

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 для обслуговування техніки в 3 категоріях рельєфу
та 2 кліматичних зонах»

Виконав: ст. групи АТ-23ск

С.С. Заріцький

Керівник: доцент кафедри АТ

О.Д. Почужевський

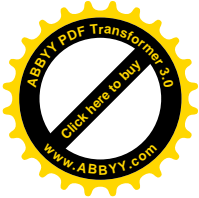
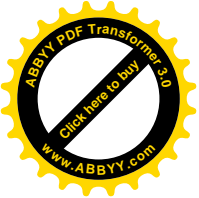
Допущений до захисту

" ____ " червня 2026 р.

Зав. кафедрою АТ професор, д.т.н.

Ю.А. Монастирський

Кривий Ріг
2023



КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТРАНСПОРТУ
КАФЕДРА АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський) рівень вищої освіти

Галузь знань: 27 – транспорт

Спеціальність 274 – автомобільний транспорт

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедрою АТ

Ю.А. Монастирський

"___" квітня 2026 р.

ЗАВДАННЯ

на випускню роботу студенту

Заріцький Станіслав Сергійович

1. Тема роботи «Визначення технологічних параметрів виробничої програми АТП для обслуговування техніки в 3 категоріях рельєфу та 2 кліматичних зонах».

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: автокрани вант-тю 32 т та максимальним вильотом стріли від 28 до 31 м; Кільк-ть 33 шт; Категорія рельєфу місцевості – 3; Категорія природно-кліматичних умов експлуатації 2 зона; 5. Кількість робочих змін - 1; Тривалість робочої зміни - 8 год.; Планове напрацювання на рік 1026 МОТО-ГОД;

4.Зміст пояснювальної записки: Титульний аркуш; Завдання; Реферат; Зміст; Вступ; Технологічна частина; Конструкційно-експлуатаційна частина; Охорона праці; Висновки; Перелік використаних джерел.

5. Перелік графічного матеріалу: Титульний аркуш; 2-3. Технологічний розрахунок підприємства; 4. Розрахунок кранової установки; 5. Креслення ПАРМ 489537; 6. Розрахунки з розділу “Охорона праці”; Висновки.

6. Дата видачі завдання: 08.04.2026

Календарний план

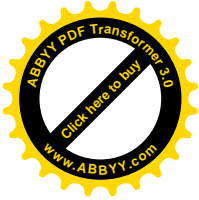
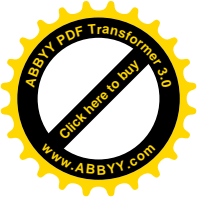
№ з/п	Назва етапів	Строк вик-ня	Прим.
1	Вступ	08.04.26-15.04.26	
2	1 Розділ	15.04.26-04.04.26	
3	2 Розділ	04.04.26-18.05.26	
4	3 Розділ	18.05.26-25.05.26	
5	Висновки	25.05.26-05.06.26	
6	Офрмлення ПЗ	01.06.26-05.06.26	
7	Оформлення графічного матеріалу	01.06.26-05.06.26	
8	Отримання звіту подібності	30.06.26-14.06.26	

Студент

С.С. Заріцький

Керівник роботи

О.Д. Почужевський



РЕФЕРАТ

Випускна бакалаврська робота на тему «Технологічний розрахунок виробничої програми підприємства з експлуатації автотранспортної техніки у 3 категорії рельєфу місцевості та 2 природно-кліматичній зоні» містить аналіз технологічного розрахунку виробничої програми для підприємства, яке займається експлуатацією автотранспортної техніки в різних природно-кліматичних зонах та різних категоріях рельєфу місцевості.

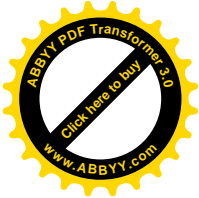
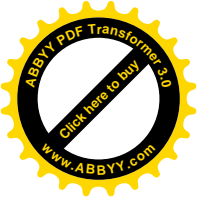
Робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Вступ розкриває актуальність дослідження та мету дослідження.

У першому розділі проведено аналіз наукових джерел, що стосуються проблеми технологічного розрахунку виробничої програми підприємства з експлуатації автотранспортної техніки у 3 категоріях рельєфу місцевості та 2 природно-кліматичних зонах. Визначені основні поняття технологічного розрахунку виробничої програми та досліджено специфіку виробничого процесу на підприємстві.

Також у розділі проведено технологічний розрахунок виробничої програми на підприємстві з експлуатації автотранспортної техніки у 3 категоріях рельєфу місцевості та 2 природно-кліматичних зонах. Для цього визначені основні фактори, що впливають на виробничий процес, та проведені необхідні розрахунки для розробки виробничої програми на підприємстві.

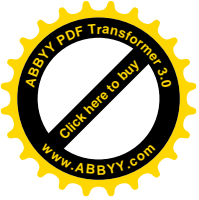
Другий розділ присвячений розрахунку кранової установки - розрахунки механізмів повороту, підйому, гідравлічної системи і т.д.

Третій розділ містить питання з охорони праці та безпеки життєдіяльності, розрахунки освітлення, вентиляції, опалення, заземлення і т.д.



ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА РОБОТИ.....	7
1.1. Вибір парку підприємства.....	8
1.2. Визначення виробничої програми підприємства.....	18
1.2.1. Корегування технічних даних	20
1.2.2. Визначення виробничої програми підприємства.....	25
1.2.3. Розрахунок трудовитрат на підприємстві	27
1.2.4. Розрахунок додаткової трудомісткості робіт.....	29
1.2.5. Розрахунок кількості пересувних майстерень	30
1.2.6. Розрахунок персоналу підприємства.....	33
1.2.7. Розрахунок площ приміщень підприємства.....	35
2. КОНСТРУКЦІЙНО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ЧАСТИНА.....	39
2.1. Визначення параметрів та характеристик кранової установки.....	39
2.1.1. Розрахунок механізму повороту стірли	40
2.1.2. Розрахунок механізму підйому стріли	44
2.1.3. Розрахунок вантажопідйомного механізму лебідки.....	47
2.1.4. Розрахунок номінального тиску гідравлічної системи	49
2.1.5. Розрахунок гідравлічного насоса.....	50
2.1.6. Визначення параметрів гідроциліндра	52
.....	55
2.1.8. Визначення параметрів гідромотору вантажної лебідки	55
2.2. Вибір пересувної ремонтної майстерні	56
3. ОХОРОНА ПРАЦІ	61
3.1. Визначення освітлення виробничого корпусу підприємства	62
3.2. Визначення механічної вентиляції підприємства.....	66
3.3. Розрахунок параметрів опалення на підприємстві.....	69
3.4. Вибір вогнегасників на АТП.....	72
3.7. Визначення заходів безпеки під час повітряної тривоги	73
ВИСНОВКИ	74
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	75



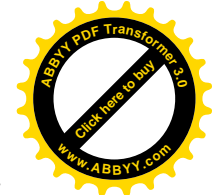
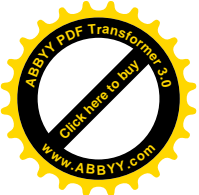
ВСТУП

У сучасних умовах стрімкого розвитку технологій і постійних трансформацій економічного середовища ефективна організація виробничих процесів набуває вирішального значення для забезпечення стабільного функціонування та розвитку будь-якого підприємства. Одним із визначальних чинників такої ефективності є грамотно виконаний технологічний розрахунок виробничої програми, який дозволяє раціонально розподілити ресурси, оптимізувати виробничі процеси та підвищити загальну результативність діяльності.

З урахуванням активного розвитку автотранспортної галузі, що зумовлений постійним зростанням попиту на транспортні засоби та відповідні послуги, особливої актуальності набуває дослідження питань, пов'язаних із плануванням і організацією роботи підприємств цієї сфери. У зв'язку з цим об'єктом дослідження виступає процес технологічного обґрунтування виробничої програми підприємства, яке здійснює експлуатацію автотранспортної техніки в умовах трьох категорій рельєфу місцевості та двох природно-кліматичних зон.

Предмет дослідження охоплює сукупність методів і підходів до визначення оптимальних параметрів функціонування підприємства з урахуванням специфіки експлуатаційних умов. Важливість даної тематики обумовлена тим, що автотранспортна галузь є однією з базових складових економіки, а ефективність її функціонування безпосередньо впливає на розвиток інших секторів. Тому проведення досліджень у цьому напрямі сприяє підвищенню продуктивності, зниженню витрат і зростанню конкурентоспроможності підприємств.

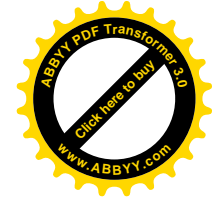
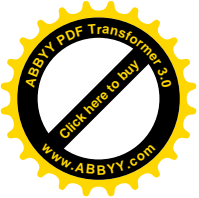
Метою роботи є формування обґрунтованого та ефективного підходу до технологічного розрахунку виробничої програми підприємства, що експлуатує автотранспортну техніку в складних та різноманітних умовах експлуатації. Для досягнення поставленої мети передбачено вирішення ряду взаємопов'язаних завдань, серед яких: визначення характеристик рельєфу місцевості та природно-кліматичних умов, аналіз існуючих технологічних процесів, оцінка рівня використання матеріальних і трудових ресурсів, а також застосування



економіко-математичних методів для обґрунтування прийнятих рішень.

Очікувані результати дослідження полягають у встановленні основних розрахункових параметрів функціонування підприємства, яке працює в різних територіальних та кліматичних умовах. Особливу практичну цінність ця робота має для підприємств, що здійснюють діяльність у декількох регіонах із відмінними природними характеристиками, оскільки дозволяє врахувати вплив зовнішніх факторів на ефективність виробництва.

Таким чином, головним завданням дослідження є розробка оптимізованого технологічного розрахунку виробничої програми, який забезпечить підвищення ефективності роботи підприємства з експлуатації автотранспортної техніки. Для цього застосовуються сучасні методи аналізу, включаючи дослідження виробничих процесів, оптимізацію використання ресурсів та використання економіко-математичних моделей, що дозволяє отримати обґрунтовані та практично значущі результати.



1. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА РОБОТИ

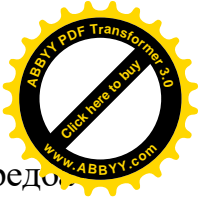
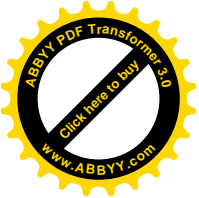
Технологічний розрахунок автотранспортного підприємства являє собою комплексну систему аналітичних і інженерних досліджень процесів експлуатації автотранспортної техніки, що використовується на підприємстві. Він охоплює визначення раціонального складу парку транспортних засобів, їх оптимальної кількості, типів і модифікацій, а також аналіз технічних характеристик, експлуатаційних можливостей, потужності та режимів роботи. У сукупності це дозволяє забезпечити максимально ефективну організацію виробничого процесу та стабільну роботу автопарку в заданих умовах експлуатації.

Основою технологічного розрахунку є всебічний аналіз виробничих потреб підприємства, специфіки умов використання техніки, технічного стану наявного парку машин, а також фінансово-економічних можливостей господарюючого суб'єкта. Врахування цих факторів дає змогу обґрунтувати потребу в автотранспортних засобах, визначити їх оптимальну структуру, підібрати відповідні технічні параметри та встановити найбільш доцільні режими експлуатації, що забезпечують безперервність і ефективність виробничого циклу.

Головною метою виконання технологічного розрахунку автопідприємства є забезпечення раціонального використання транспортних засобів і підвищення загальної ефективності виробничої діяльності. Крім того, важливими завданнями є зниження експлуатаційних витрат, оптимізація витрат на технічне обслуговування і ремонт, а також мінімізація ймовірності виникнення аварійних ситуацій і простоїв техніки, що безпосередньо впливають на економічні показники роботи підприємства.

Таким чином, технологічний розрахунок є ключовим етапом системи управління автотранспортним підприємством, оскільки він дозволяє підвищити ефективність використання рухомого складу, забезпечити більш раціональне планування виробничих процесів, скоротити витрати та підвищити конкурентоспроможність підприємства на ринку транспортних послуг.

Окремо слід зазначити, що технологічний розрахунок віртуального підприємства, яке спеціалізується на експлуатації, технічному обслуговуванні та ремонті



підйомно-транспортних, дорожніх, меліоративних машин і обладнання, передо-
час виконання ряду взаємопов'язаних етапів. Серед них — порівняльний аналіз і
вибір складу машинного парку, формування виробничої програми з технічного об-
слуговування та ремонту на основі попередньо скоригованих нормативів профіла-
ктичних робіт, розрахунок трудомісткості всіх видів обслуговування і ремонтних
операцій, визначення необхідної чисельності виробничого персоналу, а також об-
ґрунтування площі головного виробничого корпусу з урахуванням технологічних
і організаційних вимог.

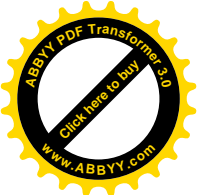
1.1. Вибір парку підприємства

Правильний підбір та обґрунтований вибір парку машин автотранспортного
підприємства є одним із ключових організаційно-технічних завдань, оскільки саме
від його якості значною мірою залежать ефективність виробничого процесу, рі-
вень витрат та загальні фінансово-економічні показники діяльності підприємства.
Формування раціональної структури рухомого складу дозволяє забезпечити стабі-
льність роботи, підвищити продуктивність та адаптувати транспортну систему до
конкретних умов експлуатації.

Однією з основних переваг грамотного формування автопарку є забезпе-
чення оптимального використання наявних ресурсів. До таких ресурсів належать
паливо та паливно-мастильні матеріали, запасні частини, ремонтні матеріали, а та-
кож трудові ресурси підприємства. Раціональний вибір техніки дозволяє значно
знизити непродуктивні витрати, скоротити споживання енергоносіїв і підвищити
загальну ефективність експлуатації транспортних засобів.

Важливим аспектом також є зменшення ймовірності виникнення аварійних
ситуацій і відмов техніки. Обґрунтований підбір транспортних засобів з урахуван-
ням умов рельєфу, дорожньої інфраструктури, характеру вантажів та режимів ро-
боти дозволяє мінімізувати ризики поломок, простоїв і непередбачених витрат,
пов'язаних із ремонтом та відновленням працездатності автотранспорту.

Крім того, правильна структура парку машин безпосередньо впливає на під-
вищення продуктивності роботи підприємства. Використання техніки з



оптимальними технічними характеристиками дає змогу виконувати більший обсяг перевезень або робіт у скорочені терміни, що сприяє підвищенню загальної ефективності виробничих процесів і покращенню економічних результатів діяльності.

Не менш важливим є екологічний аспект. Сучасний підхід до формування автопарку передбачає вибір більш економічних і екологічно безпечних транспортних засобів, що дозволяє знизити рівень викидів шкідливих речовин в атмосферу, зменшити споживання пального та мінімізувати негативний вплив на навколишнє середовище.

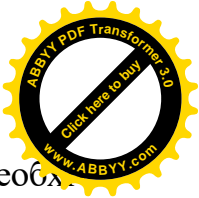
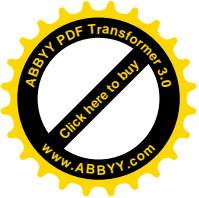
У підсумку слід зазначити, що раціональний підбір і оптимізація парку машин сприяють не лише підвищенню ефективності роботи автотранспортного підприємства, але й забезпечують його стійкий розвиток, зниження витрат та зростання конкурентоспроможності на ринку транспортних послуг.

1.1.1. Технічне порівняння різних моделей автокранів

Для подальшого техніко-експлуатаційного аналізу доцільно здійснити підбір трьох моделей стрілових кранів, які будуть відібрані за основними ключовими параметрами — вантажопідйомністю та довжиною стріли. Такий підхід дозволяє забезпечити об'єктивність порівняння та сформулювати обґрунтовані висновки щодо ефективності використання кожної з розглянутих машин у заданих умовах експлуатації.

Обрані моделі автокранів повинні відповідати різним класам вантажопідйомності, що дає можливість оцінити їх роботу в різних виробничих ситуаціях — від виконання легких монтажних операцій до підйому значних вантажів на будівельних або виробничих об'єктах. Окремо враховується довжина стріли, оскільки цей параметр безпосередньо впливає на робочу зону крана, висоту підйому вантажу та універсальність його застосування.

Технічні та експлуатаційні характеристики відібраних моделей автокранів систематизуються та заносяться до таблиці 1.1, що дозволяє наочно представити вихідні дані для подальшого аналізу та спрощує процес порівняння основних параметрів.



Для визначення переваг і недоліків кожної з трьох обраних моделей необхідно виконати комплекс порівняльних розрахунків. Такий аналіз передбачає оцінку вантажопідйомності, робочого радіуса, стійкості, продуктивності, витрат на експлуатацію, а також інших техніко-економічних показників, що впливають на ефективність використання кранів у реальних виробничих умовах.

1. Час робочого циклу:

$$t_{\text{ц}} = 2t_{\text{но}} + 2t_{\text{ног}} + 2t_{\text{нов}} + t_{\text{мп}}, \text{ хв} \quad (1.1)$$

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

$t_{\text{но}}$ - час підйому/опускання вантажу, хв;

$t_{\text{ног}}$ - час підйому/опускання гаку, хв;

$t_{\text{нов}}$ - час пов-ту платформи, об/хв.

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

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

$V_{\text{но}}$ - швидкість підйому/опускання вантажу, м/хв.

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

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

$V_{\text{в}} - швидкість повороту платформи, об/хв.$

I автокран $t_{\text{но}} = \frac{5}{7,5} = 0,667 \text{ хв} \quad t_{\text{ног}} = \frac{5}{14,8} = 0,33 \text{ хв} \quad t_{\text{нов}} = \frac{0,4}{2,1} = 0,19 \text{ хв}$

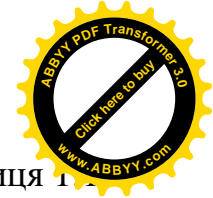
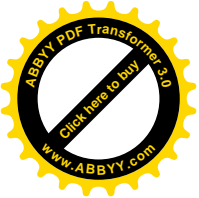
$$t_{\text{ц}} = 2 \cdot 0,667 + 2 \cdot 0,33 + 2 \cdot 0,19 + 0,80 = 3,19 \text{ хв}$$

II автокран $t_{\text{но}} = \frac{5}{9,2} = 0,543 \text{ хв} \quad t_{\text{ног}} = \frac{5}{18,4} = 0,27 \text{ хв} \quad t_{\text{нов}} = \frac{0,4}{1,0} = 0,4 \text{ хв}$

$$t_{\text{ц}} = 2 \cdot 0,543 + 2 \cdot 0,27 + 2 \cdot 0,4 + 0,80 = 3,23 \text{ хв}$$

III автокран $t_{\text{но}} = \frac{5}{9,0} = 0,556 \text{ хв} \quad t_{\text{ног}} = \frac{5}{24,6} = 0,20 \text{ хв} \quad t_{\text{нов}} = \frac{0,4}{1,8} = 0,222 \text{ хв}$

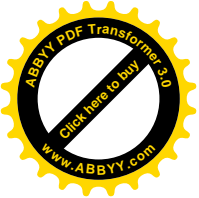
$$t_{\text{ц}} = 2 \cdot 0,556 + 2 \cdot 0,27 + 2 \cdot 0,222 + 0,80 = 2,762 \text{ хв}$$



Технічні характеристики машин

№ з/п	Показники, одиниці вимірювання	I автокран	II автокран	III автокран
1	Вантажопідйомність, т	32	32	32
2	Мінімальна – максимальна довжина стріли (максимальна довжина з гуськом), м	7,2-28,1(35,1)	9,2-30,2(45,2)	9,5-30,1(37,25)
3	Виробник	Івановец	Галичанин	Газпром-кран
4	Модель	КС-59713	КС-55729Б	КС-5476А
5	Шасі	Пневмоколіє спецшасі	МАЗ-630303 (6x4)	МЗКТ-8006 (6x4)
6	Модель двигуна	DaimlerChrysler OM 906 LA	ЯМЗ-236БЕ	ЯМЗ-238Д
7	Потужність двигуна, кВт при об/хв	190 при 2100	250 при 2000	243 при 2100
8	Крутний момент двигуна, Нм при об/хв	1100 при 1300	1030 при 1300	1225 при 1300
9	Питомі витрати палива, г/кВт*год	207	206	208
10	Вантажний момент, тм	90	98	96
11	Мінімальна-максимальна висота підйому вантажу з основною стрілою (максимальна висота підйому з гусаком), м	7,2 - 28,1	9,6 - 30,2	9,5-30,1
12	Швидкість підйому (опускання) вантажу, м/хв	7,5	9,2	9,0
13	Швидкість підйому (опускання) пустого гака, м/хв	14,8	18,4	24,6
14	Швидкість обертання, об/хв	2,1	0,2-1,0	1,8
15	Швидкість пересування, км/год	75	50	65
16	Довжина, мм	8040	12000	12150
17	Висота, мм	3250	3950	3650
18	Ширина, мм	2490	2500	2500
19	Експлуатаційна маса, кг	28100	28300	27100
20	Тип приводу кранової установки	гідравлічний	гідравлічний	гідравлічний

2. Визначення кількості робочих циклів за годину роботи. Визначення кількості робочих циклів за годину роботи є важливим етапом техніко-економічного аналізу роботи машин і механізмів, зокрема вантажопідйомної техніки, оскільки дозволяє оцінити їх фактичну продуктивність у реальних умовах експлуатації. Під робочим циклом розуміють повний комплекс послідовно виконуваних операцій, який включає захоплення вантажу, його підйом, переміщення до місця розвантаження, розвантаження та повернення робочого органу у вихідне положення.



Кількість циклів за одиницю часу залежить від тривалості одного робочого циклу, яка, у свою чергу, визначається технічними характеристиками обладнання, довжиною переміщення вантажу, швидкістю виконання операцій, а також організаційними умовами роботи. До останніх належать рівень кваліфікації оператора, організація робочого місця, стан під'їзних шляхів, а також можливі технологічні простої.

Чим менша тривалість одного циклу, тим більша кількість операцій може бути виконана протягом однієї години роботи, що безпосередньо підвищує продуктивність машини. Таким чином, визначення кількості робочих циклів за годину дозволяє об'єктивно оцінити ефективність використання техніки, порівнювати різні моделі між собою та обґрунтовувати вибір найбільш раціонального варіанту для конкретних умов експлуатації.:

$$n_{\text{ц}} = \frac{60}{t_{\text{ц}}}, \text{циклів / год} \quad (1.5)$$

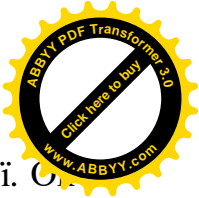
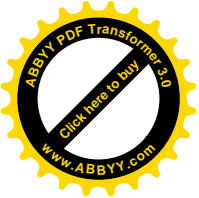
1 автокран $n_{\text{ц}} = \frac{60}{3,19} = 18,809 \text{ циклів / год}$

2 автокран $n_{\text{ц}} = \frac{60}{3,23} = 18,573 \text{ циклів / год}$

3 автокран $n_{\text{ц}} = \frac{60}{2,762} = 21,723 \text{ циклів / год}$

3. Визначення експлуатаційної продуктивності кранів. Визначення експлуатаційної продуктивності кранів є одним із ключових етапів оцінки ефективності їх використання в реальних виробничих умовах, оскільки дозволяє встановити фактичний обсяг робіт, який може бути виконаний за одиницю часу з урахуванням усіх впливових факторів. На відміну від теоретичної (паспортної) продуктивності, експлуатаційна враховує не лише технічні характеристики крана, але й умови його роботи, організацію виробничого процесу та можливі втрати часу.

Під час визначення експлуатаційної продуктивності беруться до уваги основні параметри роботи крана, зокрема вантажопідйомність, тривалість робочого циклу, середня відстань переміщення вантажу, швидкість виконання операцій



підйому та опускання, а також час, що витрачається на допоміжні операції. Крім того враховуються організаційні фактори, такі як простой з технічних причин, очікування вантажу, зміна стропувальних операцій, а також кваліфікація машиніста та злагодженість роботи обслуговуючого персоналу.

Таким чином, експлуатаційна продуктивність крана відображає його реальну ефективність у виробничих умовах і є більш об'єктивним показником порівняно з паспортними даними. Її визначення дозволяє виконати порівняльний аналіз різних моделей кранів, обґрунтувати вибір найбільш доцільної техніки для конкретних умов експлуатації, а також підвищити загальну ефективність організації вантажопідйомних робіт на підприємстві.:

4. Визначення показників питомої потужності, енергоємності та металоємності автокранів:

$$\text{I кран } N_{II} = \frac{190}{28100} = 0,007 \text{ кВт} / \text{кг} \quad E_N = \frac{190}{2441,258} = 0,078 \text{ кВт} \cdot \text{змін} / \text{т}$$

$$E_M = \frac{28100}{2441,258} = 11,51 \text{ кг} \cdot \text{змін} / \text{т}$$

$$\text{II кран } N_{II} = \frac{250}{28300} = 0,009 \text{ кВт} / \text{кг} \quad E_N = \frac{250}{2410,672} = 0,104 \text{ кВт} \cdot \text{змін} / \text{т}$$

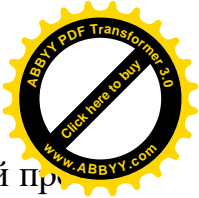
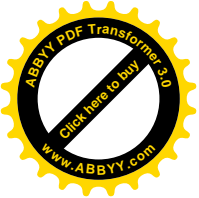
$$E_M = \frac{28300}{2410,672} = 11,739 \text{ кг} \cdot \text{змін} / \text{т}$$

$$\text{III кран } N_{II} = \frac{243}{27100} = 0,009 \text{ кВт} / \text{кг} \quad E_N = \frac{243}{2819,461} = 0,086 \text{ кВт} \cdot \text{змін} / \text{т}$$

$$E_M = \frac{27100}{2819,461} = 9,612 \text{ кг} \cdot \text{змін} / \text{т}$$

5. Визначення узагальненого показника енергоємності кранів здійснюється з використанням відповідної розрахункової формули, яка дозволяє оцінити ефективність використання енергетичних ресурсів під час виконання вантажопідйомних робіт. Даний показник характеризує витрати електричної або паливної енергії, необхідні для переміщення одиниці вантажу або виконання певного обсягу роботи, і є важливим критерієм техніко-економічної оцінки роботи кранів.

У загальному вигляді узагальнений показник енергоємності визначається як відношення витрат енергії за певний період роботи до корисного обсягу виконаної роботи або переміщеного вантажу. У розрахунковій формі це може бути подано



як співвідношення спожитої енергії до продуктивності крана за відповідний проміжок часу, що дозволяє отримати значення енергоємності в стандартних одиницях вимірювання.

При виконанні розрахунків враховуються основні складові енергоспоживання, зокрема витрати на підйом і переміщення вантажу, роботу приводних механізмів, а також втрати енергії, пов'язані з неефективними режимами роботи та технологічними простоями. Окремо також можуть враховуватися коефіцієнти завантаження обладнання та режим його експлуатації, що дозволяє підвищити точність отриманих результатів.

Таким чином, узагальнений показник енергоємності є важливим індикатором ефективності використання кранів, оскільки дає змогу оцінити рівень енергетичних витрат у процесі виконання робіт, порівнювати різні моделі обладнання між собою та обґрунтовувати вибір більш економічно доцільних технічних рішень для конкретних умов експлуатації.

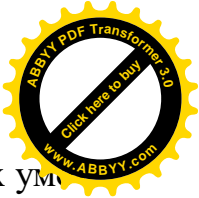
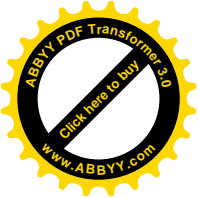
$$\text{I кран } P_{NG} = \frac{190 \cdot 28100}{2441,258^2} = 0,896 \text{ кВт} \cdot \text{кг} \cdot \text{змiна} / \text{т}$$

$$\text{II кран } P_{NG} = \frac{250 \cdot 28300}{2410,672^2} = 1,217 \text{ кВт} \cdot \text{кг} \cdot \text{змiна} / \text{т}$$

$$\text{III кран } P_{NG} = \frac{243 \cdot 27100}{2819,461^2} = 0,828 \text{ кВт} \cdot \text{кг} \cdot \text{змiна} / \text{т}$$

6. Визначення показника відношення сили тяги на гаку крана до одиниці потужності. Визначення показника відношення сили тяги на гаку крана до одиниці встановленої потужності є важливим етапом техніко-економічної оцінки ефективності роботи вантажопідйомного обладнання. Даний показник характеризує ступінь раціонального використання встановленої потужності приводу та дозволяє оцінити, яку корисну вантажну дію забезпечує кран при споживанні однієї одиниці енергетичної потужності.

Фактично цей коефіцієнт відображає енергетичну доцільність конструкції крана та ефективність перетворення підведеної потужності у корисну механічну роботу, пов'язану з підйомом і переміщенням вантажу. Чим вищим є значення даного показника, тим ефективніше використовується встановлене енергетичне



обладнання, а також тим економічнішою є робота крана в експлуатаційних умовах.

Під час розрахунку враховується сила тяги на гаку, яка визначається виходячи з вантажопідйомності крана та умов виконання підйомної операції, а також встановлена потужність силової установки або електроприводу. Додатково можуть враховуватися втрати енергії в механізмах, коефіцієнти корисної дії окремих вузлів та режим роботи обладнання, що дозволяє отримати більш точну оцінку фактичної ефективності.

Таким чином, показник відношення сили тяги на гаку крана до одиниці потужності є комплексною характеристикою, яка використовується для порівняння різних моделей кранів, оцінки їх енергоефективності та обґрунтування вибору найбільш доцільного варіанту для конкретних виробничих умов.

$$K_{BM} = \frac{T_{\text{ем}}}{N}, H / \kappa Bm \quad (1.6)$$

де $T_{\text{ем}}$ - сили тяги робочого органа автокрана, Н;

$$T_{\text{ем}} = 10 \cdot m_k, H \quad (1.7)$$

де m_k - вантажопідйомність, кг

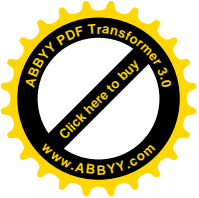
$$\text{I автокран } K_{BM} = \frac{32 \cdot 10000}{190} = 1684,211 H / \kappa Bm$$

$$\text{II автокран } K_{BM} = \frac{32 \cdot 10000}{250} = 1280 H / \kappa Bm$$

$$\text{III автокран } K_{BM} = \frac{32 \cdot 10000}{243} = 1316,872 H / \kappa Bm$$

7. Визначення показника відношення маси крана до одиниці потужності. Визначення показника відношення маси крана до одиниці встановленої потужності є важливим етапом техніко-економічної оцінки вантажопідйомної техніки, оскільки дозволяє охарактеризувати конструктивну та енергетичну доцільність обладнання. Даний показник відображає, яка маса металоконструкцій і механізмів припадає на одиницю потужності силової установки крана, що, у свою чергу, дає змогу оцінити раціональність використання енергетичних і матеріальних ресурсів при створенні та експлуатації машини.

Зі зменшенням значення цього показника, як правило, підвищується



ефективність конструкції крана, оскільки менша маса машини при заданій потужності свідчить про більш оптимальне виконання та кращі питомі техніко-економічні характеристики. Навпаки, надмірно велике значення може вказувати на перевантаженість конструкції металом або недостатньо ефективне використання потужності приводу.

Під час розрахунку даного показника враховується загальна маса крана в робочому стані, включаючи металоконструкції, механізми, противаги та допоміжні елементи, а також встановлена потужність силової установки. Отримане співвідношення дозволяє провести порівняльний аналіз різних моделей кранів за критерієм матеріало- та енергоефективності.

Таким чином показник відношення маси крана до одиниці потужності є важливою узагальненою характеристикою, яка використовується для оцінки конструктивної досконалості обладнання, порівняння різних типів кранів та вибору найбільш ефективного варіанту для конкретних умов експлуатації.

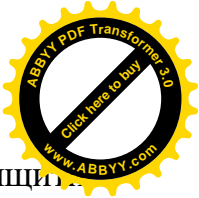
$$\text{I автокран } K_G = \frac{28100}{190} = 147,895 \text{ кг / кВт}$$

$$\text{II автокран } K_G = \frac{28300}{250} = 113,2 \text{ кг / кВт}$$

$$\text{III автокран } K_G = \frac{27100}{243} = 111,523 \text{ кг / кВт}$$

8. Визначення комплексного показника ефективності. Визначення комплексного показника ефективності є завершальним етапом техніко-економічного аналізу вантажопідйомного або іншого технологічного обладнання, оскільки дозволяє узагальнено оцінити його роботу з урахуванням сукупності найважливіших технічних, експлуатаційних та економічних характеристик. Даний показник формується на основі декількох часткових критеріїв і дає змогу отримати інтегральну оцінку доцільності використання конкретної моделі машини в заданих умовах експлуатації.

Комплексний показник ефективності враховує такі параметри, як продуктивність обладнання, рівень енергоспоживання, масо-габаритні характеристики, ступінь використання встановленої потужності, а також експлуатаційні витрати. У деяких випадках додатково можуть враховуватися показники надійності,



ремонтпридатності та тривалості безвідмовної роботи, що дозволяє підвищити об'єктивність оцінки.

Розрахунок комплексного показника здійснюється шляхом поєднання нормованих або відносних значень окремих критеріїв із застосуванням відповідних вагових коефіцієнтів, які відображають їхню значущість у загальній структурі ефективності. Такий підхід дозволяє привести різномірні техніко-економічні показники до єдиної узагальненої форми та забезпечити їх коректне порівняння між різними моделями обладнання.

Отримане значення комплексного показника ефективності використовується для вибору найбільш раціонального варіанту техніки, що забезпечує оптимальне співвідношення між продуктивністю, витратами ресурсів та експлуатаційними характеристиками. Таким чином, даний показник є ключовим інструментом при обґрунтуванні технічних рішень і підвищенні загальної ефективності виробничих процесів.

$$\text{I автокран } K_K = 0,007 \cdot 0,076 + 0,078 \cdot 0,076 + 11,51 \cdot 0,076 + 0,896 \cdot 0,076 + 1684,211 \cdot 0,036 + 147,895 \cdot 0,036 = 147,895$$

$$\text{II автокран } K_K = 0,009 \cdot 0,076 + 0,104 \cdot 0,076 + 11,739 \cdot 0,076 + 1,217 \cdot 0,076 + 1280 \cdot 0,036 + 113,2 \cdot 0,036 = 51,148$$

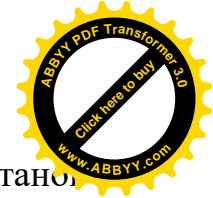
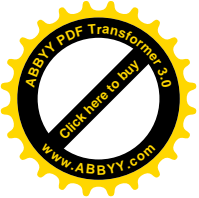
$$\text{III автокран } K_K = 0,009 \cdot 0,076 + 0,086 \cdot 0,076 + 9,612 \cdot 0,076 + 0,828 \cdot 0,076 + 1316,872 \cdot 0,036 + 111,523 \cdot 0,036 = 111,523$$

Розрахункові значення заносяться у таблицю 1.2.

Таблиця 1.2

Визначені показники ефективності автокранів

№ з/п	Найменування показників	Автокран I	Автокран II	Автокран III
1	Питома потужність	0,007	0,009	0,009
2	Питома енергоємність	0,078	0,104	0,086
3	Питома матеріалоємність	11,51	11,739	9,612
4	Узагальнений показник енергоємності та металоємності	0,896	1,217	0,828
5	Показник відношення сили тяги на гаку крана до одиниці потужності	1684,211	1280	1316,872
6	Питомий показник, що характеризує кількість маси машини, що припадає на одиницю потужності	147,895	113,2	111,523
7	Комплексний показник ефективності	66,905	51,148	52,223



Висновок. За результатами проведеного порівняльного аналізу встановлено, що найбільш доцільною для використання є автокран II моделі, оскільки його інтегральний (загальний) показник ефективності є найнижчим серед розглянутих варіантів. Зокрема, він менший на 30,14 % у порівнянні з аналогічним показником автокрана I моделі та на 2,1 % — відносно III моделі. Це свідчить про більш раціональне співвідношення його техніко-експлуатаційних характеристик та витрат ресурсів.

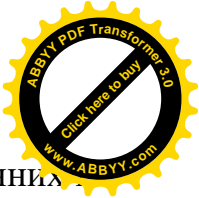
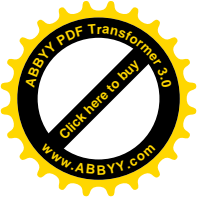
Таким чином, перевага автокрана II моделі полягає у його більш збалансованих експлуатаційних показниках, що забезпечують кращу загальну ефективність у заданих умовах роботи. У контексті виконуваних завдань це означає, що дана машина демонструє більш вигідні характеристики порівняно з іншими розглянутими варіантами та є більш адаптованою до умов експлуатації.

Слід зазначити, що ефективність крана як технічної системи визначається комплексом параметрів. До них належать максимальна вантажопідйомність, висота та радіус підйому вантажу, швидкість виконання робочих операцій, рівень маневреності, економічність споживання пального або електроенергії, а також показники надійності та безвідмовності роботи. Важливими додатковими критеріями також є зручність керування, рівень шумового навантаження, екологічні показники та загальні витрати на експлуатацію й технічне обслуговування.

Отже, вибір автокрана II моделі є найбільш обґрунтованим з технічної та економічної точки зору, оскільки він забезпечує оптимальний баланс між продуктивністю, витратами та експлуатаційною надійністю.

1.2. Визначення виробничої програми підприємства

Розрахунок виробничої програми автотранспортного підприємства виступає одним із базових і найбільш важливих етапів у системі планування виробничо-господарської діяльності. Саме на цьому етапі формується обґрунтована модель майбутніх обсягів робіт, визначаються можливості підприємства



та встановлюються ключові параметри ефективного використання технічних та трудових ресурсів. Такий підхід дозволяє забезпечити узгодженість між виробничими можливостями підприємства та потребами ринку транспортних послуг.

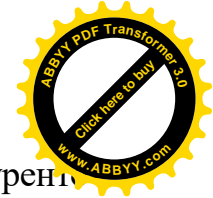
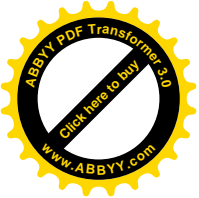
Однією з головних цілей розрахунку виробничої програми є якісне та своєчасне планування виробництва на перспективний період. На основі отриманих результатів визначаються необхідні обсяги перевезень або виконання інших транспортних операцій, формується потреба в рухомому складі, персоналі та матеріально-технічному забезпеченні. Крім того, встановлюються оптимальні строки виконання робіт, що дозволяє забезпечити ритмічність і безперервність виробничого процесу.

Не менш важливою функцією є оптимізація виробничих процесів. Аналіз виробничої програми дає змогу виявити вузькі місця у роботі підприємства, оцінити рівень завантаження техніки та персоналу, а також визначити резерви підвищення ефективності. У результаті з'являється можливість скоротити непродуктивні витрати, зменшити простої техніки та підвищити загальну продуктивність підприємства.

Окрему увагу при розрахунку виробничої програми приділяють визначенню потреби в ресурсах. До них належать транспортні засоби, паливо, мастильні матеріали, запасні частини, а також трудові ресурси різних категорій. Такий підхід дозволяє уникнути як надлишкового накопичення матеріалів, так і їх дефіциту, що є важливою умовою стабільної та безперервної роботи автопідприємства.

Важливим елементом також є планування витрат, яке здійснюється на основі сформованої виробничої програми. Це дає змогу завчасно оцінити фінансові потреби підприємства, сформувавши обґрунтований бюджет та забезпечити контроль витрат у процесі виконання запланованих робіт. Завдяки цьому підвищується фінансова стійкість і керованість підприємства.

Крім того, виробнича програма дозволяє орієнтувати діяльність підприємства на реальні умови ринку та зміну попиту на транспортні послуги. Гнучке коригування обсягів робіт відповідно до ринкової ситуації сприяє підвищенню



адаптивності підприємства, зміцненню його позицій та зростанню конкурентної спроможності.

Таким чином, розрахунок виробничої програми є комплексним інструментом управління, який забезпечує ефективне планування, раціональне використання ресурсів, зниження витрат, а також підвищення загальної результативності та стійкості роботи автотранспортного підприємства в умовах динамічного ринку.

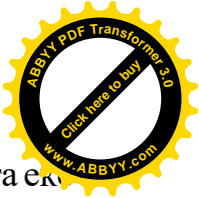
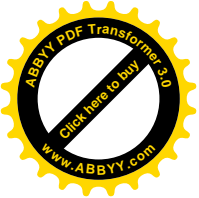
Отже, виконання розрахунку виробничої програми дає змогу забезпечити раціональне та більш ефективне використання наявних ресурсів підприємства, а також сприяє зменшенню виробничих і експлуатаційних витрат. У результаті цього створюються умови для підвищення загальної продуктивності роботи автотранспортного підприємства, покращення організації виробничих процесів і досягнення вищого рівня економічної ефективності та прибутковості його діяльності.

1.2.1. Корегування технічних даних

Коригування нормативів технічного обслуговування (ТО) та ремонту автотранспортних засобів є важливою складовою системи управління автопарком і забезпечення його стабільного функціонування. Даний процес передбачає адаптацію встановлених нормативних показників до реальних умов експлуатації техніки, які можуть суттєво відрізнятися від типових або розрахункових.

Відповідно до чинного положення про технічне обслуговування і ремонт автомобілів, коригування нормативів розглядається як обов'язковий етап, спрямований на підтримання належного технічного стану рухомого складу, підвищення надійності його роботи та забезпечення безпеки експлуатації. Така процедура дозволяє враховувати вплив конкретних умов роботи автомобілів, інтенсивність їх використання, дорожні та кліматичні фактори, а також особливості організації виробничого процесу.

Завдяки коригуванню нормативів досягається більш точне планування періодичності ТО і ремонтів, визначається реальна трудомісткість виконуваних робіт та оптимізується завантаження ремонтно-обслуговуючої бази. У результаті це сприяє підвищенню ефективності експлуатації автотранспорту, зменшенню



кількості відмов і простоїв техніки, а також забезпеченню загальної безпеки та економічності доцільності її використання.

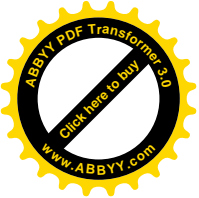
Основними причинами, які зумовлюють необхідність коригування нормативів технічного обслуговування (ТО) та ремонту автотранспортних засобів, є зміна умов їх експлуатації, розвиток технологій, а також потреба у підвищенні ефективності використання рухомого складу.

Одним із найпоширеніших факторів є зміна умов експлуатації автомобілів. Перехід транспортних засобів на роботу у більш складних режимах, наприклад у важких дорожніх умовах, при підвищених навантаженнях або зміні маршрутів перевезень, безпосередньо впливає на інтенсивність зношування вузлів і агрегатів. У таких випадках виникає необхідність перегляду періодичності проведення ТО та ремонтних робіт з метою забезпечення надійної та безпечної експлуатації техніки.

Іншою важливою причиною є впровадження нових технологічних рішень та використання сучасних матеріалів. Розвиток автомобільної промисловості та поява більш зносостійких компонентів можуть суттєво змінювати ресурс деталей і агрегатів. Наприклад, застосування удосконалених сплавів або інноваційних мастильних матеріалів здатне збільшити термін служби вузлів, що, у свою чергу, дозволяє переглянути інтервали технічного обслуговування в бік їх збільшення або оптимізації.

Також коригування нормативів може бути пов'язане з підвищенням загальної ефективності експлуатації автотранспорту. Аналіз фактичних умов роботи дозволяє визначити більш раціональні інтервали проведення ТО і ремонтів. З одного боку, їх скорочення може сприяти зменшенню ризику виникнення несправностей та аварійних ситуацій, з іншого — обґрунтоване збільшення інтервалів дає змогу знизити витрати на обслуговування та підвищити економічну ефективність використання автомобілів.

Таким чином, своєчасне коригування нормативів ТО і ремонту є необхідною умовою адаптації системи технічної експлуатації до реальних умов роботи автотранспортного підприємства та забезпечення оптимального балансу між надійністю, безпекою і витратами.



Загальна кількість одиниць рухомого складу, що використовується в парку, становить 33 стрілових крани.

Відповідно до вимог ДБН В.2.8-3-95, категорія рельєфу місцевості за відмітками над рівнем моря прийнята як 3-тя категорія, що характеризується середньо-ускладненими умовами експлуатації.

Згідно з тим же нормативним документом, природно-кліматичні умови експлуатації відносяться до 2-ї кліматичної зони, що враховує особливості температурного режиму та сезонні коливання.

Фактична наробка машин відносно нормативного ремонтного циклу систематизована та зведена у таблицю 1.3 для подальшого аналізу і розрахунків.

Режим роботи передбачає виконання виробничих завдань в одну робочу зміну протягом доби.

Тривалість однієї робочої зміни встановлена на рівні 8 годин, що відповідає прийнятому графіку роботи підприємства.

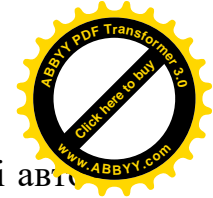
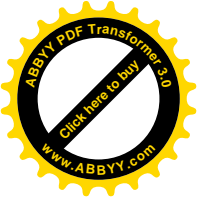
Плановий річний обсяг напрацювання для стрілових кранів прийнято в розмірі 1026 мото-годин, що використовується як базовий показник для подальших розрахунків технічного обслуговування та експлуатаційних витрат.

Таблиця 1.3

Напрацювання техніки

Частина пробігу до капітального ремонту	Автокрани
до 0,25	24
понад 0,25 до 0,5	-
0,5 до 0,75	-
0,75 до 1,0	3
1,0 до 1,25	3
1,25 до 1,50	3
1,50 до 1,75	-
1,75 до 2,0	-
понад 2,0	-
Усього машин по технологічно-сумісним групам	33

Положення про технічне обслуговування та ремонт автомобільного транспорту є важливим нормативно-правовим документом, який встановлює єдиний порядок організації та виконання робіт з ТО і ремонту автотранспортних засобів на території України. Він регламентує основні вимоги до процесів



технічного обслуговування, діагностики та відновлення працездатності автотранспортних засобів, а також визначає загальні принципи забезпечення їх надійної та безпечної експлуатації.

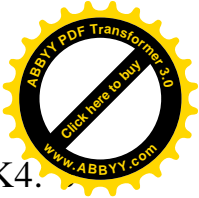
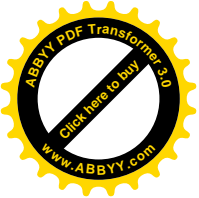
Даний документ містить систему обов'язкових вимог і методичних рекомендацій щодо виконання технічного обслуговування та ремонтних робіт, включаючи їх періодичність, обсяг, технологічну послідовність і умови проведення. Особливу увагу приділено питанням контролю якості виконаних робіт, що є необхідною умовою для забезпечення належного технічного стану транспортних засобів та підвищення їх експлуатаційної безпеки.

Положення про ТО і Р в Україні було затверджене наказом Міністерства транспорту та зв'язку України від 06.05.2011 року № 430. У ньому також визначено вимоги до підприємств, організацій та сервісних підрозділів, які здійснюють обслуговування автомобільного транспорту, зокрема щодо їх матеріально-технічної бази, рівня оснащення, а також кваліфікації персоналу, який виконує роботи з технічного обслуговування і ремонту.

Таким чином, зазначений нормативний документ є базовою основою для організації ефективної системи технічного сервісу автомобільного транспорту в Україні та забезпечує єдині підходи до виконання робіт з підтримання транспортних засобів у справному стані.

Коригування нормативів технічного обслуговування та ремонту здійснюється за допомогою застосування узагальнених (результуючих) коефіцієнтів, які формуються як добуток відповідних часткових коефіцієнтів, що враховують різні умови експлуатації рухомого складу. Такий підхід дозволяє адаптувати базові нормативи до реальних виробничих умов і підвищити точність планування технічного обслуговування.

Зокрема, для періодичності виконання технічного обслуговування (ТО), капітального ремонту (КР) та поточного ремонту (ПР) застосовується коригувальний коефіцієнт, що визначається як добуток $K_1 \cdot K_2 \cdot K_1 \cdot K_2$. Для розрахунку трудомісткості сезонного обслуговування (СО), технічного обслуговування (ТО) та капітального ремонту (КР)



використовується добуток $K_1 \cdot K_2 \cdot K_4 K_{1_1} \cdot K_{2_2} \cdot K_{4K_1 \cdot K_2 \cdot K_4}$.
 випадку визначення трудомісткості поточного ремонту (ПР) застосовується
 більш розширена комбінація коефіцієнтів $K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 K_{1_1} \cdot K_{2_2} \cdot K_{3_3} \cdot K_{4K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4}$, яка враховує додаткові експлуатаційні фактори.
 Для визначення тривалості перебування автомобілів у стані ТО, ПР та КР
 використовується коефіцієнт K_{4K_4} .

Значення всіх зазначених коефіцієнтів встановлюються на основі нор-
 мативних таблиць або можуть бути отримані шляхом аналітичних ро-
 зрахунків залежно від умов експлуатації. При цьому коефіцієнти K_{1K_1}
 та K_{2K_2} визначаються відповідно до завдання на виконання бакалаврсь-
 кої роботи і залежать від категорії дорожнього покриття, умов руху, а також
 природно-кліматичної зони експлуатації машин.

Коефіцієнт K_{4K_4} додатково враховує особливості структури
 парку машин на підприємстві, включаючи їх кількість, типи та інтенсив-
 ність використання. Таким чином, комплексне застосування коригувальних
 коефіцієнтів забезпечує більш точне приведення нормативів технічного об-
 слуговування і ремонту до реальних умов експлуатації, що підвищує ефек-
 тивність планування виробничих процесів.

Коефіцієнт K_3 визначається як середньозважена величина:

$$K_3 = \frac{\sum_{i=1}^m K_{3i} \cdot A_{ik}}{A_k} \quad (1.8)$$

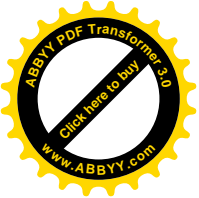
де m - число інтервалів пробігу до КР;

K_{3i} - коефіцієнт, що відповідає i -му інтервалу пробігу з початку експлуатації;

A_{ik} - кількість машин із пробігом з початку експлуатації що відповідає i -му
 інтервалу.

$$K_{3\text{крани}} = \frac{0,8 \cdot 24 + 1,10 \cdot 3 + 1,15 \cdot 3 + 1,20 \cdot 3}{33} = 0,895$$

Результати розрахунку зводяться до табл. 1.4.



Корегування нормативів

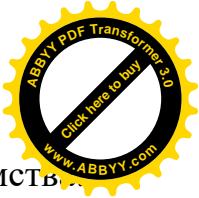
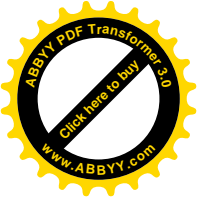
№	Н-тив	Од.ці вим-ру	Нормативне значення	Коеф. К1	Коеф. К2	Коеф. К3	Коеф. К4	Результ. коеф.	Скорег. зн-ня
Періодичність виконання:									
1	ТО-1	МОТО-ГОД	50	0,95	1			0,95	47,5
2	ТО-2		250	0,95	1			0,95	237,5
3	ПР		1000	0,95	1			0,95	950,0
4	КР		6000	0,95	1			0,95	5700,0
Трудомісткість виконання:									
5	ТО-1	ЛЮД-ГОД	8	1,05	0,9		1,05	0,99	7,9
6	ТО-2		27	1,05	0,9		1,05	0,99	26,8
7	СО		14	1,05	0,9		1,05	0,99	13,9
8	ПР		630	1,05	0,9	0,8955	1,05	0,89	559,8
9	КР		12500	1,05	0,9		1,05	0,99	12403,1
Простій під час:									
10	ПР	ДНІ	8				1,05	1,05	8,4
11	КР		17,5				1,05	1,05	18,4

1.2.2. Визначення виробничої програми підприємства

Розрахунок річної виробничої програми є одним із ключових етапів проектування автотранспортного підприємства, оскільки він формує основу для планування всієї виробничої діяльності на рік. Виробнича програма являє собою систематизований документ, у якому визначається загальний обсяг робіт або послуг, що планується виконати підприємством у встановлений період часу. Для автотранспортного підприємства така програма відображає заплановані обсяги перевезень, а також потребу в технічному обслуговуванні та ремонті наявного рухомого складу.

Проведення розрахунку виробничої програми дає змогу більш точно визначити потреби підприємства у сфері технічного обслуговування і ремонту автомобілів. На основі отриманих даних встановлюється необхідна кількість транспортних засобів для забезпечення запланованого обсягу робіт, а також визначаються обсяги запасних частин, витратних матеріалів і технологічного обладнання, необхідного для підтримання техніки у справному стані. Таким чином, виробнича програма виступає інструментом комплексного ресурсного планування.

Крім того, розрахунок річної виробничої програми сприяє



раціональному використанню рухомого складу та всіх ресурсів підприємств. Завдяки цьому досягається оптимізація експлуатаційних процесів, зниження непродуктивних витрат і підвищення загальної ефективності роботи автотранспортного підприємства. У підсумку це позитивно впливає на фінансові результати діяльності та рівень конкурентоспроможності підприємства на ринку транспортних послуг.

Таким чином, формування та розрахунок виробничої програми є необхідною складовою процесу проектування автотранспортного підприємства, оскільки дозволяє обґрунтувати потребу в технічному обслуговуванні та ремонті, забезпечити раціональне використання ресурсів і створити умови для стабільної та ефективної роботи підприємства в цілому.

Річний план технічного обслуговування машинного парку представляє собою детальну відомість виконання робіт з ТО, яка складається по кожній одиниці техніки з урахуванням її індивідуального господарського номера. У практиці експлуатаційних підприємств саме річний план ТО є базовим документом, на основі якого здійснюється розрахунок потреби в матеріальних, трудових і фінансових ресурсах при формуванні виробничо-фінансового плану, а також плануванні роботи ремонтно-обслуговуючих підрозділів.

Кількість капітальних ремонтів (КР) за плановий період визначають через напрацювання техніки та нормативну періодичність ремонтного циклу. Найчастіше використовується така базова розрахункова залежність: Капітальний ремонт за формулою:

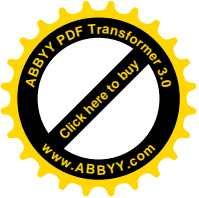
$$N_{KP} = \left(\frac{L_{пл}}{L_{KP}} \right) \cdot A_i, \text{ обл.} \quad (1.9)$$

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

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

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

Поточний ремонт (ПР) є складовою системи технічного обслуговування і ремонту машин та виконується для підтримання їх працездатного стану шляхом усунення несправностей і відновлення окремих вузлів та агрегатів без повної розбірки машини.



Кількість або обсяг поточних ремонтів за плановий період визначають на основі річного напрацювання та міжремонтного ресурсу.

$$N_{\text{ПР}} = N_{\text{ТО-3}} = \left(\frac{L_{\text{ФПР}} - L_{\text{нл}}}{L_{\text{ПР}}} \right) - N_{\text{КР}} \quad (1.10)$$

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

$L_{\text{ПР}}$ - скорегов. період-ть поточного ремонту, мото-год.

Тому:
$$N_{\text{ПР}} = N_{\text{ТО-3}} = \left(\frac{L_{\text{нл}}}{L_{\text{ПР}}} \cdot A_i \right) - N_{\text{КР}} \quad (1.11)$$

ТО-2
$$N_{\text{ТО-2}} = \left(\frac{L_{\text{нл}}}{L_{\text{ТО-2}}} \cdot A_i \right) - N_{\text{КР}} - N_{\text{ПР}} \quad (1.12)$$

де $L_{\text{ТО-2}}$ - скорег. ТО-2, мото-год.

ТО-1
$$N_{\text{ТО-1}} = \left(\frac{L_{\text{н}}}{L_{\text{ТО-1}}} \cdot A_i \right) - N_{\text{КР}} - N_{\text{ПР}} - N_{\text{ТО-2}} \quad (1.13)$$

де $L_{\text{ТО-1}}$ - скорег. ТО-1, мото-год.

СО:
$$N_{\text{СО}} = 2 \cdot A_i \quad (1.14)$$

Таблиця 1.5

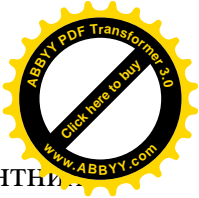
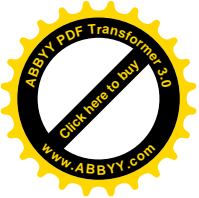
Річна виробнича програма підприємства

група машин	Вид	Нкр	Нпр	Нто-2	Нто-1	Нсо
Автокрани	Розрах. зн-ня	5,9	30,6	107,6	570,8	66,0
	Прийняте зн-ня	5	30	107	570	66

1.2.3. Розрахунок трудовитрат на підприємстві

Розрахунок трудомісткості робіт з технічного обслуговування (ТО) та ремонту (Р) є одним із ключових етапів при проектуванні автотранспортного підприємства, оскільки він дозволяє обґрунтувати необхідні витрати праці на виконання всього комплексу сервісних і ремонтних операцій. Даний показник характеризує обсяг робіт, який повинен бути виконаний персоналом підприємства для підтримання рухомого складу в справному та працездатному стані.

Виконання розрахунку трудомісткості ТО і Р дає змогу визначити



необхідну чисельність виробничого персоналу, зокрема слюсарів, ремонтників, робітників та обслуговуючого персоналу. Окрім цього, на основі отриманих даних встановлюється потреба в матеріально-технічному забезпеченні, включаючи запасні частини, витратні матеріали, інструмент та спеціальне обладнання, необхідне для якісного виконання робіт.

Врахування трудомісткості робіт з ТО і Р є важливим елементом загального процесу проектування, оскільки воно дозволяє більш точно оцінити реальні потреби автотранспортного підприємства у трудових і матеріальних ресурсах. Це, у свою чергу, створює передумови для раціонального планування виробничих процесів, рівномірного завантаження персоналу та підвищення ефективності роботи ремонтно-обслуговуючої бази.

Таким чином, розрахунок трудомісткості технічного обслуговування і ремонту є необхідною складовою інженерно-економічного обґрунтування діяльності автотранспортного підприємства, оскільки дозволяє забезпечити оптимальне використання ресурсів, підвищити продуктивність праці та гарантувати стабільну роботу рухомого складу.

Трудомісткість КР:

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

де N_{KR} - кількість КР, од.;

t_{KR} - скорегована труд-ть одного КР, люд-год;

Трудомісткість ПР:

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

де N_{PR} - к-ть ПР, шт.;

t_{PR} - скорегована трудомісткість одного ПР, люд-год;

ТО-2:

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

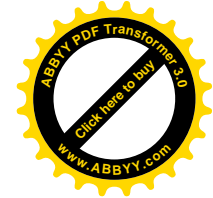
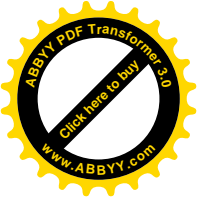
де N_{TO-2} - кількість ТО-2;

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

ТО-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} - скорє. труд. одного ТО-1, люд-год;

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

де N_{CO} - кількість CO;

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

Сумарна трудомісткість:

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

Отримані розрахункові результати систематизуються та узагальнюються з подальшим внесенням до таблиці 1.6, що дозволяє зручно представити дані для аналізу, порівняння та використання в подальших розрахунках проекту.

Таблиця 1.6

Річна виробнича програма трудомісткості ТО і Р

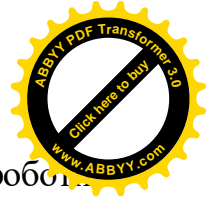
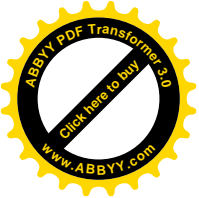
Група авто	КР	ПР	ТО-2	ТО-1	CO	Разом
Автомобільні крани	62015,7	16792,8	2866,5	4525,8	916,7	87117,5

1.2.4. Розрахунок додаткової трудомісткості робіт

Розрахунок додаткової трудомісткості робіт з технічного обслуговування (ТО) та ремонту (Р) є важливим і невід'ємним етапом у процесі проектування автотранспортного підприємства, оскільки він дозволяє більш точно оцінити реальні витрати праці в умовах ускладнення експлуатаційних факторів.

Виникнення додаткової трудомісткості обумовлюється впливом ряду зовнішніх та внутрішніх чинників, які змінюють інтенсивність та складність виконання робіт з обслуговування і ремонту рухомого складу. До таких факторів належать, зокрема, збільшення кількості автомобілів у складі автопарку, погіршення дорожніх умов експлуатації, зміна технологічних процесів виготовлення або відновлення запасних частин, а також інші виробничі та організаційні умови, що впливають на рівень навантаження ремонтно-обслуговуючого персоналу.

Проведення розрахунку додаткової трудомісткості ТО і Р дає можливість визначити реальну потребу підприємства у додаткових трудових ресурсах, необхідних для забезпечення належного рівня технічного обслуговування та ремонту автомобілів. Це особливо важливо в умовах змінної експлуатаційної ситуації, коли



стандартні нормативи не повністю відображають фактичні умови роботи підприємства.

Таким чином, врахування додаткової трудомісткості робіт є важливим елементом інженерно-економічного обґрунтування проєктних рішень, оскільки дозволяє більш об'єктивно визначити потребу в кадрах і ресурсах, забезпечити стабільну роботу автотранспортного підприємства та підвищити ефективність процесів технічного обслуговування і ремонту в умовах змінних факторів експлуатації.

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

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

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

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

$$T_{\text{дод}} = 110491,36 \cdot 0,2 = 22098,3 \text{ ЛЮД-ГОД}$$

Загальна трудомісткість робіт ТО і ПР визначається за формулою:

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

$$T_{\text{заг}} = 110491,36 + 22098,3 = 132589,6 \text{ ЛЮД-ГОД}$$

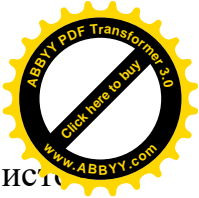
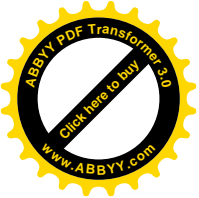
Отримані в результаті розрахунків дані узагальнюються та систематизуються з подальшим занесенням до таблиці 1.7. Це забезпечує зручність подальшого аналізу, порівняння показників та їх використання при виконанні наступних етапів проєктування автотранспортного підприємства.

Таблиця 1.7

Розподіл обсягів робіт

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%	
Крани	17423,5	2613,5	8711,8	1045,4	871,2	1742,4	87117,5

1.2.5. Розрахунок кількості пересувних майстерень



Для визначення необхідної кількості пересувних засобів, що використовуються при виконанні технічного обслуговування (ТО) і ремонту (Р), слід враховувати комплекс взаємопов'язаних виробничо-експлуатаційних факторів, які безпосередньо впливають на організацію та ефективність виконання робіт.

Перш за все, необхідно проаналізувати загальний обсяг робіт, який включає кількість транспортних засобів, що підлягають обслуговуванню та ремонту. До цього обсягу відносяться всі одиниці рухомого складу підприємства, які перебувають в експлуатації та потребують регулярного технічного впливу відповідно до встановлених нормативів.

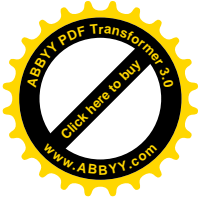
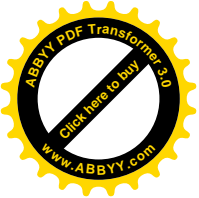
Другим важливим фактором є тривалість виконання робіт з ТО і Р для кожної одиниці техніки. Визначення середнього часу обслуговування одного транспортного засобу дозволяє оцінити загальну трудомісткість процесу та встановити необхідну інтенсивність використання пересувних засобів протягом робочої зміни або доби.

Також обов'язково враховується технічна продуктивність та потужність обладнання, що використовується у процесі обслуговування і ремонту. Від цих параметрів залежить кількість транспортних засобів, які можуть одночасно проходити обслуговування, що безпосередньо впливає на потребу в пересувних засобах і організацію виробничого процесу.

Не менш важливим є фактор чисельності обслуговуючого персоналу. Кількість працівників, задіяних у виконанні робіт з ТО і Р, визначає пропускну здатність ремонтної бази та можливість одночасного обслуговування певної кількості техніки. Це дозволяє більш точно встановити необхідну кількість пересувних засобів для забезпечення безперервності та ефективності виробничого процесу.

Таким чином, комплексний облік зазначених факторів дає змогу обґрунтовано визначити потребу в пересувних засобах для виконання технічного обслуговування і ремонту, що є важливою складовою організації ефективної роботи автотранспортного підприємства.

Кількість пересувних засобів ТО й поточного ремонту:



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

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

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

де $T_{заг}$ - загальна трудомісткість ТО і ПР;

κ - кількість машин у відсотках від загальної кількості, які експлуатуються з відривом від виробництва.

$\beta_{МП}$ - коефіцієнт зниження нормативної трудомісткості робіт за рахунок використання засобів механізації праці;

$D_{МП}$ - кількість робочих днів пересувних засобів ТО й ПР за рік, дні;

$b_{МП}$ - чисельність одночасно працюючих виробничих робітників, чол:

$$b_{МП} = P_{бр} + \rho_e + \rho_m \cdot P_m \quad (1.26)$$

де $P_{бр}$ - кількість робітників у бригаді, чол. ;

ρ_e - рівень участі водія пересувного засобу ТО і ПР в роботах з обслуговування й ремонту машин;

ρ_m - рівень участі машиніста в роботах з обслуговування й ремонту машин;

P_m - кількість операторів чи машиністів, чол.;

$t_{МП}$ - тривалість робочої зміни пересувних засобів ТО і ПР, год.;

$v_{МП}$ - середня швидкість руху пересувних засобів ТО і ПР, км/год;

$\delta_{МП}$ - коефіцієнт змінності пересувних засобів ТО і ПР

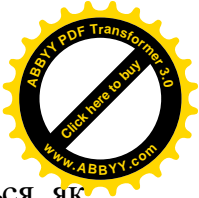
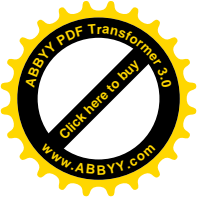
$\eta_{МП}$ - коефіцієнт використання пересувних засобів ТО і ПР.

Отримані у ході розрахунків данні, використовуються в розділі «Вибір пересувних засобів ТО і ПР».

$$T_{МП} = 110491,4 \cdot 0,65 = 71819,4 \text{ люд-год}$$

Чисельність одночасно працюючих виробничих робітників:

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



Отримані в результаті виконаних розрахунків дані використовуються як вихідна база для подальшого опрацювання в розділі «Вибір пересувних засобів технічного обслуговування і поточного ремонту». На їх основі здійснюється обґрунтування необхідної кількості та типів пересувних засобів, а також формується рішення щодо організації ефективного виконання робіт з ТО і ПР у межах автотранспортного підприємства.

$$T_{МП} = 110491,4 \cdot 0,65 = 71819,4 \text{ люд-год}$$

Чисельність одночасно працюючих виробничих робітників:

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

Значення вихідних показників, які приймаються для виконання розрахунків, систематизовані та зведені у таблицю 1.8, що забезпечує їх зручне подальше використання при проведенні інженерних і техніко-економічних обчислень.

Таблиця 1.8.

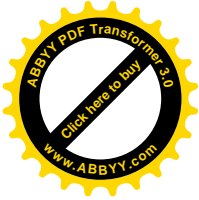
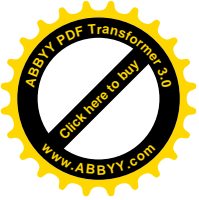
Данні для розрахунку кількості пересувних авторемонтних майстерень

Найменування	Значення
Сумарна річна трудомісткість робіт ТО й ремонту машин на об'єктах, люд-год; (65%)	71819,4
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, чол.	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, чол.	7
Тривалість робочої зміни пересувних засобів ТО й ремонту, год	8
Середня відстань руху пересувних засобів ТО ремонту машин за зміну, км;	33
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	5,1
Прийнята кількість пересувних засобів ТО і Р	5

Визначимо кількість пересувних засобів ТО і ПР машин:

$$N_{МП} = \frac{71819,4}{365 \cdot 7 \left(8 - \frac{33}{18}\right) \cdot 1 \cdot 0,7} = 5,1 = 5 \text{ шт}$$

1.2.6. Розрахунок персоналу підприємства



Розрахунок чисельності персоналу умовного автотранспортного підприємства є важливим етапом організації його ефективної виробничо-господарської діяльності, оскільки дозволяє науково обґрунтувати необхідну кількість працівників для забезпечення безперебійного виконання всіх технологічних процесів. На основі такого розрахунку формується оптимальна структура трудових ресурсів, що відповідає реальним обсягам робіт підприємства.

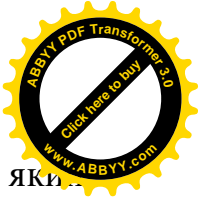
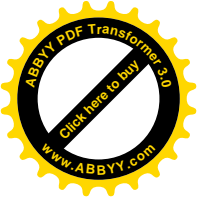
Однією з ключових переваг визначення раціональної чисельності персоналу є можливість досягнення економії фінансових ресурсів. Завдяки встановленню оптимальної кількості працівників підприємство уникає надлишкового штату, що дозволяє зменшити витрати на оплату праці, соціальні нарахування та інші пов'язані витрати, тим самим знижуючи загальну собівартість виробничих процесів.

Важливим результатом такого розрахунку є також підвищення продуктивності праці. Правильно визначена чисельність персоналу сприяє рівномірному розподілу навантаження між працівниками, що забезпечує більш ефективну організацію робочого процесу, скорочення простоїв та підвищення загальної продуктивності підприємства.

Крім того, оптимізація чисельності персоналу безпосередньо впливає на якість виконуваних робіт. У випадку нестачі працівників можливе перевантаження персоналу, що призводить до зниження якості обслуговування та порушення встановлених термінів виконання робіт. Натомість достатня кількість працівників забезпечує своєчасне та якісне виконання всіх виробничих завдань.

Окремо слід відзначити аспект охорони праці та безпеки виробництва. Недостатня чисельність персоналу може підвищувати рівень виробничого навантаження і, як наслідок, збільшувати ризик виникнення аварійних ситуацій та нещасних випадків. Оптимально визначена кількість працівників дозволяє створити більш безпечні та контрольовані умови праці.

Таким чином, розрахунок чисельності персоналу є необхідним



інструментом планування діяльності автотранспортного підприємства, який забезпечує ефективне використання трудових ресурсів, зниження витрат, підвищення продуктивності та створення безпечних умов праці для персоналу.

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

де Φ_{op} - дійсний фонд часу робітника, год. (приймається $\Phi_{op} = 1800 \text{ год}$).

$$P_{cn} = \frac{1109491,36}{1800} = 61 \text{ чол}$$

Явочний склад робітників $P_{яв}$ визначають по номінальному фонду часу:

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

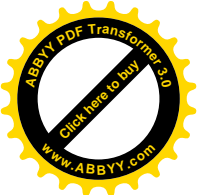
де $\Phi_{нр}$ - номінальний річний фонд часу робітника, год. (приймається $\Phi_{нр} = 2075 \text{ год}$).

$$P_{яв} = \frac{1109491,36}{2075} = 53 \text{ чол}$$

1.2.7. Розрахунок площ приміщень підприємства

Розрахунок площ виробничого корпусу автотранспортного підприємства є одним із важливих етапів у процесі його проектування та організації виробничої діяльності, оскільки безпосередньо впливає на ефективність розміщення технологічного обладнання, транспортних засобів та робочих місць персоналу. Від правильності визначення площ залежить раціональність використання виробничого простору та загальна продуктивність підприємства.

Однією з основних причин виконання таких розрахунків є необхідність раціонального планування розміщення обладнання і техніки. Обґрунтоване визначення площ дозволяє оптимально організувати виробничі зони, забезпечити зручні технологічні потоки та уникнути зайвих переміщень у процесі



виконання робіт. Це сприяє підвищенню ефективності виробничих операцій та скороченню непродуктивних витрат часу.

Крім того, розрахунок площ необхідний для визначення зон зберігання інструменту, запасних частин, витратних матеріалів та іншого інвентарю. Наявність достатнього та правильно організованого складського простору забезпечує належні умови зберігання, знижує ризик пошкодження матеріальних цінностей і сприяє більш ефективному управлінню ресурсами підприємства.

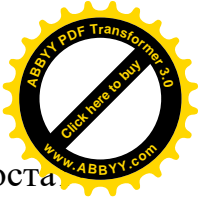
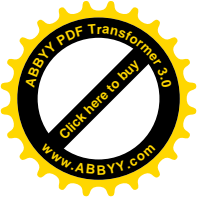
Важливим аспектом є також забезпечення належних умов праці для персоналу. Визначення оптимальної площі робочих зон дозволяє створити комфортне та безпечне виробниче середовище, знизити рівень виробничого травматизму та підвищити загальну продуктивність праці за рахунок раціональної організації робочого простору.

Окремо слід зазначити, що розрахунок загальної площі виробничого корпусу дає можливість планувати обсяг будівельно-монтажних, ремонтних та модернізаційних робіт на підприємстві. Це дозволяє більш ефективно управляти розвитком виробничої бази та своєчасно забезпечувати її необхідне оновлення.

Таким чином, розрахунок площ виробничого корпусу автотранспортного підприємства є важливим інструментом планування, який забезпечує раціональне використання простору, підвищення ефективності виробничих процесів, покращення умов праці та загальне зниження витрат підприємства.

Орієнтовне визначення розрахункової площі виробничого корпусу автотранспортного підприємства виконується на основі середньої питомої площі, яка припадає на одного виробничого працівника. Такий підхід дозволяє на етапі попереднього проектування швидко оцінити необхідні розміри виробничих приміщень без детальної розробки планувальних рішень.

Загальна площа виробничого корпусу в цьому випадку встановлюється шляхом множення кількості працівників, зайнятих у виробничому процесі, на нормативне значення питомої площі, що приймається відповідно до діючих будівельних норм, типу виробництва та характеру виконуваних робіт.



Застосування даного методу дозволяє отримати наближене, але достатньо обґрунтоване значення площі, яке надалі уточнюється з урахуванням розміщення технологічного обладнання, організації виробничих потоків, складу ремонтних ділянок та вимог охорони праці. Таким чином, розрахунок за питомою площею є важливим етапом попереднього планування виробничої інфраструктури підприємства.

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

де f_{num} - питома площа приміщення, яка припадає на одного робітника (приймається $f_{num} = 26 \text{ м}^2$).

$$S_{pn} = 53 \cdot 26 = 1384 \text{ м}^2$$

Припустимо відхилення до 20 %, а для приміщень більше 1000 м² - 10 %:

$$\Delta = \frac{S_{cn} - S_{pn}}{S_{cn}} \cdot 100\%$$

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

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

$$S_{cn} = L_p \cdot B_p$$

де L_p - розрахункова довжина виробничого корпусу, м;

B_p - розрахункова ширина виробничого корпусу, м;

$$L_p = (n_k - 1) \cdot Ш_k, \text{ м}$$

$$B_p = (n_k - 1) \cdot П_k, \text{ м}$$

де n_k - прийнята кількість колон;

$Ш_k$ - крок колон;

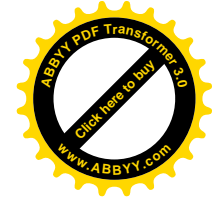
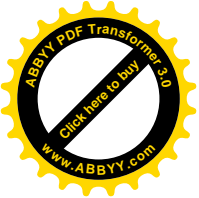
$П_k$ - проліт між колонами.

Розрахунок виробничого корпусу

$$L_p = (6 - 1) \cdot 12 = 60 \text{ м}$$

$$B_p = (2 - 1) \cdot 24 = 24 \text{ м}$$

$$S_{cn} = 36 \cdot 24 = 1440 \text{ м}^2$$



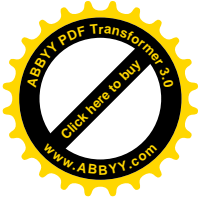
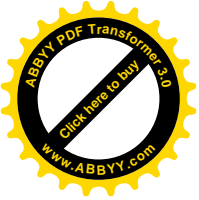
$$\Delta = \frac{1440 - 1384}{1440} \cdot 100\% = 3,856\%$$

Виконані розрахунки можна вважати коректними, оскільки встановлена похибка не перевищує допустимого значення, яке становить 20%. Це свідчить про достатній рівень точності отриманих результатів та їх придатність для подальшого використання на наступних етапах проєктування виробничого корпусу.

У ході проведеного дослідження визначено площу виробничого корпусу з урахуванням допустимих відхилень, що не виходять за межі встановленого нормативного діапазону. Такий результат підтверджує надійність застосованої методики розрахунку та правильність вихідних припущень, прийнятих у роботі.

Водночас слід враховувати, що при подальшій деталізації проєкту можливе внесення уточнень, пов'язаних із технологічними особливостями виробництва, розміщенням обладнання, а також додатковими вимогами охорони праці та пожежної безпеки. Ці фактори можуть незначно вплинути на остаточні планувальні рішення.

Загалом отримані результати підтверджують обґрунтованість виконаних розрахунків і дозволяють використовувати їх як базу для подальшого проєктування. Це також свідчить про належний рівень опрацювання матеріалу та ефективне застосування розрахункових методик у межах випускної кваліфікаційної роботи.



2. КОНСТРУКЦІЙНО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ЧАСТИНА

2.1. Визначення параметрів та характеристик кранової установки

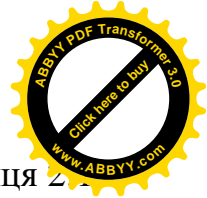
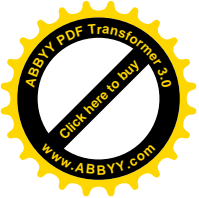
Розрахунок кранової установки автомобільного крана є невід'ємною частиною забезпечення безпечної та ефективної експлуатації цього виду підйомної техніки. Основною метою такого розрахунку є визначення граничної вантажопідйомності крана, а також допустимого радіуса його роботи залежно від умов виконання вантажопідіймальних операцій.

Грамотно виконані розрахунки вантажопідйомності забезпечують належний рівень безпеки під час виконання робіт і дозволяють мінімізувати ризики виникнення аварійних ситуацій. У випадку помилкових або неточних розрахунків можливі критичні наслідки, зокрема перевантаження кранової установки, пошкодження вантажопідіймального механізму, а також втрата стійкості крана під час роботи з вантажем, що становить небезпеку для персоналу та обладнання.

Крім забезпечення безпеки, розрахунок параметрів кранової установки є важливим інструментом для планування виробничих процесів. Він дозволяє обґрунтувати вибір оптимального типу крана для конкретних умов експлуатації, визначити раціональну схему виконання вантажних операцій та підвищити загальну ефективність робіт.

Додатково правильний вибір і розрахунок параметрів крана сприяє зменшенню експлуатаційних витрат. Це досягається за рахунок скорочення кількості допоміжних операцій, зменшення часу виконання робіт та більш раціонального використання техніки.

Таким чином, розрахунок кранової установки автомобільного крана є важливим етапом інженерного обґрунтування, який безпосередньо впливає як на безпеку, так і на ефективність виконання вантажопідіймальних робіт. На основі прийнятих вихідних параметрів формуються та заносяться необхідні дані до загальної таблиці вхідних даних (табл. 2.1), що використовується для подальших розрахунків.



Вхідні данні для розрахунків

№ з/п	Найменування	Значення
1	Модель крана	Приймається згідно технічних характеристик моделі крана
2	Вантажопідйомність (маса вантажу), кг (m_g)	
3	Виліт стріли, м (L)	
4	Швидкість підйому вантажу, м/с ($v_{під, max}$)	
5	Номинальні 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_{np})	
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 ($i_{пов}$)	Обирається в залежності від варіанту студента

2.1.1. Розрахунок механізму повороту стріли

Момент опору повороту (Нм) крана:

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

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

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

$M_{ин}$ - момент сил інерції, що діють на вантаж.

При визначенні моменту сил тертя треба розглянути схему крана з опорно-поворотним пристроєм (рис. 2.1).

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).

$$a = \frac{3}{2,9} = 1,034$$

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

$$a_1 = 0,5 \cdot a \tag{2.3}$$

$$a_1 = 0,5 \cdot 1,034 = 0,517 \text{ м}$$

$$a_2 = 0,09 \cdot a \tag{2.4}$$

$$a_2 = 0,09 \cdot 1,034 = 0,093 \text{ м}$$

$$a_3 = 0,15 \cdot a \tag{2.5}$$

$$a_3 = 0,15 \cdot 1,034 = 0,155 \text{ м}$$

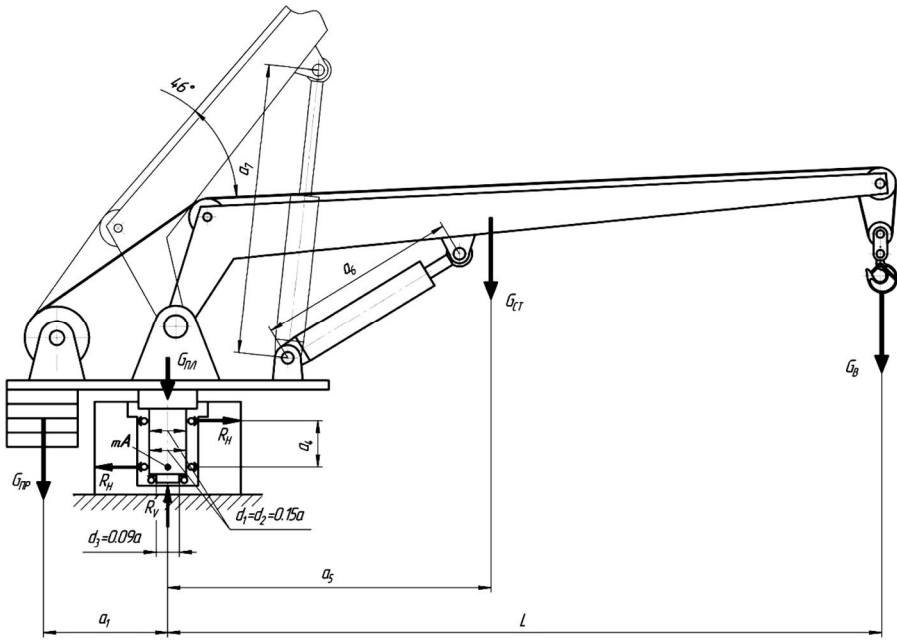


Рис. 2.1. Схема крана для визначення габаритних розмірів

Фактичні (розрахункові) габаритні параметри кранової установки наведені на рисунку 2.2, де вони відображаються відповідно до результатів виконаних інженерних розрахунків та прийнятих вихідних даних проекту.

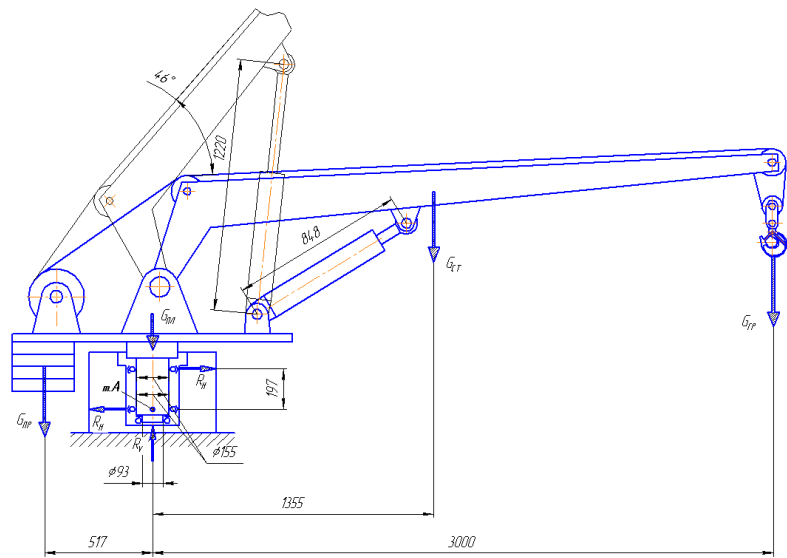
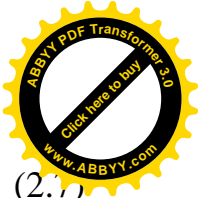
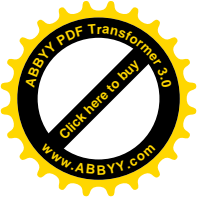


Рис. 2.2. Схема кранової установки з визначеними розмірами



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

$$a_5 = 1,31 \cdot 1,034 = 1,355 \text{ м}$$

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

$$a_6 = 0,82 \cdot 1,034 = 0,848 \text{ м}$$

$$a_7 = 1,438 \cdot a_6 \quad (2.9)$$

$$a_7 = 1,438 \cdot 0,848 = 1,22$$

Поворотна частина автомобільного крана спирається на дві опори — верхню та нижню, які забезпечують її стійке положення під час роботи. У цих опорних вузлах виникають вертикальні R_{VR_VRV} та горизонтальні R_{HR_HRH} реакції, величини яких визначаються на основі умов рівноваги системи з використанням рівнянь статки.

Для визначення невідомих зусиль складається рівняння моментів відносно точки «А», яка є точкою перетину ліній дії опорних реакцій у нижній опорі. Загальний вигляд цього рівняння має вигляд:

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

$$R_H = \frac{517 \cdot 2419 \cdot 9,81 - 1355 \cdot 2013 \cdot 9,81 - 3000 \cdot 32000 \cdot 9,81}{197}$$

$$= -4,865 \cdot 10^6 \text{ кН}$$

Вертикальна опорна реакція R_{VR_VRV} визначається з умови рівноваги системи шляхом складання рівняння проекцій усіх діючих сил на вертикальну вісь. Відповідно, сума всіх вертикальних складових сил у системі прирівнюється до нуля, що дозволяє знайти значення шуканої реакції.

$$R_V = G_{IP} + G_{ПЛ} + G_{CT} + G_B = m_{np} \cdot g + m_{nl} \cdot g + m_{cm} \cdot g + m_e \cdot g \quad (2.11)$$

де m_{np} - маса противаги крана, кг;

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

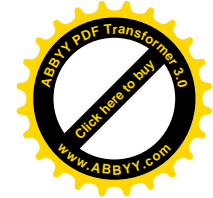
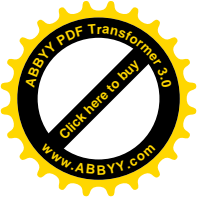
m_e - маса вантажу;

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

$$R_V = 2419 \cdot 9,81 + 5,806 \cdot 10^3 \cdot 9,81 + 2013 \cdot 9,81 + 32000 \cdot 9,81 = 4,144 \cdot 10^5 \text{ кН}$$

де J - момент інерції (щодо осі повороту крана);

ε - кутове прискорення крана, рад/с².



Момент сил тертя в опорно-пов-му пристрої:

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

$$3 M_{mp.B} = f \cdot R_H \frac{d_1}{2} \quad (2.13)$$

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

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

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

$$M_{mp} = 0,015 \cdot 4,865 \cdot 10^6 \frac{0,155}{2} + 0,015 \left(4,865 \cdot 10^6 \frac{0,155}{2} + 4,144 \cdot 10^5 \frac{0,093}{2} \right) = 1,161 \cdot 10^4 \text{ Нм}$$

Момент сил інерції:

$$M_{ин} = J \cdot \varepsilon \quad (2.16)$$

де J - момент інерції (щодо осі повороту крана);

ε - кутове прискорення крана, рад/с².

Момент інерції:

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

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

$J_{нч}$ - момент інерції, кг·м²;

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

де m_j - маса j -ї частини повільно обертової, кг;

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

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

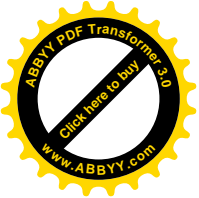
Використовуючи рис. 2.2 визначається момент інерції вантажу:

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

$$J_{нч} = 1,4 \cdot (2419 \cdot 0,517^2 + 2013 \cdot 1,355^2 + 32000 \cdot 3^2) = 4,093 \cdot 10^5 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

$$J = 1,4 \cdot 4,093 \cdot 10^5 = 5,73 \cdot 10^5 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

Кутове прискорення крана:



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

$$\varepsilon = \frac{0,2}{3,0} = 0,067 \text{ рад} / \text{с}^2$$

Момент опору повороту крана визначається з виразу:

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

$$M_c = 1,161 \cdot 10^4 + 3,82 \cdot 10^4 = 4,981 \cdot 10^4 \text{ Нм}$$

Момент на валу гідромотора:

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

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

$i_{пов}$ - передаточне відношення редуктора поворотної.

$$M_{зм.пов} = \frac{4,981 \cdot 10^4}{40,053 \cdot 0,9} = 1,382 \cdot 10^3 \text{ Нм}$$

Частота обертання вала гідромотора приводу є одним із основних кінематичних параметрів гідросистеми і характеризує швидкість обертального руху вихідного валу при заданих робочих умовах. Вона залежить від витрати робочої рідини, робочого об'єму гідромотора, а також гідравлічних втрат у системі.

Даний параметр визначає швидкісні характеристики приводу виконавчого механізму та безпосередньо впливає на продуктивність і динаміку роботи кранової установки. У розрахунках частота обертання вала гідромотора використовується для подальшого визначення швидкостей робочих органів, передавальних відношень та загальної ефективності приводу.

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

$$\omega_{пов} = 0,5 \cdot 40,053 \cdot \frac{30}{3,14} = 192,21 \text{ об/хв}$$

2.1.2. Розрахунок механізму підйому стріли

Розрахунок механізму підйому стріли виконується на основі розрахунокової схеми, наведеної на рисунку 2.3, яка відображає конструктивні особливості та силову взаємодію елементів механізму. Застосування даної схеми дозволяє визначити основні навантаження, геометричні параметри та зусилля, що виникають у процесі підйому стріли, а також забезпечує коректність подальших інженерних обчислень.

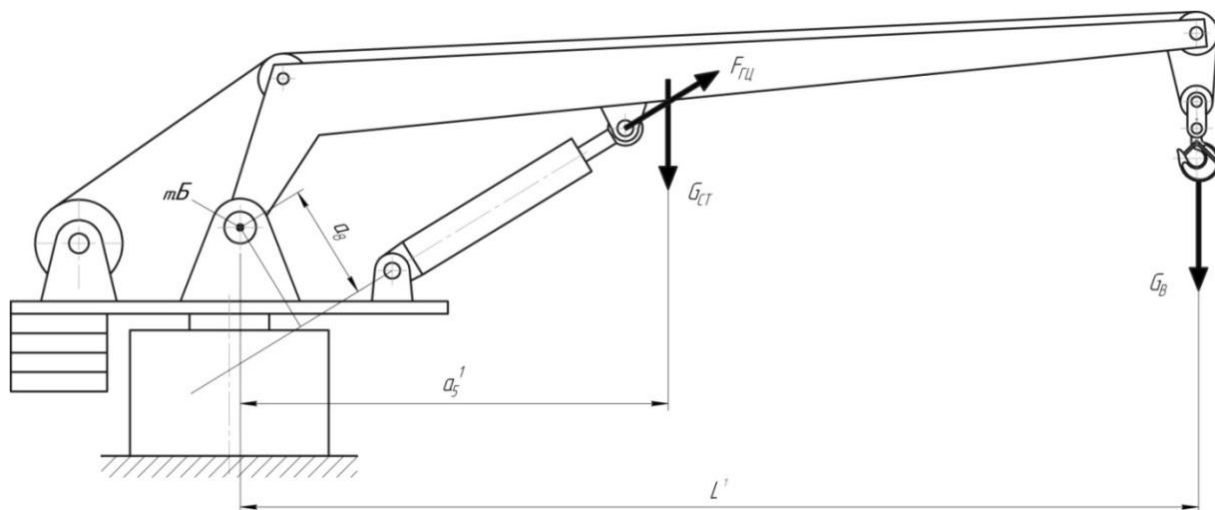


Рис. 2.3. Схема розрахунку механізму підйому стріли

Для визначення зусилля $F_{ГЦ}$ на штоку гідроциліндра, який забезпечує підйом стріли, необхідно скласти рівняння моментів усіх сил відносно точки повороту стріли «Б». Розрахунок виконується для найбільш несприятливого випадку — моменту початку підйому стріли, коли навантаження на гідроциліндр досягає максимального значення.

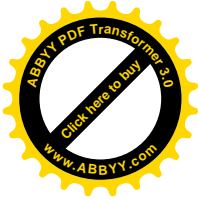
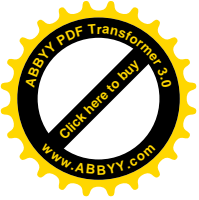
У цьому положенні геометрія системи та плечі прикладання сил створюють найбільший момент опору, що й визначає максимальне зусилля на штоку. Використання рівняння рівноваги моментів дозволяє встановити необхідну силу гідроциліндра для забезпечення надійного та безпечного підйому стріли в заданих умовах експлуатації.

$$a_8 \cdot F_{\bar{a}\bar{o}} = a_5^1 \cdot G_{\bar{n}\bar{o}} + L^1 \cdot G \tag{2.24}$$

$$a_5^1 = 0,978 \cdot a_5 \tag{2.25}$$

$$L^1 = 0,967 \cdot L \tag{2.26}$$

$$a_8 = -0,1127 \cdot a_5^1 + 36,03 \tag{2.27}$$



$$a_5^1 = 0,978 \cdot 1,355 = 1,325 \text{ м}$$

$$L^1 = 0,989 \cdot 3,0 = 2,967 \text{ м}$$

$$a_8 = -0,1127 \cdot 1,325 + 36,03 = 0,359 \text{ м}$$

$$F_{\text{ци}} = \frac{1,325 \cdot 2013 \cdot 9,8 + 2967 \cdot 32000 \cdot 9,8}{359} = 2,666 \cdot 10^6 \text{ Н}$$

Хід штока гідроциліндра підйому стріли є важливим кінематичним параметром, який визначає величину переміщення штока між крайніми положеннями під час виконання операції підйому та опускання стріли. Даний параметр безпосередньо впливає на геометрію роботи механізму, кутові переміщення стріли та загальну працездатність кранової установки.

Величина ходу штока встановлюється на основі конструктивної схеми механізму підйому та визначених геометричних залежностей між точками кріплення гідроциліндра і стріли. При цьому враховуються крайні положення стріли, необхідні кути її підйому, а також забезпечення достатнього запасу ходу для безпечної та стабільної роботи гідросистеми.

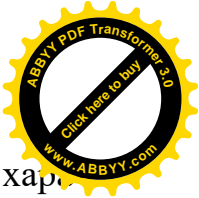
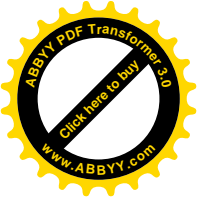
Отримане значення ходу штока використовується при виборі гідроциліндра, перевірці його відповідності конструктивним вимогам та подальшому розрахунку параметрів гідроприводу.:

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

$$S_{\text{гц}} = 1,22 - 0,848 = 0,372 \text{ м}$$

Час висування штока гідроциліндра є кінематичним параметром, який характеризує тривалість переміщення штока від початкового до кінцевого положення при виконанні операції підйому стріли. Даний показник безпосередньо впливає на швидкість роботи механізму підйому та загальну продуктивність кранової установки.

Величина часу висування штока визначається на основі його ходу, подачі робочої рідини в гідроциліндр, а також конструктивних параметрів гідросистеми, включаючи діаметри поршня та штока, робочий тиск і характеристики насоса. Крім того, враховуються гідравлічні втрати в системі та режим роботи приводу.



Отримане значення часу використовується для оцінки динамічних характеристик механізму підйому стріли, перевірки відповідності заданим вимогам циклу роботи крана та подальшого аналізу ефективності гідроприводу.

Час висування штока гідроциліндра

$$t_{cy} = \frac{\beta}{\omega_{нiд}}, c \quad (2.29)$$

де $\omega_{нiд}$ - кутова швидкість підйому стріли, рад/с (приймається за табл. 2.1).

$$t_{cy} = \frac{0,8}{0,2} = 4 c$$

Швидкість висування штока становитиме:

$$v_{cy} = \frac{S_{cy}}{t_{cy}}, m / c \quad (2.30)$$

$$v_{cy} = \frac{0,372}{4} = 0,093 m / c$$

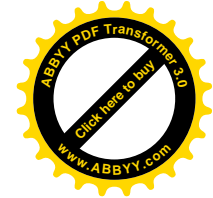
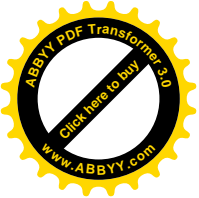
2.1.3. Розрахунок вантажопідйомного механізму лебідки

Крутний момент на валу гідромотора вантажопідйомного механізму є одним із основних силових параметрів, що характеризує здатність гідроприводу забезпечувати необхідне обертання виконавчих органів під навантаженням. Він визначає величину обертального зусилля, яке розвивається на вихідному валу гідромотора під час підйому або переміщення вантажу.

Даний параметр залежить від робочого тиску в гідросистемі та робочого об'єму гідромотора, а також враховує втрати енергії в процесі перетворення гідравлічної енергії в механічну. У розрахунках крутний момент використовується для перевірки працездатності приводу, підбору гідромотора за потужністю та забезпечення необхідної вантажопідйомності механізму.

Таким чином, визначення крутного моменту на валу гідромотора є важливим етапом проєктування вантажопідйомного механізму, оскільки дозволяє забезпечити його надійну, безпечну та ефективну роботу в заданих експлуатаційних умовах.

Крутний момент на механізмі підйому, тобто на барабані визначається з



виразу:

$$M_{\delta} = S_{\delta} \frac{D_{\delta}}{2}, \text{ Нм} \quad (2.31)$$

де D_{δ} - діаметр барабана, м (приймається за табл. 2.1);

S_{δ} - натяг канату, що навивається на барабан, Н.

$$S_{\delta} = \frac{G_{\epsilon}}{i_n \cdot \eta_n} \quad (2.32)$$

де G_{ϵ} - вантажопідйомність крана, Н;

i_n - кратність поліспасти;

η_n - ККД поліспасти, (приймається $\eta_n = 0,9$).

$$S_{\delta} = \frac{32000 \cdot 9,81}{4 \cdot 0,9} = 8,72 \cdot 10^4 \text{ Н}$$

$$M_{\delta} = 8,72 \cdot 10^4 \frac{0,300}{2} = 1,308 \cdot 10^4 \text{ Нм}$$

Крутний момент на валу гідромотора, що приводить у дію вантажний барабан визначається за допомогою формули:

$$M_{zm,\delta} = \frac{M_{\delta}}{i_p \cdot \eta_p}, \text{ Нм} \quad (2.33)$$

де i_p - передатне відношення редуктора вантажної лебідки;

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

$$M_{zm,\delta} = \frac{1,308 \cdot 10^4}{30,053 \cdot 0,9} = 483,59 \text{ Нм}$$

Частота обертання вала гідромотора вантажопідйомного механізму.

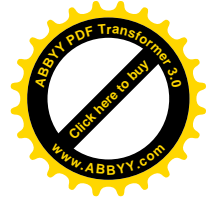
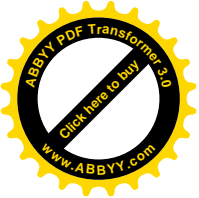
Частота обертання барабана:

$$\omega_{\delta} = \frac{v_{наб}}{R_{\delta}}, \text{ об / хв} \quad (2.34)$$

де $v_{наб}$ - швидкість набігання канату на барабан, м/с;

R_{δ} - радіус барабана, м.

$$v_{наб} = v_{nid,max} \cdot i_n, \text{ м / с} \quad (2.35)$$



де $v_{\text{під.макс}}$ – максимальна швидкість підйому, м/с.

$$v_{\text{наб}} = 0,0025 \cdot 4 = 0,01 \text{ м / с}$$

Радіус барабану становитиме:

$$R_{\sigma} = \frac{D_{\sigma}}{2}, \text{ м} \tag{2.36}$$

$$R_{\sigma} = \frac{0,3}{2} = 0,15 \text{ м}$$

$$\omega_{\sigma} = \frac{0,01}{0,15} = 0,067 \text{ об / хв.}$$

Частота обертання вала гідромотора вантажопідйомного механізму:

$$\omega_{\text{вм}} = \frac{30 \cdot \omega_{\sigma} \cdot i_p}{\pi}, \text{ об / хв} \tag{2.37}$$

$$\omega_{\text{вм}} = \frac{30 \cdot 0,067 \cdot 30,053}{3,14} = 19,142 \text{ об / хв}$$

Отримані результати кінематичних розрахунків систематизуються та узагальнюються з подальшим занесенням до таблиці 2.2, що забезпечує їх наочне подання, зручність аналізу та використання при виконанні наступних етапів інженерного проектування.

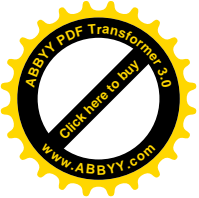
Таблиця 2.2

Результати кінематичного розрахунку

Гідродвигун	Крутний момент / зусилля	Кутова швидкість / швидкість переміщення	Кут повороту / ходу
Гідромотор механізму повороту	1382 Нм	191,336 об/хв	
Гідромотор лебідки	483,59 Нм	19,142 об/хв	
Гідромотор підйому стріли	$2,666 \cdot 10^6$ кН	0,093 м/с	0,372 м

2.1.4. Розрахунок номінального тиску гідравлічної системи

Номінальний тиск — це максимальний надлишковий робочий тиск, при якому гідравлічний пристрій повинен стабільно функціонувати протягом усього встановленого ресурсу (строку служби) із забезпеченням збереження всіх експлуатаційних параметрів у межах нормативних вимог.



Вибір значення номінального тиску $P_{ном}$ є одним із ключових і відповідних етапів проектування гідроприводу, оскільки саме від цього параметра значною мірою залежать габаритні розміри елементів системи, їх матеріалоемність, вартість виготовлення, а також загальна надійність і довговічність роботи обладнання.

Номінальні значення тиску для гідравлічних систем (у МПа) встановлюються відповідно до стандартизованого ряду тисків, регламентованого чинними нормативними документами, зокрема ГОСТ 12445-80. Це забезпечує уніфікацію конструктивних рішень та сумісність елементів гідросистем різних типів.

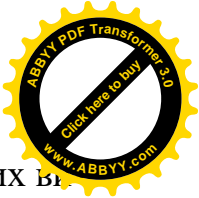
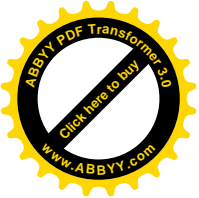
Підбір номінального тиску здійснюється на основі рекомендацій виробників обладнання, нормативних вимог, а також статистичних даних щодо експлуатації аналогічних систем у реальних умовах. Для більшості сучасних кранів із гідравлічним приводом характерним є діапазон робочих тисків у межах 32...40 МПа, який забезпечує оптимальне співвідношення між потужністю, надійністю та масогабаритними показниками системи.

2.1.5. Розрахунок гідравлічного насоса

Розрахунок і визначення основних параметрів гідравлічного насоса є обов'язковим етапом при проектуванні та налаштуванні гідравлічних систем автотранспортної техніки, зокрема вантажопідійомних машин і автокранів. Саме від правильності підбору насоса залежить стабільність роботи всієї гідросистеми та ефективність виконання робочих операцій.

До основних характеристик гідравлічного насоса належать подача (продуктивність), робочий тиск, об'ємний ККД та частота обертання вала. Ці параметри визначаються з урахуванням режимів роботи гідросистеми, характеру навантажень, а також вимог до надійності, енергоефективності та безперервності функціонування обладнання.

Помилки у виборі або некоректне налаштування гідравлічного насоса можуть призвести до нестабільної роботи системи, зниження продуктивності



механізмів, підвищеного зношування елементів гідроприводу, а в окремих випадках — до виникнення аварійних ситуацій, що становлять загрозу для обладнання та персоналу.

Таким чином, обґрунтований розрахунок і правильний вибір гідравлічного насоса є важливою складовою етапу проєктування, регулювання та подальшої експлуатації автотранспортної техніки з гідравлічним приводом, оскільки забезпечує її надійну, безпечну та ефективну роботу.

Корисна потужність приводу визначається за наступними формулами:

- на штоку гідроциліндра:

$$F_{зц} = \frac{F \cdot v}{1000}, \text{ кВт} \quad (2.38)$$

$$F_{зц} = \frac{2,666 \cdot 10^6 \cdot 0,093}{1000} = 247,64 \text{ кВт}$$

- на валу гідромотора:

$$F_{зц} = \frac{M_{кр} \cdot n}{9552,5}, \text{ кВт} \quad (2.39)$$

де F - необхідне зусилля на вихідній ланці, Н;

v - швидкість переміщення вихідної ланки, м/с;

$M_{кр}$ - крутний момент на валу, Нм;

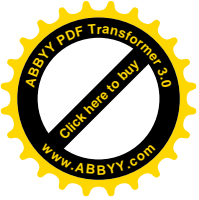
n - частота обертання вала гідродвигуна, об/хв.

В розрахунках необхідно визначити корисну потужність на валу гідромотора механізму повороту ($N_{ГМ.пов.}$) та валу вантажопідійомної лебідки ($N_{ГМ.леб.}$).

$$F_{ГМ.пов} = 1,382 \cdot 10^3 \frac{190,336 \cdot \frac{60}{2 \cdot 3,14}}{9552,5} = 265,11 \text{ кВт}$$

$$F_{ГМ.леб} = 483,59 \cdot \frac{19,142 \cdot \frac{60}{2 \cdot 3,14}}{9552,5} = 9,54 \text{ кВт}$$

Потужність насосної установки визначається на основі співвідношення між основними гідравлічними параметрами системи, які характеризують процес перетворення механічної енергії приводу в енергію потоку робочої рідини. Даний показник є важливим для оцінки енергетичної ефективності гідросистеми та правильного підбору силового обладнання.



$$N_H = K_{зз} \cdot K_{зу} \cdot \left(\sum z_{zu_i} \cdot N_{zu_i} + \sum z_{zm_i} \cdot N_{zm_i} \right), \text{ кВт} \quad (2.40)$$

де z_{zu_i} , z_{zm_i} - число одночасно (паралельно) працюючих гідроциліндрів і гідромоторів відповідно (приймається $z_{zu_i} = z_{zm_i} = 1$).

$$N_H = 1,1 \cdot 1,1 \cdot (1 \cdot 247,64 + 1 \cdot 264,311 + 1 \cdot 9,254) = 630,06 \text{ кВт}$$

По розрахованій потужності насосної установки визначають витрату рідини в гідроприводі:

$$Q = 60 \cdot 10^3 \left(\frac{N_H}{P_{ном}} \right), \text{ л/хв} \quad (2.41)$$

$$Q = 60 \cdot \left(\frac{630,658}{35 \cdot 10^6} \right) = 1,081 \cdot 10^3 \text{ л/хв}$$

Номінальна частота обертання КВ ДВЗ:

$$n_{ном} = \frac{n_{ДВЗ}}{1,6}, \text{ об/хв} \quad (2.42)$$

де $n_{ДВЗ}$ – номінальні оберти ДВЗ, об/хв.

$$n_{ном} = \frac{1200}{1,6} = 750 \text{ об/хв}$$

Конкретний типорозмір насоса можливо встановити за розрахунковим значенням його робочого об'єму, який визначається по формулі:

$$q = 10^3 \frac{Q}{n_{ном} \cdot \eta_0} \quad (2.43)$$

де q - розрахунковий робочий об'єм насоса, см³;

Q - витрата рідини в гідроприводі, л/хв;

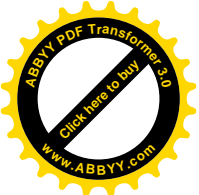
$n_{ном}$ - номінальне число обертів вала насоса, об/хв;

η' - об'ємний ККД насоса.

$$q = 10^3 \frac{1,081}{750 \cdot 0,9} = 1,602 \cdot 10^3 \text{ см}^3$$

2.1.6. Визначення параметрів гідроциліндра

Розрахунок основних параметрів гідроциліндра автокрана є необхідним етапом проектування гідроприводу, оскільки від правильності його виконання залежить надійність, безпека та ефективність роботи всієї кранової установки. Гідроциліндр є виконавчим елементом гідросистеми, який перетворює



енергію робочої рідини під тиском у поступальний механічний рух, що виконується для підйому, опускання або переміщення вантажів.

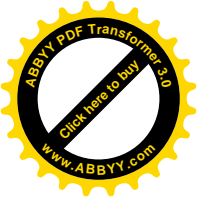
Під час розрахунку гідроциліндра враховується комплекс конструктивних і експлуатаційних параметрів, зокрема маса вантажу, що піднімається, максимальний робочий тиск у системі, діаметр поршня та штока, величина ходу поршня, швидкість його переміщення, а також умови експлуатації, включаючи температурні режими та можливі динамічні навантаження.

Грамотно виконаний підбір і розрахунок гідроциліндра забезпечує стабільну та безаварійну роботу автокрана, знижує ймовірність відмов і пошкоджень елементів гідросистеми, а також сприяє збільшенню ресурсу обладнання. Крім того, оптимальні параметри гідроциліндра дозволяють підвищити енергоефективність роботи механізму та зменшити витрати на експлуатацію, зокрема споживання палива та витрати на технічне обслуговування.

Таким чином, визначення основних параметрів гідроциліндра є обов'язковою складовою як на етапі проектування автокрана, так і під час виконання ремонтних або модернізаційних робіт, пов'язаних із заміною гідравлічного обладнання.

Розрахунки виконуються на основі заданих вихідних параметрів, які визначають умови роботи гідроциліндра та його навантажувальні характеристики. До основних із них належать: робочий тиск $p_{робр}$, що задає енергетичні можливості гідросистеми; корисне навантаження на гідроциліндр $F_{гц}$, яке характеризує необхідне зусилля для виконання робочого процесу; робочий хід вихідної ланки $S_{гц}$, що визначає величину переміщення штока.

Додатково враховуються кінематичні параметри руху, а саме швидкість вихідної ланки при прямому v_{1v} та зворотному v_{2v} ході, або відповідні часові характеристики — час прямого t_{1t} і зворотного t_{2t} ходу. Сукупність цих величин дозволяє виконати повний розрахунок гідроциліндра, визначити його геометричні та робочі параметри, а також забезпечити відповідність вимогам до продуктивності та надійності роботи механізму.



Робочий тиск:

$$p_{\text{роб}} = 0,9 \cdot p_{\text{ном}} \text{ МПа} \quad (2.44)$$

$$p_{\text{роб}} = 0,9 \cdot 35 = 31,5 \text{ МПа}$$

Для розрахунку діаметра гідроциліндра можна скористатися формулою:

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{K_{\text{зз}} \cdot F_{\text{ГЦ}}}{\eta_{\text{ГЦ}} \cdot p_{\text{роб}}}} \quad (2.45)$$

де $\eta_{\text{ГЦ}}$ - загальний ККД гідроциліндра (приймається $\eta_{\text{ГЦ}} = 0,95$).

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{1,1 \cdot 2,666 \cdot 10^6}{0,95 \cdot 31,5 \cdot 10^3}} = 353,74 \text{ мм}$$

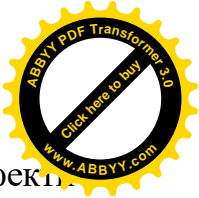
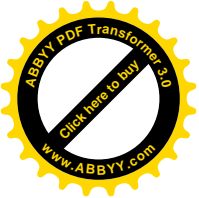
2.1.7. Розрахунок гідромотору

Розрахунок робочого об'єму гідромотора, що використовується у механізмі повороту автокрана, є одним із ключових етапів як при проєктуванні, так і під час подальшої експлуатації техніки. Основне призначення такого розрахунку полягає у підборі оптимальних параметрів гідромотора, які здатні забезпечити надійну та стабільну роботу поворотного механізму навіть за умов максимальних навантажень і складних режимів роботи.

Проведення відповідних обчислень дає можливість визначити мінімально необхідну потужність гідромотора, яка забезпечить ефективне функціонування механізму повороту. Завдяки цьому вдається досягти безперервної роботи обладнання, зменшити ризик перевантаження та уникнути можливих відмов у процесі підйому чи переміщення значних мас. Крім того, точний підбір параметрів позитивно впливає на загальну надійність і довговічність вузлів автокрана.

Окрім забезпечення працездатності, правильно визначений робочий об'єм гідромотора сприяє оптимізації енергоспоживання, що є важливим фактором у сучасних умовах експлуатації техніки. Раціональний підхід до вибору характеристик дозволяє підвищити продуктивність машини, знизити експлуатаційні витрати та покращити економічні показники використання автокрана.

Також результати даного розрахунку мають суттєве значення при виборі конкретної моделі автокрана для виконання певних виробничих завдань, оскільки вони дають змогу оцінити відповідність технічних характеристик машини



реальним умовам роботи. У підсумку це сприяє більш обґрунтованому та ефективному прийняттю інженерних рішень.

Визначення робочого об'єму гідромотора:

$$q_{\text{ГМ.пов}} = \frac{2 \cdot \pi \cdot K_{\text{зз}} \cdot M_{\text{ГМ}}}{P_{\text{роб}} \cdot \eta_{\text{ГМ}}}, \text{ см}^3 \quad (2.46)$$

де $\eta_{\text{ГМ}}$ - загальний ККД гідромотора (приймається $\eta_{\text{ГМ}} = 0,8 \dots 0,93$).

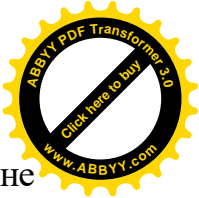
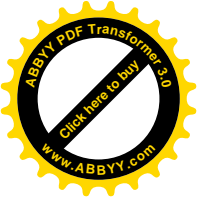
$$q_{\text{ГМ.пов}} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 1,1 \cdot 1,382 \cdot 10^3}{0,9 \cdot 0,9} = 336,887 \text{ см}^3$$

2.1.8. Визначення параметрів гідромотору вантажної лебідки

Розрахунок робочого об'єму гідромотора, який використовується у приводі вантажної лебідки, є одним із визначальних етапів під час проєктування, конструювання та подальшого виготовлення цього обладнання. Саме гідромотор виконує функцію перетворення енергії робочої рідини, що перебуває під тиском, у механічну енергію обертання, яка безпосередньо забезпечує процес підйому та опускання вантажів різної маси. Від правильності підбору його параметрів значною мірою залежить ефективність роботи всієї лебідкової системи.

Проведення розрахунку робочого об'єму дає можливість обґрунтовано визначити необхідну місткість гідромотора, яка формується з урахуванням вимог до швидкості переміщення вантажу, режимів роботи механізму, а також максимально допустимого тиску в гідравлічній системі. Крім того, враховуються експлуатаційні фактори, такі як характер навантажень, частота використання та умови роботи обладнання, що дозволяє більш точно підібрати оптимальні технічні характеристики.

Коректно виконаний розрахунок забезпечує досягнення високого рівня продуктивності та стабільності функціонування вантажної лебідки. Це, у свою чергу, сприяє підвищенню надійності роботи механізму, зменшенню ймовірності виникнення аварійних ситуацій, передчасного зносу або виходу з ладу окремих елементів системи. Також правильний вибір робочого об'єму гідромотора дозволяє оптимізувати енергоспоживання та знизити витрати на технічне обслуговування і ремонт.



Отже, визначення робочого об'єму гідромотора вантажної лебідки є не лише обов'язковим, але й критично важливим етапом, який впливає на загальну ефективність, економічність і довговічність роботи всього підйомного обладнання.

Робочий обсяг гідромотора вантажної лебідки

$$q_{\text{ГМ.під}} = \frac{2 \cdot \pi \cdot K_{\text{зз}} \cdot M_{\text{ГМ.під}}}{P_{\text{роб}} \cdot \eta_{\text{ГМ}}}, \text{ см}^3 \quad (2.47)$$
$$q_{\text{ГМ.під}} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 1,1 \cdot 483,59}{31,5 \cdot 0,9} = 117,895 \text{ см}^3$$

2.2. Вибір пересувної ремонтної майстерні

У даному розділі здійснено обґрунтований вибір моделі пересувної ремонтної майстерні (ПРМ), який базується на вихідних даних, отриманих у першому розділі, а також на чинних методичних рекомендаціях і нормативних вимогах. Проведений аналіз дозволив визначити найбільш доцільний варіант технічного засобу для виконання робіт з технічного обслуговування та поточного ремонту.

Як оптимальне рішення для забезпечення мобільних робіт з ТО і ПР обрано пересувну ремонтну майстерню ПРМ-5820 (рис. 2.4), яка змонтована на базі шасі КАМАЗ 43118. Даний комплекс є спеціалізованим технічним засобом, призначеним для виконання ремонтно-відновлювальних робіт безпосередньо на автомобільних дорогах загального користування відповідно до вимог ПАРМ 5820 та сучасних стандартів експлуатації дорожньої інфраструктури.

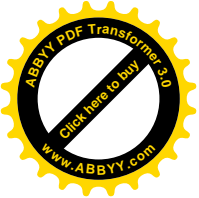
Функціональні можливості цієї майстерні забезпечуються широким набором обладнання, інструментів і допоміжних пристроїв, що входять до її комплектації. Це дозволяє виконувати значний спектр робіт різної складності, зокрема:

відновлення пошкоджених або деформованих ділянок дорожнього покриття;

підготовку основи та укладання асфальтобетонних сумішей;

нанесення, оновлення та підтримання дорожньої розмітки;

ремонт, монтаж і технічне обслуговування елементів дорожнього обладнання, таких як знаки, сигнальні пристрої, бар'єрні огороження тощо.



Важливою перевагою ПРМ-5820 є її висока мобільність, що забезпечує можливість оперативного переміщення до місця виконання робіт. Це суттєво скорочує час реагування на аварійні ситуації або потребу в ремонті. Крім того, компактні габарити та продумана конструкція дозволяють ефективно використовувати майстерню навіть у складних умовах, зокрема на обмежених ділянках доріг або в умовах щільної забудови.

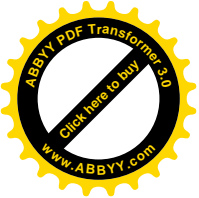
Таким чином, обрана пересувна ремонтна майстерня повною мірою відповідає поставленим виробничим завданням, забезпечуючи необхідний рівень ефективності, універсальності та надійності під час виконання дорожньо-ремонтних робіт.

Пересувна ремонтна майстерня ПРМ-5820, змонтована на базі шасі КамАЗ 43118, відзначається значною корисною площею для розміщення інструментів, обладнання та витратних матеріалів, необхідних для виконання широкого спектра ремонтних робіт. Конструкцією також передбачено наявність додаткового оснащення, зокрема компресора, електрогенератора, мікрохвильової печі та інших допоміжних засобів, що створюють належні умови для ефективної та комфортної роботи обслуговуючого персоналу навіть у польових умовах.

Завдяки високим показникам прохідності, маневреності та потужному силовому агрегату, дана майстерня здатна оперативно пересуватися автомобільними дорогами різного типу, включаючи складні ділянки, та своєчасно виконувати необхідні ремонтно-відновлювальні роботи. Це робить її особливо ефективною при обслуговуванні техніки безпосередньо на місці експлуатації.

Агрегат ПРМ-5820 призначений для проведення технічного обслуговування і ремонту автотракторної техніки, машин та обладнання поза межами стаціонарних виробничих баз. Як монтажну основу використано автомобільне шасі КамАЗ 43118, що забезпечує надійність, мобільність і достатню вантажопідйомність. Функціональні можливості майстерні дозволяють виконувати такі види робіт:

- зварювальні операції та газове різання металу;
- слюсарно-механічні роботи різного рівня складності;
- транспортування інструментів, матеріалів і допоміжного обладнання;



виконання навантажувально-розвантажувальних операцій, а також монтаж обладнання (робочий майданчик має розміри 2300×2400 мм).

Кузов-фургон виконаний у суцільнометалевому варіанті каркасного типу з теплоізоляцією, що дозволяє експлуатувати майстерню в різних кліматичних умовах. Для забезпечення комфортного температурного режиму використовується автономний обігрівач типу «Планар 8Д», який підтримує оптимальну температуру всередині робочого відсіку.

Комплектація ПРМ-5820 включає сучасне та функціональне обладнання, зокрема:

зварювальний комплекс, до складу якого входить силовий генератор потужністю 26–30 кВт і зварювальний випрямляч типу ВД-313 на струм до 315 А;

оснащення для газового різання металів, включаючи контейнери для кисневого та пропанового балонів, пальники, різак, редуктори та шланги подачі газів;

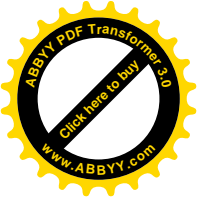
обладнання для механічної обробки деталей: свердлильний верстат з лещатами, наждачно-обдирний верстат, кутову шліфувальну машину, а також токарний верстат;

комплект спеціалізованого інструменту для зварювальника та газорізальника;

ніверсальні робочі місця з лещатами та додатковим електроінструментом; електрощит для підключення до зовнішніх джерел живлення.

Таким чином, пересувна ремонтна майстерня ПРМ-5820 є багатофункціональним технічним комплексом, який поєднує мобільність, автономність і широкий спектр можливостей, що дозволяє ефективно виконувати ремонтні та обслуговуючі роботи безпосередньо в польових умовах.

Використання мобільних ремонтних автомайстерень на автотранспортних підприємствах (АТП) має вагомим значення, оскільки дозволяє організувати оперативне та ефективне технічне обслуговування рухомого складу безпосередньо в місцях виникнення несправностей. Такий підхід сприяє підвищенню надійності роботи автопарку та мінімізації простоїв транспортних засобів, що особливо важливо в умовах інтенсивної експлуатації техніки.



Однією з ключових переваг мобільних майстерень є їхня мобільність. Вони здатні швидко прибути до місця поломки або аварійної зупинки автомобіля, що дозволяє усунути несправності без необхідності транспортування техніки до стаціонарної бази. Це значно скорочує час реагування та підвищує оперативність виконання ремонтних робіт.

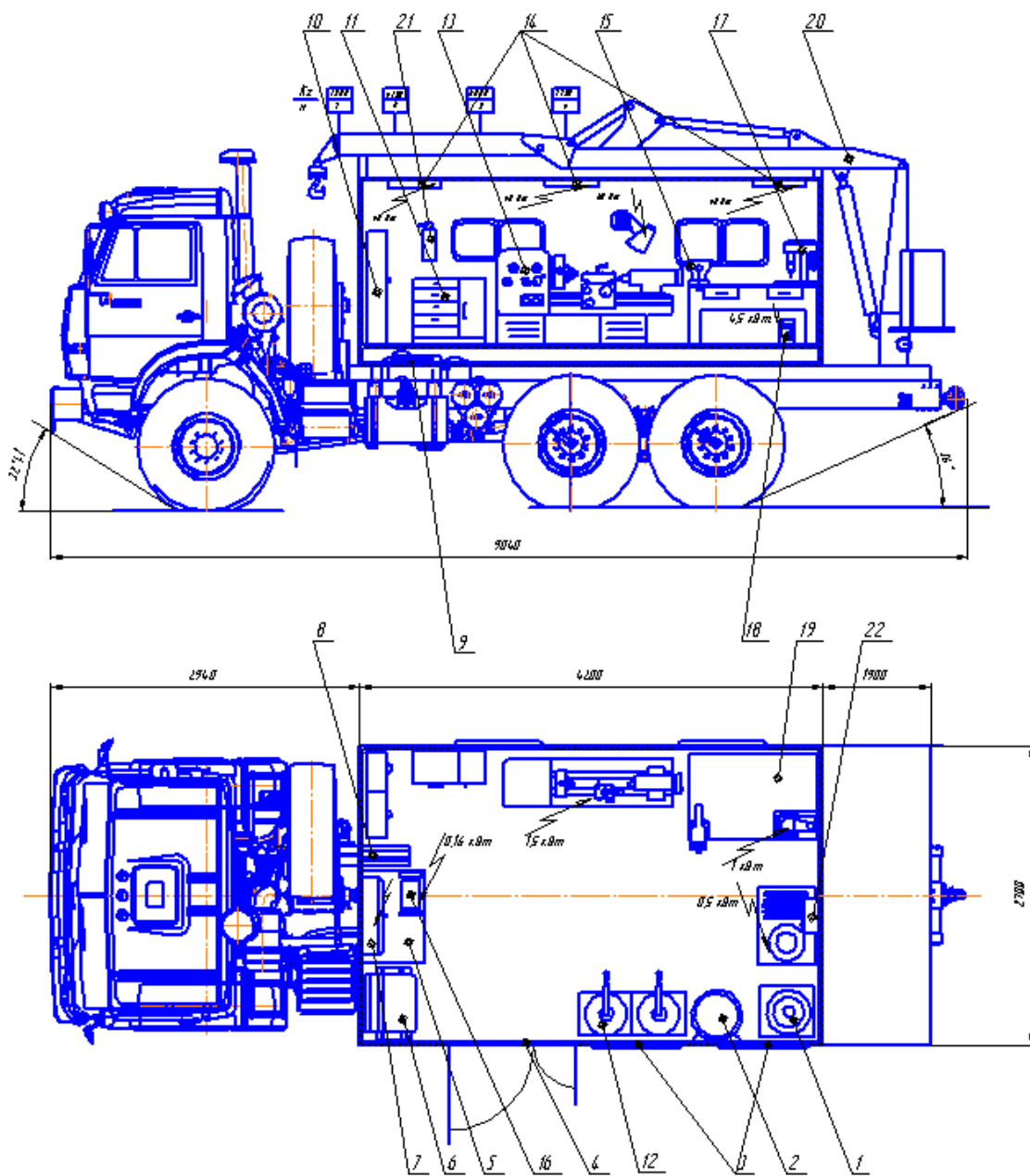
Не менш важливим фактором є ефективність їх застосування. Завдяки оснащенню сучасними інструментами та обладнанням, мобільні майстерні забезпечують швидке виконання діагностичних і ремонтних операцій. У результаті зменшується тривалість простою транспортних засобів, що позитивно впливає на загальну продуктивність АТП і дозволяє більш раціонально використовувати наявний автопарк.

Економічна доцільність також є суттєвою перевагою. Використання пересувних майстерень дає змогу знизити витрати, пов'язані з утриманням стаціонарних ремонтних баз, зменшити витрати на евакуацію несправної техніки та оптимізувати використання трудових і матеріальних ресурсів. Це особливо актуально для підприємств із розосередженими об'єктами або великими зонами обслуговування.

Високий рівень якості обслуговування забезпечується завдяки застосуванню сучасного обладнання, професійного інструменту та належній підготовці персоналу. Мобільні майстерні дозволяють виконувати широкий спектр робіт без втрати якості, що відповідає вимогам сучасних стандартів технічного обслуговування.

Крім того, важливою перевагою є підвищення рівня безпеки. Проведення ремонтних робіт безпосередньо на місці виникнення несправності зменшує необхідність переміщення техніки в несправному стані, що, у свою чергу, знижує ризик виникнення дорожньо-транспортних пригод та інших небезпечних ситуацій.

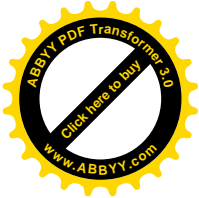
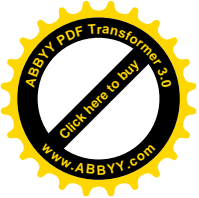
Отже, впровадження мобільних ремонтних автомайстерень є доцільним і ефективним рішенням для автотранспортних підприємств, оскільки воно забезпечує підвищення продуктивності, зниження витрат, покращення якості обслуговування та підвищення безпеки експлуатації транспортних засобів.



Найменування

- | | |
|-----------------------------|--|
| 1 Кисневий балон | 12 Дві ємкості |
| 2 Ацетиленовий генератор | 13 Токарний двинтарізний верстат (ФРГ) |
| 3 Вікна | 14 Лампи люмінофорові |
| 4 Бокові двері | 15 Лещата настільні (ФРГ) |
| 5 Стіл | 16 Заточний верстак (ФРГ) |
| 6 Диван-ящик | 17 Свердильний верстат (ФРГ) |
| 7 Розподільчий щит | 18 Зварювальний апарат |
| 8 Стільці | 19 Верстак ОРГ-1468-0,1-060А |
| 9 Генератор змінного струму | 20 Кран |
| 10 Шафа для одяжі | 21 Вознегасник |
| 11 Ящик для інструментів | 22 Аптечка |

Рис. 2.4. Схема ПАРМ 208



3. ОХОРОНА ПРАЦІ

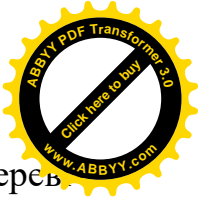
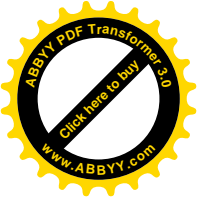
Стан організації охорони праці на автотранспортному підприємстві охоплює широкий спектр напрямів, що пов'язано з багатопрофільною діяльністю таких структур. Як правило, АТП здійснюють перевезення пасажирів і вантажів, виконують технічне обслуговування та ремонт транспортних засобів, а також забезпечують їх експлуатаційну підтримку. У зв'язку з цим питання безпеки праці набуває комплексного характеру та потребує системного підходу.

Одним із ключових елементів є забезпечення безпеки дорожнього руху. Для цього необхідно неухильно дотримуватися чинних правил, регулярно проводити технічні огляди транспортних засобів і підтримувати їх у справному стані. Важливу роль відіграє також своєчасне забезпечення автомобілів якісними комплектуючими та обладнанням. Крім того, водії повинні проходити відповідну підготовку, яка включає відпрацювання дій у складних та аварійних ситуаціях, що дозволяє мінімізувати ризики на дорозі.

Не менш суттєвим напрямом є збереження здоров'я працівників. Робота на автотранспортному підприємстві часто пов'язана з впливом шкідливих і небезпечних факторів, таких як підвищені фізичні навантаження, вібрація, шум, пил та інші виробничі ризики. Це може призводити до професійних захворювань, зокрема проблем із опорно-руховим апаратом або органами дихання. З метою профілактики необхідно забезпечувати працівників засобами індивідуального захисту, організовувати регулярні медичні огляди та проводити систематичне навчання з питань безпеки праці.

Для належної організації охорони праці на підприємстві передбачено ведення відповідної документації. До основних документів належать:

- положення про охорону праці, яке визначає загальні принципи організації безпеки та розподіл обов'язків між працівниками;
- інструкції з охорони праці, що містять конкретні вимоги безпеки при виконанні різних видів робіт;
- плани заходів з охорони праці, спрямовані на попередження виробничих ризиків і підвищення рівня безпеки;



- журнали обліку, в яких фіксуються проведені інструктажі, перевірки та інші профілактичні заходи;
- довідки про проходження медичних оглядів, що підтверджують придатність працівників до виконання певних видів робіт.

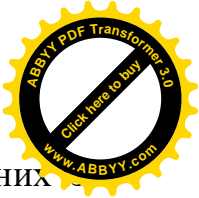
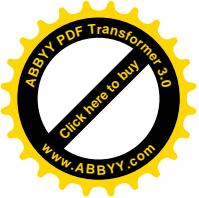
Система охорони праці на автотранспортних підприємствах України регулюється низкою нормативно-правових актів. Основними серед них є Закон України «Про охорону праці», відповідні положення та правила, затверджені профільними міністерствами, а також галузеві нормативні документи, які встановлюють вимоги до безпеки експлуатації транспортних засобів і організації виробничих процесів.

Таким чином, ефективна система охорони праці на АТП передбачає комплексне поєднання організаційних, технічних і профілактичних заходів. Її впровадження дозволяє не лише знизити рівень виробничого травматизму, а й підвищити загальну ефективність діяльності підприємства, забезпечуючи безпечні умови праці для всіх працівників.

3.1. Визначення освітлення виробничого корпусу підприємства

Розрахунок системи освітлення у виробничому корпусі автотранспортного підприємства є необхідною складовою забезпечення безпечних умов праці та ефективної організації виробничих процесів. Якість освітлення безпосередньо впливає на зорове навантаження працівників, точність виконання операцій і загальну продуктивність праці. Недостатній або нерівномірний рівень освітленості може призводити до швидкої втоми, зниження уваги, збільшення кількості помилок, а в окремих випадках — до травматизму та аварійних ситуацій.

Грамотно виконаний розрахунок дозволяє забезпечити оптимальні параметри освітленості робочих зон відповідно до характеру виконуваних робіт. Це сприяє зменшенню напруження органів зору, покращенню концентрації персоналу та створенню комфортних умов праці. У результаті підвищується якість виконання технологічних операцій, зростає продуктивність працівників



і знижується ймовірність виникнення професійних захворювань, пов'язаних з тривалим зоровим навантаженням.

Окрім цього, правильне проектування освітлення дає змогу раціонально використовувати енергоресурси, що є важливим економічним фактором для підприємства. Сучасні підходи передбачають врахування не лише рівня освітленості, але й рівномірності світлового потоку, кольорової температури, відсутності сліпучого ефекту та інших параметрів, які впливають на комфорт і безпеку праці.

Важливо зазначити, що розрахунок освітлення виробничих приміщень АТП є обов'язковим з точки зору дотримання чинного законодавства та нормативно-технічних вимог у сфері охорони праці. Отримані результати використовуються під час проектування нових систем освітлення, реконструкції існуючих, а також при плануванні їх модернізації чи технічного обслуговування.

Таким чином, якісно виконаний розрахунок освітлення є не лише технічною необхідністю, а й важливим фактором підвищення безпеки, ефективності та економічності функціонування автотранспортного підприємства.

Розрахунок загального освітлення:

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

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

$S_{\text{ср}}$ - скорегована площа виробничого корпусу, м²;

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

Z - коефіцієнт нерівномірності освітлення, змінюється в м;

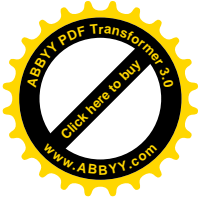
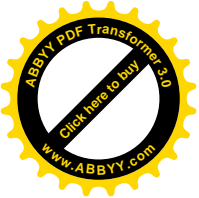
η - коефіцієнт використання освітлювальної установки;

n - число ламп.

Для визначення коефіцієнту η :

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

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



H_c - висота розміщення світильника над освітлювальною поверхнею, м.

Розрахуно/визначення кількості ламп у виробничому корпусі:

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

Розрахунок місцевого освітлення:

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

де h - відстань лампи до освітлювальної поверхні, м;

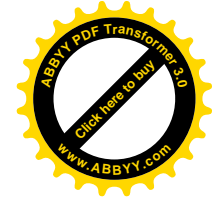
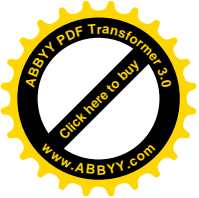
E - нормативна освітленість, лк (приймається 100 лк);

e - показник, який вибирається за графіком залежно від h і відстані d від перпендикулярного потоку на освітлювальну поверхню до освітлювальної точки.

Загальна площа світлових прорізів є одним із ключових параметрів при проєктуванні природного освітлення виробничих приміщень автотранспортного підприємства. Вона характеризує сумарну площу віконних та інших світлопрозорих конструкцій, через які природне світло потрапляє всередину будівлі.

Правильне визначення цієї величини має важливе значення для забезпечення нормативного рівня природної освітленості робочих зон. Недостатня площа світлових прорізів може призводити до зниження рівня освітлення у приміщенні, що негативно впливає на умови праці, підвищує зорове навантаження на працівників та зменшує загальну ефективність виконання виробничих операцій. Водночас надмірне збільшення площі світлових прорізів може викликати перевитрати матеріалів та погіршення теплотехнічних характеристик будівлі.

Під час розрахунку загальної площі світлових прорізів зазвичай враховують площу підлоги виробничого приміщення, його призначення, характер виконуваних робіт, а також вимоги чинних будівельних і санітарних норм. На основі цих даних визначається необхідне співвідношення між площею віконних отворів та площею підлоги, що дозволяє забезпечити оптимальний рівень



природного освітлення.

Отримане значення використовується на етапі проектування будівлі або реконструкції виробничого корпусу, а також при модернізації системи освітлення. Таким чином, розрахунок загальної площі світлових прорізів є важливим елементом комплексного забезпечення безпечних та комфортних умов праці на автотранспортному підприємстві.

Загальна площа світлових прорізів:

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

де S_n - площа підлоги приміщення, м^2 (приймається рівною площі виробничого корпусу);

C_n - нормоване значення коефіцієнта природної освітленості;

K_z - коефіцієнт запасу;

η_o - світлова характеристика вікон;

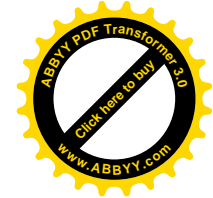
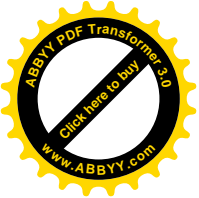
$K_{\text{бод}}$ - коефіцієнт урахування затінення протистоячими будинками;

P_o - загальний коефіцієнт світлопропускання;

W_1 - коефіцієнт урахування підвищення освітленості при боковому освітленні.

Розрахунок місцевого освітлення є важливою складовою проектування систем освітлення виробничих і ремонтних приміщень автотранспортного підприємства. Його основна мета полягає у створенні додаткового, локально спрямованого світлового потоку безпосередньо в зоні виконання точних або відповідальних робіт, де загального освітлення може бути недостатньо для забезпечення необхідної якості та безпеки праці.

Місьцеве освітлення застосовується для підвищення видимості дрібних деталей, інструментів та робочих поверхонь, що особливо важливо під час слюсарних, діагностичних, монтажних і ремонтних операцій. Недостатній рівень освітлення в робочій зоні може призводити до зниження точності виконання технологічних процесів, швидкої втоми зору працівників та збільшення



ймовірності помилок або травм.

Під час розрахунку місцевого освітлення визначають необхідний рівень освітленості безпосередньо на робочій поверхні, тип і потужність світильників, їх кількість, а також раціональне розташування відносно робочого місця. При цьому враховуються характер виконуваних робіт, ступінь їх точності, умови виробничого середовища та вимоги чинних нормативних документів з охорони праці та освітлення.

Важливим аспектом є також правильне поєднання місцевого та загального освітлення. Це дозволяє уникнути різких контрастів яскравості, зменшити зорове навантаження та забезпечити комфортні умови праці. Крім того, використання енергоефективних джерел світла сприяє зниженню експлуатаційних витрат підприємства.

Отже, розрахунок місцевого освітлення є необхідним етапом забезпечення якісних умов праці на автотранспортному підприємстві, оскільки він безпосередньо впливає на точність виконання робіт, безпеку персоналу та загальну ефективність виробничих процесів.

Визначимо світловий потік лампи:

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

З нормативних джерел обирається лампа розжарювання НВ-25.

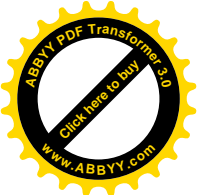
Визначимо загальну площу світлових прорізів підприємства при боковому освітленні:

$$S = \frac{1440 \cdot 0,2 \cdot 1,45 \cdot 10}{100 \cdot 0,63 \cdot 1,1} \cdot 1,0 = 60,2 \text{ м}^2$$

Отже для забезпечення правил та норм, при площі виробничого корпусу 1440 м², необхідно застосувати 185 ламп для загального освітлення, світловий потік лампи для місцевого освітлення дорівнює 175 лм, а загальна площа світлових прорізів при боковому освітленні повинна складати не менше 60,2 м².

3.2. Визначення механічної вентиляції підприємства

Розрахунок системи механічної вентиляції виробничого корпусу



автотранспортного підприємства є важливим етапом забезпечення безпеки і комфортних умов праці, а також стабільного функціонування технологічних процесів. Основне завдання вентиляції полягає у підтриманні нормативних параметрів повітряного середовища, зокрема температури, вологості та чистоти повітря у робочій зоні.

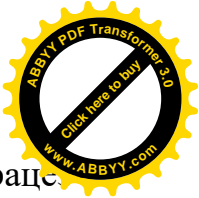
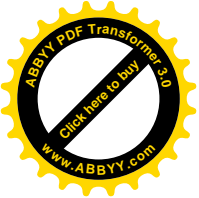
Ефективно спроектована механічна вентиляція дозволяє своєчасно видаляти з приміщення надлишкове тепло, шкідливі гази, пари паливно-мастильних матеріалів, пилю та інші забруднювальні речовини, що утворюються під час експлуатації та ремонту автомобільної техніки. У разі недостатнього повітрообміну концентрація шкідливих домішок може перевищувати допустимі норми, що негативно впливає на стан здоров'я працівників і підвищує ризик виникнення професійних захворювань.

Крім впливу на безпеку, якість вентиляції суттєво визначає рівень працездатності персоналу. Підвищена температура, надмірна вологість або забруднене повітря спричиняють швидку втому, зниження концентрації уваги та загальне погіршення умов праці. У результаті це може призводити до зменшення продуктивності та зростання кількості помилок під час виконання виробничих операцій.

Під час розрахунку механічної вентиляції визначають необхідний повітрообмін у приміщенні, тип і продуктивність вентиляційного обладнання, схему подачі та видалення повітря, а також розміщення повітропроводів і вентиляційних установок. При цьому враховуються площа та об'єм приміщення, характер виробничих процесів, кількість працівників і рівень виділення шкідливих речовин.

Отже, правильно виконаний розрахунок механічної вентиляції є необхідною умовою забезпечення нормального мікроклімату у виробничому корпусі АТП, підвищення безпеки праці, збереження здоров'я персоналу та підвищення загальної ефективності виробничої діяльності підприємства.

Грамотно виконаний розрахунок механічної вентиляції забезпечує формування сприятливого мікроклімату у виробничих приміщеннях, що



безпосередньо впливає на стан здоров'я працівників та рівень їхньої працездатності. Стабільний повітрообмін і підтримання нормативних параметрів повітря сприяють підвищенню продуктивності праці, зниженню втомлюваності персоналу та мінімізації негативного впливу шкідливих виробничих факторів.

Окрім цього, ефективна вентиляційна система дозволяє зменшити ризик накопичення шкідливих речовин у повітрі робочої зони, що є важливим чинником профілактики професійних захворювань і підвищення загального рівня безпеки на підприємстві. Таким чином, правильно підібрані параметри вентиляції відіграють значну роль у забезпеченні стабільної та безпечної роботи виробничого корпусу.

Важливо також враховувати, що розрахунок механічної вентиляції є обов'язковим елементом виконання вимог чинного законодавства України та нормативно-технічних документів у сфері охорони праці. Дотримання цих вимог гарантує відповідність проектних рішень встановленим санітарним і технічним нормам.

Отримані результати розрахунку використовуються на всіх етапах життєвого циклу вентиляційної системи: при її проектуванні, монтажі та подальшій експлуатації. Крім того, вони є основою для планування технічного обслуговування, проведення ремонтних робіт і модернізації системи з метою підвищення її ефективності та енергоощадності.

Об'єм повітря:

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

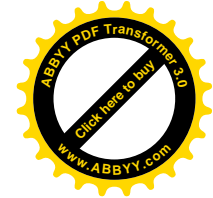
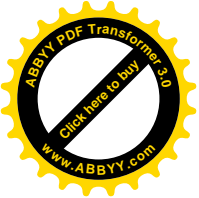
де V_n - об'єм приміщення, м^3 ;

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

Загальна потужність двигунів вентиляторів:

$$P = \frac{K_3 \cdot V_g \cdot P_g \cdot 10^{-6}}{3,6 \cdot \eta_g \cdot \eta_n}, \text{ кВт} \quad (3.7)$$

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



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

P_e - тиск який розвиває вентилятор;

η_e - ККД вентилятора, ($\eta_e = 0,6 \dots 0,8$);

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 розрахунку приймається, що площа приміщення складає 1440 м^2 , а висота приміщення $8,2 \text{ м}$, у зв'язку з цим об'єм приміщення складе:

$$V = 1440 \cdot 8,2 \cdot 3,5 = 41328 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Для розрахунку загальної потужності вентиляторів підприємства приймається, що використовується вентилятор високого тиску (тобто $P_e = 5000 \text{ Па}$), привод вентилятора є клинопасовим ($\eta_n = 0,95$).

$$P = \frac{1,2 \cdot 41328 \cdot 5000 \cdot 10^{-6}}{3,6 \cdot 0,7 \cdot 0,95} = 103,6 \text{ кВт}$$

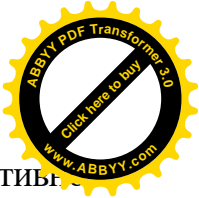
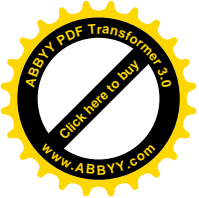
Таким чином для забезпечення санітарних норм та правил, щодо обміну повітря у виробничому корпусі з об'ємом 41328 м^3 та коефіцієнтом кратності $3,5$, необхідно використовувати вентилятори високого тиску з клинопасовим приводом і загальною потужністю $103,6 \text{ кВт}$.

Для розрахунку приймається, що площа приміщення складає 1440 м^2 , а висота приміщення $8,2 \text{ м}$, у зв'язку з цим об'єм приміщення складе.

Цей показник у подальших розрахунках використовується для визначення необхідної кратності повітрообміну та продуктивності системи механічної вентиляції, що дозволяє забезпечити нормативні параметри мікроклімату у виробничому корпусі.

3.3. Розрахунок параметрів опалення на підприємстві

Розрахунок системи опалення виробничого корпусу автотранспортного підприємства виконується з метою створення та підтримання комфортних і безпечних умов праці для персоналу, а також забезпечення стабільного перебігу виробничих процесів у холодний період року. Ефективна система опалення дозволяє



підтримувати нормативний температурний режим у приміщенні, що позитивно впливає на самопочуття працівників, їх працездатність і загальний рівень продуктивності.

Недостатня або нераціонально спроектована система опалення може призводити до переохолодження робочих зон, зниження активності персоналу, підвищення рівня захворюваності та збільшення кількості пропусків робочого часу. У результаті це негативно позначається на ефективності роботи підприємства в цілому.

Крім соціально-гігієнічного аспекту, важливим є й економічний фактор. Правильно розрахована система опалення дозволяє оптимізувати витрати на енергоресурси, зменшити втрати тепла та уникнути надмірного споживання палива або електроенергії. Це, у свою чергу, сприяє підвищенню енергоефективності підприємства та зниженню експлуатаційних витрат.

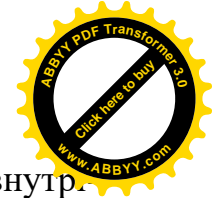
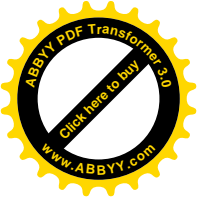
Під час розрахунку опалення виробничого корпусу АТП враховують низку вихідних даних і факторів, зокрема площу та об'єм приміщення, особливості його будівельних конструкцій, тепловтрати через огорожувальні елементи, розрахункову температуру зовнішнього повітря, а також вимоги чинних нормативних документів з охорони праці та будівельних норм.

Отримані результати використовуються на всіх етапах реалізації системи опалення — від проектування до монтажу та подальшої експлуатації. Вони також є основою для планування технічного обслуговування, ремонту та модернізації системи опалення з метою підвищення її ефективності та надійності.

Таким чином, розрахунок опалення є обов'язковим і важливим етапом інженерного забезпечення виробничого корпусу АТП, оскільки він безпосередньо впливає на комфортні умови праці, енергоспоживання та загальну ефективність діяльності підприємства.

Кількість теплоти для опалення виробничого корпусу визначається за формулою:

$$Q_0 = q_0 (t_6 - t_3) \cdot V, \quad \text{Дж} \cdot \text{м}^3 / \text{год} \quad (3.8)$$



де q_0 - витрати теплоти для опалення 1 м^3 приміщення на 1°C різниці внутрішньої і зовнішньої температур, ($q_0 = 2,08 \text{ ДЖ} / \text{кг}$);
 t_e - внутрішня температура цеха, $^\circ\text{C}$ ($t_e = 17 \text{ }^\circ\text{C}$);
 t_s - зовнішня температура повітря ($t_s = -15 \text{ }^\circ\text{C}$),
 V - об'єм приміщення, м^3 .

Кількість теплоти, яка витрачається на вентиляцію:

$$Q_e = q_e (t_e - t_s) \cdot V, \text{ ДЖ} \cdot \text{м}^3 / \text{год} \quad (3.9)$$

де q_e - витрати теплоти на вентиляцію 1 м^3 будівлі при різниці внутрішньої і зовнішньої температури 1°C , $q_e = 1 \dots 2 \text{ кДЖ} / \text{кг}$.

Площа радіаторів опалення розраховується за формулою:

$$F_0 = \frac{Q_0 + Q_e}{K_n \cdot (t_m - t_e)}, \text{ м}^2 \quad (3.10)$$

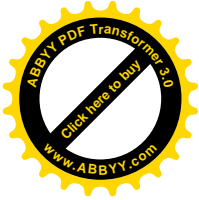
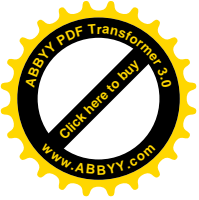
де t_m - середня розрахункова температура теплоносія;

K_n - коефіцієнт, значення якого залежить від різниці температур теплоносія і нагрівального повітря.

Відповідно до виконаних розрахунків, для забезпечення нормативного температурного режиму відповідно до санітарних норм і правил ($t = 17 \text{ }^\circ\text{C}$) у виробничому корпусі з об'ємом повітря $2248243216992 \text{ м}^3$, за умови розрахункової зовнішньої температури $t_s = -15 \text{ }^\circ\text{C}$, необхідна загальна площа опалювальних приладів становить $10,35 \text{ м}^2$.

Даний результат отримано з урахуванням теплових втрат приміщення та прийнятого режиму роботи системи опалення. При цьому передбачається, що середня розрахункова температура теплоносія в системі опалення становить $104 \text{ }^\circ\text{C}$, що забезпечує необхідну тепловіддачу радіаторів та підтримання стабільного мікроклімату у виробничому корпусі.

Отримане значення площі радіаторів використовується для подальшого підбору конкретних типів опалювальних приладів, їх кількості та схеми розміщення, що дозволяє забезпечити рівномірний розподіл тепла по всьому об'єму приміщення та ефективну роботу системи опалення в цілому.



3.4. Вибір вогнегасників на АТП

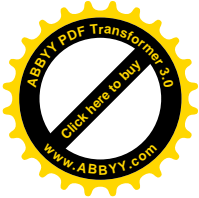
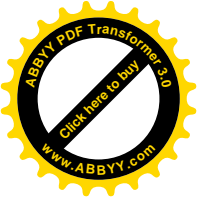
Вибір типу та визначення необхідної кількості вогнегасників є одним із ключових заходів забезпечення пожежної безпеки на автотранспортному підприємстві. Це обґрунтовується тим, що вогнегасники призначені для оперативної ліквідації первинних осередків займання, які можуть виникати внаслідок порушення правил експлуатації обладнання, технічних несправностей або людського фактору. Своєчасне застосування первинних засобів пожежогашіння дозволяє швидко зупинити розвиток пожежі та запобігти її поширенню на інші ділянки приміщення.

Раціональний підбір типу та кількості вогнегасників здійснюється з урахуванням функціонального призначення приміщень, їх площі, категорії пожежної небезпеки, характеру виконуваних робіт, а також потенційних джерел займання. Важливим є також врахування конструктивних особливостей будівель та умов експлуатації виробничих зон АТП.

При виборі вогнегасників беруться до уваги їх технічні характеристики, зокрема тип вогнегасної речовини, маса заряду, клас пожежі, тривалість роботи, дальність подачі струменя та ефективність гасіння різних типів займання. Це дозволяє забезпечити відповідність первинних засобів пожежогашіння конкретним умовам виробничого середовища.

Не менш важливим є правильне визначення кількості вогнегасників для кожного приміщення. Вона розраховується з урахуванням площі об'єкта, ступеня пожежної небезпеки та вимог чинних нормативних документів. При цьому вогнегасники повинні бути розміщені у легкодоступних і добре видимих місцях, що забезпечує можливість їх швидкого використання у разі виникнення пожежі.

Таким чином, правильно підібрані та раціонально розміщені вогнегасники суттєво підвищують рівень пожежної безпеки на автотранспортному підприємстві, дозволяють ефективно реагувати на надзвичайні ситуації на ранній стадії їх розвитку та мінімізують можливі матеріальні збитки і ризики для персоналу.



3.7. Визначення заходів безпеки під час повітряної тривоги

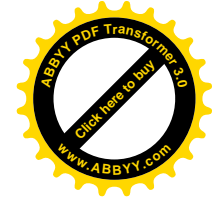
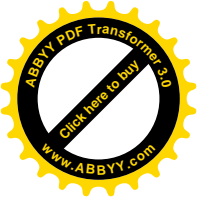
Визначення та впровадження заходів безпеки під час повітряної тривоги є обов'язковим елементом організації охорони праці на автотранспортному підприємстві, особливо в умовах підвищеної небезпеки. Основною метою таких заходів є забезпечення швидкого та організованого реагування персоналу для збереження життя і здоров'я працівників, а також мінімізація можливих матеріальних втрат.

У разі оголошення сигналу «Повітряна тривога» працівники повинні негайно припинити виконання виробничих операцій та діяти відповідно до затвердженого плану евакуації. Важливо забезпечити чіткий порядок оповіщення персоналу за допомогою звукових сигналів, систем сповіщення або інших технічних засобів. Після отримання сигналу всі працівники організовано залишають робочі місця та прямують до найближчих укриттів або захисних споруд.

Керівники підрозділів зобов'язані контролювати процес евакуації, перевіряти відсутність людей у виробничих і допоміжних приміщеннях, а також забезпечувати дотримання встановленого порядку дій. Особлива увага приділяється безпеці працівників, які можуть перебувати на відкритих майданчиках або виконувати роботи поза приміщеннями.

На підприємстві заздалегідь повинні бути визначені та обладнані місця укриття, які відповідають вимогам безпеки та можуть забезпечити захист персоналу від можливих загроз. Також необхідно регулярно проводити інструктажі та навчання з питань дій під час повітряної тривоги, щоб працівники чітко знали алгоритм поведінки в екстрених ситуаціях.

Отже, комплекс заходів безпеки під час повітряної тривоги включає організацію системи оповіщення, розробку та відпрацювання планів евакуації, підготовку укриттів та навчання персоналу. Їх ефективна реалізація дозволяє значно підвищити рівень безпеки на автотранспортному підприємстві та зменшити ризики для працівників у надзвичайних ситуаціях.



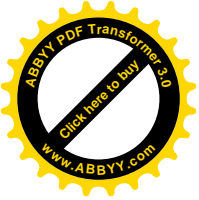
ВИСНОВКИ

У даній бакалаврській роботі виконано технологічний розрахунок виробничої програми підприємства з експлуатації автотранспортної техніки з урахуванням роботи в трьох категоріях дорожнього рельєфу та двох природно-кліматичних зонах. Дослідження проводилось на базі умовно прийнятого автотранспортного підприємства з урахуванням його організаційних особливостей, структури автопарку та технічних характеристик наявної автотранспортної техніки.

У процесі виконання роботи застосовувалися різні методичні підходи та розрахункові методи, зокрема аналіз вихідних даних щодо виробничої потужності підприємства, оцінка технічних параметрів рухомого складу, врахування дорожніх умов експлуатації та впливу природно-кліматичних факторів. Також було враховано взаємозв'язок між умовами експлуатації, навантаженням на техніку та показниками її надійності й продуктивності.

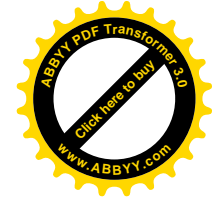
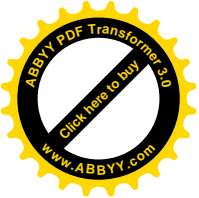
Отримані результати свідчать, що технологічний розрахунок виробничої програми є важливим інструментом у системі управління експлуатацією автотранспортної техніки. Він дає можливість обґрунтовано планувати використання рухомого складу, забезпечувати раціональний розподіл навантаження між одиницями техніки, зменшувати витрати на технічне обслуговування та ремонт, а також підвищувати загальну ефективність використання ресурсів підприємства.

Практична цінність отриманих результатів полягає в можливості їх застосування для планування роботи автотранспортних засобів, оптимізації режимів їх експлуатації, оцінки доцільності оновлення автопарку, а також прийняття управлінських рішень щодо розвитку або коригування виробничих потужностей підприємства.



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. Савченко Л.М. Проектування і організація руху на автомобільному транспорті: навчальний посібник. – К.: Видавництво «Київський університет», 2006.
5. Курніков І.П., Корольов М.К., Токаренко В.М. Технологічне проектування підприємств автомобільного транспорту. К.: Вища школа, 1993. - 191 с.
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: Підручник. – К.: Знання-Прес, 2003. – 511 с.
10. Форнальчик Є.Ю., Оліскевич М.С., Мастикаш О.Л., Пельо Р.А. Технічна експлуатація та надійність автомобілів: Навчальний посібник / За загальною ред. Є.Ю.Форнальчика. — Львів: Афіша, 2004. — 492с.
11. Форнальчик Є.Ю. Теоретичні основи технічної експлуатації автомобілів: Конспект циклу лекцій. — Львів: НУ «ЛП», 2001.
12. 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.

13. 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.;

14. 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.

15. Дудченко О.А.Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: організація і управління: Підручник. - К.: Знання, 2(X)4. -478 с.

16. Ященко М.М. Проектування підприємств автомобільного сервісу: -К.: НТУ, 2004.- 172 с.

17. Технологічне проектування підприємств автосервісу: Навчальний посібник / За ред. 1.11. Курнікова - К.: Видав. «Іван Федоров», 2003. - 262 с.

18. Андрусенко С.І. Технологічне проектування автотранспортних підприємств. Навчальний посібник. - К.: Каравела, 2009. - 368 с.

19. 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.

20. Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту. - К.: Мінтранс України, 1998 - 16 с.

21. Міністерство транспорту України: «Правила надання послуг з технічного обслуговування і ремонту автомобільних транспортних засобів». - К.: 2003.-25с