електроприладів, кабелів із пошкодженою ізоляцією або саморобних електричних з’єднань є недопустимим.

Пожежна безпека під час експлуатації автомобілерозвантажувача також має важливе значення. На дільниці повинні бути вогнегасники, ящики з піском, лопати та інші первинні засоби пожежогасіння. Необхідно стежити за тим, щоб у зоні роботи машини не накопичувалися горючі матеріали, промаслене ганчір’я, пил і залишки зерна. Особливо небезпечним є поєднання органічного пилу, мастильних матеріалів і несправного електрообладнання.

У разі появи запаху горілої ізоляції, диму, іскріння або займання експлуатацію машини слід негайно припинити, вимкнути електроживлення та вжити заходів для ліквідації пожежі. Важливо, щоб персонал знав порядок дій у таких випадках і вмів правильно користуватися первинними засобами пожежогасіння.

Отже, надійна робота електрообладнання, своєчасний контроль його стану та дотримання правил пожежної безпеки є обов’язковими умовами безпечної експлуатації автомобілерозвантажувача.

4.4 Дії персоналу в аварійних ситуаціях

Під час експлуатації автомобілерозвантажувача можуть виникати аварійні ситуації, пов’язані з відмовою гідросистеми, перекосом платформи, пошкодженням рукавів, раптовим зникненням електроживлення, несправністю системи керування або займанням окремих елементів

обладнання. У таких умовах від правильності та швидкості дій персоналу залежить безпека людей і збереження машини.

У разі виявлення будь-якої несправності оператор повинен негайно припинити роботу, зупинити механізм, вимкнути живлення та повідомити відповідальну особу. Якщо виникла небезпека раптового опускання платформи, працівники повинні негайно залишити небезпечну зону та не наближатися до механізму до моменту його надійної фіксації. Самостійне усунення серйозних несправностей без належної підготовки не допускається.

При пошкодженні гідросистеми слід зупинити насос, скинути тиск і локалізувати місце витоку. Якщо на майданчик потрапила робоча рідина, її необхідно прибрати, оскільки вона створює небезпеку ковзання та підвищує пожежний ризик. Якщо виникає займання, потрібно використати наявні засоби пожежогасіння та при необхідності викликати пожежну службу.

Якщо під час аварії є потерпілі, їм слід надати першу допомогу. У разі травмування механізмами першочерговим є припинення дії небезпечного фактора, а при ураженні електричним струмом –негайне відключення живлення. Після цього потерпілому надають допомогу відповідно до характеру ушкодження та викликають медичних працівників.

Отже, запобігання аварійним ситуаціям ґрунтується на технічній справності обладнання, а мінімізація їх наслідків –на чітких і своєчасних діях персоналу.

Висновки

1. Основними небезпечними факторами є рухомі частини підйомного механізму, можливість перекосу або самовільного опускання платформи, дія тиску в гідросистемі, небезпека ураження електричним струмом, пожежна небезпека та запиленість робочої зони. Найбільшу загрозу становлять порушення порядку роботи, несправність вузлів машини та недотримання правил перебування в небезпечній зоні.

2. Для забезпечення безпечної експлуатації автомобілерозвантажувача необхідно підтримувати справний технічний стан рами, підйомного

механізму, гідроциліндра, напрямних вузлів та електрообладнання, правильно організовувати робоче місце, не допускати сторонніх осіб у зону роботи машини, своєчасно виконувати технічне обслуговування та забезпечувати персонал засобами індивідуального захисту.

5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЄКТУ

5.1 Загальна оцінка економічної доцільності удосконалення

Удосконалення стаціонарного автомобілерозвантажувача має не лише технічне, а й економічне значення, оскільки в умовах зернового господарства ефективність роботи приймального вузла безпосередньо впливає на тривалість простоїв транспортних засобів, ритмічність збирання врожаю, завантаженість зернотоку та загальні витрати на післязбиральну доробку продукції. Якщо процес розвантаження виконується повільно, на приймальному майданчику накопичуються автомобілі, збільшується тривалість одного рейсу, погіршується використання транспорту і виникають додаткові витрати, які в підсумку підвищують собівартість зерна.

У проєкті підвищення продуктивності досягається за рахунок удосконалення підйомного механізму автомобілерозвантажувача. Завдяки застосуванню більш жорсткої рамної конструкції, напрямного переміщення рухомої частини та обґрунтованих параметрів гідроприводу вдається скоротити тривалість робочого циклу. Це дає можливість зменшити час обслуговування одного автомобіля, підвищити пропускну здатність приймального пункту та знизити непродуктивні втрати часу у період масового надходження зерна.

Для техніко-економічної оцінки проєкту приймаємо, що через стаціонарний автомобілерозвантажувач за сезон проходить весь основний обсяг зернової продукції господарства. Відповідно до попереднього аналізу цей обсяг становить:

$$G=15110 \text{ т}$$

Середню масу зерна в одному автомобілі приймаємо:

$$q=12 \text{ т}$$

Тоді кількість автомобілів, які підлягають розвантаженню протягом сезону, становить:

n=Gq=1511012=1259≈1260 авт

Для базового варіанта тривалість одного циклу розвантаження приймаємо 16 хв, а для удосконаленого –11 хв. Зменшення тривалості циклу на 5 хв є реальним результатом застосування більш раціонального підйомного механізму.

Порівняльна оцінка технічних показників дає змогу визначити, наскільки удосконалена конструкція перевищує базову за продуктивністю та експлуатаційними параметрами.

Таблиця 5.1

Порівняння технічних показників базового та удосконаленого автомобілерозвантажувача

Показник	Базовий варіант	Удосконалений варіант
Середня маса зерна в одному автомобілі, т	12,0	12,0
Тривалість циклу розвантаження, хв	16	11
Коефіцієнт використання робочого часу	0,82	0,88
Продуктивність, т/год	36,9	57,6
Час, необхідний для розвантаження сезонного обсягу зерна, год	409,5	262,3
Скорочення тривалості робіт за сезон, год		

Продуктивність базового варіанта визначаємо за формулою:

$$Q_{б}=\frac{q\cdot 60}{t_{цб}}\cdot k_{вб}$$

$$Q_{б}=\frac{12\cdot 60}{16}\cdot 0,82=36,9\,т/год$$

Для удосконаленого варіанта:

$$Q_{уд}=\frac{q\cdot 60}{t_{цуд}}\cdot k_{вуд}$$

$$Q_{уд}=\frac{12\cdot 60}{11}\cdot 0,88=57,6\,т/год$$

Отже, приріст продуктивності становить:

$$\Delta Q = 57,6 - 36,9 = 20,7\, т / год$$

Відносне підвищення продуктивності:

$$\eta_Q = \frac{57,6 - 36,9}{36,9} 100 = 56,1\%$$

Для реалізації удосконаленого варіанта необхідні капітальні вкладення, пов'язані з виготовленням металоконструкцій, придбанням гідроциліндра, монтажем вузлів, виготовленням роликів, осей, втулок та виконанням складально-зварювальних робіт.

Таблиця 5.2

Орієнтовні витрати на модернізацію підйомного механізму

Стаття витрат	Вартість, грн
Металопрокат для рами, стояків і траверси	26040
Гідроциліндр	24500
Ролики, осі, втулки, кріпильні деталі	9800
Механічна обробка деталей	14800
Зварювально-складальні роботи	6500
Інші витрати (транспортування, фарбування, монтаж)	4360
Разом	86000

Отже, капітальні витрати на модернізацію становлять К=86000 грн

Скорочення тривалості одного циклу становить:

$$\Delta t = 16 - 11 = 5\, хв$$

У годинах:

$$\Delta t = 560 = 0,0833 \text{ год}$$

Тоді сумарне скорочення простоїв транспорту за сезон становить:

$$T_{тр} = n \cdot \Delta t = 1260 \cdot 0,0833 = 105,0 \text{ год}$$

Вартість однієї години простою автомобіля приймаємо Стр=780 грн/год

Тоді економія становить:

$$E_{тр} = T_{тр} \cdot C_{тр}$$

$$E_{тр} = 105,0 \cdot 780 = 81900\,грн$$

Завдяки підвищенню продуктивності скорочується тривалість роботи приймального вузла на:

$$\Delta T = 409,5 - 262,3 = 147,2\,год$$

Вартість однієї години роботи приймального вузла, з урахуванням заробітної плати оператора, електроенергії, мастильних матеріалів та поточних витрат, приймаємо:

Св=150 грн/год

Тоді економія становить:

Ев=ΔТ·Св

Ев=147,2·150=22080 грн

Покращення організації розвантаження та скорочення часу перебування зерна в зоні приймання дає змогу зменшити втрати продукції. Приймемо, що зниження втрат становить 0,01 % від сезонного обсягу зерна:

Gвт=15110·0,0001=1,511 т

Середню реалізаційну ціну зерна приймаємо:

Сз=7000 грн/т

Тоді економія за рахунок зменшення втрат зерна:

Ез=Gвт·Сз

Ез=1,511·7000=10577 грн

Сумарна річна економія становить:

ЕΣ=Етр+Ев+Ез

ЕΣ=81900+22080+10577=114557 грн

Для визначення річного економічного ефекту врахуємо нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень Ен=0,15

Тоді нормативна складова капітальних витрат становить:

Ен·К=0,15·86000=12900 грн

Річний економічний ефект:

$$Ер = ЕΣ − Ен \cdot К$$

$$Ер = 114557 − 12900 = 101657 \text{ грн}$$

Отже, очікуваний річний економічний ефект від упровадження удосконаленого підйомного механізму становить:

$$Ер = 101657 \text{ грн/рік}$$

Строк окупності визначаємо за формулою:

$$Т = К / Е_{\Sigma}$$

$$Т = 86000 / 114557 = 0{,}75 \text{ року}$$

Отже, капітальні вкладення окупляться приблизно за $Т \approx 0{,}75$ року або близько 9 місяців.

Для більшої наочності основні результати зведемо в таблицю 5.4.

Таблиця 5.4

Порівняння показників автомобілерозвантажувача до та після удосконалення

Показник	До удосконалення	Після удосконалення	Відхилення
Тривалість циклу розвантаження, хв	16	11	-5
Коефіцієнт використання робочого часу	0,82	0,88	+0,06
Продуктивність, т/год	36,9	57,6	+20,7
Час розвантаження сезонного обсягу зерна, год	409,5	262,3	-147,2
Загальна річна економія, грн/рік	—	114557	+114557
Річний економічний ефект, грн/рік	—	101657	+101657
Строк окупності, років	—	0,75	—

З наведених даних видно, що після удосконалення підйомного механізму тривалість одного циклу розвантаження скорочується на 5 хв, а продуктивність автомобілерозвантажувача зростає на 20,7 т/год. Це

забезпечує скорочення загального часу сезонного розвантаження на 147,2 год та формує річний економічний ефект у розмірі 101657 грн.

Висновки

1. Встановлено, що запропоноване конструктивне рішення забезпечує скорочення тривалості одного циклу розвантаження з 16 до 11 хв, унаслідок чого продуктивність автомобілерозвантажувача зростає з 36,9 до 57,6 т/год.
2. Підвищення пропускної здатності приймального вузла дає змогу скоротити простої транспортних засобів, зменшити тривалість роботи зернотоку та знизити втрати зерна в зоні розвантаження. Загальна річна економія від упровадження модернізованого механізму становить 114557 грн, а річний економічний ефект –101657 грн.
3. Капітальні витрати на виготовлення та впровадження удосконаленого підйомного механізму становлять 86000 грн, а строк їх окупності не перевищує 0,75 року. Це свідчить про економічну доцільність запропонованого технічного рішення та підтверджує можливість його практичного впровадження в умовах зернового господарства.

ВИСНОВКИ

1. У дипломному проєкті вирішено завдання підвищення продуктивності стаціонарного автомобілерозвантажувача під час розвантаження зерна в умовах сільськогосподарського підприємства. Аналіз виробничих умов показав, що господарство має виражену рослинницьку спеціалізацію, а площа ріллі становить 3850 га із загальної земельної площі 4200 га, що обумовлює значні обсяги перевезення та приймання зернової продукції.

2. Дослідження структури посівних площ і валового збору підтвердило, що основне навантаження на приймальний вузол формують зернові культури. Сумарний валовий збір пшениці, ячменю та кукурудзи становить 15110 т, тому забезпечення швидкого та безперебійного розвантаження автомобілів є необхідною умовою ефективної роботи зернотоку.

3. У результаті аналізу виробничих умов встановлено, що за добового надходження зерна 520 т і тривалості роботи зернотоку 10 год необхідна середня продуктивність вузла розвантаження повинна бути не меншою за 52 т/год. Фактична продуктивність базового автомобілерозвантажувача становить 36,9 т/год, тобто є меншою на 15,1 т/год, що підтверджує потребу в удосконаленні конструкції.

4. На підставі аналізу існуючих конструкцій автомобілерозвантажувачів і механізмів підйому обґрунтовано доцільність застосування стаціонарного поздовжнього автомобілерозвантажувача з гідравлічним підйомним механізмом. Як основний напрям удосконалення прийнято модернізацію підйомного механізму, оскільки саме цей вузол найбільшою мірою впливає на тривалість робочого циклу, стійкість роботи та загальну продуктивність машини.

5. У конструктивній частині обґрунтовано застосування рамного підйомного механізму з центрально розташованим гідроциліндром і напрямним переміщенням рухомої траверси. Така схема забезпечує симетричне прикладання зусилля, підвищення жорсткості конструкції,

зменшення перекосів і більш стабільну роботу автомобілерозвантажувача під навантаженням.

6. Конструктивним розрахунком визначено, що необхідне зусилля силового гідроциліндра становить 126,5 кН. Для забезпечення працездатності механізму обґрунтовано використання гідроциліндра з діаметром поршня 100 мм, діаметром штока 63 мм і ходом штока 420 мм. Також встановлено, що подача робочої рідини має становити близько 12 л/хв, а потужність електродвигуна гідроприводу повинна дорівнювати 4 кВт.

7. Перевірочними розрахунками підтверджено достатню міцність і жорсткість основних елементів конструкції. Зокрема, рухома траверса, стояки рами, шток гідроциліндра, осі та пальці працюють із допустимими напруженнями та мають необхідний запас міцності для надійної експлуатації в умовах робочого навантаження.

8. Удосконалення підйомного механізму дало змогу скоротити тривалість одного циклу розвантаження з 16 до 11 хв, тобто на 5 хв. Унаслідок цього продуктивність автомобілерозвантажувача зросла з 36,9 до 57,6 т/год, а приріст продуктивності становив 20,7 т/год, або 56,1 %, що підтверджує ефективність прийнятого конструктивного рішення.

9. За сезонного обсягу розвантаження 15110 т удосконалений автомобілерозвантажувач забезпечує скорочення сумарного часу виконання робіт з 409,5 до 262,3 год, тобто на 147,2 год. Крім того, зменшення тривалості одного циклу дає можливість скоротити простої автомобільного транспорту на 105 год за сезон.

10. Техніко-економічним обґрунтуванням встановлено, що капітальні витрати на модернізацію підйомного механізму становлять 86000 грн. Загальна річна економія від скорочення простоїв транспорту, зменшення часу роботи приймального вузла та зниження втрат зерна становить 114557 грн, річний економічний ефект дорівнює 101657 грн, а строк окупності капітальних вкладень становить 0,75 року. Отже, запропоноване удосконалення є технічно

обґрунтованим, економічно доцільним і може бути рекомендоване до впровадження в умовах сільськогосподарських підприємств.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гевко Б. М., Білик С. Г., Ліник А. Ю., Фльонц О. В. Гідропривод і гідроавтоматика сільськогосподарської техніки : навч. посіб. –Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2015. –384 с.

2. Машини, агрегати та комплекси для післязбиральної обробки і зберігання врожаю : монографія / [М. Д. Занько та ін.] ; за ред. С. В. Халіна, С. А. Лебедєва. –Дослідницьке : УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, 2023. –323 с.

3. Konami S., Nishiumi T. Hydraulic Control Systems. –Singapore : World Scientific, 2017.

4. Manring N. D., Fales R. C. Hydraulic Control Systems. 2nd ed. –Hoboken, NJ : John Wiley & Sons, 2019. –416 p.

5. Duffy O. C., Wright G., Heard S. A. Fundamentals of Mobile Heavy Equipment. –Burlington, MA : Jones & Bartlett Learning, 2017. –1406 p.

6. Kumar D., Kalita P. Reducing Postharvest Losses during Storage of Grain Crops to Strengthen Food Security in Developing Countries // Foods. –2017. –Vol. 6, No. 1. –Art. 8. –DOI: 10.3390/foods6010008.

7. Zhao Y., Lv H., Li Y. Grain Storage: Theory, Technology and Equipment // Foods. –2023. –Vol. 12, No. 20. –Art. 3792. –DOI: 10.3390/foods12203792.

8. Baynazarov K., Turayev S., Giyasidiniv A., Ismailov S., Maxammadjonov N., Sotvoldiyev X. Calculation for variations in resistance force during trailer unloading device operation // E3S Web of Conferences. –2024. –Vol. 471. –Art. 04014. –DOI: 10.1051/e3sconf/202447104014.

9. Baynazarov K., Yuldashov J., Ismailov S., Azimov S., Khabibullaev T., Mahammadjonov A. Calculation Method of Hydraulic Operation of Trailer Unlouding Device // AIP Conference Proceedings. –2025. –Vol. 3268. –Art. 020005. –DOI: 10.1063/5.0257587.

10. Sharma S. L., Agrawal A. P., Kumar C. Design and fabrication of three direction dumping mechanism in trucks // Materials Today: Proceedings. –2022. – Vol. 64. –P. 1160–1164. –DOI: 10.1016/j.matpr.2022.03.406.

11. Деркач О. П., Марус О. А. Машини для збирання зернових культур та післязбиральної обробки зерна : метод. вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Машини та обладнання для рослинництва» для студентів за напрямом підготовки 6.050503 «Машинобудування». Київ : Ред.-вид. від. НУБіП України, 2020. 75 с.

12. Гевко Б. М., Білик С. Г., Ліник А. Ю., Фльонц О. В. Гідропривод і гідроавтоматика сільськогосподарської техніки : посібник. Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2015. 384 с.

13. Андренко П. М., Лебедєв А. Ю., Свинаренко М. С. Технічне діагностування гідравлічних приводів : навч. посіб. Харків : Видавничий центр НТУ «ХПІ», 2016. 171 с.

14. Роговий А. С., Панамарьова О. Б., Тиньянова І. І., Рєзва К. С. Проєктування гідравлічних приводів [Електронний ресурс] : навч.-метод. посібник. Харків, 2023. 156 с.

15. Дідур В. А., Журавель Д. П., Палішкін М. А. [та ін.] Гідравліка : підручник / за заг. ред. В. А. Дідура. Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2015. 624 с

16. Машини та обладнання для післязбиральної обробки і зберігання врожаю : монографія / [М. Д. Занько та ін.] ; за ред. С. В. Халіна, С. А. Лебедєва. Дослідницьке : УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, 2023. 323 с.

17. Сільськогосподарські машини / [Д. Г. Войтюк, Л. В. Аніскевич, В. В. Іщенко та ін.] ; за ред. Д. Г. Войтюка. Київ : Агроосвіта, 2015. 679 с

ДОДАТКИ

Форм	Зона	Позн	Позначення	Найменування	Кільк	Примітка
				Документація		
А1			52.ДП.110.000.002ТХ	Складальне креслення		
				Підйомний механізм	1	
				Складові одиниці		
		1		Рейка зубчата		
		2		Колесо зубчате		
		3		Вал		
		4		Корпус		
		5		Втулка		
		6		Втулка довга		
		7		Втулка		
		8		Втулка		
		9		Каток		
		10		Вісь		
		11		Ролик		
		12		Шайба		

Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата	52.ДП.110.000.002.СК		
Розроб.		Омельченко Д.Д.			Складальне креслення Підйомний мехвнізм	Літ	Лист 83 / Листів
Перев.		Золотовська О.В.					
						ДДАЕУ Група АІС-2-23	
Н.Контр		Бойкл В.Б					
Затв.		Теслюк Г.В.					