

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ
МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМЕНІ С.З. ГЖИЦЬКОГО
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА МАШИНОБУДУВАННЯ**

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: **«Удосконалення конструкції перевантажувача для
транспортування зерна»**

Виконав: студент групи Маш-42сп

Спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»
(шифр і назва)

Артур-Іван ЯСТРЕМСЬКИЙ
(Ім'я та прізвище)

Керівник: Сергій БЕРЕЗОВЕЦЬКИЙ
(Ім'я та прізвище)

Дубляни 2025

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА МАШИНОБУДУВАННЯ**

Освітній ступінь «Бакалавр»

Спеціальність 133 Галузеве машинобудування
(шифр і назва)

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Зав. кафедри машинобудування

(підпис)

д.т.н., професор Власовець В.М.

“ ” _____ 2024 р.

З А В Д А Н Н Я

на кваліфікаційну роботу студенту

Ястремському Артуру-Івану Богдановичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Удосконалення конструкції перевантажувача для транспортування зерна»

Керівник роботи: Березовецький Сергій Андрійович, к.т.н., доцент

Затверджена наказом по університету від 25.02.2025 року № 123/К-с

2. Строк здачі студентом закінченої роботи 10.06.2025 року

3. Вихідні дані: довідкова література, ЄСКД, ДСТУ, методики розробки технологічних процесів, інструкції з охорони праці, технічні характеристики перевантажувачів зерна, законодавча і нормативна база України з питань охорони праці, літературні джерела, періодичні технічні видання.

4. Перелік питань, які необхідно розробити:

1. Аналіз конструкцій перевантажувачів зерна;
2. Удосконалення перевантажувача зерна;
3. Конструкторська розробка
4. Охорона праці;
5. Техніко-економічні показники ефективності впровадження нової конструкції перевантажувача зерна.

5. Перелік ілюстраційного матеріалу

Графічні матеріали до кваліфікаційної роботи виконати у вигляді презентації в середовищі Microsoft PowerPoint обсягом 10-12 слайдів (Аналіз конструкцій перевантажувачів зерна - 1 лист; Конструктивні виконання перевантажувачів зерна – 1 лист; Перевантажувач зерна причіпний – 1 лист; Транспортер вивантажувальний шнековий – 1 лист; Деталювання - 1 лист).

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
1,2,3,5	Березовецький С.А. к.т.н., доцент кафедри машинобудування			
4	Городецький І.М., к.т.н., доцент кафедри фізики, інженерної механіки та безпеки виробництва			

7. Дата видачі завдання: 26.02.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Відмітка про виконання
1	<i>Аналіз засобів перевантаження зерна</i>	26.02.2025-14.03.2025	
2	<i>Узгодження роботи зернозбиральних комбайнів і автомобілів у складі збирально-транспортної ланки</i>	17.03.2025-28.03.2025	
3	<i>Конструкторська розробка</i>	31.03.2025-11.04.2025	
4	<i>Охорона праці</i>	14.04.2025-25.04.2025	
5	<i>Техніко-економічні показники використання транспортних засобів</i>	28.05.2025-09.05.2025	
6	<i>Оформлення пояснювальної записки</i>	12.05.2025-23.05.2025	
7	<i>Оформлення графічної частини</i>	26.05.2025-10.06.2025	

Студент _____ Артур-Іван ЯСТРЕМСЬКИЙ
(підпис)

Керівник роботи _____ Сергій БЕРЕЗОВЕЦЬКИЙ
(підпис)

Ястремський А.-І. Б. «Удосконалення конструкції перевантажувача для транспортування зерна» / Кваліфікаційна робота. Дубляни: Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького, 2025. 58 с.

В кваліфікаційній роботі проведено аналіз перевантажувачів зерна. Запропоновано використання перевантажувача зерна, завдяки чому підвищується продуктивність і безперебійність роботи збирально-транспортної ланки при збиранні зернових.

Проведено технологічні розрахунки узгодження роботи зернозбиральних комбайнів і автомобілів у складі збиральної ланки; проведено конструктивні, міцнісні розрахунки запропонованого перевантажувача.

Розроблено заходи з охорони праці, а також рекомендації з покращання безпеки праці під час роботи з перевантажувачем зерна.

Обґрунтовано економічну ефективність використання перевантажувача зерна.

Табл. 9; рис. 7; бібліогр. джерел – 19.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1. АНАЛІЗ ЗАСОБІВ ПЕРЕВАНТАЖЕННЯ ЗЕРНА.....	8
1.1. Загальні відомості про мобільні перевантажувачі зерна.....	8
1.2. Огляд існуючих конструкцій перевантажувачів зерна	10
2. УЗГОДЖЕННЯ РОБОТИ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ І АВТОМОБІЛІВ У СКЛАДІ ЗБИРАЛЬНО-ТРАНСПОРТНОЇ ЛАНКИ.....	14
2.1. Розрахунок складу збирально-транспортної ланки.....	14
2.2 Визначення необхідної кількості автомобілів під час перевезення зерна від комбайнів на тік при поточному способу зберігання зернових.....	23
2.3 Розрахунок необхідної кількості комбайнів.....	25
2.4 Визначення тривалості завантаження бункера збирального агрегату технологічним матеріалом.....	26
2.5 Тривалість завантаження транспортного агрегату зерном.....	26
2.6 Визначення тривалості однієї їздки транспортного засобу із технологічним матеріалом.....	27
2.7 Визначення необхідної кількості транспортних засобів для перевезення зернових відповідно до розрахованої кількості збиральних агрегатів.....	28
2.8 Визначення тривалості очікування завантаження транспортних засобів технологічним матеріалом.....	29
2.9 Визначення обороту транспортних засобів у оптимальному складі збирально-транспортної ланки.....	29
2.10 Визначення кількості їздок агрегату за зміну.....	29
2.11 Визначення обсягу роботи що виконується транспортним агрегатом за зміну.....	30
2.12 Визначення добового пробігу автомобіля.....	31
Висновки до розділу 2	31
3 КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА.....	33

	6
3.1 Призначення і будова конструкції перевантажувача зерна.....	33
3.2 Принцип роботи конструкції.....	34
3.3 Конструктивні розрахунки.....	34
3.3.1 Розрахунок гвинтового вивантажувального шнека.....	34
3.3.2. Розрахунок шліцьового з'єднання.....	37
3.3.3. Вибір ланцюга.....	38
4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	40
5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ВИКОРИСТАННЯ	
ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ.....	49
ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ.....	55
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	53

ВСТУП

Автомобільний транспорт є основною ланкою в системі логістичного забезпечення сільськогосподарського виробництва. Він забезпечує понад 85 % вантажних і 75 % пасажирських перевезень в Україні, відіграючи важливу роль у збиранні та транспортуванні врожаю. Злагоджена взаємодія комбайнів і транспортних засобів визначає ефективність збиральної кампанії та безперервність технологічного процесу.

Однак у практиці функціонування системи «комбайн – автомобіль – елеватор» часто виникають простої, спричинені затримками в логістичному ланцюгу. Типовими проблемами є невчасне прибуття автомобіля до місця вивантаження, відсутність синхронізації між роботою збиральної техніки та транспортом, перевантаження пунктів приймання зерна. Усе це вимагає вдосконалення не лише організаційної схеми руху техніки, а й конструкційного забезпечення її надійної та безперервної роботи.

З машинобудівної точки зору, актуальним є завдання підвищення надійності транспортних засобів, зменшення простоїв через технічні несправності, оптимізація параметрів рухомого складу для роботи в полі, удосконалення елементів зчеплення, підвісок, вантажних платформ. Також важливе значення має адаптація конструкцій транспортних засобів до умов бездоріжжя, нерівностей поля та до інтенсивної циклічної роботи.

Таким чином, у межах машинобудівної спеціальності постає завдання техніко-організаційного вдосконалення парку сільськогосподарського автотранспорту, з урахуванням вимог логістики, навантажень на ходову частину, а також зменшення витрат на обслуговування та ремонт. Розв'язання цих завдань потребує інженерного підходу до аналізу, проєктування та модернізації технічних засобів, задіяних у системі перевезень.

1. АНАЛІЗ ЗАСОБІВ ПЕРЕВАНТАЖЕННЯ ЗЕРНА

1.1. Загальні відомості про мобільні перевантажувачі зерна

Успішність обробітку зернових в значній мірі визначається кон'юктурою ринку – рівнем цін протягом всього періоду реалізації. Чинників, що впливають на рівень цін, на ринку дуже багато – і значну частину з них не завжди можна спрогнозувати. І часто багатий урожай зерна не дуже радує аграріїв.

Для незалежності від рівня цін і стабільної прибутковості для господарств тих, що вирощують зернові культури необхідно управляти собівартістю вироблюваної продукції. Дуже важливі параметри, якою ціною отримана та або інша врожайність. І якщо витратам на ПММ, техніку, засоби захисту, добрива, насіння приділяється дуже багато уваги аграрних аналітиків, то на організацію збирального процесу – як класичного логістичного процесу уваги приділяється у край недостатньо, адже що таке логістика прибирання зернових? Це постановка процесу, що визначає оптимальне поєднання технічних, людських, матеріальних ресурсів, побудова ланцюжка руху продукту від поля – до елеватора. І частка витрат на цьому етапі вельми висока.

Так само у край важливо оптимально завантажити парк автомобілів задіяних на перевезенні. Зістикувати комбайновий парк, що працює на певному полі з обслуговуючими їх автомобілями так, що б не було простоїв – ні машин, ні комбайнів, – ціле мистецтво. Адже тут важлива злагодженість всього ланцюжка – від ефективності роботи комбайнера – до швидкої і точної роботи хлібоприймального пункту. Чинників, що впливають простої техніки дуже багато і безпростійну роботу ланцюжка комбайн–автомобіль організувати практично неможливо. Будь-яка затримка на елеваторі може привести до простою комбайнів, а потім до очікування автомобілями своєї черги, коли комбайн накопичить в бункер необхідну кількість зерна.



Рис. 1.1 - Перевантажувач в роботі

Для обґрунтування вигідного використання перевантажувачів приведемо приклад: розглянемо типову ситуацію. Бригада з трьох комбайнів середнього класу працює на полі віддаленому від приймального пункту на 20 км. Ємкість бункера кожного з комбайнів 6000 літрів. При врожайності 23-25 ц/га час заповнення бункера комбайна складе від 20-40 хвилин. Час необхідний вантажівці для приймання зерна, доставки на приймальний пункт, зважування, розвантаження і повернення назад складе за відсутності простоїв на прийманні і розвантаженні 40-60 хвилин. При використанні вантажівок, що вміщують в себе два бункери зерна буде необхідно не менше 3 автомобілі. Але це за ідеальних умов (коли немає черг на прийманні, і автомобілі та комбайни працюють без простоїв). Будь-яка ж накладка ламає систему. 30 хвилинний простій на елеваторі приведе до того, що всі комбайни простоюватимуть, чекаючи транспорт, який його обслуговує. І вивантаживши свої бункери повністю завантажуть тільки один вантажівку, а два інших стануть у полі на 30-40 хвилин, чекаючи намолоту наступної порції зерна. Розсипається єдиний ланцюг – і простой комбайнів і автомобілів стають регулярними. Спадає виробіток, затягуються терміни збирання. На заході, особливо в Канаді і США, давно використовують просте і ефективне рішення – застосовують бункери накопичувачі–перевантажувачі зерна, тобто великооб'ємні тракторні причеми, обладнані високопродуктивними вивантажувальними шнеками. Такі машини виконують роль буфера, який дозволяє виключити простой техніки. При

наповненні комбайнового бункера вони приймають в себе зерно прямо на ходу слідуючи поряд з комбайном, при підході автомобілів – швидко, за лічені хвилини перенавантажують вміст причепа на краю поля в кузов вантажівки. Тепер, фактично автомобільний транспорт і комбайни працюють незалежно і під повним навантаженням. Заокеанські аграрії для себе вивели просту арифметику – на три комбайни і три вантажівки, один трактор з перевантажувачем, який дорівнює одному комбайну і двом автомобілям. Тобто 3 комбайни, 3 автомобілі і трактор з таким причепом рівні за продуктивністю бригаді з 4 комбайнів і 5 автомобілів. А вільний трактор під час прибиральної завжди знайдеться. Отже, інвестиції в бункер накопичувач, що звільняє 1 комбайн і 2 автомобілі – вельми ефективні.

Але не менш важливим чинником для використання причепів-перевантажувачів в прогресивних агротехнологіях, разом з підвищенням продуктивності комбайнів і автомобілів, є ущільнення ґрунту. Високий тиск приводить до глибинного переущільнення, що у свою чергу укриває негативно позначається на врожайності оброблюваних культур. І якщо питомий тиск трактора або комбайна завдяки широкопрофільним шинам близько до ідеального, то у автомобіля цей показник може бути в рази вище за допустиму норму. У дощову погоду автомобілі, буксуючи розривають колію порушуючи цілісність стерні, а це найважливіший елемент вологоутримання. Крім того, доводиться після пробуксовування вирівнювати поля, проводячи зайву культивуацію або боронування. Причепа-накопичувачі обладнані широкопрофільними шинами низького і наднизького тиску і їх застосування мінімізує негативну дію на ґрунт в процесі збирання. А це ще один чинник економії і екології.

1.2. Огляд існуючих конструкцій перевантажувачів зерна

ТОВ «*LMR-AZENE*» (Латвія), виробляє найдоступнішу і уніфіковану техніку. Це моделі *LMR* і *PTU* різної вантажопідйомності (рис. 1.2).



Рис. 1.2 - Перевантажувач фірми «LMR-AZENE».

Машини польської фірми *Metal Tech* – ідеально підходять для агрегування з популярними в тракторах марки МТЗ-1221. Ємкість в 19 м³ дозволяє вміщати 3 бункери комбайнів *John Deere W540 / W550*, *CLAAS Avero 240 / 160*, *New Holland TC5.90*, *Case IH Axial-Flow 5140*. Вартість причепа, залежно від комплектації, складає 240 тис. грн. Оптимальне рішення для вітчизняних комбайнів (рис. 1.3).



Рис. 1.3 - Перевантажувач *Kinse*

- Висока швидкість вивантаження - 18 м³/хв.;
- Місткість кузова 37,8 м³;
- Система автоматичного очищення шнека від зерна;
- Спеціальна “порошкова” технологія фарбування;

- Ультрамодерна якість виготовлення і збірки – розкрій за допомогою роботизованого лазерного різання;
- Широкі здвоєні колеса із змінною відстанню або гусениці;
- Вертикальний шнек для вивантаження діаметром 55 см;
- Агрегатується із трактором 275 к.с.;
- Система розподілу зерна усередині кузова забезпечує ідеально рівномірний розподіл, постійний потік при вивантаженні;
- Надміцна система з'єднання з трактором;
- Серед можливих опцій - електронні ваги з пам'яттю і контролером.



Рис. 1.4 - Перевантажувач *PP-14*

Причіп перевантажувальний (рис. 1.4) призначений для транспортування зернових або кукурудзи від комбайнів до автомобіля з одночасним зважуванням. Завдяки швидкому перевантаженню без необхідності під'їзду комбайнів до автомобілів, причепа економлять до 30% часу роботи комбайнів.

Стандартне устаткування:

- гідравлічне управління механізмами;
- шнековий транспортер нижній;
- шнековий транспортер, що складається і розкладається за допомогою гідравліки;

- електричні ваги;
- шини 30,5R32;
- пневматичні гальма.

Технічна характеристика: вантажопідйомність 14 т, місткість 19 м³, довжина 7800 мм, ширина 3050 мм, висота 3450 мм, висота при розкладеному транспортері 4500 мм, потужність трактора (для зерна) 100 кВт. Одновісний, що дає можливість кращого маневрування. Шнековий транспортер, з можливістю швидкого розвантаження 2 тон/1 хв.

Фірма «Egritech» (рис. 1.5) виготовляє перевантажувальні бункери, які відрізняються за об'ємом, вантажністю та необхідною потужністю трактора. Найменшою є модель БНП-16 (кузов 16 м³, вантажопідйомність - 14 т). Найбільшою - БНП-40 (кузов 40 м³, вантажопідйомність - 29 т). Це обладнання під силу тракторам з потужністю від 150 к.с.



Рис. 1.5 - Перевантажувальний бункер «Egritech» БНП-30

Широке застосування причепів перевантажувальників у західних країнах обумовлене високою ефективністю їх включення у збиральний процес.

2. УЗГОДЖЕННЯ РОБОТИ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ І АВТОМОБІЛІВ У СКЛАДІ ЗБИРАЛЬНО-ТРАНСПОРТНОЇ ЛАНКИ

2.1. Розрахунок складу збирально-транспортної ланки

Повне використання технічних можливостей сільськогосподарської техніки, відсутність її простоїв з організаційних причин - один із важливих заходів з підвищення продуктивності машинно-тракторних агрегатів.

При розрахунку складу збирально-транспортної ланки, до якої входять збиральний комбайн і автомобілі необхідно враховувати пропускну здатність молотарки, швидкості руху і час заповнення зерном бункера комбайна при роботі в заданих умовах, тривалість рейсу автомобіля та кількість автомобілів, потрібних для транспортування зерна від комбайнів. На основі виконаних розрахунків складають графік узгодження роботи збирально-транспортної ланки (рис. 2.1).

Допустиму пропускну здатність молотарки зернозбирального комбайна (кг/с) визначають залежно від урожайності, соломистості та вологості культури, що збирається,

$$q_d = q_v [1 - 0,03(W_\phi - 15)], \quad (1.1)$$

де q_v - можлива пропускну здатність залежно від соломистості та урожайності при нормальній вологості зернової маси 15 % кг/с; W_ϕ - фактична вологість зернової маси, %

$$q_v = 0,6 q_m \left(1 + \frac{1}{\delta_c}\right), \quad (1.2)$$

де q_m - пропускну здатність молотарки при роботі в заданих умовах, кг/с; δ_c - коефіцієнт соломистості (відношення маси соломи і полови до маси зерна).

$$q_m = a_1 q_e \left(1 + b_1 \frac{g_3 - 4}{4}\right), \quad (1.3)$$

де a_1 - коефіцієнт, який враховує пристосованість зернової культури до обмолоту (для культур, які легко обмолочуються, $a_1=1$; при обмолоті однобарабанными комбайнами культур, які важко обмолочуються, $a_1 = 0,7$; при обмолоті двобарабанным комбайном $a_1 = 0,75$); q_e - еталонна пропускна здатність молотарки, кг/с; g_3 - урожайність зерна, т/га; b_1 - коефіцієнт, який враховує тип молотильного пристрою ($b_1 = 0,3$ для однобарабанных комбайнів і $b_1 = 0,27$ для двобарабанных).

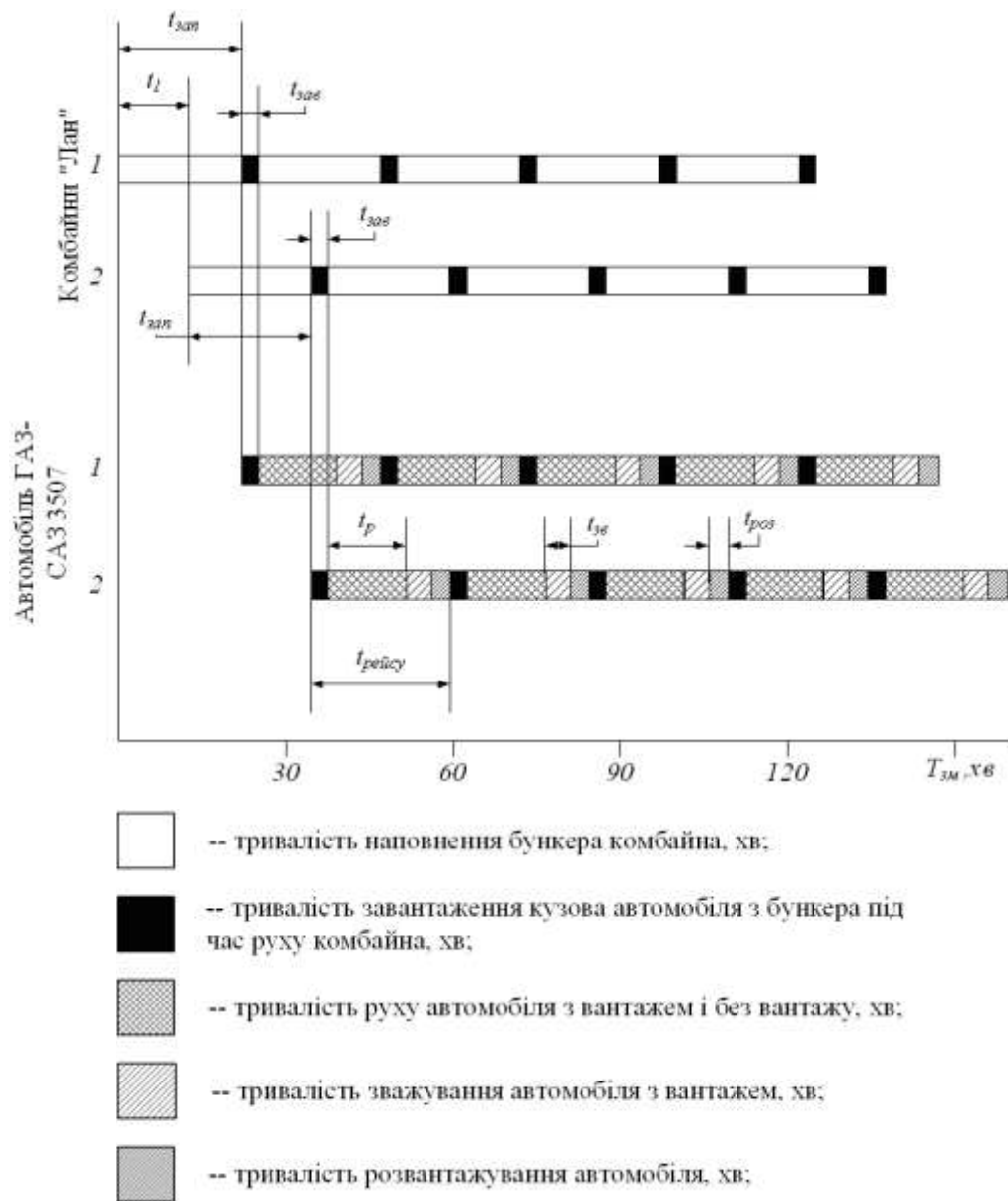


Рис. 2.1 – Приклад графіка узгодження роботи збирально-транспортної ланки

Максимально допустима швидкість руху комбайна обмежується пропускною здатністю молотарки комбайна або потужністю двигуна. Спочатку визначають допустиму швидкість за пропускною здатністю молотарки:

$$V_k = \frac{36 \cdot q_d}{B_p \cdot q} \quad (1.4)$$

де V_k - максимальна швидкість руху комбайна, яка обмежується пропускною здатністю молотарки, км/год; q_d - допустима пропускна здатність молотарки комбайна при роботі в заданих умовах, кг/с; B_p - робоча ширина захвату жатки комбайна, м; q - урожайність культури, що збирається, т/га

$$B_p = 0,96 B_k, \quad (1.5)$$

де B_k - конструктивна ширина захвату жатки комбайна, м

$$g = g_z(1 + \delta_c), \quad (1.6)$$

де g_z - урожайність зерна, т/га; δ_c - коефіцієнт солomистості.

Таблиця 2.1 - Короткі технічні характеристики зернозбиральних комбайнів

Показники	John Deere 330/430	Claas Mercator 70/75	Claas Dominator 108 / 118	John Deere 8820
Пропускна здатність, кг/с	1.2	1.5	3.8	4.0
Сила тяги комбайна, кН	16.0	18.0	28.0	30.0
Потужність двигуна, кВт	55.0	66.0	118.0	165.0
Місткість бункера зерна, м ³	1.8	2.3	4.5	8.8
Питомі затрати потужності на технологічний процес, кВт (кг/с)	45.8	44.0	31.1	30.0
Витрати потужності на холостий хід механізмів, кВт	10.0	12.0	18.0	20.0

Визначають необхідну ефективну потужність двигуна для роботи комбайна із швидкістю V_k

$$N_e = \frac{R_k \cdot V_k}{3,6 \cdot \eta_t \cdot \eta_b \cdot \eta_{п.п.}} + \frac{N_{т.п.} + N_{х.х.} + N_{д.а.}}{\eta_{х.х.}} \quad (1.7)$$

де R_k - опір переміщенню комбайна, кН; η_t - ККД трансмісії (враховує втрати потужності в трансмісії), $\eta_t = 0,85$; η_b - коефіцієнт, який враховує втрати потужності на буксування, $\eta_b = 0,97$; $\eta_{п.п.}$ - коефіцієнт, який враховує втрати потужності в клинопасовій передачі, $\eta_{п.п.} = 0,95$; $N_{т.п.}$ - питомі затрати потужності на технологічний процес (обмолот), кВт/(кг/с) (див. табл. 2.1); $N_{х.х.}$ - затрати потужності на холостий хід механізмів машини, кВт (див. табл. 2.1); $N_{д.а.}$ - затрати потужності на привод допоміжних агрегатів, кВт, $N_{д.а.} = 3$ кВт; $\eta_{ккд}$ - ККД передач, $\eta_{ккд} = 0,95$.

Опір руху комбайна

$$R_k = G_i \left(f_i + \frac{i}{100} \right), \quad (1.8)$$

де G_m - сила тяги комбайна, кН (див. табл. 2.1); f_m - коефіцієнт опору коченню (для машин на пневматичних шинах при русі по стерні $f_m = 0,10$); i - ухил місцевості, %.

Розраховану потужність N_e порівнюють з номінальною потужністю двигуна $N_{ен}$. Якщо $N_e < N_{ен}$, це означає, що потужності двигуна достатньо для роботи із швидкістю V_k і ця швидкість приймається як максимальна робоча швидкість. При $N_e > N_{ен}$ потужності двигуна недостатньо для роботи із швидкістю $V_k \nu_{pn}$. У цьому випадку необхідно знайти швидкість руху комбайна за потужністю двигуна. Вона буде меншою, ніж розрахована за пропускною здатністю комбайна.

Максимальну допустиму швидкість руху за потужністю двигуна визначають за формулою

$$V_{\text{д.к.}} = \frac{N_{\text{н.п.}} - \frac{N_{\text{х.х.}} + N_{\text{д.а.}}}{\eta_{\text{х.х.}}}}{\frac{R_{\text{к}}}{3,6 \cdot \eta_{\text{т}} \cdot \eta_{\text{б}} \cdot \eta_{\text{п.п.}}} + \frac{N_{\text{т.п.}}}{3,6 \eta_{\text{ккд}}}} \quad (1.9)$$

$V_{\text{д.к.}}$ - максимальна допустима швидкість руху за потужністю двигуна, км/год;
 $N_{\text{н.п.}}$ - номінальна потужність двигуна, кВт; g - урожайність культури, що збирається, т/га; $B_{\text{р}}$ - робоча ширина захвату жатки, м.

Час наповнення бункера комбайна зерном підраховують за формулою

$$t_{\text{нап}} = \frac{K_{\text{б}} V_{\text{б}} \gamma_{\text{м}} 600}{g_{\text{з}} B_{\text{р}} t_{\text{нап}}}, \quad (1.10)$$

де $K_{\text{в}}$ - коефіцієнт, який враховує затрати часу на можливі холості повороти та короткочасні зупинки комбайна під час наповнення бункера зерном, $K_{\text{в}}=1,1$; $V_{\text{б}}$ - місткість бункера комбайна, м³; $\gamma_{\text{м}}$ - щільність зерна, т/м³; $\gamma_{\text{м}} = 0,75$ т/м³; $g_{\text{з}}$ - урожайність зерна, т/га; $B_{\text{р}}$ - робоча ширина захвату жатки, м; $B_{\text{р}}$ - робоча швидкість руху комбайна, км/год; $t_{\text{нап}}$ - час наповнення, хв.

Тривалість циклу (рейсу) автомобіля підраховують за рівнянням

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{рух}} + t_{\text{зав}} + t_{\text{зв}} + t_{\text{роз}}, \quad (1.11)$$

де $t_{\text{рух}}$ - час руху з вантажем і без вантажу, хв; $t_{\text{зав}}$ - час завантаження автомобіля зерном, хв; $t_{\text{зв}}$ - час зважування, хв; $t_{\text{роз}}$ - час розвантажування автомобіля на току, хв. Час руху визначають так:

$$t_{\text{рух}} = \frac{62,5 \cdot l_{\text{г}}}{u_{\text{т}} \alpha_{\text{а}}}, \quad (1.12)$$

де $l_{\text{г}}$ - довжина їздки (відстань перевезень), км; $u_{\text{т}}$ - розрахункова норма пробігу, км/год (для ґрунтових природних доріг $u_{\text{т}}=25$ км/год); $\alpha_{\text{а}}$ - коефіцієнт використання пробігу автомобіля, $\alpha_{\text{а}} = 0,5$.

У формулі підготовчо-заклучний час прийнято 2,5 хв на годину роботи.

Таблиця 2.2 - Вантажопідйомність автомобілів

Автомобіль	Вантажо- підйомність, т	Автомобіль	Вантажо- підйомність, т
МАЗ-4371	4,0	Hyundai HD170	6,0
МАЗ-4371N2	4,5	Volvo FMX	12,0
ISUZU NPR	5,5	MAN TGM 18.290	8,0

Час завантажування знаходять як

$$t_{\text{зав}} = t'_{\text{роз}} n_{\text{б}} + t_{\text{пер}} (n_{\text{б}} - 1), \quad (1.13)$$

де $t'_{\text{роз}}$ - час розвантажування зерна із бункера комбайна, $t'_{\text{роз}} = 3$ хв; $t_{\text{пер}}$ - час переїзду від одного комбайна до іншого, коли у кузові нагромаджується зерно з двох і більше ($n_{\text{б}}$) бункерів комбайнів збиральної ланки, $t_{\text{пер}} = 1-3$ хв.

При визначенні кількості бункерів, необхідних для завантажування автомобіля, слід врахувати вантажопідйомність автомобіля і масу зерна в бункері. Місткість кузова автомобіля не враховують, оскільки для використання повної вантажопідйомності нарошують борти кузова.

Кількість бункерів, необхідну для завантажування автомобіля (із округленням до цілого меншого числа), визначають залежністю:

$$n_{\text{б}} = \frac{Q_{\text{ГН}}}{G_{\text{б}}}, \quad (1.14)$$

де $Q_{\text{ГН}}$ - номінальна вантажопідйомність автомобіля, т; $G_{\text{б}}$ - маса зерна в бункері, т, $G_{\text{б}} = V_{\text{б}} \gamma_{\text{м}}$.

Час зважування на автомобільних вагах $t_{\text{зв}} = 4,5$ хв. Час на механізоване розвантажування $t_{\text{роз}} = 3,6$ хв.

Кількість автомобілів, необхідну для транспортування зерна від комбайнів, підраховують за формулою:

$$m_a = \frac{t_{зв} n_a}{(t_{нап} + t_{роз}) m_k} \quad (1.15)$$

де m_k - кількість комбайнів у ланці.

Одержаний результат округляється до ближнього більшого цілого числа, щоб не було простоїв комбайнів у очікуванні транспорту.

Потім уточнюють тривалість циклу автомобіля:

$$t_{ц} = \frac{(t_{нап} + t_{роз}) m_k n_a}{n_a} \quad (1.16)$$

Графік узгодження роботи ланки (рис. 2.1) будують так, щоб до закінчення наповнення зерном бункера кожного із комбайнів був вільний автомобіль для навантажування зерном. На графіку $t'_{роз}$ зерна починається в кінці часу наповнення зерном $t_{нап}$ бункера відповідного комбайна.

Інтервал руху між комбайнами визначають із співвідношення

$$t_z = (t_{нап} + t_{роз}) \cdot \frac{1}{n_a} \quad (1.17)$$

Для побудови графіку треба виконати розрахунки за такими первинними даними: збирання пшениці однофазним способом і транспортування зерна на тік. У ланці п'ять комбайнів *John Deere* 330/430. Урожайність зерна 3 т/га. Коефіцієнт солемистості $\delta_c = 1,3$. Вологість хлібної маси $W_\phi = 20\%$. Похил місцевості $i = 3\%$. Марка автомобіля - МАЗ-4371N2. Ширина захвату комбайна 5 м. Відстань перевезень 5 км.

Довідкові дані: пропускна здатність молотарки $q_c = 5$ кг/с. Сила тяги комбайна 74 кН. Потужність двигуна комбайна 73,6 кВт. Місткість бункера зерна $V_6 = 3$ м³. Вантажопідйомність автомобіля 4,5 т.

Визначають допустиму пропускну здатність молотарки комбайна за формулами (1.1-1.3).

Для випадку, що розглядається $a_1 = 1$; $b_1 = 0,3$; $q_e = 5$ кг/с.

$$q_m = 1,5 \left[1 + \frac{0,3(3-4)}{4} \right] = 4,625 \text{ кг/с};$$

$$q_n = 0,6 \times 4,625 \left(1 + \frac{1}{1,3} \right) = 4,91 \text{ кг/с};$$

$$q_d = 4,91 [1 - 0,03(20 - 15)] = 4,17 \text{ кг/с}.$$

Визначають максимальну допустиму робочу швидкість комбайна за пропускну здатністю молотарки

$$v_{p_{nz}} = \frac{3,6 \cdot 4,17}{0,96 \cdot 5 \cdot 3(1+1,3)} = 4,53 \text{ км/год}.$$

Необхідна потужність двигуна для роботи комбайна із швидкістю $v_{p_{nz}}$

$$N_e = \frac{74 \left(0,10 + \frac{3}{100} \right) 4,53}{3,6 \cdot 0,85 \cdot 0,97 \cdot 0,95} + \frac{7,4 \cdot 4,17 + 10,5 + 3}{0,95} = 62,13 \text{ кВт}.$$

$N_e < N_{ен}$, тобто потужності двигуна достатньо для роботи із швидкістю $v_{p_{nz}}$.

Якщо коефіцієнт опору коченню більший за $f_m = 0,25$, то необхідна потужність двигуна дорівнює:

$$N_e = \frac{74(0,25 + 0,03) 4,53}{3,6 \cdot 0,85 \cdot 0,97 \cdot 0,95} + \frac{30,86 + 10,5 + 3}{0,95} = 79,97 \text{ кВт}.$$

У цьому випадку $N_c > N_{\text{ен}}$, тобто максимально допустиму швидкість комбайна необхідно визначити за потужністю двигуна

$$v_{p_{\max}} = \frac{73,6 - \frac{10,5 + 3}{0,95}}{\frac{74(0,25 + 0,03)}{3,6 \cdot 0,85 \cdot 0,97 \cdot 0,95} + \frac{7,4 \cdot 4,8 \cdot 3(1 + 1,3)}{36 \cdot 0,95}} = 4,01 \text{ км/год.}$$

Тобто, за цих умов комбайн здатний виконувати роботу із швидкістю 4,01 км/год.

Час наповнення бункера комбайна зерном

$$t_{\text{нап}} = \frac{1,1 \cdot 3 \cdot 0,75 \cdot 600}{3 \cdot 4,8 \cdot 4,53} = 22,76 \text{ хв.}$$

Маса зерна в одному бункері комбайна

$$G_6 = 3 \cdot 0,75 = 2,25 \text{ т.}$$

Кількість бункерів, необхідних для завантажування автомобіля

$$n_6 = 4,5 : 2,25 = 2.$$

Час руху

$$t_{\text{дв}} = \frac{62,5 \cdot 5}{25 \cdot 0,5} = 25 \text{ хв.}$$

Час завантажування автомобіля зерном

$$t_{\text{зав}} = 3 \cdot 2 + 2(2 - 1) = 8 \text{ хв.}$$

Підраховують час циклу

$$t_{ц} = 25 + 8 + 4,5 + 3,6 = 41,1 \text{ хв.}$$

Кількість автомобілів для транспортування зерна

$$m_a = \frac{41,1 \cdot 5}{(22,76 + 3) \cdot 2} = 3,99 \approx 4.$$

Уточнюють тривалість циклу автомобіля

$$t_{ц} = \frac{(22,76 + 3) \cdot 2 \cdot 4}{5} = 41,2 \text{ хв.}$$

Час простою автомобіля за цикл

$$t_{п} = 41,2 - 41,1 = 0,1 \text{ хв.}$$

Для побудови графіка узгодження роботи ланки визначають час інтервалу руху між комбайнами

$$t_i = (22,76 + 3) \cdot 1/5 = 5,15 \text{ хв.}$$

2.2 Визначення необхідної кількості вантажних автомобілів під час перевезення зерна від комбайнів на тік при поточному способу зберігання зернових

Підготовка автомобілів до перевезення зернових полягає у проведенні наступних робіт: усунення щілин та нещільностей, укріття кузова, нарощування бортів кузова та інше.

Кількість бункерів, $N_{б}$, що завантажуються у кузов агрегату

$$\begin{cases} N_{\bar{o}} \leq \frac{Q_n}{S_{\bar{o}} \gamma_m}, \\ N_{\bar{o}} \leq \frac{S_{m\Sigma}}{S_{\bar{o}}} \end{cases} \quad (2.1)$$

де Q_n – номінальна вантажопідйомність транспортного агрегату, відповідно бортового автомобіля, самоскида та причепів, т. (наводяться в технічній характеристиці на транспортний засіб).

$S_{\bar{o}}$ – місткість бункера для технологічного матеріалу збирального агрегату (комбайна), м^3

γ_m – об’ємна маса технологічного матеріалу, т/м^3

$S_{m\Sigma}$ – місткість кузова транспортного засобу (по основних бортах, або наставлених), м^3 .

Надалі місткість кузова транспортного агрегату можна розглядати з нарощеними бортами, що обумовлено технічною характеристикою транспортного засобу, або розрахувати висоту нарощених бортів.

Дійсне значення кількості бункерів, що завантажуються у кузов автомобіля утворюється шляхом округлення результатів розрахунку по вищенаведеній формулі, до меншого цілого числа.

Якщо $N_{\bar{o}} < 1$ то спочатку слід врахувати кількість автомобілів, що обслуговують одноразово один комбайн:

$$m_a^k = \frac{S_{\bar{o}} \gamma_m}{Q_n}. \quad (2.2)$$

Значення m_a^k треба округлити в більшу сторону до цілого числа. В такому випадку кількість бункерів, що завантажуються в кузов одного транспортного агрегату буде дорівнювати:

$$N_{\bar{o}} = \frac{1}{m_a^k}. \quad (2.3)$$

Статичний коефіцієнт використання вантажопідйомності α_{ϵ}^{cm} транспортного агрегату при наявності надставних бортів буде дорівнювати:

$$\alpha_{\epsilon}^{cm} = \frac{S_{\epsilon} \gamma_m N_{\epsilon}}{Q_n}. \quad (2.4)$$

2.3 Розрахунок необхідної кількості комбайнів

Необхідну кількість комбайнів розраховуємо за формулою:

$$M_{\kappa} = \frac{Q_{nl}}{W_{\kappa}^e D_{\phi}}, \quad (2.5)$$

де Q_{nl} - запланований обсяг технологічного матеріалу, що підлягає транспортуванню за календарний фонд часу, т.

$$Q_{nl} = 0,1 F_{nl} U_m. \quad (2.6)$$

де D_{ϕ} – календарний фонд часу, що відповідає агростроку виконання процесу, год.

$$D_{\phi} = D_{ac} T_{zm}, \quad (2.7)$$

де D_{ac} – агрострок виконання процесу, днів.

T_{zm} – тривалість зміни (7 год. або 10 год.)

F_{nl} – запланована площа польової плантації під зернові, га.

U_m – запланована врожайність зернових, ц/га.

W_{κ}^e – експлуатаційна продуктивність роботи комбайнів, т/год.

$$W_{\kappa}^e = 0,1 B_{\phi} V_{\kappa} U_m \tau_m, \quad (2.8)$$

де B_{ϕ} – фактична ширина захвату жатки збирального агрегату або відстань між осями двох суміжних валків, (фактична ширина захвату завжди менша від конструктивної на 7-8%), м.

V_{κ} – середня швидкість руху збирального агрегату, км/год.

$\tau_{зм}$ – коефіцієнт використання часу зміни, $\tau_{зм}=0,75\dots0,85$.

Дійсне значення кількості комбайнів утворюється шляхом округлення результатів розрахунку до найближчого цілого числа.

2.4 Визначення тривалості завантаження бункера збирального агрегату технологічним матеріалом

Тривалість завантаження бункера технологічним матеріалом, T_z , год. визначається за формулою:

$$T_{зм} = \frac{S_{\phi} \gamma_m}{W_{\kappa}^e}. \quad (2.9)$$

2.5 Тривалість завантаження транспортного агрегату зерном

Тривалість завантаження транспортного агрегату зерном, $T_{нав}$, год. визначається за формулою:

$$T_{нав} = T_{зав1} N_{\phi} + T_{пер}, \quad (2.10)$$

де $T_{зав1}$ – тривалість завантаження транспортного агрегату від одного комбайну, год.:

$$T_{зав1} = \frac{S_{\phi} \gamma_m}{Q_{зав}}, \quad (2.11)$$

де $Q_{зав}$ – продуктивність вивантаження технологічного матеріалу із бункера, т/год. Продуктивність вивантажувального шнека комбайнів сягає до 150 т/год. З урахуванням під'їзду під навантаження, розворот, маневрування та інше

доцільно експлуатаційне значення продуктивності застосовувати в межах 15...40 т/год.

$T_{пер}$ – тривалість переїзду автомобіля від одного комбайну до іншого (в разі якщо завантажується автомобіль декількома бункерами одноразово), год. Виходячи з умови поточності збирально – транспортного процесу, час, що відведено на переїзд можна розрахувати за формулою:

$$T_{пер} = \frac{T_z - T_{зав}(M_k - 1)}{M_k}(N_b - 1). \quad (2.12)$$

2.6 Визначення тривалості однієї їздки транспортного засобу із технологічним матеріалом

Тривалість однієї їздки, $T_{їзд}$, визначаємо за формулою:

$$T_{їзд} = T_{нав} + T_{розв} + T_{вив} + T_{рух}, \quad (2.13)$$

де $T_{розв}$ – тривалість розвантажувальних робіт транспортного процесу, год.

Тривалість розвантажування агрегату залежить від його марки та способу розвантаження. На етапі проектування транспортно-технологічного процесу можна прийняти час на механізоване розвантаження технологічного матеріалу для автомобілів-самоскидів $T_{розв}=0,06$ год, та при розвантаженні бортових вантажних автомобілів стаціонарним автомобілерозвантажувачем $T_{розв}=0,083$ год, у інших випадках проводиться розрахунок.

$T_{вив}$ – загальна тривалість вивантаження вантажу, добору і аналізу проб, оформлення документів, год. (в залежності від виду вантажу $T_{вив}=0...0,33$ год.)

$T_{рух}$ – тривалість руху з вантажем та холостий пробіг, год.

$$T_{рух} = \frac{l_n}{V_t \alpha_{проб}}, \quad (2.14)$$

де l_n - відстань перевезення технологічного матеріалу, км.

$\alpha_{проб}$ - коефіцієнт використання пробігу, $\alpha_{проб} = 0,5$

V_t - середня технічна (транспортна) швидкість руху транспортного засобу в заданих дорожніх умовах, км/год.

Швидкість руху автомобілів V_t залежить від типу і стану дорожнього покриття, поздовжнього профілю, плану траси, інтенсивності руху, метеорологічних умов і видимості, наявності кривих з малим радіусом, наявності пересічень з шляхами, шляхово-сигнальних знаків, тощо. Тому сучасні літературні джерела приводять багато різних викладок щодо розрахунку допустимої швидкості руху автомобіля, виходячи з його техніко-експлуатаційної характеристики.

На етапі проектування транспортно-виробничих процесів технічну швидкість автомобілів по різних групах доріг, залежно від їх стану, рекомендується призначати виходячи із розрахункових норм пробігу автомобілів.

2.7 Визначення необхідної кількості транспортних засобів для перевезення зернових відповідно до розрахованої кількості збиральних агрегатів

Необхідну кількість транспортних агрегатів визначаємо за формулою:

$$M_a = \frac{M_k T_{изд}}{T_{цк} N_б}, \quad (2.15)$$

де $T_{цк}$ – тривалість циклу роботи комбайну, год.

$$T_{цк} = T_{роб} + T_{зав1}. \quad (2.16)$$

Дійсне значення кількості автомобілів отримуємо шляхом округлення результатів розрахунків до найближчого цілого числа.

2.8 Визначення тривалості очікування завантаження транспортних засобів технологічним матеріалом

Час очікування завантаження транспортного засобу технологічним матеріалом визначаємо за формулою:

$$T_{оч} = \frac{T_{цк} M_a N_{\delta}}{M_{\kappa}} - T_{із\delta}. \quad (2.17)$$

Якщо $T_{оч} < 0$, то можна збільшити час T_z перерахувавши його за відповідними формулами, збільшивши кількість транспортних агрегатів.

2.9 Визначення обороту транспортних засобів у оптимальному складі збирально-транспортної ланки

Оборот транспортних засобів у складі збирально-транспортної ланки визначаємо за формулою:

$$T_{об} = T_{із\delta} + T_{оч}. \quad (2.18)$$

2.10 Визначення кількості їздок агрегату за зміну

Кількість їздок агрегату визначаємо за формулою:

$$n_{із\delta} = \frac{T_{зм} + T_{нц}}{T_{об}}, \quad (2.19)$$

де $T_{нц}$ – тривалість не циклових операцій за зміну, год.

Час на не циклові операції дорівнює:

$$T_{нц} = T_{01} + T_{02} + T_{\kappa} + T_{нз} + T_{\phi}, \quad (2.20)$$

де T_{01} , T_{02} – тривалість переїзду агрегату відповідно з місця базування на місце завантаження і з місця розвантаження на місце базування, год.

$$T_{01} = \frac{l_{01}}{V_{tx}}, \quad (2.21)$$

$$T_{02} = \frac{l_{02}}{V_{tx}}, \quad (2.22)$$

де l_{01} , l_{02} – відстань відповідно з місця базування до місця завантаження і місця розвантаження, км.

T_k – тривалість часу для контролю і регулювання агрегату і стану вантажу на маршруті, год, $T_k = 0,17 \dots 0,5$ год.

$T_{пз}$ – тривалість підготовчо-заключних робіт, куди входять затрати часу на ЩТО, організаційно-технічне обслуговування агрегату, підготовки агрегату до переїзду, час отримання наряду.

T_{ϕ} – час на відпочинок та особисті потреби виконавців, год, становить $T_{\phi} = 0,42 \dots 0,5$ год.

Значення $n_{ізд}$ округляється в більшу сторону до цілого числа.

2.11 Визначення обсягу роботи що виконується транспортним агрегатом за зміну

В тонах:

$$P_{зм} = Q_n \alpha_n^{cm} n_{ізд}. \quad (2.23)$$

В тонокілометрах:

$$W_{зм} = P_{зм} l_n. \quad (2.24)$$

2.12 Визначення добового пробігу автомобіля

Добовий пробіг автомобіля визначаємо за формулою:

$$l_{\text{доб}} = \frac{n_n}{\alpha_{\text{проб}}} n_{\text{їзд}} + (l_{01} + l_{02}). \quad (2.25)$$

Висновки до розділу 2

У другому розділі проведено комплексний аналіз організаційної та технічної взаємодії збиральної й транспортної техніки в складі збирально-транспортної ланки. Особливу увагу приділено узгодженню параметрів зернозбиральних комбайнів і автомобілів, що забезпечують ефективне транспортування зерна з поля до місць зберігання.

З позицій машинобудування обґрунтовано доцільність вибору саме тих моделей комбайнів, які за показниками пропускної здатності молотарки, питомими затратами потужності та об'ємом бункера відповідають вимогам сучасного агропромислового виробництва. У ході роботи виконано розрахунки допустимої швидкості руху машин, визначено необхідну потужність привідних двигунів з урахуванням втрат у трансмісії, клинопасовій передачі та допоміжних механізмах. Це дозволило виявити критичні умови, за яких потужності двигуна недостатньо для реалізації розрахованої швидкості, що є важливим аспектом при конструкторському забезпеченні надійної експлуатації техніки.

Визначено оптимальні параметри взаємодії вузлів комбайнів (молотарка, привідні системи, бункер) із транспортними агрегатами, що дало змогу розрахувати кількість необхідних автомобілів та кількість їздок на зміну. Також здійснено техніко-економічну оцінку оборотів транспортних засобів і тривалості циклів при різних умовах перевезень.

З погляду удосконалення конструкції, запропоновано орієнтуватися на ті інженерні рішення, які сприяють зменшенню часу простою, збільшенню об'єму транспортованого вантажу без перевантаження осей, а також на підвищення ергономічності механізмів вивантаження зерна. Виконані розрахунки підтверджують необхідність подальшого конструкторського вдосконалення системи дозавантаження бункера і перерозподілу навантаження на транспортну ланку.

Загалом, результати дослідження спрямовані на інтеграцію машинобудівних рішень у сферу агрологістики, що дозволяє суттєво підвищити ефективність роботи збирально-транспортної ланки за рахунок раціонального узгодження технічних характеристик та організаційних параметрів усіх задіяних агрегатів.

3 КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

3.1 Призначення і будова конструкції перевантажувача зерна

Перевантажувач зерна причіпний (ПЗП) призначений для накопичення до тридцяти двох тон зерна з одночасним зважуванням зерна і вивантаження його в транспортні засоби з високою швидкістю.

Будова конструкції показана на рис. 3.5.

Рис. 3.5 - Будова перевантажувача ПЗП.

1 - бункер; 2 - рама; 3 - вага; 4 - кронштейн; 5 - напрямна; 6 - гідродвигун; 7 - табличка; 8 - стійка; 9 - зчеплення; 10 - вивантажувальний шнек; 11 - гідроциліндр; 12 - гідрошланги; 13 - гідродвигун; 14 - шнек; 15 - стяжка; 16 - колеса 550/60 R22,5.

Бункер (1) встановлений на вагах (3), прикручених до рами (2). Від горизонтальних переміщень бункер утримують чотири стійки (5). Для збірки бункера з рамою передбачені кронштейни (4). Ззаду на рамі розташовані сигнальні таблички (7). Конструкція рами додатково утримується стійками (8). У бункері розташований шнек (14), що приводиться в рух гідродвигуном (6).

Бункері для додаткової жорсткості має стяжки (15). У передній частині бункера розташований вивантажувальний шнек (10), що приводиться в рух гідродвигуном (13). Опускання шнека проводиться гідроциліндром (11). Рама кріпиться до трактора за допомогою зчипки (9). Рама встановлена на чотири колеса R22,5.

3.2 Принцип роботи конструкції

Бункер завантажується комбайнами до повного завантаження. Далі він розвантажує зерно в транспортні засоби при цьому транспортний засіб підїжджає до перевантажувальника, опускається вивантажувальний транспортер перевантажувача на потрібну висоту, включається привід вивантажувального шнека і відбувається розвантаження, у міру розвантаження бункер спустошується, для просування зерна із задньої частини в передню включається шнек бункера.

Таким чином відбувається поступове повне вивантаження бункера.

3.3 Конструктивні розрахунки

3.3.1 Розрахунок гвинтового вивантажувального шнека. Для зерна, за умовою збереженості вантажу, рекомендована частота обертання шнека складає 50...500 об/хв. Приймаємо $n = 500$ об/хв. Тоді:

$$\omega = \pi n / 30. \quad (3.1)$$

$$\omega = 3,14 \cdot 500 / 30 = 52,3 \text{ c}^{-1}.$$

Розрахунковий діаметр шнека визначаємо за формулою:

$$D = \sqrt[3]{\frac{8 \cdot Q}{K \cdot \rho \cdot \psi \cdot \omega}}, \quad (3.2)$$

де K – коефіцієнт, який визначаємо з табл. 3.1, $K = 0,5$;

ρ – щільність вантажу (зерна), $\rho = 800 \text{ кг/м}^3$;

ψ – коефіцієнт співвідношення між кроком і діаметром гвинта, $\psi = 1$.

Підставивши значення отримаємо:

$$D = \sqrt[3]{\frac{8 \cdot 120}{0,5 \cdot 800 \cdot 52,3}} \approx 0,388 \text{ м},$$

Приймаємо діаметр шнека $D = 388 \text{ мм}$ і обчислюємо його інші геометричні параметри.

Крок гвинтової лінії визначаємо за формулою:

$$p = \psi D = 1 \cdot 388 = 388 \text{ мм}. \quad (3.3)$$

Кут нахилу гвинтової лінії:

$$\gamma = \arctg\left(\frac{p}{D}\right) = \arctg 1 = 45^\circ. \quad (3.4)$$

Повна довжина транспортера:

$$L_{\Pi} = H / \cos 45^\circ = 2,5 / 0,707 = 3,9 \text{ м}. \quad (3.5)$$

Потужність, необхідна для приводу

$$P = g \cdot Q \cdot (L + H) \cdot K_c \cdot K_d = 9,81 \cdot 120 \cdot (3,9 + 2,5) \cdot 1,5 \cdot 2,5 = 2,8 \text{ кВт}, \quad (3.6)$$

Довжина горизонтального переміщення вантажу розрахуємо за формулою

$$L = \sqrt{L_{\Pi}^2 - H^2} = \sqrt{3,9^2 - 2,5^2} = 2,5 \text{ м},$$

Коефіцієнт опору руху зерна $K_C = 1,5$, а коефіцієнт додаткових опорів $K_D = 2,5$.

Необхідна потужність гідродвигуна:

$$P_{\text{дв}} = \frac{P \cdot 1,4}{\eta} \quad (3.7)$$

$$P_{\text{дв}} = \frac{2800 \cdot 1,4}{0,85} = 4612 \text{ Вт.}$$

Обертний момент на валу шнека визначаємо за формулою:

$$T = \frac{30 \cdot P_{\text{дв}} \cdot \eta}{\pi \cdot n}$$

$$T = \frac{30 \cdot 4612 \cdot 0,85}{3,14 \cdot 500} = 74 \text{ Н} \cdot \text{м.} \quad (3.8)$$

Діаметр вихідного кінця цапфи валу визначаємо за формулою:

$$d_{\text{ц}} = \sqrt[3]{\frac{5 \cdot T}{[\tau_{\text{кр}}]}} \quad (3.9)$$

$$d_{\text{ц}} = \sqrt[3]{\frac{5 \cdot 74,9 \cdot 10^3}{15}} = 29,22 \text{ мм.}$$

Приймаємо $d_{\text{ц}} = 30 \text{ мм.}$

Діаметр посадочного місця підшипника

$$d_{\text{п}} = d_{\text{ц}} + 0...5 \text{ мм} = 30 + 5 = 35 \text{ мм.}$$

Для верхньої фіксуючої опори А за нормативами вибираємо роликовий радіально-упорний підшипник 7204 легких серії, для нижньої вільної опори В – кульковий радіальний підшипник 204 легкої серії.

Визначаємо сили, що діють на гвинт при $\gamma_c = \arctg(0,4 \cdot p / D) = \arctg 0,4 = 22^\circ$
і $\gamma = \arctg f_d = \arctg 0,4 = 22^\circ$:

$$F_t = \frac{2T}{K'D} = \frac{2 \cdot 74,9}{0,75 \cdot 0,388} = 290,5 H;$$

$$F_r = F_t \cdot \tg \gamma_c = 290,5 \cdot \tg 22^\circ = 112 H; \quad (3.10)$$

$$F_a = \frac{2T}{K'D \cdot \tg(\gamma_c + \varphi)} = \frac{2 \cdot 74,9}{0,75 \cdot 0,388 \cdot \tg 44^\circ} = 290 H.$$

Реакції в підшипниках обчислюємо за формулами:

$$R'_A = R'_B = 280,5 / 2 = 140,3 H;$$

$$R''_A = \frac{F_{II} l_{II} + F_a K'D | 2 - F_r L_n | 2}{L_{II}} = \frac{542 \cdot 0,1 + 290 \cdot 0,75 \cdot 0,15 / 2 - 112 \cdot 2,12}{2,12 \cdot 2} = -22,74 H \quad (3.11)$$

$$R''_B = \frac{F_{II} (L_{II} + l_{II}) - F_r L_{II} | 2 + F_a K'D | 2}{L_{II}} =$$

$$= \frac{542 \cdot 2,22 + 112 \cdot 2,12 / 2 + 290 \cdot 0,15 \cdot 0,75 / 2}{2,12} = 631,26 H.$$

Сумарні реакції

$$R_A = \sqrt{R_A'^2 + R_A''^2} = \sqrt{(-22,74)^2 + 140,3^2} = 142,13 H; \quad (3.12)$$

$$R_B = \sqrt{R_B'^2 + R_B''^2} = \sqrt{631,26^2 + 140,3^2} = 646,66 H.$$

3.3.2. Розрахунок шліцьового з'єднання. Бічні поверхні зубів шліцьового з'єднання працюють на зминання, а їх основа – на згин і зріз. Вирішальне значення має розрахунок на зминання:

$$\frac{M_{кр}}{\psi \cdot F \cdot l \cdot r_{cp}} \leq [\sigma_{зм}] , \quad (3.13)$$

де $M_{кр}$ – найбільший крутний момент, який передається з'єднанням;
 ψ – коефіцієнт, що враховує нерівномірність розподілу зусиль по робочих поверхнях зубів (приймаємо $\psi = 0,75$);

$F = 0,8 \times m \times z$ – площа всіх бічних поверхонь зубів з одного боку на 1 мм довжини (для евольвентних з'єднань), мм²;

l – робоча довжина зуба;

$r_{cp} = 0,5 \times d$ – для евольвентних зубів;

$[\sigma_{зм}]$ – допустиме навантаження на зминання.

Для шліців на вхідному валу:

$$M_{кр} = 74900 \text{ Н}\cdot\text{мм} ;$$

$$F = 0,8 \cdot 8 \cdot 20 = 38,2 \text{ мм}^2;$$

$$r_{cp} = 0,5 \cdot d = 0,5 \cdot 28 = 14,25 \text{ мм};$$

$$[\sigma_{зм}] = 120 \text{ Н/мм}^2 .$$

Тоді :

$$\frac{74900}{0,75 \cdot 38,2 \cdot 10 \cdot 14,25} = 24,7 \leq [\sigma_{cp}]$$

3.3.3. Вибір ланцюга. Приймаємо коефіцієнт запасу міцності $[n] = 6$, тоді розрахункове руйнуюче зусилля в ланцюзі можна визначити за формулою:

$$F_p = F_{\max} [n] = 2F_{нб} [n] = 2 \times 9453 \times 6 = 113436 \text{ Н}. \quad (3.13)$$

За значенням F_p вибираємо приводний роликовий довголанковий ланцюг ТРД-76,2-12700 з наступними параметрами: $t = 76,2$ мм; $[F_p] = 120$ кН; $q_u = 2,1$ кг/м.

Далі визначаємо динамічне навантаження на ланцюг, за формулою:

$$F_{\text{д}} = 1,5 m t \omega_{\text{зг}}^2, \quad (3.14)$$

де m - маса переміщуваного вантажу і тягового органу, кг;

$\omega_{\text{зг}}$ - кутова швидкість ведучої зірочки, рад/с;

$$m = (2q_{\text{ц}} + q)(L_{\text{н}} + L_{\text{с}}) = (2 \times 13,45 + 20,7)(9,5 + 1) = 489 \text{ кг.}$$

$$\omega_{\text{зг}} = \frac{2v}{D_{\text{зг}}} = \frac{2v \sin\left(\frac{180}{z}\right)}{t}, \quad (3.15)$$

де $D_{\text{зг}}$ - дільний діаметр ведучої зірочки, м;

z - число зубів ведучої зірочки;

$$\omega_{\text{зг}} = \frac{2 \times 0,32 \sin\left(\frac{180}{20}\right)}{0,076} = 2,75 \text{ рад/с}$$

$$F_{\text{д}} = 1,5 \times 489 \times 0,076 \times 2,75^2 = 432 \text{ Н.}$$

Далі визначимо розрахункове розривне зусилля за формулою:

$$F_p = F_{\text{нб}} + F_{\text{д}} = 9872 + 432 = 10306 \text{ Н.} \quad (3.16)$$

Визначимо розрахунковий коефіцієнт запасу міцності за формулою:

$$n = [F_p] / F_p = 120000 / 10306 = 11,6, \quad (3.17)$$

що більше мінімально допустимого значення. Отже, статична міцність ланцюга забезпечена.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

На кожному підприємстві, що здійснює роботи на автотранспорті треба:

- розробити інструкції по охороні праці;
- проводити відповідно до вимог законодавства навчання і перевірку знань з питань охорони праці, пожежної безпеки. Забороняється допускати до роботи працівників, що не пройшли навчання і перевірку знань з питань охорони праці і пожежної безпеки;
- попередній і періодичний медогляди працівників повинні проводитися у встановлені законами терміни;
- виконувати вимоги законодавства України про працю жінок, неповнолітніх;
- проводити розслідування нещасних випадків і профзахворювань відповідно до встановленого порядку.

Загальні вимоги безпеки на автомобільному транспорті

Обов'язки працедавця

Працедавець зобов'язаний створити на кожному робочому місці в кожному структурному підрозділі відповідні умови праці і забезпечити дотримання вимог відносно прав працівників у сфері охорони праці. З цією метою працедавець забезпечує розробку і функціонування системи управління охороною праці (СУОП). Для організації виконання усіх комплексних заходів по охороні праці по попередженню нещасних випадків, профзахворювань і аварій працедавець створює службу охорони праці.

Усі працівники мають бути проінформовані працедавцем під підпис про:

- умовах праці на підприємстві;
- наявності на робочому місці, де вони працюватимуть, небезпечних і шкідливих виробничих чинників, які ще не усунені;
- можливих наслідки дії шкідливих і небезпечних чинників на здоров'ї;

- права працівників на пільги і компенсації за роботу в таких умовах відповідно до чинного законодавства і колективного договору.

Інші обов'язкові вимоги, які слід виконувати працедавцеві для забезпечення відповідних умов безпеки праці працівників :

- проводити передрейсовий огляд водіїв транспортних засобів відповідно до вимог законодавства;
- забезпечити працівників спецодягом, спецвзуттям і іншими ЗІЗ.
- забезпечити працівників, зайнятих на роботах з важкими і шкідливими умовами праці, безкоштовним лікувально-профілактичним живленням, молоком або рівноцінними харчовими продуктами;
- розробити і затвердити Перелік робіт з підвищеною небезпекою.

Обов'язки працівників :

- до початку роботи кожен працівник повинен переконатися у відповідному стані свого робочого місця, перевірити справність запобіжних пристроїв, інструментів, механізмів, необхідних для виконання роботи;
- у разі виявлення порушень безпечного стану робочого місця, які працівник сам не може ліквідувати без запуску роботи, він повинен повідомити про них посадовцю, в обов'язки якого входить здійснення контролю безпечного виконання робіт;
- знати і виконувати вимоги НПАОП 0.00-1.62-12, інструкцій по охороні праці, відповідних правил поведінки з транспортними засобами, машинами, механізмами, устаткуванням і іншими засобами виробництва, користуватися засобами колективного і індивідуального захисту, дотримуватися зобов'язання по охороні праці, передбачені колективним договором (угодою) і правилами внутрішнього трудового розпорядку.

Вимоги до території, виробничих і допоміжних приміщень, споруд

Загальні вимоги до території, виробничих і допоміжних приміщень, споруд, які повинні дотримуватися на підприємстві включають наступні :

- територія, виробничі і допоміжні приміщення, майданчики і приміщення для зберігання транспортних засобів, споруди повинні відповідати діючим будівельним, санітарним і протипожежним нормам, стандартам і правилам, а також НПАОП 0.00-1.62-12;
- розташування виробничих і допоміжних будівель, споруд повинно відповідати технологічному процесу обслуговування і ремонту транспорту. Виробничі і допоміжні приміщення і споруди використовуються тільки по своєму призначенню, передбаченому проектом;
- на усі будівлі і споруди має бути документація (паспорти, акти, технічні журнали, проекти і так далі);
- транспортні засоби і агрегати, що підлягають списанню або ремонту, при зберіганні їх поза приміщеннями повинні розміщуватися на окремих рівних майданчиках з твердим покриттям;
- у виробничих приміщеннях і на території зберігання деталей, вузлів, агрегатів і різного металу має бути організоване в окремих місцях на стелажах;
- відходи, сміття, непридатні деталі, вузли і агрегати повинні своєчасно забиратися і накопичуватися на спеціально відведених майданчиках;
- небезпечні зони і ділянки на території і у виробничих приміщеннях, перебування і виконання робіт на яких пов'язане з небезпекою для працівників, повинні позначатися сигнальними кольорами і знаками безпеки, дорожніми знаками;

- підлога в приміщеннях будь-якого призначення має бути рівною, з твердим покриттям, непроникна для ґрунтових вод, без виступів і вибоїн.

На території і у виробничих приміщеннях підприємств не допускається:

- захащувати дороги, проходи, під'їзди до пожежних гідрантів, місць розташування пожежного інвентаря і устаткування;
- розміщувати на відкритих майданчиках транспортні засоби в кількості вище за норму, а також порушувати встановлений порядок їх розташування;
- палити зовні спеціально відведених для цього місць; користуватися відкритим полум'ям в непередбачених для цього місцях без вжиття відповідних протипожежних заходів;
- завалювати зсередини або ззовні запасні ворота;
- безладно розміщувати і зберігати (привалювати, спирати) матеріали, агрегати, запчастини і так далі до елементів будівель, споруд, устаткування і обгороджування.

Таблиця 4.1

Категорії транспортних засобів залежно від їх габаритних розмірів

Категорія транспортного засобу	Розміри автомобіля, м	
	довжина	ширина
I категорія	до 6,0 включно	до 2,1 включно
II категорія	більше 6,0 до 8,0	більше 2,1 до 2,5
III категорія	від 8,0 до 12,0	від 2,5 до 2,8
IV категорія	більше 12,0	більше 2,8

- Для автомобілів і автобусів з розмірами довжини і ширини, що відрізняються від розмірів, які приведені в таблиці, категорія визначається за найбільшим розміром.
- Категорія автопоїздів визначається габаритними розмірами автомобілів-тягачів.
- Автобуси відносяться до III категорії.

Таблиця 4.2

Норми відстаней між транспортними засобами, елементами конструкцій будівель і споруд

№ з/п	Номенклатура відстаней	Відстань для категорій транспортних засобів (не менше), м		
		I	II і III	IV
1	Між подовжніми сторонами автомобілів	0,6	0,6	0,8
2	Між стіною і автомобілем, встановленим паралельно до стіни	0,5	0,6	0,8
3	Між подовжньою стороною автомобіля і колоною або пілястром стіни	0,3	0,4	0,5
4	Між передньою стороною автомобіля і стіною або воротами при розставлянні автомобілів:			
	• прямокутником	0,7	0,7	0,7
	• косякутником	0,5	0,7	0,7
5	Між задньою стороною автомобіля і стіною або воротами (незалежно від розставляння)	0,5	0,7	0,7
6	Між автомобілями, що стоять один за одним	0,4	0,5	0,6
7	Між передньою стороною автомобіля і пристроєм для підігрівання автомобілів зимою	0,7	0,7	0,7

Норми відстаней автомобіле-місць для зберігання і очікування ремонту на майданчиках слід збільшувати:

- для поодиноких автомобілів - на 0,1 м;
- для автопоїздів і зчленованих автобусів - на 0,2 м.

Зберігати причепи і напівпричепи допускається відчеплено від автомобілів і сідельних тягачів.

5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ВИКОРИСТАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Витрати та доходи, пов'язані з кожним товаром, що є невід'ємною частиною виробничої системи господарства, необхідне ретельно проаналізувати зрозуміти їхнє значення для цього господарства. Також потрібно визначити, чи забезпечує сьогоднішня структура витрат по кожному товару конкурентоспроможність галузі на міжнародному рівні. Ефективність і конкурентоспроможність галузі можна оцінити по собівартості виробництва зернових і порівняння подібних витрат в основних країнах-конкурентах.

Автомобільний транспорт - необхідна умова збільшення виробництва продукції, він скорочує робочий час на створення продукту і тим самим є одним з вирішальних факторів зростання продуктивності праці і зниження собівартості продукції.

В економічній частині кваліфікаційної роботи визначається техніко-економічні показники використання автомобілів на перспективу і проведемо порівняння їх з показниками використання автопарку.

В другому розділі роботи розраховано потрібну кількість автомобілів для перевезення 32100 тонн вантажів, вона становить 30 вантажних автомобілів. Вантажопідйомність парку становить 100,5 тон.

Середня вантажопідйомність одного автомобіля

$$Q_{\text{сеп}} = 100,5 / 30 = 3,35 \text{ т}$$

Визначаємо загальний пробіг автомобілів за рік. Цей розрахунок проводимо в такому порядку:

Визначаємо річний пробіг одного автомобіля:

$$\ell = 265 \cdot 0,84 \cdot 160 = 35,616 \text{ км}$$

Річний пробіг всього автопарку:

$$L_s = 35,616 \cdot 30 = 1068480 \text{ км}$$

Виробіток автопарку в тоннах за рік:

$$W_m = 1070 \cdot 30 = 32100 \text{ т}$$

Виробіток автомобілів в тонно-кілометрах:

$$W_{т.км} = 80,4 \cdot 30 \cdot 265 = 639180 \text{ т. км.}$$

Коефіцієнт використання автомобілів становить 0,84, а коефіцієнт використання пробігу 0,60. Ці дані беремо на перспективу.

Собівартість перевезень складають такі статті витрат:

- заробітна плата шоферів з нарахуванням;
- вартість палива, мастильних і інших матеріалів;
- вартість капітальних ремонтів і придбання нових машин;
- затрати на технічне обслуговування і поточний ремонт;
- амортизація автопарку;
- накладні витрати (2% на техніку безпеки, інші витрати 4% від фонду оплати праці шоферів).

Основну оплату праці для запроектованого автомобільного парку розраховано відповідно до обсягу робіт. Додаткова оплата праці шоферів (відпускні, відрядні, класність та інші) підраховуються з врахуванням тривалості відпустки. Для шоферів, яким надається відпустка 18 робочих днів вона становить 5,9%, а яким 24 робочих днів – 7,87% від основної оплати праці.

Вартість палива і мастильних матеріалів одержуємо при перемноженні кількості потреби палива на його відпускну вартість згідно прейскуранту.

Тоді вартість запланованого палива і мастильних матеріалів буде:

$$C_{рп} = Q_n \cdot C_n \cdot n, \quad (5.1)$$

де $C_{рп}$ - вартість рідкого палива, грн;

Q_n - кількість палива, л;

C_n - ціна палива, грн.

n – кількість автомобілів, шт.

Автогосподарство використовує в основному дизельне пальне або бензин А – 92. Його середня його вартість з врахуванням транспортних витрат на доставку становить 53000 грн/т.

Тоді вартість рідкого палива:

$$C_{рп} = 53 \cdot 180 \cdot 30 = 286200 \text{ грн.}$$

Картерне масло складає 3,7% від рідкого палива, тобто

$$Q_{\text{м.к.}} = \frac{180 \cdot 30 \cdot 3,7}{100} = 199,8 \text{ л.}$$

Вартість картерного масла

$$C_{\text{м.к.}} = 199,8 \cdot 255 = 50949 \text{ грн}$$

Трансмісійне масло складає 0,8% від рідкого палива, що становить 43,2 л

Тоді

$$C_{\text{м.к.}} = 43,2 \cdot 225 = 9720 \text{ грн}$$

Вартість консистентних мастил складають 0,5% від рідкого палива

$$C_{\text{м.к.}} = \frac{0,5 \cdot 151200}{100} = 756 \text{ грн}$$

Загальна вартість паливо-мастильних матеріалів складатиме

$$C = 286200 + 50494 + 9720 + 756 = 347625 \text{ грн.}$$

Вартість ремонту і придбання нових авто шин розраховуємо за формулою

$$C_{\text{ш}} = 0,001 \cdot P_D \cdot N_1 \quad (5.2)$$

де $C_{\text{ш}}$ - затрати на шини, тис. грн.

P_D - загальний річний пробіг автошин даної марки;

N_1 - норма відрахувань на ремонт і придбання нових авто шин на 1000 км. пробігу.

Для розрахунків проведемо групування машин по марках з однаковими нормами відрахувань і визначаємо витрати за вищезгаданою формулою. Результати розрахунків заносимо в табл. 5.1.

$$C_{\text{ш1}} = 0,001 \cdot 249312 \cdot 1,13 = 281 \text{ тис.грн.};$$

$$C_{\text{ш2}} = 0,001 \cdot 427392 \cdot 1,19 = 508 \text{ тис.грн.};$$

$$C_{\text{ш3}} = 0,001 \cdot 391776 \cdot 1,03 = 403 \text{ тис.грн.};$$

Таблиця 5.1

Затрати на ремонт і відновлення зносу автошин

Норма відрахувань, грн/1000 км пробігу	Кількість автомобілів	Річний пробіг, км	Сума відрахувань, тис.грн.
1,13	7	249312	281
1,19	12	427392	508
1,03	11	391776	403

Всього витрат на ремонт і відновлення зносу автошин складатимуть 1192 тис.грн.

Витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт підраховуємо за нормами відрахувань на 1000 км. пробігу.

Норми взяті з довідкових даних. Результати розрахунків заносимо в табл. 5.2.

Таблиця 5.2

Затрати на поточний ремонт і технічне обслуговування

Норма відрахувань, грн/1000 км пробігу	Кількість автомобілів	Річний пробіг, км	Сума відрахувань, тис.грн.
25,24	8	284928	1342
7,56	3	106848	807
20,39	7	249312	2083
14,59	12	427392	2235

Сумарні затрати на поточний ремонт і технічне обслуговування складатимуть 6467 тис.грн. Відрахування на амортизацію вираховуються в процентах від балансової вартості автомобіля.

Норми відрахувань на амортизацію автомобілів встановлені окремо на капітальний ремонт (0,2% на 1000 км пробігу) і на повне відновлення (0,3% на 1000 км пробігу)

Амортизацію на капітальний ремонт визначаємо за формулою:

$$A_K = \frac{Q_u \cdot L \cdot a}{1000 \cdot 100}, \quad (5.3)$$

де Q_u - балансова ціна автомобілів, грн.;

L - річний пробіг одного автомобіля, км;

a - норма відрахувань, %.

Амортизація на повне відновлення

$$A_e = \frac{Q_u \cdot L \cdot a'}{1000 \cdot 100}, \quad (5.4)$$

де a' - норма відрахувань у %.

Сумарні амортизаційні відрахування будуть

$$\sum A = A_k + A_e, \quad (5.5)$$

Результати розрахунків зводимо в табл.5.3

Норма відрахувань		Кількість автомобілів шт.	Річний пробіг, км	Сума відрахувань	
На кап. ремонт	На повне відновлення			На кап ремонт, тис.грн.	На повне відновлення, тис.грн.
0,2	0,3	7	249312	1078	1617
0,2	0,3	12	427392	1483	2234
0,2	0,3	11	391776	1143	1724
Всього :				3704	5575
Разом :				9259	

Накладні витрати встановлюються за звітними даними господарства в % до суми заробітної плати водіїв. В господарстві відраховують 2% на техніку безпеки і 4% на інші витрати

$$H_{in} = \frac{23736 \cdot 4}{100} = 949 \text{ грн.};$$

$$H_{то} = \frac{23736 \cdot 2}{100} = 475 \text{ грн.};$$

Всього накладні витрати становлять 1434 грн. Загальні витрати по вантажному автопарку зводимо у табл. 5.4.

Таблиця 5.4

Витрати на отримання і експлуатацію автотранспорту

Показники	Сума, грн.
Основна оплата праці	22240
Допоміжна оплата праці	1496
Паливо-мастильні матеріали	347625
Ремонт і відновлення зносу шин	1192000
Технічне обслуговування і поточний ремонт	6467000
Амортизація	9279000
Всього прямих витрат	51004
Накладні витрати	1434
Всього витрат	17361799

Собівартість одного тонно-кілометра

$$C = \frac{\sum P_z + \sum H_z}{\sum Q}, \quad (5.6)$$

де $\sum P_z$ - сума прямих витрат, тис. грн.;

$\sum H_z$ - сума накладених витрат, тис. грн.;

$\sum Q$ - обсяг вантажоперевезень, ткм.

$$C = \frac{17361799}{32000} = 542,55 \text{ грн/ткм}$$

Порівняємо з існуючим автопарком. Економія при перевезенні 1 ткм.

$$E = 642,51 - 542,55 = 99,96 \text{ грн/ткм.}$$

Річний економічний ефект

$$E_{\text{річ}} = 32000 \cdot 99,96 = 3198720 \text{ грн.}$$

Всі економічні показники використання автомобілів зводимо у табл. 5.5.

Таблиця 5.5

Техніко-економічні показники використання вантажного автотранспорту

Показники	Одиниці виміру	Значення показників		Показники заплановки автопарку в % до існуючого
		Для існуючого автопарку	Для запланованого автопарку	
1	2	3	4	5
1. Кількість автомобілів	шт.	30	30	100
2. Вантажопідйомність всього автопарку	тонн	86,1	100,5	116,7
3. Вантажопідйомність одного автомобіля	тонн	2,87	3,35	116,7
4. Загальний пробіг за рік	тис. км	980,3	1068,5	108,9
5. Одного автомобіля	тис. км	25,2	35,6	141,6
6. Перевезено вантажу за рік	тис. тонн	24,3	32,1	132

Прожовження табл. 5.5

1	2	3	4	5
7. Вантажообіг всього автопарку	тис. км.	430,7	639,2	148,4
8. Виконано тонно-кілометрів одним автомобілем за рік	тис. км	14,4	21,3	147,9
9. Коефіцієнт технічної готовності автомобілів		0,49	0,84	171,4
10. Коефіцієнт використання пробігу		0,35	0,59	168,5
11. Собівартість 1 тонно-кілометра	грн.	642,51	542,55	99,96

Собівартість 1 т.км перевезених тракторами згідно з розрахунковими даними в господарстві дорожче ніж автомобілями, але не враховуючи те, що трактори мають кращу прохідність і їх зручніше використовувати на польових роботах (тобто на технологічних перевезеннях).

Пропонуємо використовувати вісімнадцять колісних тракторів на транспортних роботах. Ці трактори дають загальний економічний ефект 26280 грн. Особливо ефективними буде використання високопідйомних причепів, оскільки відпаде необхідність використовувати трактори ХТЗ–181.20 з бульдозером-навантажувачем ХТЗ-200-06 на навантажувально-розвантажувальних роботах.

Навантаження на розкидачі буде проводитись безпосередньо з причепа з високим підніманням.

Загальна економія від застосування високопідйомних причепів буде складати 32210 грн.

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

В кваліфікаційній роботі проведено аналіз засобів перевантаження зерна в якому детально охарактеризовано склад МТП і використання вантажного транспорту.

Проведено розрахунок обсягу технологічних перевезень, запроектовано склад автотракторного парку, з врахуванням специфіки і строків цих перевезень. На підставі цього проведені розрахунки необхідної кількості транспортних засобів для забезпечення ритмічної роботи посівних і збиральних агрегатів, а також з врахуванням строків продажі сільськогосподарської продукції.

В конструктивній частині розроблено причеп з високим підніманням вантажу і для розвантаження їх в робочі механізми. Застосування цього пристосування дасть можливість знизити трудомісткість робіт, пришвидшити операції перевалки вантажів.

В зв'язку з тим, що технологічні перевезення пов'язані з напруженим періодом збирання врожаїв сільськогосподарських культур, в розділі охорона праці розроблені питання гігієни пожежної профілактики.

В економічній частині зроблено розрахунки техніко-економічних показників роботи запланованого автотракторного парку, що складає загальну економію від застосування високопідйомних причепів 32210 грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бойко В. С. Деталі машин і основи конструювання : підручник / В. С. Бойко. Київ : Вища школа, 2006. 503 с.
2. Козак А. Ю. Організація вантажних перевезень : підручник / А. Ю. Козак, В. М. Козак. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2016. 280 с..
3. Кошук О. Б., Лузан П. Г., Мося І. А., Герлянд Т. М., Романов Л. А. Сільськогосподарські і меліоративні машини: Навчальний посібник. К.: ІПТО НАПН України, 2015. 291 с.
4. Босняк М.Г. Вантажні автомобільні перевезення. Навчальний посібник. - К.: Слово, 2010. - 408 с.
5. Вільковський Є.К., Кельман І.І., Бакуліч О.О. Вантажознавство (вантажі, правила перевезень, рухомий склад). 2е вид. перер. і доп. Підручник. – Львів: Інтелект-Захід, 2007, - 476 с.
6. Сахневич Є. М. Автомобільні перевезення : навч. посібник / Є. М. Сахневич, О. В. Литвин. Харків : ХНАМГ, 2010. 240 с.
7. Пилипенко М. І. Автомобільні перевезення вантажів : підручник / М. І. Пилипенко. Харків : УкрДАЗТ, 2014. 308 с..
8. Маліченко В.І., Павлюк В.І. Автомобільні перевезення. Збірник задач. Рівне: Автобан-поліграф, 2008, 120 с.
9. Правила перевезення вантажів автомобільним транспортом в Україні. К.: Мінтранс України, 1998.
10. Литвиненко В. С. Організація автомобільних перевезень вантажів : навч. посібник. Київ : Центр учбової літератури, 2012. 376 с.
11. Коваль Г. М. Екологічна безпека в аграрному секторі : навч. посібник / Г. М. Коваль. Вінниця : Нова книга, 2013. 300 с.
12. Боженко В. О. Сільськогосподарські машини та їх використання. К.: Аграрна освіта, 2009. 420 с.
13. Войтюк Д. Г., Гаврилюк Г. Р. Сільськогосподарські машини. К.: Урожай, 1994. 448 с.

- 14.Войтюк Д.Г, Дубровін В.О., Іщенко Т.Д. Сільськогосподарські машини та меліоративні машини. К.: Вища освіта 2004. 500 с.
- 15.Войтюк Д. Г., Гаврилюк Г. Р. Сільськогосподарські машини. 2-е вид. К.: Каравела, 2008. 550 с.
- 16.Пістун І.П., Березовецький А.П., Березовецький С.А. Охорона праці в галузі сільського господарства (рослинництво): навчальний посібник. Суми: ВТД «Університетська книга», 2009. 368 с.
- 17.Данильченко П. В. Сільськогосподарські машини. Тернопіль, 2001. 272 с.
- 18.Пістун І.П., Кіт Ю.В., Березовецький А.П. Практикум з охорони праці: навчальний посібник. Суми: Університетська книга, 2000. 207 с.
- 19.Сисолін П. В., Петренко М. М., Свірень М. О. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. Кн.3: Машини та обладнання для переробки зерна та насіння. К.: Фенікс, 2007. 432 с.