

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТРАНСПОРТУ
КАФЕДРА АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до випускної роботи бакалаврів на тему:
**«Визначення технологічних параметрів виробничої програми АТП зі
змішаним парком у 1 кліматичній зоні та 4 категоріях рельєфу»**

Виконав: ст. гр. АТ-23ск

А.О. Партика

Керівник: доцент кафедри АТ

О.Д. Почужевський

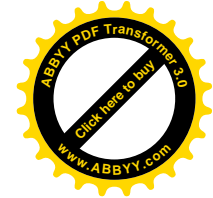
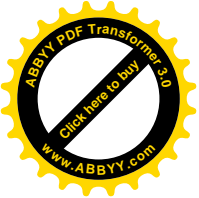
Допущений до захисту

" ____ " червня 2026 р.

Зав. кафедрою АТ професор, д.т.н.

Ю.А. Монастирський

Кривий Ріг
2026



Криворізький національний університет

Факультет **механічної інженерії та транспорту**

Кафедра **"Автомобільний транспорт"**

Освітньо-професійна програма - **Автомобільний транспорт**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедрою АТ

Ю.А. Монастирський

" ___ " квітня 2026 р.

ЗАВДАННЯ

на випускню роботу студенту

ПАРТИКА Андрій Олександрович

1. Тема роботи «Визначення технологічних параметрів виробничої програми АТП зі змішаним парком у 1 кліматичній зоні та 4 категоріях рельєфу» керівник проекту Почужевський О.Д., доцент, к.т.н. затверджені наказом 07.04.2026 р. №191с
2. Строк подання студентом роботи для перевірки на плагіат до 30.05.2026 р.
3. Вихідні данні до роботи: автомобільні крани вант-тю 70-110 т, та максимальним вильотом стріли 17-35 м; Кількість рухомого складу: автокрани 37 шт; Категорія рельєфу місцевості в залежності над рівнем моря – 4 категорія. Категорія природно-кліматичних умов експлуатації – 1 зона. Кількість робочих змін - 1; Тривалість робочої зміни - 8 год. Планове напрацювання на рік – 1034 мото-год;
- 4.Зміст пояснювальної записки: Титульний аркуш; Завдання; Реферат; Зміст; Вступ; Загальна частина; Охорона праці; Висновки; Перелік використаних джерел, Додатки.
5. Перелік графічного матеріалу: Титульний аркуш; 1-2Технологічний розрахунок підприємства; 3 Розрахунок кранової установки; 4 Вибір пересувної майстерні; 5. Креслення ПАРМ на шасі Урал 4320. Висновки.
6. Дата видачі завдання: 08.04.2026

Календарний план

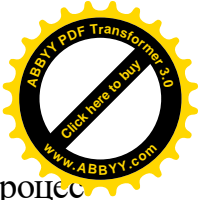
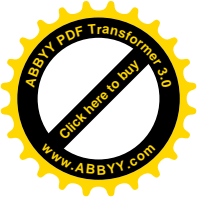
№ з/п	Назва етапів	Строк виконання	Примітки
1	Аналіз літературних джерел за темою роботи	08.04-15.04	
2	Підготовка 1 розділу роботи	15.04-04.04	
3	Підготовка 2 розділу роботи	04.04-18.05	
4	Підготовка 3 розділу роботи	18.05-30.05	
5	Отримання звіту подібності	30.05-10.06	
6	Отримання відгуку керівника та рецензії	30.05-14.06	

Студент

А.О. Партика

Керівник роботи

О.Д. Почужевський



РЕФЕРАТ

У даній випускній бакалаврській роботі розглянуто технологічний процес технічного обслуговування та ремонту автотранспортних засобів в умовах автотранспортного підприємства. Робота має комплексний характер і структурно поділена на три основні розділи.

У вступній частині визначено актуальність обраної теми, сформульовано мету та основні завдання дослідження, а також окреслено коло проблемних питань, пов'язаних з організацією ефективної експлуатації автотранспорту.

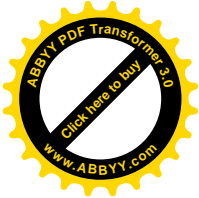
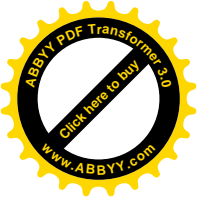
У загальному розділі виконано аналіз технологічного процесу ремонту і технічного обслуговування рухомого складу підприємства. Розглянуто принципи формування парку автотранспортних засобів, проведено порівняльну оцінку різних моделей автомобільних кранів з урахуванням їх техніко-експлуатаційних характеристик. Окрему увагу приділено розрахунку виробничої програми з ТО і ремонту, який включає коригування вихідних даних та нормативів технічного обслуговування залежно від умов експлуатації.

У межах цього розділу виконано визначення річної виробничої програми, розрахунок трудомісткості технічного обслуговування та поточного ремонту, а також додаткових обсягів робіт. Додатково розраховано потребу в пересувних засобах для виконання ТО і ПР, визначено чисельність виробничого персоналу та розраховано площі виробничого корпусу підприємства.

У конструктивно-експлуатаційній частині роботи проведено інженерні розрахунки кранової установки автокрана. Зокрема виконано розрахунок механізму повороту, механізму підйому стріли та вантажопідіймального механізму. Також визначено основні параметри гідравлічної системи, включаючи номінальний тиск, характеристики гідравлічного насоса, гідроциліндра, а також робочий об'єм гідромотора механізму повороту.

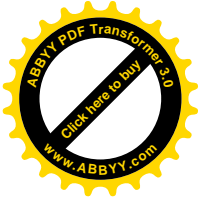
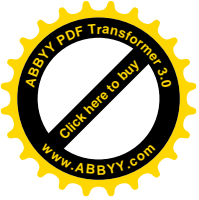
Розділ «Охорона праці» присвячено питанням забезпечення безпечних умов праці на автотранспортному підприємстві. У ньому розглянуто організаційні та технічні заходи безпеки, а також виконано розрахунки систем освітлення, вентиляції та опалення виробничих приміщень.

Загальний обсяг пояснювальної записки становить 68 сторінок.



ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1. ОСНОВНА ЧАСТИНА	7
1.1. Технологічний розділ.....	7
1.1.1. Вибір парку підприємства.....	7
1.1.2. Технічне порівнянн техніки.....	7
1.2. Визначення виробничої програми.....	14
1.2.1. Корегування даних прийнятих до розрахунку	14
1.2.2. Адаптація нормативів ТО і ремонту ТЗ.....	16
1.2.3. Визгачення річної виробничої програми підприємства	19
1.2.4. Визначення трудомісткості робіт	23
1.2.5. Визначення осягу додаткових робіт	27
1.2.6. Розрахунок пореби в ПАРМ	29
1.2.7. Розрахунок числа персоналу та площ приміщень.....	32
2. КОНСТРУКЦІЙНА ЧАСТИНА	37
2.1. Розрахунок автокранової установки	37
2.1.1. Розрахунок механізму повороту крана.....	39
2.1.2. Розрахунок механізму підйому стріли	45
2.1.3. Визначення номінального тиску гідравлічної системи	47
2.1.4 Розрахунок робочого об'єму гідромотора вантажної лебідки.....	48
2.2. Вибір пересувних засобів ТО і ПР	49
3. ОХОРОНА ПРАЦІ	53
3.1. Загальні положення	53
3.2. Розрахунок освітлення	54
3.3. Розрахунок вентиляції виробничог корпусу.....	58
3.4. Вибір типу вогнегасників.....	60
3.5. Екранування джерел випромінювання.....	61
3.6. Заходи безпеки на автотранспортному підприємстві під час воєнного стану та повітряної тривоги	62
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	67



ВСТУП

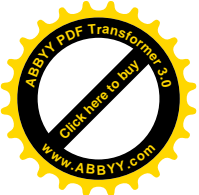
Автомобільний транспорт є одним із найбільш поширених і затребуваних видів транспорту у світі, який відіграє важливу роль у забезпеченні функціонування економіки, промисловості та соціальної сфери. Саме автомобільні перевезення забезпечують мобільність населення, оперативне транспортування вантажів і стабільну роботу багатьох галузей господарства. У сучасних умовах ефективність використання автотранспортних засобів безпосередньо впливає на економічні результати діяльності підприємств, рівень їх конкурентоспроможності та якість транспортних послуг.

У даній випускній кваліфікаційній роботі розглядаються питання підвищення ефективності експлуатації автомобільного транспорту, а також аналізуються сучасні підходи, методи та технологічні рішення, спрямовані на вдосконалення процесів технічного обслуговування, ремонту та організації роботи автотранспортних підприємств.

Обрана тема є актуальною та має важливе практичне значення, оскільки безпосередньо пов'язана із забезпеченням безпеки дорожнього руху, підтриманням належного технічного стану автомобілів та продовженням терміну їх експлуатації. Якість технічного обслуговування, своєчасне виконання ремонтних робіт та правильна організація експлуатації транспортних засобів значною мірою визначають рівень надійності автомобілів, їх економічність і безпечність у процесі використання.

Особливе значення має дотримання рекомендацій щодо експлуатації автомобілів у різних дорожніх, кліматичних та виробничих умовах. Від правильного вибору режимів роботи техніки, періодичності обслуговування та організації технічного контролю залежить ефективність функціонування рухомого складу та зниження ризику виникнення несправностей.

Важливою складовою діяльності автотранспортного підприємства є технологічний розрахунок виробничої програми, який дозволяє визначити необхідні обсяги робіт, трудові та матеріальні ресурси, а також забезпечити

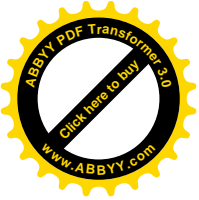


раціональне використання виробничо-технічної бази. Управління експлуатацією змішаного парку автомобільної техніки є складним технологічним процесом, оскільки потребує врахування численних факторів, серед яких природно-кліматичні умови, категорія рельєфу місцевості, інтенсивність використання техніки та особливості транспортних маршрутів.

Система технічного обслуговування і ремонту транспортних засобів є одним із ключових елементів забезпечення безперебійної роботи автомобільної техніки. У сучасних умовах високих навантажень та складних умов експлуатації особливого значення набуває підтримання належного технічного стану вузлів, агрегатів та складальних одиниць автомобілів. Саме якісне технічне обслуговування та своєчасне проведення ремонтів дозволяють забезпечити надійну роботу техніки, зменшити кількість відмов і мінімізувати простої рухомого складу.

Крім того, ефективна система технічного обслуговування і ремонту сприяє підвищенню продуктивності роботи транспортних засобів, покращенню показників безпеки та зниженню експлуатаційних витрат підприємства. Раціональна організація технічного сервісу також дозволяє збільшити ресурс машин і забезпечити стабільне функціонування виробничих процесів.

Особливо важливим є дотримання встановлених нормативів технічного обслуговування та ремонту. Недопустимим є необґрунтоване скорочення трудомісткості регламентних робіт, зменшення обсягів технічного обслуговування або порушення встановленої періодичності його проведення з метою тимчасового підвищення виробітку. Подібні дії можуть призвести до прискореного зношування техніки, виникнення аварійних ситуацій, збільшення кількості непланових ремонтів та значних простоїв автомобільного парку, що негативно вплине на ефективність роботи підприємства в цілому.



1. ОСНОВНА ЧАСТИНА

1.1. Технологічний розділ

1.1.1. Вибір парку підприємства

Організація експлуатації, технічного обслуговування та ремонту автотранспортних засобів в умовах віртуального підприємства дає можливість виконати комплексний аналіз виробничої діяльності та обґрунтувати найбільш ефективну структуру автотранспортного парку. Такий підхід дозволяє здійснити порівняння різних моделей техніки, визначити доцільність їх використання та сформулювати оптимальний склад рухомого парку відповідно до виробничих потреб підприємства.

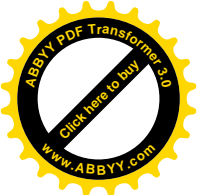
Крім того, система організації технічного обслуговування і ремонту в межах віртуального підприємства передбачає визначення виробничої програми, складання графіків виконання робіт та планування режимів експлуатації техніки. Це забезпечує можливість раціонального розподілу ресурсів і підвищення ефективності виробничих процесів.

Важливою складовою є проведення розрахунків трудомісткості робіт з технічного обслуговування та ремонту автомобілів на основі попередньо скоригованих нормативів ТО і ПР. Такі розрахунки дозволяють визначити реальний обсяг виробничих робіт, потребу в персоналі, а також оптимізувати завантаження виробничих дільниць.

На основі отриманих результатів виконується розрахунок чисельності виробничих працівників, необхідних для забезпечення безперебійної роботи підприємства, а також визначається площа основного виробничого корпусу з урахуванням розміщення технологічного обладнання, робочих постів та допоміжних приміщень. Це дозволяє створити ефективну виробничо-технічну базу, яка забезпечує якісне виконання робіт з експлуатації, технічного обслуговування та ремонту автотранспортних засобів.

1.1.2. Технічне порівняння техніки

Проведення технічного порівняння різних моделей автотранспортних засобів є важливим етапом під час вибору та придбання транспортної техніки,



оскільки дозволяє визначити найбільш доцільний варіант відповідно до умов експлуатації та виробничих потреб користувача. Такий аналіз дає можливість об'єктивно оцінити технічні, економічні та експлуатаційні характеристики автомобілів і прийняти обґрунтоване рішення щодо формування автопарку.

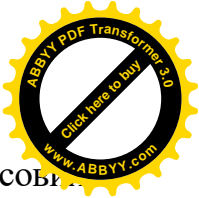
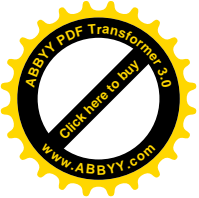
Основною метою технічного порівняння є отримання достовірної інформації про переваги та недоліки різних моделей транспортних засобів. Це дозволяє встановити, яка саме модель найбільш повно відповідає вимогам підприємства або користувача за показниками ефективності, надійності, економічності та безпеки експлуатації.

У процесі порівняльного аналізу враховуються основні технічні параметри автомобілів, серед яких максимальна швидкість руху, витрати палива, потужність двигуна, габаритні розміри, вантажопідйомність, місткість пасажирського салону, а також конструктивні особливості транспортного засобу. Окрему увагу приділяють системам активної та пасивної безпеки, рівню комфорту, наявності сучасних електронних систем керування та допоміжного обладнання, зокрема навігаційних систем, електронних асистентів водія, засобів підключення до мережі Інтернет та інших функціональних можливостей.

Крім технічних характеристик, під час порівняння можуть враховуватись показники надійності, вартість технічного обслуговування, доступність запасних частин, ремонтпридатність і загальні витрати на експлуатацію транспортного засобу протягом усього терміну його використання.

Таким чином, технічне порівняння автотранспортних засобів забезпечує обґрунтований вибір найбільш доцільної техніки, підвищує ефективність її використання та сприяє оптимізації витрат підприємства, пов'язаних з експлуатацією та технічним обслуговуванням рухомого складу. Додатково в процесі аналізу може враховуватися економічна складова, зокрема повна вартість володіння транспортним засобом, включаючи витрати на придбання, запасні частини, планові ремонти та поточне обслуговування.

Отже, технічне порівняння різних моделей автотранспортних засобів є необхідною процедурою, яка дозволяє обрати найбільш раціональний варіант



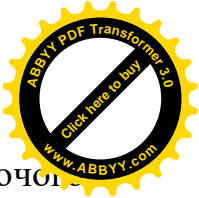
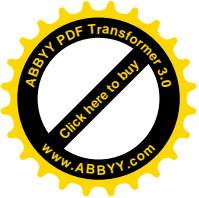
техніки з урахуванням конкретних вимог, умов експлуатації та фінансових можливостей користувача.

Для подальшого аналізу за критеріями вантажопідйомності та довжини стріли обираються три моделі стрілових кранів, які найбільш доцільно порівнювати між собою за техніко-експлуатаційними показниками. Основні технічні характеристики відібраних моделей систематизуються та заносяться до таблиці 1.1, що використовується для подальших розрахунків і порівняльного аналізу.

Таблиця 1.1

Технічні характеристики автомобільних кранів вантажопідйомністю 70-110 т, та максимальним вильотом стріли 17-35 м

№ з/п	Показники, одиниці вимірювання	I автокран	II автокран	III автокран
1	Вантажопідйомність, т	70	70	80
2	Мінімальна – максимальна довжина стріли (максимальна довжина з гуськом), м	12,5-38(45)	9,2-3,3(55,3)	10,2-17,7
3	Виробник	Zoomlion	Газпром-ран	Сокол
4	Модель	QY70V	КС-7976	Сокол-80
5	Ходове шасі	ZLJ5451	МЗКТ-79081 (8x8)	Гусеничний хід
6	Модель двигуна	WD615.46	DEUTZBF6M 1015CP	B465M
7	Потужність двигуна, кВт при об/хв	266 при 2200	330 при 2100	560 при 2000
8	Крутний момент двигуна, Нм при об/хв	1460 при 1350	1015 при 1300	2254 при 1400
9	Питомі витрати палива, г/кВт*год	228	205	245
10	Вантажний момент, тм	235,2	210	470
11	Мінімальна-максимальна висота підйому вантажу з основною стрілою (максимальна висота підйому з гусаком), м	35,8	9,2-33,3	16,5
12	Швидкість підйому (опускання) вантажу, м/хв	120	15,5	4,0
13	Швидкість підйому (опускання) пустого гака, м/хв	90	93	4,0
14	Швидкість обертання, об/хв	1,6	0,2	0,2
15	Швидкість пересування, км/год	75	65	24,35
16	Довжина, мм	14000	13621	12500
17	Висота, мм	3750	4150	3950
18	Ширина, мм	2750	3200	3380
19	Експлуатаційна маса, кг	44200	49000	65000
20	Тип приводу кранової установки	Гідравлічний	гідравлічний	гідравлічний



1. Визначення часу робочого циклу крана Визначення часу робочого циклу крана є важливим етапом у розрахунку його продуктивності та ефективності роботи. Даний параметр характеризує загальну тривалість виконання одного повного циклу вантажопідіймальних операцій, який включає захоплення вантажу, його підйом, переміщення, розвантаження та повернення у вихідне положення

Здійснено відповідний комплекс порівняльних розрахунків:

1. Визначення часу робочого циклу крана:

$$t_y = 2t_{no} + 2t_{noz} + 2t_{nos} + t_{mp}, \text{ хв} \quad (1.1)$$

де t_{mp} - час такелажних робіт, хв (приймається $t_{mp} = 0,8 \text{ хв}$);

t_{no} - час підйому (опускання) вантажу, хв;

t_{noz} - час підйому (опускання) гака, хв;

t_{nos} - час повороту платформи, об/хв.

$$t_{no} = \frac{H}{V_{no}}, \text{ хв} \quad (1.2)$$

$$t_{noz} = \frac{H}{V_{noz}}, \text{ хв} \quad (1.3)$$

H - висота підйому вантажу (приймається $H = 5 \text{ м}$);

V_{no} - швидкість підйому/опускання вантажу, м/хв.

$$t_{nos} = \frac{\alpha}{V_{nos}}, \text{ хв} \quad (1.4)$$

α - частка оберту платформи від 360° . (приймається $\alpha = 0,4 \text{ оберти}$);

V_{nos} - швидкість повороту платформи, об/хв.

1 автомобільний кран:

$$t_{no} = \frac{5}{120} = 0,042 \text{ хв} \quad t_{noz} = \frac{5}{90} = 0,05 \text{ хв} \quad t_{nos} = \frac{0,4}{1,6} = 0,25 \text{ хв}$$

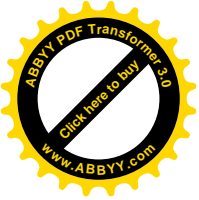
$$t_y = 2 \cdot 0,042 + 2 \cdot 0,05 + 2 \cdot 0,25 + 0,80 = 1,49 \text{ хв}$$

2 автомобільний кран:

$$t_{no} = \frac{5}{15,5} = 0,323 \text{ хв} \quad t_{noz} = \frac{5}{93} = 0,05 \text{ хв} \quad t_{nos} = \frac{0,4}{0,2} = 2 \text{ хв}$$

$$t_y = 2 \cdot 0,323 + 2 \cdot 0,05 + 2 \cdot 2 + 0,80 = 5,553 \text{ хв}$$

3 автомобільний кран:



$$t_{no} = \frac{5}{4} = 1,25 \text{ хв} \quad t_{noz} = \frac{5}{4} = 1,25 \text{ хв} \quad t_{нов} = \frac{0,4}{0,2} = 2 \text{ хв}$$

$$t_y = 2 \cdot 1,25 + 2 \cdot 1,25 + 2 \cdot 2 + 0,80 = 9,8 \text{ хв}$$

2. Визначення кількості робочих циклів за годину роботи крана є важливим етапом оцінки його експлуатаційної продуктивності. Даний показник характеризує інтенсивність використання вантажопідіймального механізму та дозволяє встановити, скільки повних робочих операцій може бути виконано протягом однієї години роботи

$$n_y = \frac{60}{t_y}, \text{ циклів / год} \tag{1.5}$$

I автомобільний кран

$$n_y = \frac{60}{1,49} = 40,149 \text{ циклів / год}$$

II автомобільний кран

$$n_y = \frac{60}{5,553} = 10,806 \text{ циклів / год}$$

III автомобільний кран

$$n_y = \frac{60}{9,8} = 6,122 \text{ циклів / год}$$

3. Визначення експлуатаційної продуктивності кранів є одним із ключових етапів оцінки їх техніко-економічної ефективності, оскільки дозволяє встановити фактичний обсяг вантажопідіймальних робіт, який може бути виконаний за одиницю часу в реальних умовах експлуатації

$$P_{екс.} = t_p \cdot Q \cdot K_g \cdot K_y \cdot n_y, \text{ т / зміну}$$

де t_p - тривалість робочої зміни крана, год. (приймається $t_p = 7,8 \text{ год}$);

Q - вантажопідйомність крана, т;

K_g - коефіцієнт використання крана за вантажопідйомністю при роботі з одним певним вантажем (приймається $K_g = 0,8$);

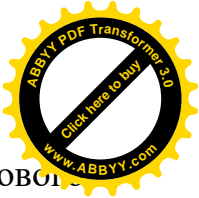
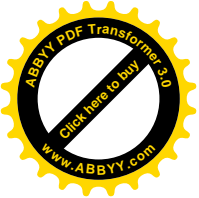
K_y - коефіцієнт використання крана по часу протягом зміни, що враховує технологічні та мінімальні організаційні простой (приймається $K_y = 0,65$).

I автомобільний кран: $P_{екс.} = 7,8 \cdot 70 \cdot 0,8 \cdot 0,65 \cdot 40,149 = 11399,019 \text{ т / зміну}$

II автомобільний кран: $P_{екс.} = 7,8 \cdot 70 \cdot 0,8 \cdot 0,65 \cdot 10,806 = 3067,919 \text{ т / зміну}$

III автомобільний кран: $P_{екс.} = 7,8 \cdot 80 \cdot 0,8 \cdot 0,65 \cdot 6,122 = 1986,612 \text{ т / зміну}$

4. Визначення показників питомої потужності, енергоємності та



металоемкості є важливою частиною техніко-економічного аналізу кранового обладнання, оскільки дозволяє комплексно оцінити його ефективність, ресурсомісткість та раціональність конструктивних рішень:

I автомобільний кран: $N_{II} = \frac{266}{44200} = 0,006 \text{ кВт} / \text{кг}$

$$E_N = \frac{266}{11399,019} = 0,023 \text{ кВт} \cdot \text{змiна} / \text{т} \quad E_M = \frac{44200}{11399,019} = 3,878 \text{ кг} \cdot \text{змiна} / \text{т}$$

II автомобільний кран: $N_{II} = \frac{330}{49000} = 0,007 \text{ кВт} / \text{кг}$

$$E_N = \frac{330}{3067,919} = 0,108 \text{ кВт} \cdot \text{змiна} / \text{т} \quad E_M = \frac{49000}{3067,919} = 15,972 \text{ кг} \cdot \text{змiна} / \text{т}$$

III автомобільний кран: $N_{II} = \frac{560}{65000} = 0,009 \text{ кВт} / \text{кг}$

$$E_N = \frac{560}{1986,612} = 0,282 \text{ кВт} \cdot \text{змiна} / \text{т} \quad E_M = \frac{65000}{1986,612} = 32,719 \text{ кг} \cdot \text{змiна} / \text{т}$$

5. . Визначення узагальненого показника енергоемності кранів виконується з метою комплексної оцінки енергетичної ефективності їх роботи та порівняння різних моделей за рівнем витрат енергії на виконання вантажопідіймальних операцій:

I автомобільний кран: $\Pi_{NG} = \frac{266 \cdot 44200}{11399,019^2} = 0,09 \text{ кВт} \cdot \text{кг} \cdot \text{змiна} / \text{т}$

II автомобільний кран: $\Pi_{NG} = \frac{330 \cdot 49000}{3067,919^2} = 1,718 \text{ кВт} \cdot \text{кг} \cdot \text{змiна} / \text{т}$

III автомобільний кран: $\Pi_{NG} = \frac{560 \cdot 65000}{1986,612^2} = 9,223 \text{ кВт} \cdot \text{кг} \cdot \text{змiна} / \text{т}$

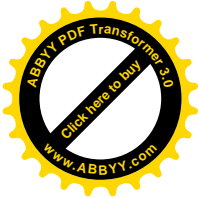
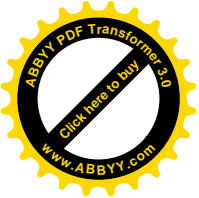
6. Визначення показника відношення сили тяги на гаку крана до одиниці потужності є важливим етапом оцінки ефективності використання енергетичних можливостей кранового обладнання. Даний параметр характеризує, яку величину корисного зусилля (на гаку) забезпечує одиниці встановленої або споживаної потужності приводу:

$$K_{BM} = \frac{T_{\text{в.м.}}}{N}, \text{ Н} / \text{кВт} \quad (1.6)$$

де $T_{\text{в.м.}}$ - сили тяги робочого органа крана, Н;

$$T_{\text{в.м.}} = 10 \cdot m_{\text{к}}, \text{ Н} \quad (1.7)$$

де $m_{\text{к}}$ - вантажопідйомність крана, кг



I автомобільний кран: $K_{BM} = \frac{70 \cdot 10000}{266} = 2631,579 \text{ H / кВт}$

II автомобільний кран: $K_{BM} = \frac{70 \cdot 10000}{330} = 2121,212 \text{ H / кВт}$

III автомобільний кран: $K_{BM} = \frac{80 \cdot 10000}{560} = 1428,571 \text{ H / кВт}$

7. Визначення показника відношення маси крана до одиниці потужності є одним із важливих критеріїв техніко-економічної оцінки кранового обладнання, який дозволяє характеризувати конструктивну ефективність та ступінь матеріаломісткості машини відносно її енергетичних можливостей:

I автомобільний кран: $K_G = \frac{44200}{266} = 166,165 \text{ кг / кВт}$

II автомобільний кран: $K_G = \frac{49000}{330} = 148,485 \text{ кг / кВт}$

III автомобільний кран: $K_G = \frac{65000}{560} = 116,071 \text{ кг / кВт}$

8. Визначення комплексного показника ефективності:

I автомобільний кран: $K_K = 0,006 \cdot 0,076 + 0,023 \cdot 0,076 + 3,878 \cdot 0,076 + 0,09 \cdot 0,076 + 2631,579 \cdot 0,036 + 166,165 \cdot 0,036 = 101,023$

II автомобільний кран: $K_K = 0,007 \cdot 0,076 + 0,108 \cdot 0,076 + 15,972 \cdot 0,076 + 1,718 \cdot 0,076 + 2121,212 \cdot 0,036 + 148,485 \cdot 0,036 = 148,485$

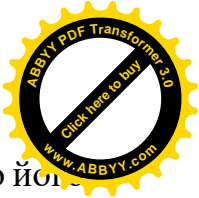
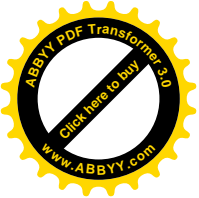
III автомобільний кран: $K_K = 0,009 \cdot 0,076 + 0,282 \cdot 0,076 + 32,719 \cdot 0,076 + 9,223 \cdot 0,076 + 1428,571 \cdot 0,036 + 116,071 \cdot 0,036 = 58,817$

Таблиця 1.2

Показники оцінки ефективності автокранів

№ з/п	Найменування	I автомо- більний кран	II автомо- більний кран	III автомо- більний кран
1	Питома потужність	0,006	0,007	0,009
2	Питома енергоємність	0,023	0,108	0,282
3	Питома матеріалоємність	3,878	15,972	32,719
4	Узагальнений показник енергоємності та металоємності	0,09	1,718	9,223
5	Показник відношення сили тяги на гаку крана до одиниці потужності	2631,579	2121,212	1428,571
6	Питомий показник, що характеризує кількість маси машини, що припадає на одиницю потужності	166,165	148,485	116,071
7	Комплексний показник ефективності	101,023	83,062	58,817

Висновок. Отже, за результатами проведеного порівняльного аналізу



найбільш ефективною є модель автокрана III. Це обґрунтовується тим, що його інтегральний (загальний) показник ефективності є нижчим на 41,22 % у порівнянні з автокраном II моделі та на 42,3 % відносно автокрана I моделі.

1.2. Визначення виробничої програми

Розрахунок виробничої програми з технічного обслуговування і ремонту автотранспортних засобів на підприємстві є ключовим етапом організації ефективної роботи автопарку, оскільки дозволяє забезпечити його безперебійну експлуатацію та мінімізувати витрати, пов'язані з технічним обслуговуванням і відновленням працездатності техніки.

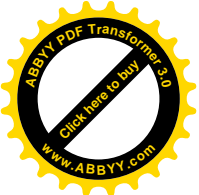
Основна доцільність виконання такого розрахунку полягає у визначенні раціональної чисельності виробничого персоналу, необхідного для виконання всього комплексу робіт з ТО і ремонту. Крім того, він дає змогу обґрунтувати потребу в запасних частинах, витратних матеріалах та спеціалізованому інструменті, що забезпечує стабільність виробничого процесу.

Додатково, виробнича програма дозволяє встановити оптимальне навантаження на одного працівника, тобто визначити, яку кількість транспортних засобів здатен якісно обслуговувати один виконавець з урахуванням структури автопарку та інтенсивності його використання. Це сприяє більш раціональному розподілу трудових ресурсів і підвищенню ефективності організації праці.

Таким чином, розрахунок виробничої програми з технічного обслуговування і ремонту є необхідною складовою планування діяльності автотранспортного підприємства, що забезпечує оптимізацію витрат, підвищення продуктивності та надійності експлуатації автотранспортних засобів.

1.2.1. Корегування даних прийнятих до розрахунку

Застосування Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту, затвердженого наказом Мінтрансу України від 30.03.1998 р. №102, є обов'язковою умовою організації



безпечної, регламентованої та ефективної експлуатації автотранспортних засобів.

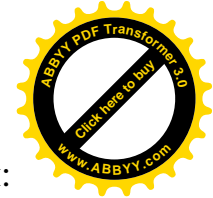
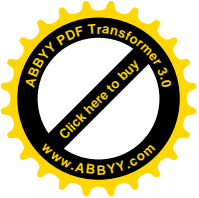
Цей нормативний документ визначає основні вимоги до виконання робіт з технічного обслуговування та ремонту дорожніх транспортних засобів, а також встановлює відповідні нормативи періодичності та трудомісткості їх проведення. Він регламентує порядок організації виробничих процесів, послідовність виконання технічних операцій та загальні принципи функціонування системи ТО і ремонту на автотранспортних підприємствах.

Крім того, Положення містить вимоги щодо кваліфікаційного рівня персоналу, який залучається до виконання технічного обслуговування і ремонтних робіт, що безпосередньо впливає на якість обслуговування техніки та рівень її надійності. Також передбачено обов'язкове ведення документального обліку технічного стану транспортних засобів, що дозволяє контролювати їх експлуатаційні показники та своєчасно планувати необхідні роботи.

Таким чином, використання зазначеного Положення забезпечує системність у проведенні ТО і ремонту, підвищує безпеку дорожнього руху, сприяє зменшенню кількості відмов техніки та підвищує ефективність її експлуатації.

Застосування зазначеного Положення забезпечує систематичне та якісне виконання робіт з технічного обслуговування і ремонту автотранспортних засобів, що безпосередньо впливає на підвищення безпеки дорожнього руху, зменшення витрат на відновлювальні роботи та продовження строку служби транспортної техніки. Окрім цього, впровадження вимог Положення сприяє формуванню чіткої та контрольованої системи моніторингу технічного стану рухомого складу, що забезпечує його більш ефективну та надійну експлуатацію.

Розрахункова частина виконується для умовного автотранспортного підприємства, до складу якого входять підйомно-транспортні та дорожні машини, відібрані як найбільш ефективні за техніко-експлуатаційними показниками у першому розділі роботи. При цьому для коректності подальших розрахунків необхідно виконати уточнення та коригування вихідних даних



відповідно до індивідуального завдання випускної кваліфікаційної роботи:

1. Кількість рухомого складу: автокрани 37 шт;
2. Категорія рельєфу місцевості в залежності над рівнем моря (по ДБН.В.2.8.-3-95) – 4 категорія.
3. Категорія природно-кліматичних умов експлуатації (по ДБН.В.2.8.-3-95) – 1 зона.
4. Наробка машин від нормативу ремонтного циклу зведено до табл. 1.3.

Таблиця 1.3

Наробка машин від нормативу ремонтного циклу

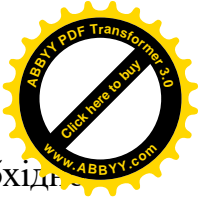
Частина пробігу до капітального ремонту	Крани
до 0,25	19
понад 0,25 до 0,5	-
0,5 до 0,75	-
0,75 до 1,0	5
1,0 до 1,25	5
1,25 до 1,50	5
1,50 до 1,75	-
1,75 до 2,0	-
понад 2,0	-
Усього машин по технологічно-сумісним групам	37

5. Кількість робочих змін - 1;
6. Тривалість робочої зміни - 8 год.
7. Планове напрацювання на рік, для автокранів 1034 мото-год;

1.2.2. Адаптація нормативів ТО і ремонту ТЗ

Технічне обслуговування та ремонт рухомого складу відіграють ключову роль у забезпеченні його надійної та безпечної експлуатації, зменшенні часу простоїв техніки, а також оптимізації експлуатаційних витрат. Крім того, ці процеси дозволяють підтримувати транспортні засоби у технічно справному стані відповідно до діючих нормативних вимог.

Коригування нормативів технічного обслуговування і ремонту є необхідним заходом, спрямованим на адаптацію регламентів до реальних умов експлуатації. Це дозволяє забезпечити належний рівень безпеки, надійності та ефективності роботи рухомого складу з урахуванням змінних технологічних, виробничих, екологічних і нормативних факторів.



Для забезпечення раціональної організації ремонтних процесів необхідно підтримувати постійну технічну готовність машин до роботи в конкретних умовах експлуатації. При цьому слід враховувати комплекс впливових факторів, зокрема: природно-кліматичні та зональні умови, технічний стан транспортних засобів, якість паливно-мастильних матеріалів, рівень кваліфікації обслуговуючого персоналу, а також просторову розосередженість місць використання техніки.

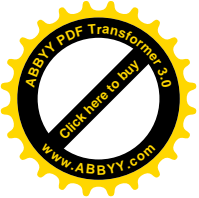
Додатково важливим є врахування річного режиму роботи машин та правильний розподіл календарного фонду часу на робочі та неробочі періоди. Це дозволяє сформувавши обґрунтований річний графік експлуатації, який забезпечує ефективне використання техніки протягом усього планового періоду.

Коригування нормативів технічного обслуговування та ремонту автотранспортних засобів є необхідною складовою забезпечення їх стабільної, безпечної та ефективної експлуатації. Оскільки транспортні засоби є складними технічними системами, які постійно зазнають зношування під дією навантажень і зовнішніх факторів, встановлені нормативи ТО і ремонту потребують періодичного перегляду та уточнення з урахуванням реальних умов роботи.

Застосування Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту, затвердженого наказом Мінтрансу України від 30.03.1998 р. №102, є важливою умовою організації безпечної експлуатації техніки. Коригування нормативних показників у межах цього документа дозволяє підвищити точність планування обсягів ремонтно-обслуговуючих робіт, зменшити ймовірність виникнення позапланових відмов та сприяти збільшенню ресурсу роботи автотранспортних засобів.

Крім того, необхідність коригування нормативів часто зумовлена зміною умов експлуатації техніки. До таких факторів належать зміна маршрутів руху, збільшення інтенсивності використання або вантажопідйомності транспортних засобів, а також вплив природно-кліматичних умов. Усі ці чинники безпосередньо впливають на характер зносу вузлів і агрегатів, а отже, вимагають адаптації нормативної бази ТО і ремонту до фактичних умов роботи.

Також коригування нормативів технічного обслуговування і ремонту



сприяє підвищенню економічної ефективності використання автотранспортних засобів, оскільки дозволяє оптимізувати витрати на їх утримання, сервісне обслуговування та відновлення працездатності. У результаті цього покращуються загальні фінансові показники діяльності підприємства та знижується собівартість експлуатації рухомого складу.

Нормативи періодичності виконання технічного обслуговування та трудомісткості ремонтних робіт визначаються відповідно до чинних нормативно-правових документів і галузевих рекомендацій, що регламентують експлуатацію автотранспортної техніки.

Коригування показників напрацювання та трудомісткості робіт, запланованих на розрахунковий рік, здійснюється із застосуванням системи коригуючих коефіцієнтів, які враховують реальні умови експлуатації. До них належать:

- коефіцієнт коригування періодичності та трудомісткості залежно від категорії рельєфу місцевості та висоти над рівнем моря;

- коефіцієнт, що враховує природно-кліматичні умови експлуатації;

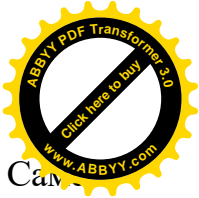
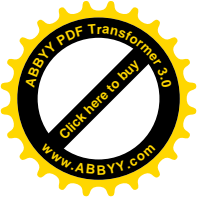
- коефіцієнт коригування трудомісткості поточного ремонту залежно від фактичного напрацювання машини;

- коефіцієнт, який враховує зміну трудомісткості та тривалості перебування техніки в процесі технічного обслуговування і ремонту.

Застосування зазначених коефіцієнтів дозволяє більш точно адаптувати нормативи до реальних умов роботи автотранспортних засобів і забезпечити обґрунтоване планування виробничих процесів.

Значення коефіцієнтів коригування приймаються на основі даних відповідних нормативних таблиць або можуть бути визначені розрахунковим шляхом з урахуванням прийнятих умов експлуатації та методичних рекомендацій [13].

Вибір коефіцієнтів коригування K_1 та K_2 визначається згідно з вихідними даними індивідуального завдання до бакалаврської роботи. При цьому враховуються категорія дорожнього покриття, умови руху, а також природно-



кліматичні характеристики району експлуатації автотранспортних засобів. Самі ці фактори безпосередньо впливають на інтенсивність зношування техніки та періодичність виконання технічного обслуговування.

Вибір коефіцієнта K_4 здійснюється з урахуванням кількісного складу та структури парку машин, що експлуатуються на підприємстві. Даний коефіцієнт відображає особливості організації виробничого процесу та навантаження на систему технічного обслуговування і ремонту.

Таким чином, значення коефіцієнтів K_1 , K_2 та K_4 приймаються відповідно до умов, визначених у завданні на виконання випускної бакалаврської роботи, що забезпечує коректність подальших інженерних розрахунків.

$$K_{\text{Зекскаватори}} = \frac{0,8 \cdot 2 + 0,9 \cdot 2 + 1,0 \cdot 2 + 1,1 \cdot 2 + 1,15 \cdot 2 + 1,2 \cdot 2 + 1,25 \cdot 2 + 1,3 \cdot 11 + 1,4}{27} = 1,18$$

$$K_{\text{Зкрани}} = \frac{0,8 \cdot 19 + 1,10 \cdot 5 + 1,15 \cdot 5 + 1,20 \cdot 5}{37} = 0,97$$

$$K_{\text{Завтогрейдеру}} = \frac{0,8 \cdot 2 + 0,9 \cdot 2 + 1,0 \cdot 2 + 1,2 \cdot 16}{22} = 1,11$$

Результати розрахунку зводяться до табл. 1.4.

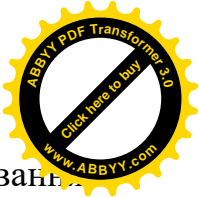
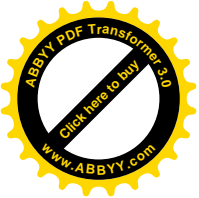
Таблиця 1.4

Корегування нормативів технічного обслуговування та ремонту

№ з/п	Норматив	Одиниці виміру	Нормативне значення	K_1	K_2	K_3	K_4	Результуючий коефіцієнт	Скореговане значення
<i>Автокрани</i>									
Періодичність виконання:									
1	ТО-1	МОТО-ГОД	50	0,9	1			0,9	45,0
2	ТО-2		250	0,9	1			0,9	225,0
3	ПР		1000	0,9	1			0,9	900,0
4	КР		6000	0,9	1			0,9	5400,0
Трудомісткість виконання:									
5	ТО-1	ЛЮД-ГОД	8	1,1	1		1,05	1,16	9,2
6	ТО-2		27	1,1	1		1,05	1,16	31,2
7	СО		14	1,1	1		1,05	1,16	16,2
8	ПР		630	1,1	1	0,9703	1,05	1,12	706,0
9	КР		12500	1,1	1		1,05	1,16	14437,5
Простій під час:									
10	ПР	ДНІ	8				1,05	1,05	8,4
11	КР		17,5				1,05	1,05	18,4

1.2.3. Визначення річної виробничої програми підприємства

Розрахунок річної виробничої програми технічного обслуговування та



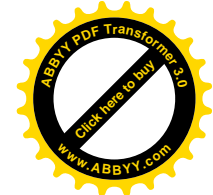
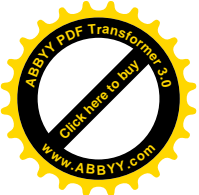
ремонту автотранспортного підприємства є важливим етапом планування діяльності виробничо-технічної бази та організації ефективної експлуатації рухомого складу. Основною метою такого розрахунку є визначення прогнозованого обсягу робіт з технічного обслуговування і ремонту транспортних засобів на плановий рік, а також встановлення необхідної кількості трудових, матеріальних і технічних ресурсів для забезпечення виконання цих робіт.

На першому етапі виконується оцінювання кількості транспортних засобів, які протягом року потребуватимуть проведення технічного обслуговування або ремонту. Для цього використовуються статистичні дані попередніх періодів, показники інтенсивності експлуатації автопарку, планові обсяги перевезень та інші фактори, що впливають на завантаження виробничих підрозділів підприємства.

Наступним етапом є визначення середньої кількості технічних впливів, які припадають на один транспортний засіб упродовж року. До таких впливів належать технічне обслуговування різних видів, поточний ремонт, сезонне обслуговування та інші регламентні роботи. Значення цих показників приймаються відповідно до нормативної документації або визначаються на основі аналізу фактичної експлуатації аналогічної техніки.

Після цього виконується розрахунок загального річного обсягу робіт з технічного обслуговування і ремонту. Для цього прогнозована кількість транспортних засобів множиться на середню кількість обслуговувань та ремонтних операцій, що припадають на одну одиницю техніки. Отримані результати дозволяють визначити виробниче навантаження підприємства та оцінити потребу у виробничих площах, обладнанні, запасних частинах і кваліфікованому персоналі.

Таким чином, розрахунок річної виробничої програми забезпечує можливість раціонального планування діяльності автотранспортного підприємства, підвищення ефективності використання ресурсів та створення умов для стабільної і безперебійної роботи рухомого складу протягом усього



розрахункового періоду.

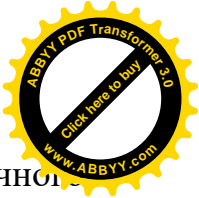
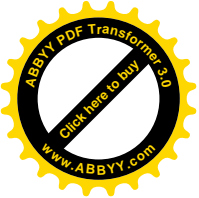
Для визначення виробничої потужності підприємства з технічного обслуговування та ремонту необхідно врахувати низку основних факторів, зокрема кількість виробничих постів і дільниць, чисельність ремонтного персоналу, режим роботи підприємства, а також середню тривалість виконання окремих операцій технічного обслуговування і ремонту. На основі цих показників встановлюється максимально можливий обсяг робіт, який підприємство здатне виконати протягом планового періоду.

Наступним етапом є визначення загального річного фонду робочого часу підприємства. Для цього виробнича потужність множиться на тривалість робочої зміни та кількість робочих днів у році. Отримане значення характеризує сумарну кількість людино-годин, доступних для виконання робіт з технічного обслуговування та ремонту рухомого складу.

Після цього оцінюється середня трудомісткість однієї операції технічного обслуговування або ремонту. Помноживши цей показник на загальну кількість запланованих робіт, визначають загальну потребу у робочому часі для забезпечення виконання річної виробничої програми.

На наступному етапі здійснюється порівняння необхідного фонду робочого часу з фактично доступним фондом часу підприємства. Такий аналіз дозволяє визначити, чи достатньо виробничих потужностей для виконання запланованого обсягу робіт. У випадку дефіциту виробничих ресурсів можуть бути передбачені заходи щодо збільшення потужності підприємства, наприклад розширення виробничих площ, збільшення чисельності персоналу, впровадження додаткових робочих змін або модернізація обладнання.

Важливим етапом також є розроблення раціонального графіка технічного обслуговування і ремонту, який дозволяє забезпечити рівномірне завантаження виробничих підрозділів, ефективне використання трудових і матеріальних ресурсів, а також мінімізувати тривалість простоїв транспортних засобів.



Таким чином, розрахунок річної виробничої програми технічного обслуговування та ремонту автотранспортного підприємства потребує комплексного врахування попиту на ремонтно-обслуговуючі роботи, виробничих можливостей підприємства, трудових ресурсів та організації виробничих процесів, що забезпечує ефективне функціонування підприємства та стабільну експлуатацію рухомого складу.

$$N_{KP} = \left(\frac{L_{nl}}{L_{KP}} \right) \cdot A_i, \text{ обл.} \quad (1.9)$$

де A_i - кількість машин однієї технологічно-сумісної групи, шт.;

L_{nl} - скореговане планове річне напрацювання машини, мото-год;

L_{KP} - скорегована періодичність до КР, мото-год.

Кількість поточних ремонтів для реального господарства визначають за формулою:

$$N_{PP} = N_{TO-3} = \left(\frac{L_{\Phi PP} - L_{nl}}{L_{PP}} \right) - N_{KP} \quad (1.10)$$

де $L_{\Phi PP}$ - фактичне напрацювання від останнього ПР, мото-год;

L_{PP} - скорегована періодичність поточного ремонту, мото-год.

У випадку, якщо робота виконується по проектному господарству, розрахунки ведуться з використанням формули:

$$N_{PP} = N_{TO-3} = \left(\frac{L_{nl}}{L_{PP}} \cdot A_i \right) - N_{KP} \quad (1.11)$$

Технічне обслуговування (ТО-2)

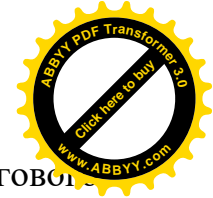
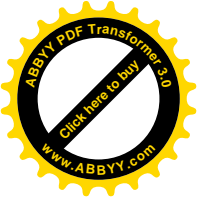
$$N_{TO-2} = \left(\frac{L_{nl}}{L_{TO-2}} \cdot A_i \right) - N_{KP} - N_{PP} \quad (1.12)$$

де L_{TO-2} - скорегована періодичність ТО-2, мото-год.

Технічне обслуговування (ТО-1)

$$N_{TO-1} = \left(\frac{L_n}{L_{TO-1}} \cdot A_i \right) - N_{KP} - N_{PP} - N_{TO-2} \quad (1.13)$$

де L_{TO-1} - скорегована періодичність ТО-1, мото-год.



Сезонне технічне обслуговування поєднується з проведенням чергового періодичного технічного обслуговування.

$$N_{co} = 2 \cdot A_i \quad (1.14)$$

Наочний розрахунок проводиться для екскаваторів, для інших машин хід розрахунку аналогічний, тому результати заносяться одразу до табл. 1.5.

Сезонне технічне обслуговування, як правило, виконується одночасно з проведенням чергового планового періодичного технічного обслуговування транспортного засобу. Такий підхід дозволяє раціонально організувати виробничий процес, скоротити тривалість простою техніки та зменшити витрати на виконання обслуговувальних робіт.

Поєднання сезонного та періодичного технічного обслуговування забезпечує своєчасну підготовку транспортних засобів до експлуатації в змінених кліматичних умовах, а також сприяє підтриманню належного технічного стану рухомого складу протягом усього періоду експлуатації.

$$N_{CO} = 2 \cdot A_i \quad (1.14)$$

Результати наочного розрахунку у табл. 1.5.

Таблиця 1.5

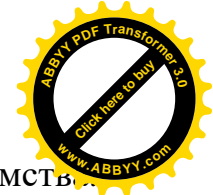
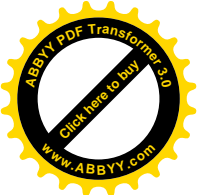
Річна виробнича програма кількості ТО і Р

Технологічно-сумісна група машин	Вид розрахунку	Nкр	Nпр	Nто-2	Nто-1	Nco
Автокрани	Розрахункове значення	7,1	35,5	128,0	680,2	74,0
	Прийняте значення	7	35	128	680	74

1.2.4. Визначення трудомісткості робіт

Розрахунок трудомісткості робіт з технічного обслуговування та ремонту автомобілів має важливе значення для ефективної організації діяльності автотранспортного підприємства та забезпечення раціонального використання виробничих ресурсів. Визначення трудових витрат на виконання окремих операцій дозволяє підвищити ефективність виробничих процесів і забезпечити належний рівень технічного стану рухомого складу.

Однією з основних причин проведення розрахунку трудомісткості є



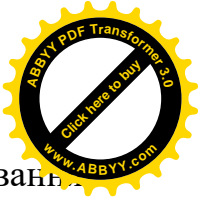
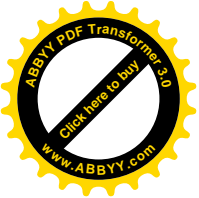
можливість якісного планування ресурсного забезпечення підприємства. Знаючи трудові витрати на виконання конкретних робіт з технічного обслуговування і ремонту, можна більш точно визначити необхідну кількість працівників, тривалість виконання робіт, потребу в технологічному обладнанні, інструменті та виробничих площах. Це сприяє оптимізації використання персоналу та зменшенню непродуктивних витрат часу.

Не менш важливим є використання показників трудомісткості для визначення собівартості технічного обслуговування і ремонту. Розрахунок трудових витрат дозволяє встановити економічно обґрунтовані витрати на оплату праці, визначити потребу у запасних частинах, матеріалах та інших ресурсах, необхідних для виконання робіт. У результаті підприємство отримує можливість формувати конкурентоспроможну вартість послуг та підтримувати належний рівень рентабельності.

Розрахунок трудомісткості також відіграє важливу роль у забезпеченні контролю якості виконання робіт. Порівняння фактичних трудових витрат із нормативними значеннями дозволяє виявляти відхилення у виробничому процесі, контролювати дотримання технологічних вимог та своєчасно усувати причини неефективного виконання робіт. Це сприяє підвищенню надійності транспортних засобів і зменшенню кількості повторних ремонтів.

Крім того, показники трудомісткості можуть використовуватися для оцінювання продуктивності праці персоналу та ефективності організації виробництва. Аналіз співвідношення між нормативними та фактичними затратами праці дає змогу виявити резерви підвищення продуктивності, удосконалити технологічні процеси, оптимізувати завантаження працівників та покращити організацію робочих місць.

Таким чином, розрахунок трудомісткості робіт з технічного обслуговування та ремонту є необхідною складовою ефективного функціонування автотранспортного підприємства, оскільки забезпечує обґрунтоване планування ресурсів, контроль витрат, підтримання високої якості робіт та підвищення загальної ефективності виробничої діяльності.



У цілому розрахунок трудомісткості робіт з технічного обслуговування та ремонту автомобілів є важливим інструментом управління виробничими процесами на автотранспортному підприємстві. Його застосування дозволяє підвищити ефективність організації робіт, оптимізувати використання трудових і матеріальних ресурсів, а також забезпечити стабільне функціонування системи технічного обслуговування та ремонту рухомого складу.

Використання показників трудомісткості сприяє більш точному плануванню виробничих ресурсів, визначенню економічно обґрунтованих витрат на виконання робіт, контролю якості технічного обслуговування та оцінюванню продуктивності праці персоналу. У результаті це забезпечує підвищення ефективності виробничої діяльності, скорочення простоїв техніки, покращення якості виконання робіт і збільшення рівня задоволеності споживачів послуг.

Розрахунок загальної трудомісткості виконується на основі нормативної трудомісткості окремих видів технічного обслуговування і ремонту, а також їх планової кількості на розрахунковий період. Для цього нормативні витрати праці на одне обслуговування або ремонт множаться на річну програму виконання відповідних робіт. Отримані результати використовуються для визначення потреби у виробничому персоналі, планування завантаження ремонтних зон та організації ефективної роботи підприємства.

Капітальний ремонт:

$$T_{KP} = N_{KP} \cdot t_{KP}, \text{ люд-год} \quad (1.15)$$

де N_{KP} - кількість капітальних ремонтів, шт.;

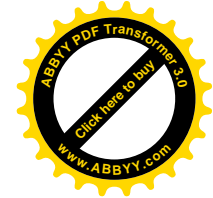
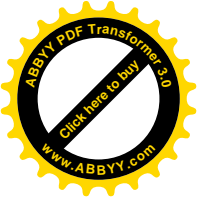
t_{KP} - скорегована трудомісткість одного капітального ремонту, люд-год;

Поточний ремонт:

$$T_{ПР} = N_{ПР} \cdot t_{ПР}, \text{ люд-год} \quad (1.16)$$

де $N_{ПР}$ - кількість поточних ремонтів, шт.;

$t_{ПР}$ - скорегована трудомісткість одного поточного ремонту, люд-год;



Тех обслуговування 2:

$$T_{TO-2} = N_{TO-2} \cdot t_{TO-2}, \text{ люд-год} \quad (1.17)$$

де N_{TO-2} - кількість ТО-2;

t_{TO-2} - скорегована трудомісткість одного ТО-2, люд-год;

Тех обслуговування 1:

$$T_{TO-1} = N_{TO-1} \cdot t_{TO-1}, \text{ люд-год} \quad (1.18)$$

де N_{TO-1} - кількість ТО-1;

t_{TO-1} - скорегована трудомісткість одного ТО-1, люд-год;

Сезонне обслуговування:

$$T_{CO} = N_{CO} \cdot t_{CO} = (2 \cdot N_i) \cdot t_{CO}, \text{ люд-год} \quad (1.19)$$

де N_{CO} - кількість СО;

t_{CO} - трудомісткість одного СО, люд-год;

Загальна трудомісткість:

$$T_{\text{сум}} = T_{KP} + T_{IP} + T_{TO-2} + T_{TO-1} + T_{CTO}, \text{ люд-год} \quad (1.20)$$

Для більш наочного представлення методики визначення трудомісткості робіт розрахунки виконуються на прикладі екскаваторів. Оскільки алгоритм розрахунку для інших видів машин є аналогічним, отримані результати для них безпосередньо заносяться до табл. 2.4 без детального проміжного опису обчислень.

Такий підхід дозволяє уникнути дублювання однотипних розрахунків, спростити подання матеріалу та зробити результати більш зручними для подальшого аналізу й узагальнення.

$$T_{KP} = 3 \cdot 1358,3 = 4074,8 \text{ люд-год} \quad T_{IP} = 19 \cdot 764,2 = 14519,4 \text{ люд-год}$$

$$T_{TO-2} = 66 \cdot 15,02 = 991,3 \text{ люд-год} \quad T_{TO-1} = 352 \cdot 4,16 = 1464,3 \text{ люд-год}$$

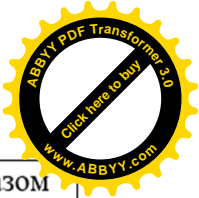
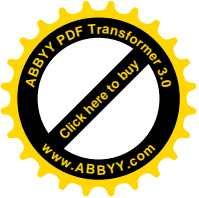
$$T_{CO} = 54 \cdot 32,34 = 1746,4 \text{ люд-год}$$

$$T_{\text{сум}} = 4074,8 + 14519,4 + 991,3 + 1464,3 + 1746,4 = 22796,3 \text{ люд-год}$$

Результати занесено в табл. 1.6.

Таблиця 1.6

Річна виробнича програми



Технологічно-сумісна група машин	КР	ІР	ТО-2	ТО-1	СО	Разом
Автокрани	101062,5	24710,7	3992,3	6283,2	1196,6	137245,3

1.2.5. Визначення обсягу додаткових робіт

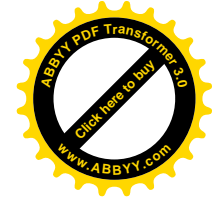
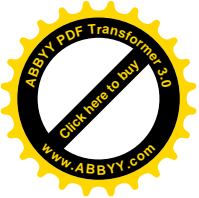
Додаткові трудові витрати під час ремонту автомобілів виникають у випадках, коли в процесі виконання ремонтних робіт виявляються несправності або дефекти, які не були передбачені під час початкового огляду чи складання ремонтної відомості. Такі роботи потребують залучення додаткового часу, трудових ресурсів і матеріалів для повного відновлення працездатності транспортного засобу.

Наприклад, під час проведення ремонту гальмівної системи може бути виявлено критичний знос гальмівних дисків або супутніх елементів, що потребуватиме виконання додаткових операцій із їх заміни. Аналогічно, при обслуговуванні електрообладнання можуть бути встановлені несправності генератора, стартера або елементів електропроводки, усунення яких також збільшує загальний обсяг робіт.

До додаткових робіт можуть належати усунення прихованих дефектів, відновлення пошкоджених вузлів і деталей, виправлення недоліків, виявлених під час контрольних випробувань, а також виконання супутніх ремонтно-відновлювальних операцій. Незважаючи на збільшення трудових витрат і тривалості ремонту, проведення таких робіт є необхідним для забезпечення надійної та безпечної експлуатації транспортного засобу.

Під час планування виробничої програми приймається, що обсяг додаткових робіт становить приблизно 20 % від загальної трудомісткості основної програми технічного обслуговування та поточного ремонту машин. Розподіл додаткових робіт за видами здійснюється у такому співвідношенні:

- електромеханічні роботи — 20 %;
- слюсарно-механічні роботи — 50 %;
- ковальсько-зварювальні роботи — 10 %;
- мідницько-жерстяницькі роботи — 5 %;



ремонтно-будівельні роботи — 15 %.

Трудомісткість додаткових робіт визначається за відповідною розрахунковою формулою залежно від загального обсягу основної виробничої програми технічного обслуговування та ремонту.

$$T_{\text{дод}} = T_{\text{сум}} \cdot k, \text{ люд-год} \quad (1.21)$$

де k - коефіцієнт, що враховує додаткові роботи (0,12...0,22).

Визначення трудомісткості додаткових робіт проводиться за допомогою формули:

$$T_{\text{дод.роб.}} = T_{\text{дод}} \cdot h, \text{ люд-год} \quad (1.22)$$

де h - коефіцієнт, що враховує розподіл додаткових видів робіт.

$$T_{\text{дод}} = 173094,1 \cdot 0,2 = 34618,8 \text{ люд-год}$$

Загальна трудомісткість робіт технічного обслуговування і поточного ремонту визначається як сумарний обсяг трудових витрат, необхідних для виконання всіх запланованих робіт з технічного обслуговування та ремонту рухомого складу за розрахунковий період.

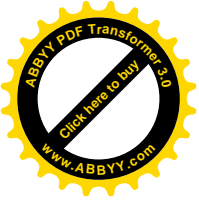
До складу загальної трудомісткості входять трудові витрати на виконання усіх видів технічного обслуговування, поточного ремонту, сезонного обслуговування, а також додаткових робіт, що виникають у процесі експлуатації транспортних засобів. Даний показник дозволяє визначити потребу підприємства у виробничому персоналі, оцінити завантаження ремонтних зон та організувати ефективне планування виробничих процесів.

Загальна трудомісткість робіт ТО і ПР визначається шляхом підсумовування трудомісткостей окремих видів технічних впливів та додаткових робіт за встановлений період експлуатації.

$$T_{\text{заг}} = T_{\text{сум}} + T_{\text{дод}}, \text{ люд-год} \quad (1.23)$$

$$T_{\text{заг}} = 173094,1 + 34618,8 = 207712,9 \text{ люд-год}$$

Результати у табл. 1.7.



Таблиця 1.7

Розподіл трудомісткості додаткових робіт підприємства

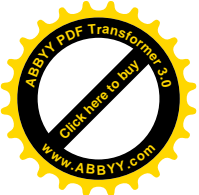
Технологічно-сумісна група машин	Додаткова виробнича програма трудомісткості ТО і Р машин, люд-год	Електромеханічні роботи, люд-год	Слюсарно-механічні роботи, люд-год	Ковальсько-зварювальні роботи, люд-год	Мідницько-бляхарські роботи, люд-год	Ремонтно-будівельні роботи, люд-год	Загальна виробнича програма трудомісткості ТО і Р машин, люд-год
	20%	15%	50%	6%	5%	10%	
Автомобільні крани	27449,1	4117,4	13724,5	1646,9	1372,5	2744,9	137245,3

1.2.6. Розрахунок пореби в ПАРМ

Мобільні автомайстерні набувають дедалі більшого поширення у сфері технічного обслуговування та ремонту транспортних засобів завдяки своїй мобільності, оперативності та економічній ефективності. Такі спеціалізовані підрозділи дозволяють виконувати діагностику, технічне обслуговування та ремонт автомобільної техніки безпосередньо на місці її експлуатації, що значно спрощує процес обслуговування рухомого складу та скорочує час простою техніки.

Однією з основних переваг мобільних автомайстерень є можливість проведення ремонтно-обслуговуючих робіт у будь-якому зручному місці та у визначений час. Це дозволяє власникам транспортних засобів уникати необхідності транспортування техніки до стаціонарних сервісних центрів, що особливо важливо для великогабаритних машин, спеціальної техніки або транспортних засобів, які працюють на віддалених об'єктах. Завдяки цьому суттєво скорочуються непродуктивні витрати часу та підвищується ефективність експлуатації автопарку.

Важливою перевагою мобільних автомайстерень є також їх економічна доцільність. У порівнянні зі стаціонарними ремонтними підприємствами вони мають менші витрати на утримання виробничих площ та інженерної



інфраструктури, що дозволяє знизити загальну собівартість виконання робіт. У результаті вартість технічного обслуговування та ремонту для замовників може бути нижчою, що робить такі послуги більш доступними та конкурентоспроможними.

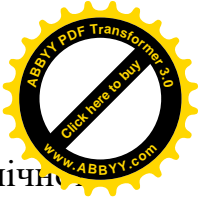
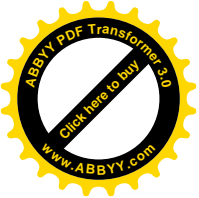
Крім того, мобільні автомайстерні забезпечують оперативне реагування на виникнення несправностей та дозволяють швидко усувати технічні відмови безпосередньо в умовах експлуатації техніки. Це особливо актуально для підприємств, діяльність яких залежить від безперервної роботи транспортних засобів і спеціальної техніки.

Таким чином, використання мобільних автомайстерень сприяє підвищенню ефективності технічного обслуговування і ремонту рухомого складу, скороченню часу простоїв транспортних засобів, оптимізації витрат на експлуатацію техніки та покращенню організації виробничих процесів підприємства.

У цілому використання мобільних автосервісів є надзвичайно актуальним напрямом розвитку системи технічного обслуговування та ремонту транспортних засобів у сучасних умовах. Такі засоби забезпечують високу мобільність, оперативність виконання робіт і можливість проведення технічного обслуговування безпосередньо в місцях експлуатації техніки. Це дозволяє значно скоротити час простою транспортних засобів та підвищити ефективність роботи автотранспортних підприємств.

Суттєвими перевагами мобільних автомайстерень є зручність використання, гнучкість у плануванні робіт та зниження експлуатаційних витрат. Власники транспортних засобів отримують можливість проводити ремонт і технічне обслуговування без необхідності транспортування техніки до стаціонарних сервісних центрів, що особливо важливо для великогабаритних машин, будівельної та спеціальної техніки.

З розвитком сучасних технологій, удосконаленням діагностичного обладнання та зростанням потреби у швидкому сервісному обслуговуванні популярність мобільних засобів технічного обслуговування і ремонту



продовжує зростати. Їх використання дозволяє підвищити рівень технічної готовності рухомого складу, забезпечити оперативне усунення несправностей та покращити організацію виробничих процесів підприємства.

Кількість пересувних засобів технічного обслуговування та поточного ремонту машин визначається за відповідною розрахунковою формулою з урахуванням обсягу робіт, кількості машин у парку, режиму експлуатації техніки та продуктивності пересувних майстерень.

$$N_{МП} = \frac{T_{МП} \cdot \beta_{МП}}{D_{МП} \cdot b_{МП} \left(t_{МП} - \frac{S_{МП}}{v_{МП}} \right) \cdot \delta_{МП} \cdot \eta_{МП}}, \text{ шт} \quad (1.24)$$

$$T_{МП} = T_{\text{сум}} \cdot \kappa \quad (1.25)$$

$$b_{МП} = P_{\text{бр}} + \rho_{\text{в}} + \rho_{\text{м}} \cdot P_{\text{м}} \quad (1.26)$$

де $T_{МП}$ - сумарна річна трудомісткість робіт ТО й ПР машин на об'єктах, люд-год.

де $T_{\text{заг}}$ - трудомісткість рбіт;

κ - кількість авто;

$\beta_{МП}$ - коефіцієнт зниження нормативної трудомісткості праці;

$D_{МП}$ - кількість робочих днів;

$b_{МП}$ - чисельність працівників:

де $P_{\text{бр}}$ - кількість людеу в бригаді, чол.

$\rho_{\text{м}}$ - рівень участі оператора в роботі;

$t_{МП}$ - тривалість зміни, год.;

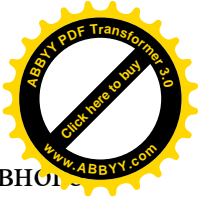
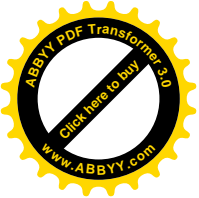
$S_{МП}$ - середня відстань руху ПАРМ, км;

$v_{МП}$ - середня швидкість руху ПАРМ, км/год;

$\delta_{МП}$ - коефіцієнт змінності ПАРМ;

$\eta_{МП}$ - коефіцієнт використання ПАРМ.

Отримані в результаті проведених розрахунків дані використовуються у розділі «Вибір пересувних засобів технічного обслуговування і поточного ремонту». На основі цих показників здійснюється обґрунтування необхідної кількості пересувних майстерень, визначаються їх технічні характеристики та



підбираються найбільш раціональні моделі для забезпечення ефективної виконання робіт з ТО і ПР у заданих умовах експлуатації техніки.

Застосування результатів розрахунків дозволяє забезпечити оптимальне використання пересувних засобів, підвищити оперативність виконання ремонтно-обслуговуючих робіт та зменшити простої машин під час експлуатації.

$$T_{МП} = 173094,1 \cdot 0,65 = 112511,2 \text{ люд-год}$$

Чисельність працюючих працівників:

$$b_{МП} = 5 + 1 + 1 \cdot 1 = 7 \text{ чел}$$

Значення в табл. 1.12.

Таблиця 1.12

Данні для розрахунку кількості пересувних авторемонтних майстерень

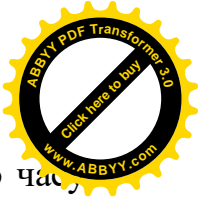
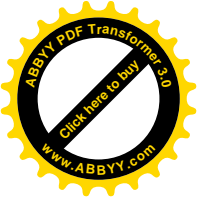
Найменування	Значення
Сумарна річна трудомісткість робіт ТО й ремонту машин на об'єктах, люд-год; (30%)	112511,2
Коефіцієнт зниження нормативної трудомісткості робіт за рахунок використання засобів механізації праці	0,8
Кількість робочих днів пересувних засобів ТО й ремонту в році, дні;	365,0
Кількість робітників у бригаді, чел.	5
Рівень участі водія пересувного засобу ТО й ремонту в роботах з обслуговування й ремонту машин	1
Рівень участі машиніста в роботах з обслуговування й ремонту машин	1
Кількість машиністів	1
Чисельність одночасно працюючих виробничих робітників, чел.	7
Тривалість робочої зміни пересувних засобів ТО й ремонту, год	8
Середня відстань руху пересувних засобів ТО ремонту машин за зміну, км;	37
Середня швидкість руху пересувних засобів ТО й ремонту, км/год;	20
Коефіцієнт змінності пересувних засобів ТО й ремонту	1
Коефіцієнт використання пересувних засобів ТО й ремонту	0,7
Розрахункова кількість пересувних засобів ТО і Р	8,2
Прийнята кількість пересувних засобів ТО і Р	8

Кількість ПАРМ:

$$N_{МП} = \frac{112511,2}{365 \cdot 7 \left(8 - \frac{37}{18}\right) \cdot 1 \cdot 0,7} = 8,2 = 8 \text{ шт}$$

1.2.7. Розрахунок числа персоналу та площ приміщень

Спискова чисельність основних виробничих робітників визначається за відповідною розрахунковою формулою на основі загальної трудомісткості



робіт з технічного обслуговування та ремонту, річного фонду робочого часу одного працівника, а також коефіцієнта виконання норм виробітку.

Даний показник характеризує необхідну кількість працівників, які повинні входити до штатного складу підприємства для забезпечення своєчасного та якісного виконання виробничої програми. При розрахунку спискового складу враховуються можливі невиходи працівників на роботу, пов'язані з відпустками, тимчасовою непрацездатністю, виконанням державних обов'язків та іншими причинами.

Правильне визначення чисельності основних виробничих робітників дозволяє забезпечити ефективну організацію виробничого процесу, раціональне використання трудових ресурсів та стабільне функціонування системи технічного обслуговування і ремонту автотранспортних засобів.

$$P_{cn} = \frac{T_{сум}}{\Phi_{др}}, \text{ чол} \quad (1.27)$$

де $\Phi_{др}$ - дійсний фонд часу працівника.

$$P_{cn} = \frac{173094,10}{1800} = 96 \text{ чол}$$

Явочний склад:

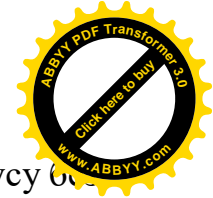
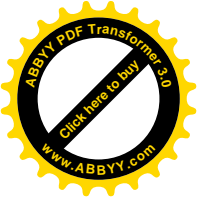
$$P_{яв} = \frac{T_{сум}}{\Phi_{нр}}, \text{ чол} \quad (1.28)$$

де $\Phi_{нр}$ - номінальний річний фонд часу.

$$P_{яв} = \frac{173094,10}{2075} = 83 \text{ чол}$$

Попереднє визначення розрахункової площі виробничого корпусу може здійснюватися за методом середньої питомої площі, що припадає на одного виробничого працівника. Такий підхід дозволяє на початковому етапі проєктування орієнтовно оцінити необхідні розміри виробничих приміщень залежно від чисельності персоналу підприємства.

Середня питома площа враховує потребу у розміщенні технологічного обладнання, робочих постів, проходів, зон обслуговування та забезпеченні безпечних і комфортних умов праці. Використання цього методу дає



можливість оперативно визначити орієнтовну площу виробничого корпусу б
виконання детального компоновання обладнання.

$$S_{pn} = P_{яв} \cdot f_{num}, \text{ м}^2 \quad (1.29)$$

$$S_{pn} = 83 \cdot 26 = 2169 \text{ м}^2$$

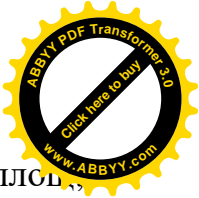
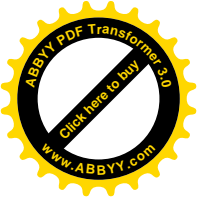
Планування виробничих приміщень автотранспортного підприємства є важливим етапом проектування виробничо-технічної бази, оскільки від правильності організації внутрішнього простору значною мірою залежить ефективність функціонування підприємства. Раціональне розміщення виробничих ділянок, обладнання, робочих постів та допоміжних приміщень дозволяє забезпечити безперервність технологічних процесів і підвищити продуктивність праці персоналу.

Одним із основних факторів є забезпечення ефективності виробничого процесу. Грамотно спроектоване планування сприяє оптимальному переміщенню транспортних засобів, матеріалів, запасних частин та працівників між виробничими зонами. Це дозволяє мінімізувати непродуктивні переміщення, скоротити втрати часу та забезпечити більш раціональне використання виробничих ресурсів.

Важливе значення має також забезпечення безпечних умов праці. Планування виробничого корпусу повинно відповідати вимогам охорони праці та пожежної безпеки. Необхідно передбачати достатню ширину проходів і проїздів, належне освітлення, вентиляцію, аварійні виходи та безпечне розташування технологічного обладнання. Це сприяє зниженню ризику виробничого травматизму та створенню комфортних умов роботи персоналу.

Раціональна організація виробничих площ позитивно впливає і на якість виконання робіт. Оптимальне розташування робочих зон та обладнання дозволяє забезпечити дотримання технологічної послідовності операцій, зменшити ймовірність помилок та підвищити якість технічного обслуговування і ремонту транспортних засобів.

Крім того, правильне планування виробничого корпусу дозволяє



досягти економії коштів за рахунок більш ефективного використання площ, скорочення непродуктивних витрат часу, зменшення втрат матеріалів та підвищення загальної продуктивності підприємства. У довгостроковій перспективі це сприяє підвищенню рентабельності діяльності автотранспортного підприємства.

Якісно спроектовані виробничі приміщення також забезпечують більш високий рівень організації обслуговування клієнтів, оскільки дозволяють своєчасно та якісно виконувати роботи з технічного обслуговування і ремонту рухомого складу.

Під час планування площ виробничого корпусу фактичні розміри приміщень можуть певною мірою відрізнятися від попередньо розрахованих значень. Для приміщень площею до 1000 м² допускається відхилення до 20 %, а для приміщень площею понад 1000 м² — до 10 %, що враховується при остаточному компонуванні виробничих зон та обладнання.

$$\Delta = \frac{S_{cn} - S_{pn}}{S_{cn}} \cdot 100\% \quad S_{cn} = L_p \cdot B_p \quad L_p = (n_k - 1) \cdot III_k, \text{ м} \quad B_p = (n_k - 1) \cdot II_k, \text{ м}$$

де S_{cn} - скорегована площа виробничого корпусу, м²;

S_{pn} - розрахункова планова площа виробничого корпусу, м².

де L_p - розрахункова довжина виробничого корпусу, м;

B_p - розрахункова ширина виробничого корпусу, м;

де n_k - прийнята кількість колон;

III_k - крок колон;

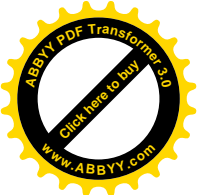
II_k - проліт між колонами.

$$L_p = (7 - 1) \cdot 12 = 72 \text{ м}$$

$$B_p = (2 - 1) \cdot 30 = 30 \text{ м}$$

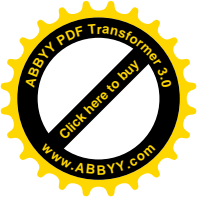
$$S_{cn} = 72 \cdot 30 = 2160 \text{ м}^2$$

$$\Delta = \frac{2160 - 2169}{2160} \cdot 100\% = -0,41\%$$



Розрахунок виконано коректно, оскільки отримане значення похибки не перевищує встановлену допустиму межу, яка становить 20%. Це свідчить про достатню точність проведених обчислень та їх відповідність вимогам нормативних і методичних рекомендацій.

Таким чином, результати розрахунку можна вважати достовірними та придатними для подальшого використання в проєктних і аналітичних роботах, зокрема при обґрунтуванні параметрів виробничо-технічної бази автотранспортного підприємства.



2. КОНСТРУКЦІЙНА ЧАСТИНА

2.1. Розрахунок автокранової установки

Правильне виконання розрахунку кранової установки автокрана є ключовою умовою забезпечення безпечної, надійної та ефективної роботи вантажопідіймального обладнання. Від точності таких розрахунків залежить стійкість машини, її вантажопідйомність, а також безпека персоналу, що виконує вантажно-розвантажувальні операції.

Значення правильного розрахунку кранової установки

1. Забезпечення безпеки

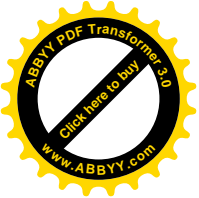
Автокрани працюють із значними вантажами, підйом і переміщення яких пов'язані з підвищеним рівнем ризику. Неправильно визначені параметри кранової установки можуть призвести до втрати стійкості машини, перекидання або руйнування елементів конструкції. Точний інженерний розрахунок дозволяє забезпечити рівновагу крана та знизити ймовірність аварійних ситуацій, що можуть спричинити травмування персоналу або пошкодження майна.

2. Підвищення ефективності роботи

Коректно розрахована кранова установка дозволяє максимально використовувати технічні можливості автокрана. Оптимізація геометричних параметрів та режимів роботи сприяє підвищенню продуктивності, скороченню часу виконання вантажних операцій та раціональному використанню енергетичних ресурсів.

3. Дотримання нормативних вимог

Проектування та експлуатація кранового обладнання повинні відповідати чинним стандартам і правилам безпеки. Невідповідність розрахунків нормативним вимогам може призвести до заборони експлуатації техніки, накладення штрафних санкцій або аварійних ситуацій. Тому дотримання нормативної бази є обов'язковою умовою при виконанні розрахунків.



Неналежно виконані розрахунки кранової установки можуть спричинити низку негативних наслідків, зокрема: перекидання автокрана під час роботи з вантажем; обрив вантажу через перевищення допустимих навантажень; пошкодження стріли або елементів конструкції; зіткнення з будівлями, спорудами або іншими об'єктами; руйнування дорожнього покриття та інфраструктури на місці роботи.

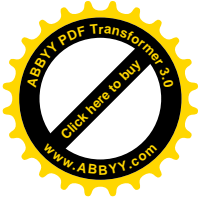
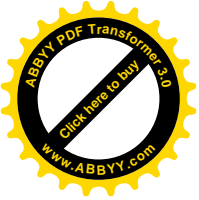
Обґрунтований і точний розрахунок кранової установки забезпечує правильний вибір параметрів роботи автокрана, визначення допустимих навантажень та умов експлуатації. Це дозволяє мінімізувати ризики аварій, підвищити надійність обладнання та забезпечити стабільну продуктивність вантажних операцій.

У межах даної бакалаврської роботи виконується розрахунок кранової установки для автокрана, який був обраний як оптимальний у попередньому розділі. Вхідні дані приймаються відповідно до індивідуального варіанту завдання та заносяться до узагальненої таблиці вихідних параметрів (табл. 2.1), що є основою для подальших інженерних розрахунків.

Таблиця 2.1

Вхідні данні для розрахунків

№ з/п	Найменування	Значення
1	Модель крана	Приймається згідно технічних характеристик моделі крана обраної у розділі 1.1.2
2	Вантажопідйомність (маса вантажу), кг (m_g)	
3	Виліт стріли, м (L)	
4	Швидкість підйому вантажу, м/с ($v_{під.мах}$)	
5	Номінальні оберти роботи двигуна під час роботи кранової установки, об/хв	
6	Режим роботи	Обирається за варіантом
7	Маса стріли, кг (m_{cm})	Обирається в залежності від вантажопідйомності крана та варіанту студента
8	Маса поворотної частини кранової установки, кг $m_{пл}$	
9	Маса противаги, кг ($m_{пр}$)	
10	Діаметр барабана, мм	300
11	Кратність поліспасти (i_n)	Обирається в залежності від вантажопідйомності крана
12	Передаточне відношення редуктора вантажної лебідки (i_p)	Обирається в залежності від варіанту студента
13	Кутова швидкість підйому стріли, рад/с ($\omega_{під}$)	0,2
14	Передаточне відношення редуктора поворотної платформи ($i_{нос}$)	Обирається в залежності від варіанту студента



2.1.1. Розрахунок механізму повороту крана

Визначення крутного моменту на валу гідромотора, який забезпечує поворот кранової установки, є важливим етапом розрахунку привода механізму повороту. Саме цей параметр дозволяє оцінити навантаження на гідравлічний привід, підібрати оптимальні характеристики гідромотора та забезпечити стабільну роботу поворотного механізму в різних режимах експлуатації.

Під час роботи автокрана значний вплив на привід повороту має момент опору, який виникає внаслідок інерційних сил, маси стріли, вантажу, а також тертя в опорах та редукторі. Особливо важливим є період розгону механізму, коли навантаження на систему досягає максимальних значень.

Момент опору повороту крана (Н·м), що діє в період розгону механізму, визначається за загальною розрахунковою залежністю:

$$M_c = M_{тр} + M_{нов} + M_{ин} \quad (2.1)$$

де $M_{тр}$ - момент сил тертя в опорно-поворотному пристрої;

$M_{нов}$ - момент вітрового навантаження (приймається $M_{нов} = 0$);

$M_{ин}$ - момент сил інерції, що діють на вантаж, металоконструкцію поворотної частини, противагу і т.д.

Отримане значення використовується для подальшого визначення крутного моменту на валу гідромотора з урахуванням передавального числа редуктора, ККД механізму та динамічних навантажень.

Таким чином, правильне визначення моменту опору повороту дозволяє забезпечити коректний підбір гідромотора, підвищити надійність роботи кранового механізму та уникнути перевантажень у процесі експлуатації.

Для визначення моменту сил тертя в опорно-поворотному пристрої слід розглянути схему крана з опорно-поворотним пристроєм (рис. 2.1) і визначити геометричні розміри крана, які приймаються із зазначених пропорцій.

Основою для розрахунків дійсних розмірів є коефіцієнт пропорційності:

$$a = \frac{L}{2,9} \quad (2.2)$$

де L - виліт стріли (приймається по характеристикам обраної моделі крана).

$$a = \frac{2,5}{2,9} = 0,862$$

Далі необхідно визначити дійсні розміри крана, шляхом добутку коефіцієнта пропорційності a й числа, зазначеного перед ним (див. рис. 2.1).

$$a_1 = 0,5 \cdot a \quad (2.3)$$

$$a_1 = 0,5 \cdot 0,862 = 0,431 \text{ м}$$

$$a_2 = 0,09 \cdot a \quad (2.4)$$

$$a_2 = 0,09 \cdot 0,862 = 0,078 \text{ м}$$

$$a_3 = 0,15 \cdot a \quad (2.5)$$

$$a_3 = 0,15 \cdot 0,862 = 0,129 \text{ м}$$

$$a_4 = 0,19 \cdot a \quad (2.6)$$

$$a_4 = 0,19 \cdot 0,862 = 0,164 \text{ м}$$

$$a_5 = 1,31 \cdot a \quad (2.7)$$

$$a_5 = 1,31 \cdot 0,862 = 1,129 \text{ м}$$

$$a_6 = 0,82 \cdot a \quad (2.8)$$

$$a_6 = 0,82 \cdot 0,862 = 0,707 \text{ м}$$

$$a_7 = 1,438 \cdot a \quad (2.9)$$

$$a_7 = 1,438 \cdot 0,862 = 1,017$$

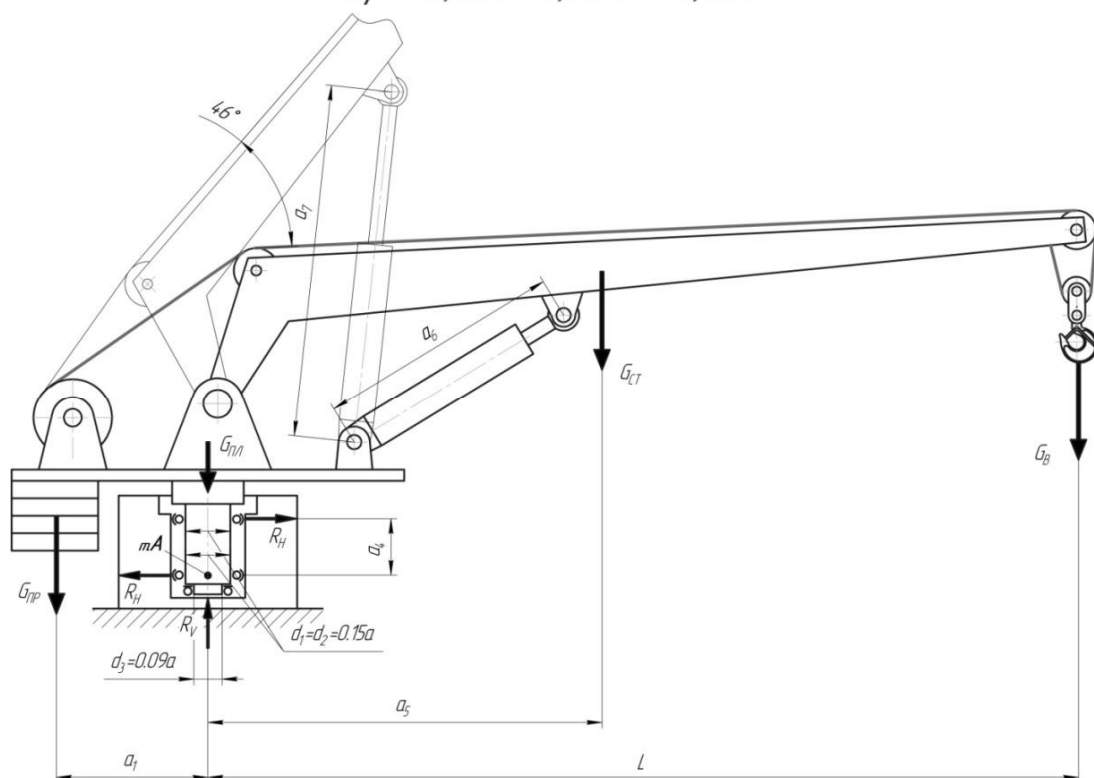


Рис. 2.1. Схема устновки атокрана

Дійсні (розраховані) розміри крана зазначаються на рис. 2.2.

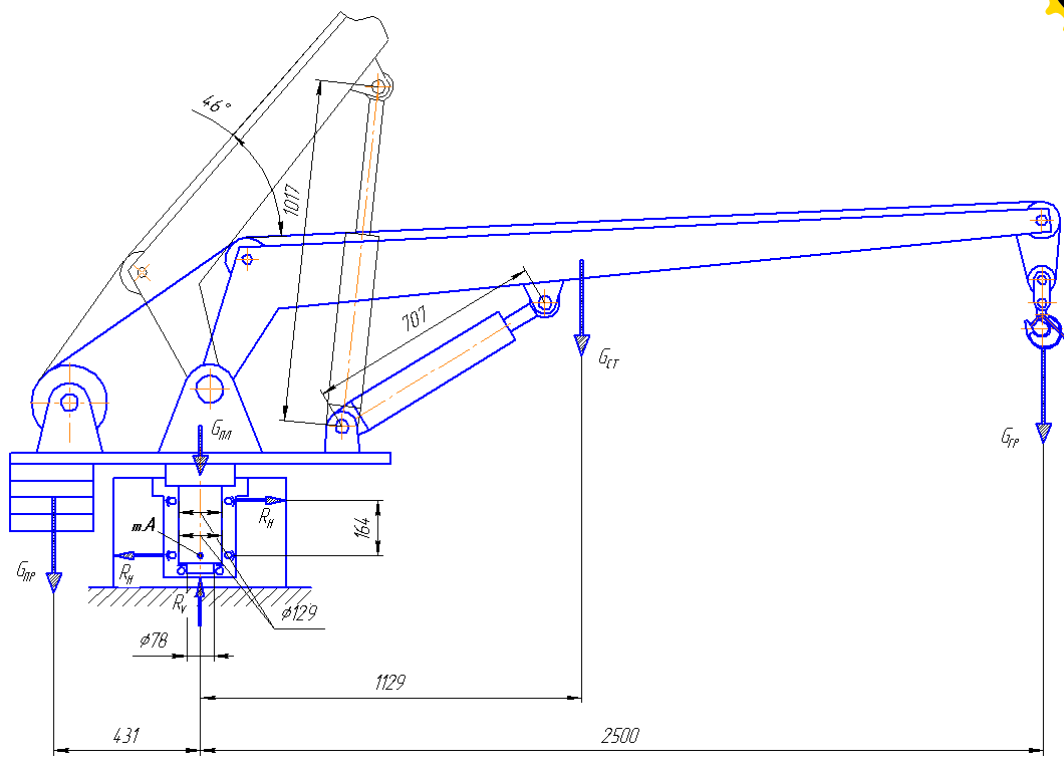


Рис. 2.2. Схема авто кранової установки з розмірами

Поворотний вузол крана спирається на дві опорні точки — верхню та нижню опори, які сприймають навантаження під час роботи механізму. У процесі експлуатації в цих опорах формуються реактивні зусилля, що забезпечують рівновагу конструкції.

Зокрема, в опорах виникають вертикальні реакції R_V та горизонтальні реакції R_H , які характеризують розподіл навантажень у поворотному механізмі. Їх визначення виконується на основі рівнянь рівноваги статки, шляхом складання рівнянь моментів і проєкцій сил на відповідні осі координат. Це дозволяє встановити умови стійкої роботи кранової установки та правильно оцінити навантаження на опорні елементи.

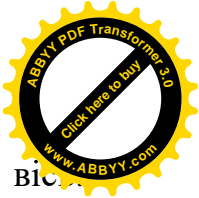
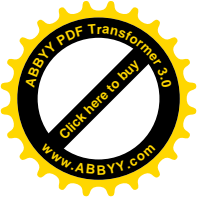
Рівняння моментів щодо точки «А», у якій перетинаються лінії дії опорних реакцій у нижній опорі має вигляд:

$$a_1 \cdot G_{ПР} - a_5 \cdot G_{СТ} - a_4 \cdot R_H - L \cdot G_B = 0 \quad (2.10)$$

$$R_H = \frac{431 \cdot 5617 \cdot 9,81 - 1129 \cdot 5617 \cdot 9,81 - 2500 \cdot 70000 \cdot 9,81}{164}$$

$$= -1,072 \cdot 10^7 \text{ Н}$$

Вертикальна опорна реакція R_V визначається на основі рівняння



рівноваги сил, тобто із суми проєкцій усіх діючих сил на вертикальну вісь. Такий підхід дозволяє врахувати всі навантаження, що діють на поворотну частину крана, та забезпечити правильний розподіл реакцій в опорних елементах.

Знак «-», який може з'являтися перед розрахованим значенням, має фізичний зміст і вказує на те, що фактичний напрям дії реакції R_H є протилежним до попередньо прийнятого напрямку в розрахунковій схемі. Це є типовим результатом при розв'язанні рівнянь статички і свідчить про правильність прийнятої моделі навантаження та умов рівноваги системи.

$$R_V = G_{ПР} + G_{ПЛ} + G_{СТ} + G_B = m_{np} \cdot g + m_{пл} \cdot g + m_{ст} \cdot g + m_{\epsilon} \cdot g \quad (2.11)$$

де m_{np} - маса противаги крана, кг;

$m_{пл}$ - маса поворотної частини (площадки) крана, кг;

m_{ϵ} - маса вантажу (вантажопідйомність) крана, кг;

$g = 9,8 \text{ м/с}^2$ - прискорення вільного падіння.

$$\begin{aligned} R_V &= 5617 \cdot 9,81 + 1,348 \cdot 10^4 \cdot 9,81 + 5617 \cdot 9,81 + 70000 \cdot 9,81 \\ &= 9,292 \cdot 10^5 \text{ Н} \end{aligned}$$

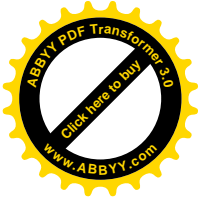
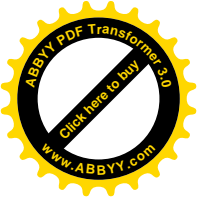
Для кранової установки сумарний момент сил тертя в опорно-поворотному пристрої визначається як алгебраїчна сума моментів тертя, що виникають у верхній та нижній опорах. Такий підхід дозволяє врахувати всі втрати на тертя в елементах опорного вузла та правильно оцінити опір обертанню поворотної частини крана.

Таким чином, загальний момент тертя формується як результат спільної дії тертя в обох опорах і використовується при подальших розрахунках крутного моменту приводу механізму повороту, що забезпечує коректний підбір гідромотора та надійну роботу кранової установки.

$$M_{mp} = M_{mp.B} + M_{mp.H} \quad (2.12)$$

$$M_{mp.B} = f \cdot R_H \frac{d_1}{2} \quad (2.13)$$

$$M_{mp.B} = f \left(R_H \frac{d_2}{2} + R_V \frac{d_3}{2} \right) \quad (2.14)$$



де f - коефіцієнт тертя в підшипнику, (приймається $f = 0,015$).

$$M_{mp} = f \cdot R_H \frac{d_1}{2} + f \left(R_H \frac{d_2}{2} + R_V \frac{d_3}{2} \right) \quad (2.15)$$

$$M_{mp} = 0,015 \cdot 1,072 \cdot 10^7 \frac{0,129}{2} + 0,015 \left(1,072 \cdot 10^7 \frac{0,166}{2} + 9,292 \cdot 10^5 \frac{0,078}{2} \right) = 2,133 \cdot 10^4 \text{ Нм}$$

Момент сил інерції:

$$M_{ин} = J \cdot \varepsilon = 6,989 \cdot 10^4 \text{ Нм} \quad (2.16)$$

де J - момент інерції (щодо осі повороту крана) повільно обертаючихся частин крана, вантажу й обертових частин механізму повороту;

ε - кутове прискорення крана, рад/с².

Момент інерції:

$$J = \gamma \cdot J_{пч} \quad (2.17)$$

де $\gamma = 1,4$ - коефіцієнт врахування інерції обертових частин механізму повороту;

$J_{пч}$ - момент інерції (щодо осі повороту крана) вантажу, та повільно обертаючоїся частини крана, кг-м²;

$$J_{пч} = \xi \sum m_j \cdot x_j^2 \quad (2.18)$$

де m_j - маса j -ї частини повільно обертаючоїся, кг (вантаж, стріла, противага і т.д.);

x_j - відстань від центру маси j -ї повільно обертаючоїся частини крана, м;

$\xi = 1,2 \dots 1,4$ - коефіцієнт приведення геометричних радіусів обертання до радіусів інерції.

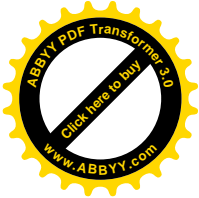
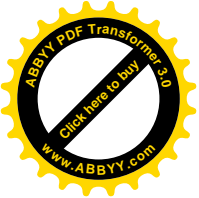
Використовуючи рис. 7.2 визначається момент інерції вантажу:

$$J_{пч} = \xi \cdot (m_{np} \cdot a_1 + m_{cm} \cdot a_5 + m_g \cdot L^2), \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \quad (2.19)$$

$$J_{пч} = 1,4 \cdot (5617 \cdot 0,431^2 + 5617 \cdot 1,129^2 + 70000 \cdot 2,5^2) = 6,24 \cdot 10^5 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

$$J = 1,4 \cdot 6,24 \cdot 10^5 = 8,736 \cdot 10^5 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

Кутове прискорення поворотної частини крана в режимі розгону визначається на основі допустимого лінійного прискорення вантажу та геометричних параметрів робочого обладнання. Зокрема, воно пов'язане з



радіусом повороту, який у даному випадку відповідає вильоту стріли L .

Враховуючи, що допустиме лінійне прискорення вантажу приймається на рівні $[a]=0,2\text{м}/\text{с}^2$, кутове прискорення ε можна визначити через співвідношення між лінійними та кутовими кінематичними параметрами. Це дозволяє забезпечити безпечний режим розгону механізму повороту без перевищення допустимих навантажень на конструкцію та вантаж.

$$\varepsilon = \frac{[a]}{L}, \text{ рад}/\text{с}^2 \quad (2.20)$$

$$\varepsilon = \frac{0,2}{2,5} = 0,08 \text{ рад}/\text{с}^2$$

Момент опору повороту крана визначається на основі сумарного впливу всіх сил, що протидіють обертанню поворотної частини. До таких сил належать інерційні навантаження під час розгону, сили тертя в опорно-поворотному пристрої, а також вплив маси стріли та вантажу з урахуванням їх розташування відносно осі обертання.

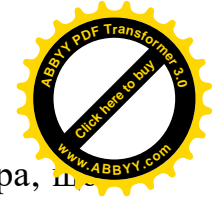
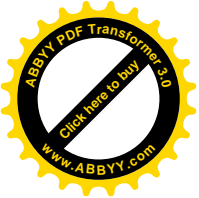
У загальному вигляді момент опору повороту крана записується у вигляді відповідного розрахункового виразу, який враховує динамічні та статичні складові навантаження. Отримане значення використовується для подальшого визначення необхідного крутного моменту на валу гідромотора та перевірки працездатності приводу механізму повороту в заданих умовах експлуатації.

$$M_C = M_{mp} + M_{ин} \quad (2.21)$$

$$M_C = 2,133 \cdot 10^4 + 6,989 \cdot 10^4 = 9,121 \cdot 10^4 \text{ Нм}$$

Момент на валу гідромотора є одним із ключових параметрів, що характеризує роботу приводу механізму повороту кранової установки. Він визначає здатність гідромотора забезпечувати необхідне обертання поворотної частини крана з урахуванням всіх діючих навантажень.

Даний момент формується на основі моменту опору повороту крана, а також параметрів передавального механізму, зокрема передавального числа редуктора та коефіцієнта корисної дії приводу. Таким чином, момент на валу гідромотора дозволяє оцінити реальне навантаження на гідравлічну систему



та є основою для правильного підбору типу і характеристик гідромотора, що забезпечує надійну та безпечну роботу кранового обладнання.:

$$M_{зм.нов} = \frac{M_C}{i_{нов} \cdot \eta_p}, \text{ Нм} \quad (2.22)$$

де η_p - ККД редуктора (приймається $\eta_p = 0,9$);

$i_{нов}$ - передаточне відношення редуктора поворотної платформи (приймається за даними табл. 3.1).

$$M_{зм.нов} = \frac{9,121 \cdot 10^4}{40,058 \cdot 0,9} = 2,53 \cdot 10^3 \text{ Нм}$$

Частота обертання вала гідромотора на приводі механізму повороту крана визначається за допомогою формули:

$$\omega_{нов} = \omega_{кр} \cdot i_{нов}, \text{ об/хв} \quad (2.23)$$

$$\omega_{нов} = 0,5 \cdot 40,058 \cdot \frac{30}{3,14} = 191,36 \text{ об/хв}$$

2.1.2. Розрахунок механізму підйому стріли

Розрахунок механізму підйому стріли виконується на основі розрахункової схеми, наведеної на рис. (3.3), яка відображає геометричні параметри та схему прикладання навантажень до елементів системи. Дана схема дозволяє врахувати положення стріли, точку її обертання, а також місце прикладання зусилля від гідроциліндра.

Використання розрахункової схеми є необхідним для складання рівнянь рівноваги та визначення зусиль у механізмі підйому. Це забезпечує коректне визначення навантажень на гідроциліндр і дозволяє оцінити умови його роботи в найбільш критичних режимах, зокрема на початку підйому стріли, коли зусилля є максимальним.

Для визначення зусилля $F_{гц}$ на штоку гідроциліндра, який забезпечує підйом стріли, необхідно скласти рівняння моментів сил відносно точки обертання стріли «Б». Розрахунок виконується для найбільш навантаженого режиму — початку підйому стріли, коли система перебуває у граничному положенні рівноваги.

У цьому положенні всі сили, що діють на стрілу, створюють максимальний опір руху, тому зусилля в гідроциліндрі досягає найбільшого значення. Саме цей випадок приймається розрахунковим для перевірки міцності та працездатності гідропривода механізму підйому стріли.

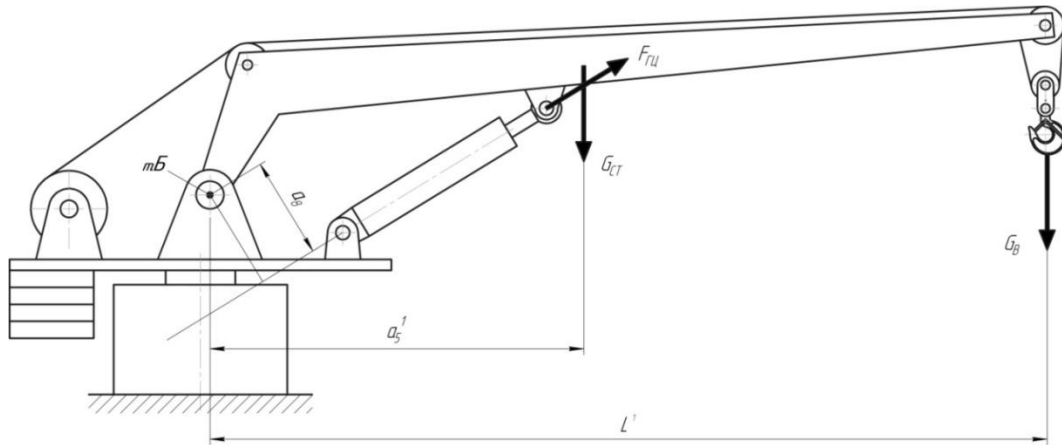


Рис. 2.3. Схема розрахунку механізму підйому стріли

$$a_8 \cdot F_{2y} = a_5^1 \cdot G_{cm} + L^1 \cdot G \quad (2.24)$$

$$a_5^1 = 0,978 \cdot a_5 \quad (2.25)$$

$$L^1 = 0,967 \cdot L \quad (2.26)$$

$$a_8 = -0,1127 \cdot a_5^1 + 36,03 \quad (2.27)$$

$$a_5^1 = 0,978 \cdot 1,129 = 1,104 \text{ м}$$

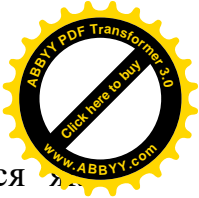
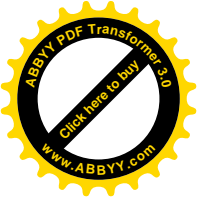
$$L^1 = 0,989 \cdot 2,5 = 2,473 \text{ м}$$

$$a_8 = \frac{-0,1127 \cdot 1,104 + 36,03}{100} = 0,359 \text{ м}$$

$$F_{2y} = \frac{1,104 \cdot 5617 \cdot 9,8 + 2473 \cdot 70000 \cdot 9,8}{359} = 4,893 \cdot 10^6 \text{ Н}$$

Хід штока гідроциліндра механізму підйому стріли визначається графічним методом як різниця між положеннями центрів вушок кріплення гідроциліндра у двох характерних станах: при повністю висунутому положенні (коли стріла піднята) та у вихідному положенні (коли стріла опущена).

Іншими словами, величина ходу штока відповідає зміні відстані між точками кріплення гідроциліндра до стріли та рами крана при переході від нижнього положення стріли до верхнього. Згідно з розрахунковою схемою,



наведеною на рис. 2.1, отримане значення ходу штока приймається як розрахункове для подальшого визначення параметрів гідроциліндра та перевірки його працездатності.

$$S_{\text{гц}} = a_7 - a_6, \text{ мм} \quad (2.28)$$

$$S_{\text{гц}} = 1017 - 707 = 310 \text{ мм}$$

Для визначення часу повороту стріли, а також відповідного часу висування штока гідроциліндра, необхідно попередньо встановити кут повороту стріли. Даний параметр визначається графічним способом на основі розрахункової схеми, наведеної на рис. 3.2.

За результатами побудови кут повороту стріли становить $\beta = 46^\circ \approx 0,8$ рад

Отримане значення кута є вихідним параметром для подальших кінематичних розрахунків, зокрема визначення тривалості повороту стріли та часу роботи гідроциліндра у процесі виконання робочого циклу крана.

Час висування штока гідроциліндра

$$t_{\text{зц}} = \frac{\beta}{\omega_{\text{нід}}}, \text{ с} \quad (2.29)$$

де $\omega_{\text{нід}}$ - кутова швидкість підйому стріли, рад/с.

$$t_{\text{зц}} = \frac{0,8}{0,2} = 4 \text{ с}$$

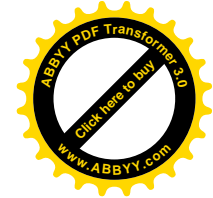
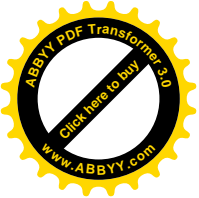
Швидкість висування штока становитиме:

$$v_{\text{зц}} = \frac{S_{\text{зц}}}{t_{\text{зц}}}, \text{ м/с} \quad (2.30)$$

$$v_{\text{зц}} = \frac{0,31}{4} = 0,077 \text{ м/с}$$

2.1.3. Визначення номінального тиску гідравлічної системи

Номінальний тиск є максимально допустимим надлишковим тиском, при якому гідравлічне обладнання здатне стабільно працювати протягом усього встановленого ресурсу експлуатації, зберігаючи при цьому свої технічні характеристики в межах нормативних вимог.



Вибір номінального тиску $P_{ном}$ є одним із ключових етапів проектування гідроприводу, оскільки від цього параметра безпосередньо залежать конструктивні розміри елементів системи, їх маса, вартість виготовлення та загальна надійність роботи гідравлічного обладнання.

Значення номінальних тисків у гідросистемах (МПа) регламентуються відповідними стандартами, зокрема рядом тисків, встановленим ГОСТ 12445-80. При цьому вибір конкретного значення здійснюється на основі інженерних рекомендацій, статистичних даних та досвіду експлуатації аналогічного обладнання в реальних умовах.

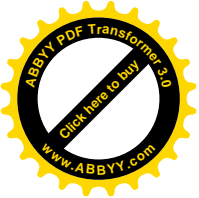
Для більшості гідрофікованих кранів робочий діапазон номінального тиску зазвичай знаходиться в межах 32...40 МПа, що забезпечує оптимальне співвідношення між продуктивністю, довговічністю та економічністю гідроприводної системи.

2.1.4 Розрахунок робочого об'єму гідромотора вантажної лебідки

Робочий об'єм гідромотора вантажної лебідки є одним із основних конструктивних параметрів гідроприводу, який визначає кількість робочої рідини, що витісняється за один повний оберт вала. Від цього показника безпосередньо залежать крутний момент, швидкість обертання та загальна ефективність роботи лебідкового механізму.

Визначення робочого об'єму гідромотора виконується на основі розрахункових значень навантаження вантажної лебідки, необхідного крутного моменту на вихідному валу, а також робочого тиску в гідросистемі. Крім того, враховується загальний коефіцієнт корисної дії гідромотора та втрати енергії в системі.

Отримане значення робочого об'єму є вихідним параметром для підбору типорозміру гідромотора та забезпечує узгоджену роботу всіх елементів гідравлічного приводу вантажної лебідки в заданих експлуатаційних умовах.



$$q_{\text{ГМ.під}} = \frac{2 \cdot \pi \cdot K_{\text{зз}} \cdot M_{\text{ГМ.під}}}{P_{\text{роб}} \cdot \eta_{\text{ГМ}}}, \text{ см}^3 \quad (2.4)$$
$$q_{\text{ГМ.під}} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 1,1 \cdot 705,118}{31,5 \cdot 0,9} = 171,902 \text{ см}^3$$

2.2. Вибір пересувних засобів ТО і ПР

Правильний підбір пересувної автомайстерні та її технологічного оснащення має суттєве значення для забезпечення ефективного технічного обслуговування і ремонту автотранспортних засобів у польових або виїзних умовах.

Насамперед якість виконання ремонтних робіт безпосередньо залежить від наявності сучасного обладнання та інструментів. Комплектування мобільної майстерні відповідними засобами дозволяє виконувати діагностику та ремонтні операції на високому професійному рівні, що підвищує надійність і довговічність техніки. Персонал таких майстерень зазвичай має відповідну кваліфікацію та володіє сучасними методами обслуговування автомобілів.

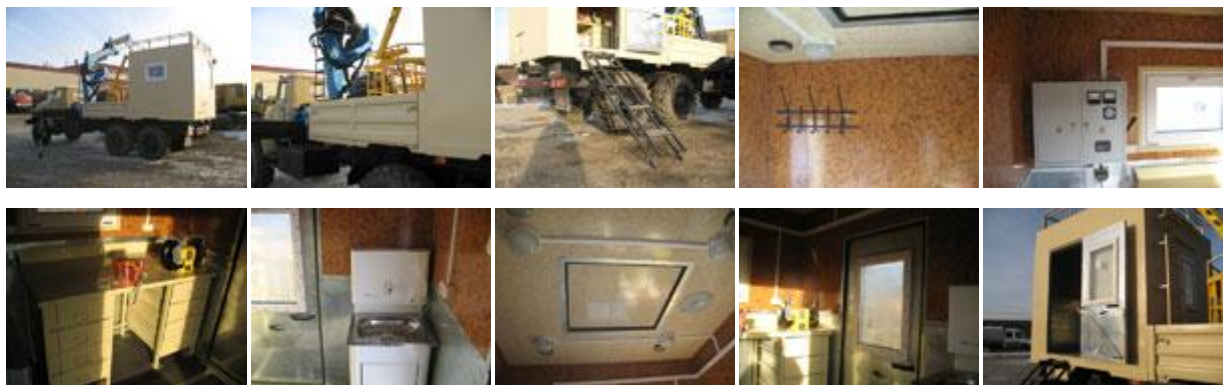
Важливою перевагою пересувних ремонтних засобів є економія часу. Виконання робіт безпосередньо на місці експлуатації техніки дозволяє уникнути простоїв, пов'язаних із транспортуванням автомобіля до стаціонарної станції технічного обслуговування. Крім того, оперативна діагностика та усунення несправностей зменшують загальний час простою рухомого складу.

Економічна ефективність також є суттєвим фактором. Використання мобільних майстерень дає змогу своєчасно виявляти несправності та усувати їх на ранніх етапах, що запобігає виникненню більш складних і дорогих ремонтів. Додатково зменшуються витрати, пов'язані з евакуацією та транспортуванням техніки.

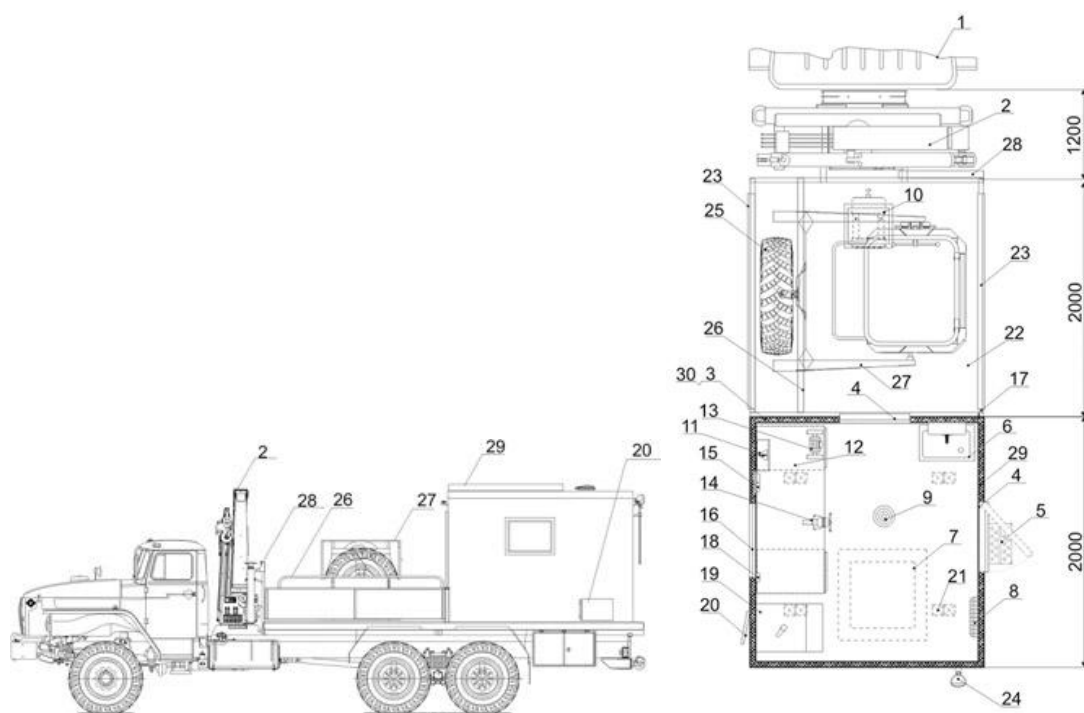
Зручність експлуатації полягає у можливості проведення технічного обслуговування без відриву техніки від робочого процесу. Це дозволяє ефективно інтегрувати ремонтні роботи у виробничий графік підприємства та мінімізувати перерви в роботі автопарку.

Не менш важливим є аспект безпеки. Пересувні ремонтні майстерні повинні бути оснащені обладнанням, що відповідає вимогам техніки безпеки та стандартам експлуатації. Це гарантує безпечні умови праці для персоналу та знижує ризики пошкодження техніки під час виконання ремонтних операцій.

У даному розділі бакалаврської роботи здійснено підбір моделі пересувної ремонтної майстерні (ПРМ) на основі вихідних даних, отриманих у першому розділі, а також відповідно до методичних рекомендацій. Як пересувний засіб технічного обслуговування та ремонту обрано пересувну ремонтну майстерню ПРМ на базі шасі Урал 4320 (рис. 2.4).



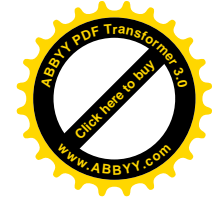
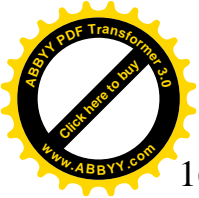
а



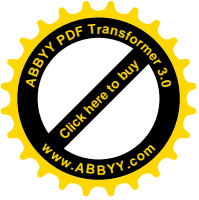
б

Рис. 2.4. Зовнішній вигляд (а) та внутрішнє компонування (б) ПРМ на шасі Урал 4320

1. Шасі Урал 4320 (давальницьке)
2. Крано-Манипуляторная установка ІМ -180-05 з коліскою й кріслом оператора на колоні.
3. Кузов-Фургон з вантажною платформою
4. Двері-вхідні з вікном
5. Сходи-трап
6. Умивальник з підігрівом води (220В)
7. Знімна кришка-панель розміри, мм 700х700
8. Вішалка для одягу
9. Вентилятор накришний
10. Генератор EG. 202.6. (25 кВт 230/400В)
11. Ел/ шафа
12. Верстат 2-х тумбовий
13. Верстат заточувальний 2-х круговий Ø200 мм)
14. Лещата слюсарні
15. Розетка подвійна (220 в) – 3 шт.



16. Вікно-склопакет із кватиркою
17. Ящик під кузовом
18. Розетка 380 В
19. Зварювальний випрямляч ВД-313 з приналежностями
20. Люк
21. Ліхтар висвітлення 24/220В-4 шт.
22. Вантажна платформа
23. Відкидний борт – 2 шт.
24. Прожектор для висвітлення місця роботи
25. Запасне колесо
26. Відкидний кронштейн для кріплення ДЗК і опори важелів коліски
27. Коліска КМУ
28. Сходи знімні
29. Майданчик на даху фургона з відкидним поруччям (Н=600 мм)
30. Приналежності й засобу є/ безпеки.



3. ОХОРОНА ПРАЦІ

3.1. Загальні положення

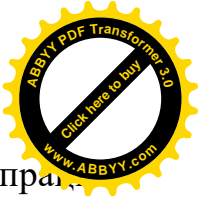
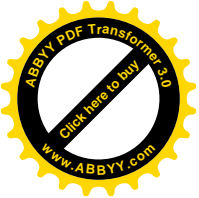
Дотримання вимог охорони праці під час виконання робіт з технічного обслуговування та ремонту автомобілів має ключове значення для забезпечення безпечних умов праці, а також для захисту життя і здоров'я працівників підприємства. У процесі виконання ремонтних операцій персонал може піддаватися впливу різноманітних виробничих небезпек, тому чітке дотримання встановлених правил є обов'язковою умовою організації виробничого процесу.

Однією з головних причин необхідності дотримання вимог охорони праці є забезпечення безпеки працівників. Під час ремонту та технічного обслуговування транспортних засобів існує ризик отримання травм, таких як порізи, опіки, ураження електричним струмом, механічні ушкодження або вплив небезпечних речовин. Виконання встановлених інструкцій і правил дозволяє суттєво знизити ймовірність виникнення подібних випадків.

Важливим аспектом є також зменшення ризику аварійних ситуацій. Неправильне складання вузлів і агрегатів, порушення технології ремонту або недотримання регламенту технічного обслуговування може призвести до відмови транспортного засобу під час експлуатації. Дотримання правил охорони праці сприяє підвищенню надійності виконаних робіт і безпечній експлуатації техніки.

Окремо слід відзначити економічний ефект. Виконання вимог безпеки дозволяє зменшити витрати, пов'язані з лікуванням травмованих працівників, компенсаціями та ліквідацією наслідків аварій. Крім того, якісне виконання ремонтних операцій знижує ймовірність повторних поломок і непередбачених витрат на відновлення техніки.

Дотримання правил охорони праці також позитивно впливає на якість виконуваних робіт, оскільки дисциплінований і безпечний виробничий процес сприяє більш уважному та відповідальному ставленню працівників до своїх обов'язків.



На автотранспортних підприємствах України система охорони праці регламентується низкою нормативно-правових актів, які встановлюють вимоги до організації безпечних умов праці, експлуатації обладнання та виконання ремонтних робіт. Серед основних документів можна виділити Закон України «Про охорону праці», а також відповідні галузеві правила і положення, що регламентують безпеку на автомобільному транспорті.

Недотримання встановлених нормативних вимог може призвести до серйозних негативних наслідків. Зокрема, можливе пошкодження виробничого обладнання та транспортних засобів, що спричиняє додаткові витрати на ремонт і відновлення. Також існує ризик виникнення травм або професійних захворювань серед працівників, що впливає на працездатність персоналу та загальну ефективність підприємства.

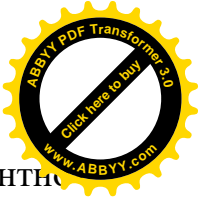
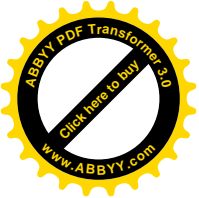
У більш критичних випадках порушення вимог охорони праці може призвести до тяжких аварій або навіть летальних випадків, що негативно позначається на репутації підприємства та його подальшій діяльності. У разі систематичних порушень можливе навіть припинення роботи підприємства або накладення адміністративних санкцій.

Таким чином, дотримання вимог охорони праці є обов'язковою складовою ефективної роботи автотранспортного підприємства, що забезпечує безпеку працівників, надійність техніки та стабільність виробничого процесу.

3.2. Розрахунок освітлення

Розрахунок системи освітлення виробничого корпусу з позицій охорони праці є важливою складовою забезпечення безпечних, ергономічних та ефективних умов роботи персоналу автотранспортного підприємства. Рационально організоване освітлення безпосередньо впливає на працездатність працівників, точність виконання технологічних операцій та загальний рівень виробничої дисципліни.

Недостатній рівень освітленості або його неправильний розподіл у виробничих приміщеннях може призводити до зниження продуктивності



праці, зростання кількості помилок під час виконання ремонтних обслуговуючих робіт, а також підвищення ризику виникнення виробничого травматизму. Крім того, тривала робота в умовах недостатнього освітлення негативно впливає на зір працівників і може спричиняти загальне погіршення стану здоров'я.

Процес розрахунку освітлення полягає у визначенні необхідного рівня світлового потоку для кожної виробничої зони з урахуванням її площі, висоти приміщення, характеру виконуваних робіт, розташування робочих місць та вимог нормативних документів. Також враховується тип освітлювальних приладів і їх раціональне розміщення для забезпечення рівномірного розподілу світла.

Грамотно спроектована система освітлення виробничого корпусу сприяє підвищенню якості виконуваних робіт, скороченню часу їх виконання, зменшенню кількості браку та відмов техніки. Окрім цього, вона забезпечує безпечні умови праці, знижує ризик нещасних випадків та сприяє створенню комфортного виробничого середовища для персоналу.

$$F = \frac{E \cdot S_{cn} \cdot K \cdot Z}{\eta \cdot n}, \text{ лм} \quad (3.1)$$

де E - норма освітленості, лк (приймається 200 лк)

S_{cn} - скорегована площа виробничого корпусу, м²;

K - коефіцієнт запасу, (приймається $K=1,5$)

Z - коефіцієнт нерівномірності освітлення, змінюється в межах;

η - коефіцієнт використання освітлювальної установки;

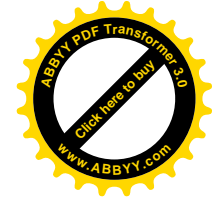
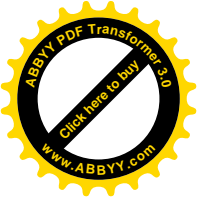
n - число ламп.

Індекс приміщення:

$$i = \frac{a \cdot b}{H_c \cdot (a+b)} \quad (3.2)$$

де a, b - відповідно довжина і ширина приміщення, м;

H_c - висота розміщення світильника над освітлювальною поверхнею.



Визначення кількості ламп у виробничому корпусі:

$$n = \frac{E \cdot S_{cn} \cdot K \cdot Z}{F \cdot \eta}, \text{ ламп} \quad (3.3)$$

Розрахунок місцевого освітлення полягає:

$$F = \frac{1000 \cdot h^2 \cdot E}{e}, \text{ лм} \quad (3.4)$$

де h - відстань лампи до освітлювальної поверхні, м;

E - нормативна освітленість, лк (приймається 100 лк)

e - показник, який вибирається за графіком

Природне освітлення:

$$S = \frac{S_n \cdot C_n \cdot K_z \cdot \eta_o}{100 \cdot P_o \cdot W_1} K_{\infty}, \text{ м}^2 \quad (3.5)$$

де S_n - площа підлоги приміщення, м²;

C_n - нормоване значення коефіцієнта природної освітленості;

K_z - коефіцієнт запасу (приймається $K_z = 1,45$)

η_o - світлова характеристика вікон (приймається $\eta_o = 10$);

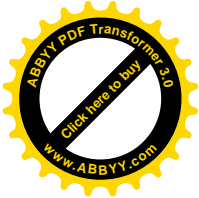
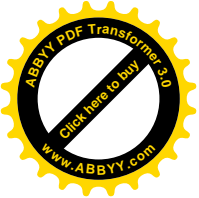
K_{∞} - коефіцієнт урахування затінення протистоячими будинками;

P_o - загальний коефіцієнт світлопропускання, (приймається $P_o = 0,63$);

W_1 - коефіцієнт урахування підвищення освітленості при боковому освітленні, (приймається $W_1 = 1,1$)

Розрахунок загального освітлення виробничого приміщення виконується з метою визначення необхідної кількості світильників та забезпечення нормативного рівня освітленості на робочих місцях. Для виконання розрахунку приймаються геометричні параметри приміщення: ширина 72 м, довжина 30 м, а також інші вихідні дані, що характеризують умови освітлення та тип світильників (коефіцієнти використання світлового потоку, запасу, нерівномірності освітлення та інші розрахункові параметри).

Індекс приміщення:



$$i = \frac{72 \cdot 32}{8,2 \cdot (72 + 32)} = 2,53$$

Таким чином, розрахункове значення коефіцієнта використання світлового потоку приймається рівним 0,54, що відповідає прийнятним умовам освітлення виробничого приміщення та характеристикам світильників.

У даному прикладі для організації системи загального освітлення виробничого корпусу обрано люмінесцентні лампи типу ЛБ-80, кожна з яких має світловий потік 5220 лм. Використання даного типу ламп є доцільним, оскільки вони забезпечують достатній рівень освітленості при відносно низькому енергоспоживанні, рівномірний розподіл світла та комфортні умови зорової роботи для персоналу виробничих ділянок.

Визначимо кількість ламп у виробничому корпусі:

$$n = \frac{200 \cdot 432 \cdot 1,5 \cdot 1,2}{5200 \cdot 0,54} \approx 277 \text{ ламп}$$

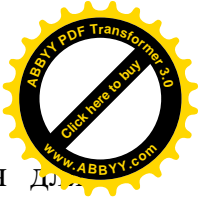
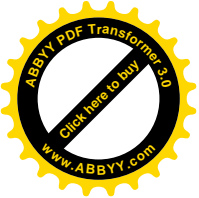
Визначимо світловий потік лампи:

$$F = \frac{1000 \cdot 0,7^2 \cdot 100}{280} = 175 \text{ лм}$$

Згідно з нормативними джерелами для розрахунку системи освітлення приймається лампа розжарювання типу НВ-25 як розрахункова одиниця світлового обладнання.

Розрахунок природного освітлення виконується з метою забезпечення достатнього рівня освітленості виробничих приміщень за рахунок природного світла у денний час. Для виконання розрахунку приймається площа виробничого корпусу, що є основним геометричним параметром при визначенні світлових характеристик будівлі.

На основі вихідних даних визначається загальна площа світлових прорізів при боковому освітленні. Даний показник є одним із ключових у системі природного освітлення, оскільки він безпосередньо впливає на рівень природної освітленості робочих зон, енергоефективність будівлі та умови праці персоналу.



Отримане значення площі світлових прорізів використовується для подальшого проектування віконних отворів виробничого корпусу з урахуванням вимог будівельних норм, а також забезпечення нормативного коефіцієнта природного освітлення в приміщенні.

$$S = \frac{2160 \cdot 0,2 \cdot 1,45 \cdot 10}{100 \cdot 0,63 \cdot 1,1} \cdot 1,0 = 903,8 \text{ м}^2$$

Таким чином, для дотримання санітарно-гігієнічних норм та вимог щодо освітлення робочих місць у виробничому корпусі з площею 2160 м² встановлено, що для системи загального освітлення необхідно передбачити 277 світильників. Це забезпечує нормативний рівень освітленості на всіх робочих зонах та створює безпечні умови праці для персоналу.

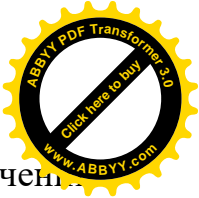
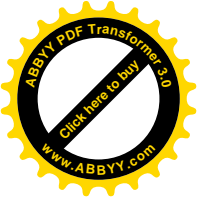
Для місцевого освітлення робочих місць розрахункове значення світлового потоку однієї лампи повинно становити 175 лм, що гарантує достатню видимість при виконанні точних ремонтно-обслуговуючих операцій.

Крім того, визначено, що сумарна площа світлових прорізів при боковому природному освітленні повинна бути не меншою ніж 903,8 м². Це дозволяє забезпечити необхідний рівень природної освітленості у виробничому приміщенні, зменшити залежність від штучного освітлення у денний час та підвищити енергоефективність підприємства.

3.3. Розрахунок вентиляції виробничог корпусу

Механічна вентиляція застосовується у виробничих приміщеннях у випадках, коли природний повітрообмін є недостатнім для забезпечення нормальних санітарно-гігієнічних умов праці. Згідно з вихідними даними, на одного працюючого припадає 26 м² виробничої площі, що відповідає встановленим умовам розрахунку. У зв'язку з цим виникає необхідність виконання розрахунку механічної вентиляції для всього виробничого корпусу.

Для визначення необхідного повітрообміну використовується метод кратності, який є одним із базових підходів при проектуванні вентиляційних



систем виробничих приміщень. Суть даного методу полягає у визначенні об'єму повітря, який необхідно подавати та видаляти з приміщення протягом години для підтримання допустимих параметрів повітряного середовища.

Загальний об'єм повітрообміну розраховується за відповідною формулою, яка враховує об'єм виробничого приміщення та кратність повітрообміну. Отримане значення є основою для подальшого підбору вентиляційного обладнання, визначення його продуктивності та схеми розміщення у виробничому корпусі, що забезпечує ефективне видалення шкідливих домішок, надлишкового тепла та підтримання нормативних умов праці.

$$V = V_n \cdot K_{кр} = (S_p \cdot H_c) \cdot K_{кр}, \text{ м}^3/\text{год} \quad (3.6)$$

де V_n - об'єм приміщення, м^3 ;

$K_{кр}$ - коефіцієнт кратності (приймається $K_{кр} = 3,5$).

$$V = 2160 \cdot 8,2 \cdot 3,5 = 61992 \text{ м}^3/\text{год}$$

Потужність двигунів:

$$P = \frac{K_3 \cdot V_B \cdot P_B \cdot 10^{-6}}{3,6 \cdot \eta_B \cdot \eta_n}, \text{ кВт} \quad (3.7)$$

де K_3 - коефіцієнт запасу, (приймається $K_3 = 1,2$);

V_B - подача вентилятора, яка дорівнює кількості повітря, $\text{м}^3/\text{год}$;

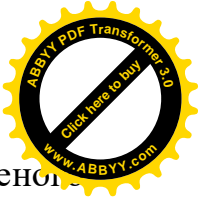
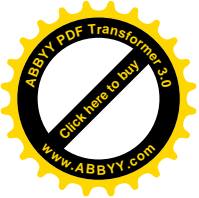
P_B - тиск який розвиває вентилятор;

η_B - ККД вентилятора, (приймається $\eta_B = 0,6 \dots 0,8$);

η_n - ККД приводу, для плоскопасової передачі $\eta_n = 0,9$, для клинопасової $\eta_n = 0,95$, для безпосереднього з'єднання $\eta_n = 1,0$.

Для виконання розрахунку приймається, що площа виробничого приміщення становить $2160,1 \text{ м}^2$, а висота будівлі — $8,20 \text{ м}$. На основі цих даних визначається загальний об'єм виробничого корпусу, який є базовою величиною для подальших вентиляційних розрахунків.

Для визначення сумарної потужності вентиляційної системи приймається використання вентиляторів високого тиску з клинопасовим приводом. Така конструкція приводу забезпечує надійну роботу обладнання,



стабільну продуктивність та можливість експлуатації в умовах підвищеного навантаження, характерного для виробничих приміщень автотранспортного підприємства.

З урахуванням встановленого коефіцієнта кратності повітрообміну, що становить 3,50, виконується визначення необхідного об'єму повітря, який повинен подаватися та видалятися з приміщення протягом години для підтримання нормативних санітарних умов.

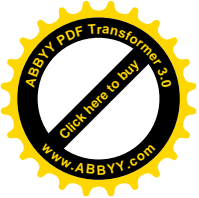
Таким чином, для забезпечення нормативного повітрообміну у виробничому корпусі з розрахунковим об'ємом повітря та кратністю 3,50 необхідно передбачити систему вентиляції на базі вентиляторів високого тиску з клинопасовим приводом. Загальна розрахункова потужність вентиляційного обладнання становить 155,41 кВт, що забезпечує стабільний повітрообмін і відповідність санітарним вимогам виробничого середовища.

$$P = \frac{1,2 \cdot 61992 \cdot 5000 \cdot 10^{-6}}{3,6 \cdot 0,7 \cdot 0,95} = 155,4 \text{ кВт}$$

3.4. Вибір типу вогнегасників

Для виконання розрахунків у бакалаврській роботі приймається, що виробничий корпус відноситься до категорії «В» за вибухопожежною та пожежною небезпекою, з наявністю горючих газів і рідин. Відповідно клас можливої пожежі також визначається як «В», що характеризує підвищені вимоги до системи протипожежного захисту та первинних засобів пожежогасіння.

Підбір типу та необхідної кількості вогнегасників здійснюється на основі чинних галузевих правил пожежної безпеки, норм технологічного проєктування та нормативно-правових актів, зокрема відповідно до наказу МНС України №151 від 02.04.2004 року «Типові норми належності вогнегасників». Додатково враховуються вимоги методичних рекомендацій щодо оснащення виробничих приміщень первинними засобами



пожежогасіння, зокрема з урахуванням нормативної одиниці маси вогнегасника 5 кг.

Для виробничого корпусу площею 21060 м², що відноситься до категорії «В», розраховано необхідну кількість переносних водяних, водопінних та порошкових вогнегасників масою 50 кг. Згідно з виконаними розрахунками та нормативами належності, необхідна кількість становить 9 одиниць.

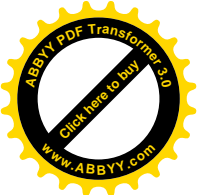
Отримане значення визначено на основі встановлених вимог пожежної безпеки та забезпечує належний рівень первинного реагування на можливі осередки займання у виробничих зонах. Використання вогнегасників зазначеного типу дозволяє ефективно локалізувати пожежу на початковій стадії та мінімізувати ризики поширення вогню.

Таким чином, для забезпечення належного рівня пожежної безпеки виробничого корпусу категорії «В» необхідно передбачити оснащення об'єкта 9 переносними вогнегасниками вагою 50 кг відповідного типу. Остаточний вибір засобів пожежогасіння повинен додатково узгоджуватися з вимогами діючих нормативних документів та специфікою експлуатації конкретного підприємства.

3.5. Екранування джерел випромінювання

Електромагнітні випромінювання (ЕМВ) утворюються під час роботи різноманітного електричного та електронного обладнання, до якого належать комп'ютери, мобільні телефони, телевізійні приймачі, мікрохвильові печі, радіотехнічні пристрої, трансформатори, силові кабельні мережі та інші джерела електроенергії. У виробничих умовах автотранспортних підприємств подібні випромінювання також можуть виникати від діагностичного обладнання, зварювальних апаратів та електроприводів. За певних умов підвищений рівень ЕМВ може чинити негативний вплив на організм людини, тому питання захисту від них є важливою складовою охорони праці.

Для зменшення впливу електромагнітних полів застосовуються різні методи екранування. Одним із найпоширеніших способів є використання



металевих екранів, які здатні ефективно поглинати або відбивати електромагнітне випромінювання, знижуючи його інтенсивність. Такі екрани можуть застосовуватися як для захисту від зовнішніх джерел ЕМВ, наприклад високовольтних ліній електропередач або радіопередавальних станцій, так і для локалізації випромінювання від внутрішнього обладнання підприємства.

Крім металевих екранів, широко використовуються спеціальні захисні матеріали, що мають властивість послаблювати рівень електромагнітного випромінювання. До них належать металізовані плівки, фольговані покриття, магнітопоглинальні композити та інші матеріали, які застосовуються для ізоляції кабелів, електронних блоків, корпусів обладнання та інших елементів, здатних бути джерелами ЕМВ.

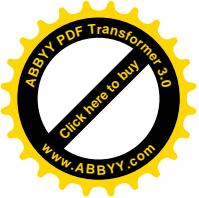
Додатково для зниження рівня електромагнітних завад можуть використовуватися спеціальні технічні засоби, зокрема фільтри, дроселі та екранувальні пристрої. Вони дозволяють зменшити рівень високочастотних перешкод, стабілізувати роботу електричних систем та покращити електромагнітну сумісність обладнання. Фільтруючі пристрої відсікають небажані сигнали різних частот, тим самим знижуючи загальний рівень електромагнітного шуму у виробничому середовищі.

Таким чином, застосування комплексних заходів екранування та технічного захисту дозволяє значно зменшити вплив електромагнітних випромінювань, забезпечити безпечні умови праці персоналу та підвищити надійність роботи електрообладнання на автотранспортному підприємстві.

3.6. Заходи безпеки на автотранспортному підприємстві під час воєнного стану та повітряної тривоги

У період воєнного стану функціонування автотранспортного підприємства потребує впровадження додаткових організаційних та технічних заходів безпеки, спрямованих на захист працівників, рухомого складу, виробничої інфраструктури та мінімізацію наслідків надзвичайних ситуацій.

1. Організаційні заходи безпеки



Розробка та затвердження плану дій персоналу під час повітряної тривоги.

Призначення відповідальних осіб за евакуацію працівників з кожної виробничої ділянки.

Проведення інструктажів з цивільного захисту та регулярних навчань з евакуації.

Обов'язкове ознайомлення всіх працівників із маршрутами укриття.

Впровадження системи оперативного оповіщення (сирени, SMS-сповіщення, внутрішній зв'язок).

2. Порядок дій під час повітряної тривоги

Негайне припинення всіх виробничих процесів.

Відключення електроживлення обладнання, яке може становити небезпеку (зварювальні апарати, підйомні механізми тощо).

Зупинка транспортних засобів у безпечному положенні (без навантаження, з опущеними стрілами/платформами).

Організована евакуація працівників до найближчих укриттів або захисних споруд.

Перевірка присутності персоналу відповідальними особами після евакуації.

3. Захист виробничих приміщень та техніки

Обладнання наявних укриттів або використання підвальних приміщень як захисних зон.

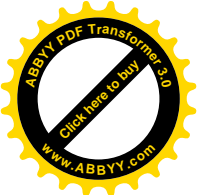
Захист критично важливого обладнання від уламків та вибухової хвилі (укріплення, металеві щити, захисні конструкції).

Розміщення техніки на відкритих майданчиках з урахуванням мінімізації щільності (зменшення ризику масового пошкодження).

Зберігання ПММ у відповідності до вимог пожежної та вибухової безпеки.

4. Забезпечення безперервності роботи

Формування резервних змін персоналу для відновлення роботи після



тривоги.

Створення аварійного запасу запчастин, ПММ та витратних матеріалів.

Використання альтернативних джерел електроживлення (генератори, акумуляторні системи).

Розробка плану швидкого відновлення виробничого процесу після завершення загрози.

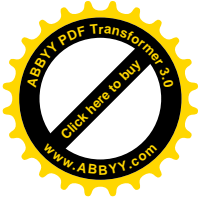
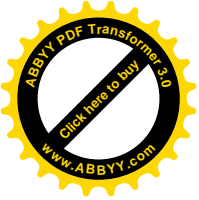
5. Медичне та психологічне забезпечення

Наявність аптечок першої допомоги у всіх виробничих зонах.

Підготовка персоналу до надання домедичної допомоги.

Організація психологічної підтримки працівників у разі стресових ситуацій.

Впровадження зазначених заходів дозволяє значно підвищити рівень безпеки працівників автотранспортного підприємства, зменшити ризики пошкодження техніки та забезпечити стійкість функціонування підприємства в умовах воєнного стану та повітряної тривоги.



ВИСНОВКИ

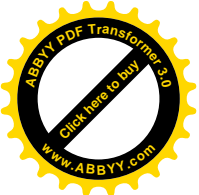
У бакалаврській роботі виконано повний комплекс необхідних інженерних і технологічних розрахунків, спрямованих на формування ефективної структури автотранспортного підприємства та забезпечення раціональної експлуатації рухомого складу. На основі проведеного аналізу було сформовано парк машин підприємства, а також визначено основні технологічні параметри його виробничо-технічної бази.

Відповідно до обраної моделі автокрана виконано розрахунок кранової установки, визначено основні параметри її роботи та обґрунтовано вибір конструктивних елементів. Крім цього, здійснено підбір пересувної майстерні, призначеної для проведення технічного обслуговування та поточного ремонту техніки безпосередньо в умовах експлуатації. Окрему увагу приділено розробці розділу з охорони праці, у якому враховано вимоги безпеки під час виконання виробничих процесів та експлуатації обладнання.

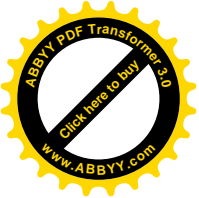
У процесі виконання випускної бакалаврської роботи проведено технологічний розрахунок виробничої програми підприємства, що спеціалізується на експлуатації змішаного парку автотранспортної техніки в заданих природно-кліматичних умовах та умовах рельєфу місцевості. Для досягнення поставленої мети було проаналізовано структуру автопарку, визначено оптимальний склад транспортних засобів і встановлено їх відповідність умовам експлуатації на визначеній території.

Також у роботі проведено оцінювання ефективності сформованої виробничої програми та визначено основні техніко-економічні показники, які характеризують ефективність функціонування підприємства. Отримані результати дозволили обґрунтувати доцільність вибраних рішень та підтвердити можливість забезпечення стабільної роботи рухомого складу при мінімізації експлуатаційних витрат.

Таким чином, виконаний технологічний розрахунок дав змогу визначити раціональний склад і кількість транспортних засобів, необхідних для ефективної експлуатації техніки у конкретних умовах. Урахування

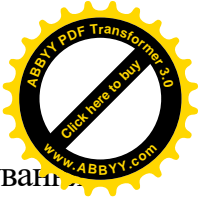
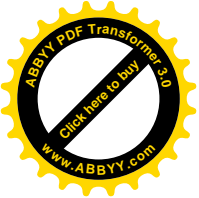


природно-кліматичних факторів та особливостей рельєфу місцевості сприяє підвищенню надійності роботи підприємства, оптимізації виробничих процесів та зниженню витрат на технічне обслуговування і ремонт. У цілому бакалаврська робота має практичну цінність та може бути використана при проектуванні й організації сучасних автотранспортних підприємств.



ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гриневич Ю.І., Яковлева Н.А. Організація діяльності автотранспортного підприємства: навчальний посібник. – К.: КНЕУ, 2010.
2. Жовтобрюх І.М. Проектування транспортних підприємств. – К.: Видавництво Академії наук України, 2005.
3. Михайлюк С.Ф. Організація автомобільних перевезень: навчальний посібник. – К.: Видавництво «Українська національна академія залізничного транспорту», 2012.
4. Канарчук В.Є. та ін. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. У 3 кн. Кн. 2. Організація, планування й управління: Підручник / В. Є. Канарчук, О. А. Дудченко, А. Д. Чигринець. - К. : Вища шк., 1994. - 383 с.
5. Дудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: організація і управління: Підручник. - К.: Знання, 2(Х)4. - 478 с.
6. Яценко М.М. Проектування підприємств автомобільного сервісу: -К.: НТУ, 2004.- 172 с.
7. Технологічне проектування підприємств автосервісу: Навчальний посібник / За ред. І.І. Курнікова - К.: Видав. «Іван Федоров», 2003. - 262 с.
8. Андрусенко С.І. Технологічне проектування автотранспортних підприємств. Навчальний посібник. - К.: Каравела, 2009. - 368 с.
9. Методика розробки та типові норми часу на технічне обслуговування автомобілів / 1. М. Демчак, Ю. Д. Уснк, В. В. Сушко та ін. - К. : НДІ «Укragропромпродуктивність». 2011,- 192 с.
10. Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту. - К.: Мінтранс України, 1998 - 16 с.
11. Міністерство транспорту України: «Правила надання послуг з технічного обслуговування і ремонту автомобільних транспортних засобів». - К.: 2003.-25с
12. Савченко Л.М. Проектування і організація руху на автомобільному транспорті: навчальний посібник. – К.: Видавництво «Київський університет», 2006.



13. Курніков І.П., Корольов М.К., Токаренко В.М. Технологічне проектування підприємств автомобільного транспорту. К.: Вища школа, 1993. - 191 с.
14. Методичні вказівки до випускної роботи бакалаврів для студентів спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» / А.В. Веснін, Ю.А. Монастирський, О.В. Пищикова, О.Д. Почужевський. – ДВНЗ «КНУ», 2018. – 84 с.
15. Випускна робота [Текст]: методичні вказівки для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 275 «Транспортні технології (автомобільний транспорт)» / уклад. Ю.А.Монастирський, В.С.Гірін – Кривий Ріг: Криворізький НУ, 2020. – 20 с.
16. Марков О.Д., Матейчик В.П., Волков В.П. Інжиніринг систем автосервісу: підручник / О.Д. Марков, В.П. Матейчик, В.П. Волков. – Харків.: ХНАДУ, 2021. – 508 с.
17. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: Підручник. – К.: Знання-Прес, 2003. – 511 с.
18. Форнальчик Є.Ю., Оліскевич М.С., Мاستикаш О.Л., Пельо Р.А. Технічна експлуатація та надійність автомобілів: Навчальний посібник / За загальною ред. Є.Ю.Форнальчика. — Львів: Афіша, 2004. — 492с.
19. Форнальчик Є.Ю. Теоретичні основи технічної експлуатації автомобілів: Конспект циклу лекцій. — Львів: НУ «ЛП», 2001.
20. Канарчук В.Е., Лудченко О.А., Чигиринець А.Д. Експлуатаційна надійність автомобілів: Підручник: у 2 ч., 4 кн. – К.: Вища шк., 2000. – Ч. 1: кн.1.
21. Канарчук В. Є., Дудченко О. А., Чигринець А. Д. «Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів». У 3 кн. Кн.1. Теоретичні основи. Технологія: Підручник / В. Є. Канарчук, О. А. Дудченко, А. Д Чигринець. - К.: Вища шк., 1994. - 342 с.;