



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 виробничої програми підприємства з експлуатації  
змішаного парку автотранспортних засобів у 1 природно-кліматичній зоні»

Виконав: ст. групи АТ-20

Д.Р. Сізін

Керівник: доцент кафедри АТ

О.Д. Почужевський

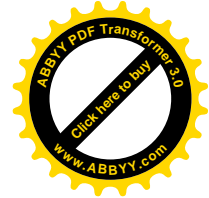
Завідувач кафедри: професор, д.т.н.

Ю.А. Монастирський

Кривий Ріг 2024



## ЗАВДАННЯ





## РЕФЕРАТ

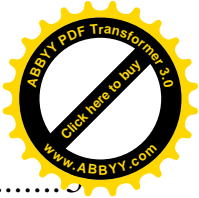
Бакалаврська робота на тему «Визначення виробничої програми підприємства з експлуатації змішаного парку автотранспортних засобів у 1 природно-кліматичній зоні» складається з пояснювальної записки, яка включає: титульний аркуш, завдання, реферат, зміст, вступ, технологічну частину, конструкторсько-експлуатаційну частину, висновки та список використаних джерел.

У технологічній частині розглядаються питання вибору парку машин підприємства, розрахунки виробничої програми з технічного обслуговування та поточного ремонту автотранспортних засобів, а також визначення чисельності персоналу і площ виробничих приміщень підприємства.

Конструкторсько-експлуатаційна частина включає розрахунок кранової установки, а також розділ, присвячений питанням охорони праці.

У висновках коротко викладені результати, отримані під час розрахунків у кожному розділі бакалаврської роботи.

Графічна частина представлена на трьох аркушах формату А1: перший аркуш містить технічні та експлуатаційні характеристики парку машин підприємства; другий аркуш включає вантажовисотні характеристики моделі автокрана підприємства та розрахункові дані кранової установки; третій аркуш містить креслення пересувної авторемонтної майстерні.



## ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА .....	7
1.1. Формування рухомого парку підприємства .....	7
1.1.1. Порівняння різних моделей автокранів.....	7
1.2. Розрахунок виробничої програми на підприємстві .....	12
1.2.1. Корегування вхідних даних.....	13
1.2.2. Корегування нормативів ТО і Р .....	15
1.2.3. Розрахунок річної виробничої програми.....	16
1.2.4. Розрахунок трудомісткості обслуговування та ремонту техніки.....	18
1.2.5. Визначення додаткового об'єму трудомісткості обслуговування та ремонту .....	20
1.2.6. Розрахунок пересувних ремонтних майстерень.....	21
1.2.7. Визначення чисельності персоналу та площ виробничого корпусу.....	23
2. КОНСТРУКЦІЙНО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ЧАСТИНА.....	26
2.1. Детальний розрахунок кранової установки .....	26
2.1.1. Розрахунок механізму повороту крана.....	26
2.1.2. Розрахунок механізму підйому стріли.....	31
2.1.3. Розрахунок вантажопідйомного механізму.....	33
2.1.4. Розрахунок номінального тиску в гідравлічній системі .....	35
2.1.5. Розрахунок гідравлічного насоса .....	36
2.1.6. Розрахунок гідроциліндра автокрана.....	39
2.1.7. Розрахунок гідромотору механізму повороту автокрана .....	40
2.1.8. Розрахунок гідромотора вантажної лебідки автокрана .....	41
3. ОХОРОНА ПРАЦІ .....	43
3.1. Розрахунок освітлення виробничого корпусу.....	43
3.2. Розрахунок механічної вентиляції.....	46
3.3. Розрахунок опалення .....	47
3.4. Розрахунок захисного заземлення .....	50
3.5. Вибір типу та визначення необхідної кількості вогнегасників... ..	53
3.6. Безпека праці при виконання операцій ТО і ремонту автотранспортних засобів .....	54
3.7. Заходи безпеки при надзвичайних ситуаціях.....	55
ВИСНОВКИ .....	57



## ВСТУП

В сучасних умовах, ефективне управління автотранспортними підприємствами є важливим чинником забезпечення конкурентоспроможності та стабільного розвитку організацій. Особливо актуальним це питання стає для підприємств, що експлуатують змішаний парк автотранспортних засобів. Врахування різноманітності технічних характеристик, типів вантажів, що перевозяться, та специфіки маршрутів є ключовими елементами у формуванні оптимальної виробничої програми.

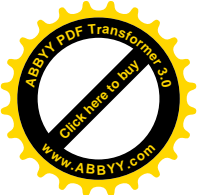
Вибір та реалізація ефективної виробничої програми для автотранспортного підприємства потребує комплексного підходу, який включає аналіз зовнішніх та внутрішніх факторів, прогнозування попиту на транспортні послуги, оптимізацію витрат та забезпечення високого рівня обслуговування клієнтів. Окреме значення має адаптація виробничих планів до природно-кліматичних умов регіону, в якому здійснюється експлуатація транспортних засобів.

У даній випускній роботі розглядається процес визначення виробничої програми підприємства, яке експлуатує змішаний парк автотранспортних засобів у 1 природно-кліматичній зоні. Цей регіон характеризується специфічними кліматичними умовами, які впливають на експлуатаційні характеристики транспортних засобів та потребують особливого підходу до планування їхньої роботи.

Метою роботи є розробка методичних підходів до визначення виробничої програми підприємства, що дозволять підвищити ефективність його діяльності, знизити експлуатаційні витрати та покращити якість наданих послуг. Для досягнення поставленої мети будуть вирішені наступні завдання:

- аналіз впливу природно-кліматичних умов 1 зони на експлуатацію автотранспортних засобів;
- визначення ключових показників ефективності роботи змішаного парку транспортних засобів;

Результати дослідження можуть бути використані для підвищення



ефективності управління автотранспортними підприємствами в умовах першої природно-кліматичної зони, а також адаптації виробничих програм до специфічних умов експлуатації.

Експлуатація автотранспортних засобів включає підготовку до використання, власне використання, транспортування, технічне обслуговування, ремонт, зберігання та облік. Частина експлуатаційного процесу, яка охоплює транспортування, технічне обслуговування, ремонт і зберігання, називається технічною експлуатацією автомобілів.

Для досягнення ефективної технічної експлуатації необхідно правильно організувати процеси технічного обслуговування (ТО) та поточного ремонту (ПР) автотранспортних засобів. Система технічного обслуговування і ремонту являє собою сукупність взаємопов'язаних ресурсів, операцій, документації та виконавців, що забезпечують підтримання і відновлення якості складових частин і вузлів автомобілів під час їх використання, зберігання та транспортування.

Технічне обслуговування всіх автотранспортних засобів необхідне для підтримання їх у робочому та належному стані, зниження швидкості зносу деталей, попередження несправностей і відмов, а також для виявлення та своєчасного усунення проблем, дотримання правил техніки безпеки і забезпечення охорони навколишнього середовища. Залежно від періодичності та обсягу робіт, під час експлуатації машин виконуються такі види технічного обслуговування: щозмінне (ЩО), планове (ТО) та сезонне (СО).



## 1. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

Технологічна частина бакалаврської роботи спрямована на детальний аналіз і розробку виробничих процесів, пов'язаних з експлуатацією автотранспортних засобів підприємства. Вона складається з кількох ключових розділів, які охоплюють різні аспекти планування та оптимізації технічного обслуговування і ремонту.

Технологічний розрахунок віртуального підприємства, що займається експлуатацією, обслуговуванням та ремонтом автотранспортних засобів, включає проведення аналізу та вибору парку транспортних засобів, визначення виробничої програми для технічного обслуговування і ремонту за скоригованими нормативами профілактичного обслуговування, розрахунок трудомісткості робіт з обслуговування і ремонту, визначення кількості необхідного виробничого персоналу, а також розрахунок площі основного виробничого корпусу.

### 1.1. Формування рухомого парку підприємства

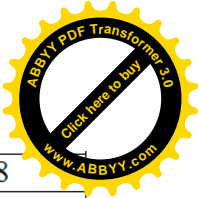
#### 1.1.1. Порівняння різних моделей автокранів

Для порівняння техніко-експлуатаційних характеристик стрілових автокранів за вантажопідйомністю та довжиною стріли, оберемо три моделі: КС-45717, КС-45721 та КС-45718. Нижче наведені технічні характеристики обраних моделей автокранів, зібрані в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Порівняльні характеристики техніки

№ з/п	Показники, одиниці вимірювання	1 автокран	2 автокран	3 автокран
1	Вантажопідйомність, т	22	22,5	22
2	Мінімальна – максимальна довжина стріли (максимальна довжина з гуськом), м	9-21(28)	9-21,7	9,5-25,5(31,5)
3	Виробник	<u>Івановец</u>	Галичанин	<u>Юргинец</u>
4	Модель	КС-45717	КС-45721	КС-45718
5	Шасі	Урал-5557	Урал-4320	Урал-55571-10
6	Модель двигуна	ЯМЗ-236НЕ2	ЯМЗ-236НЕ2	ЯМЗ-238Д
7	Потужність двигуна, кВт при об/хв	169 при 2100	169 при 2100	243 при 2100
8	Крутний момент двигуна, Нм при	882 при 2100	882 при 2100	1225 при



9	Питомі витрати палива, г/кВт*год	197	197	208
10	Вантажний момент, тм	75	80	80
11	Мінімальна-максимальна висота підйому вантажу з основною стрілою (максимальна висота підйому з гусаком), м	10-21,3	9,8 -21,6	9-21
12	Швидкість підйому (опускання) вантажу, м/хв	6,8	6,5	6,4
13	Швидкість підйому (опускання) пустого гака, м/хв	13,6	14	12,7
14	Швидкість обертання, об/хв	1,9	0,2	От 0,2 до1,0
15	Швидкість пересування, км/год	60	60	60
16	Довжина, мм	10900	11060	12000
17	Висота, мм	3650	3640	3800
18	Ширина, мм	2500	2500	2500
19	Експлуатаційна маса, кг	22210	21100	27000
20	Тип приводу кранової установки	гідравлічний	гідравлічний	гідравлічний

Для визначення переваг і недоліків кожного з трьох обраних автокранів (КС-45717, КС-45721, КС-45718) необхідно провести комплекс порівняльних розрахунків. Цей комплекс включає наступні етапи:

Аналіз вантажопідйомності: Порівняння максимальної вантажопідйомності кожної моделі. Визначення відповідності вантажопідйомності до вимог підприємства.

Оцінка довжини стріли: Порівняння максимальної довжини стріли. Оцінка можливостей кожного автокрана для виконання завдань на різній висоті.

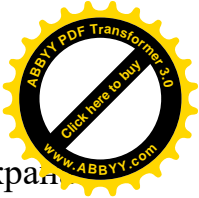
Розрахунок висоти підйому: Аналіз максимальної висоти підйому з врахуванням довжини стріли та додаткових секцій. Визначення ефективності роботи на різних висотах.

Аналіз потужності двигуна: Порівняння потужності двигуна кожної моделі. Оцінка енергоефективності та продуктивності автокранів.

Розрахунок швидкості пересування: Аналіз максимальної швидкості пересування. Оцінка мобільності та зручності транспортування кранів між об'єктами.

Оцінка ваги автокранів: Порівняння загальної ваги автокранів. Аналіз впливу ваги на витрати на транспортування та встановлення.





Розмірні характеристики: Порівняння габаритів кожного автокрана  
Оцінка зручності розміщення на будівельних майданчиках та в умовах обмеженого простору.

Для визначення переваг і недоліків кожного з трьох обраних автокранів слід провести комплекс порівняльних розрахунків. Першим кроком є визначення часу робочого циклу крана. Робочий цикл крана складається з наступних етапів:

Підйом вантажу: включає час підйому вантажу з точки захвату до необхідної висоти.

Поворот стріли: включає час повороту стріли з вантажем до необхідного положення.

Опускання вантажу: включає час опускання вантажу до точки вивантаження.

Повернення стріли в початкове положення: включає час повороту стріли назад без вантажу.

Щоб визначити загальний час робочого циклу для кожного крана, потрібно врахувати середні швидкості виконання кожного етапу та максимальні робочі характеристики кранів.

1. Визначення часу робочого циклу крана:

$$t_{ц} = 2t_{no} + 2t_{noz} + 2t_{нов} + t_{тр}, \text{ хв} \quad (1.1)$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

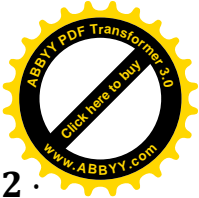
$V_{пл}$  - швидкість повороту платформи, об/хв.

1 КС45717 автокран

$$t_{по} = \frac{5}{6,8} = 0,7351 \text{ хв} \quad t_{пог} = \frac{5}{13,6} = 0,361 \text{ хв} \quad t_{нов} = \frac{0,4}{1,9} = 0,211 \text{ хв}$$

$$t_{ц} = 2 \cdot 0,735 + 2 \cdot 0,36 + 2 \cdot 0,211 + 0,80 = 3,421 \text{ хв}$$

2 КС45721 автокран



$$t_{\text{по}} = \frac{5}{6,5} = 0,769 \text{ хв} \quad t_{\text{пог}} = \frac{5}{14,0} = 0,35 \text{ хв} \quad t_{\text{нов}} = \frac{0,4}{0,2} = 2 \text{ хв} \quad t_{\text{ц}} = 2 \cdot 0,769 + 2 \cdot 0,35 + 2 \cdot 2 + 0,80 = 7,053 \text{ хв}$$

$$3 \text{ КС45717 автокран } t_{\text{по}} = \frac{5}{6,4} = 0,781 \text{ хв} \quad t_{\text{пог}} = \frac{5}{12,7} = 0,39 \text{ хв}$$

$$t_{\text{нов}} = \frac{0,4}{1,0} = 0,4 \text{ хв} \quad t_{\text{ц}} = 2 \cdot 0,781 + 2 \cdot 0,39 + 2 \cdot 0,4 + 0,80 = 3,95 \text{ хв}$$

2. Визначення кількості робочих циклів за годину роботи:

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

$$1 \text{ КС45717 автокран } n_{\text{ц}} = \frac{60}{3,42} = 17,508 \text{ циклів/год}$$

$$2 \text{ КС45721 автокран } n_{\text{ц}} = \frac{60}{7,053} = 8,507 \text{ циклів/год}$$

$$3 \text{ КС45718 автокран } n_{\text{ц}} = \frac{60}{3,95} = 15,19 \text{ циклів/год}$$

3. Визначення експлуатаційної продуктивності автокранів :

$$P_{\text{екс.}} = t_p \cdot Q \cdot K_{\text{в}} \cdot K_{\text{ч}} \cdot n_{\text{ц}}, \text{ т/зміну}$$

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

$Q$  - вантажопідйомність крана, т;

$K_{\text{в}}$  - коефіцієнт використання крана за вантажопідйомністю при роботі з одним певним вантажем (приймається  $K_{\text{в}} = 0,8$ );

$K_{\text{ч}}$  - коефіцієнт використання крана по часу протягом зміни, що враховує технологічні та мінімальні організаційні простої (приймається  $K_{\text{ч}} = 0,65$ ).

$$1 \text{ КС45717 автокран } P_{\text{екс.}} = 7,8 \cdot 25 \cdot 0,8 \cdot 0,65 \cdot 17,508 = 1775,347 \text{ т/зміну}$$

2 автокран

$$P_{\text{екс.}} = 7,8 \cdot 25 \cdot 0,8 \cdot 0,65 \cdot 8,507 = 862,6431 \text{ т/зміну}$$

3 КС45718 автокран

$$P_{\text{екс.}} = 7,8 \cdot 25 \cdot 0,8 \cdot 0,65 \cdot 15,19 = 1540,2921 \text{ т/зміну}$$

4. Визначення показників питомої потужності, енергоємності та металоємності автокранів здійснюється з використанням формул (1.5...1.7):

1 КС45717 автокран

$$N_{\text{п}} = \frac{169}{22210} = 0,0080 \text{ кВт/кг} \quad E_N = \frac{169}{1775,347} = 0,0950 \text{ кВт} \cdot \text{зміна/т}$$

$$E_M = \frac{22210}{1775,347} = 12,511 \text{ кг} \cdot \text{зміна/т}$$

2 КС45721 автокран

$$N_{\text{п}} = \frac{176}{21100} = 0,0081 \text{ кВт/кг} \quad E_N = \frac{176}{862,643} = 0,2041 \text{ кВт} \cdot \text{зміна/т}$$

$$E_M = \frac{21100}{862,643} = 24,461 \text{ кг} \cdot \text{зміна/т}$$



3 КС45718 автокран

$$N_{\Pi} = \frac{243}{27000} = 0,009 \text{ кВт/кг} \quad E_N = \frac{243}{1540,292} = 0,158 \text{ кВт} \cdot \text{змiна/м}$$

$$E_M = \frac{27000}{1540,292} = 17,529 \text{ кг} \cdot \text{змiна/м}$$

5. Визначення узагальненого показника енергоємності автокранів здійснюється з використанням формули (1.8).

1 КС45717 автокран  $\Pi_{NG} = \frac{169 \cdot 22210}{1775,347^2} = 1,191 \text{ кВт} \cdot \text{кг} \cdot \text{змiна/м}$

2 КС45721 автокран  $\Pi_{NG} = \frac{176 \cdot 21100}{862,642^2} = 4,99 \text{ кВт} \cdot \text{кг} \cdot \text{змiна/м}$

3 КС45718 автокран  $\Pi_{NG} = \frac{243 \cdot 27000}{1540,291^2} = 2,765 \text{ кВт} \cdot \text{кг} \cdot \text{змiна/м}$

6. Визначення показника відношення сили тяги на гаку автокран а до одиниці потужності проводиться за формулою:

$$K_{BM} = \frac{T_{\epsilon M}}{N}, \text{ Н/кВт} \quad (1.6)$$

де  $T_{\epsilon M}$  - сили тяги робочого органа автокрана, Н;

$$T_{\epsilon M} = 10 \cdot m_k, \text{ Н} \quad (1.7)$$

де  $m_k$  - вантажопідйомність крана, кг

1 КС45717 автокран  $K_{BM} = \frac{25 \cdot 10000}{169} = 1479,291 \text{ Н/кВт}$

2 КС45721 автокран  $K_{BM} = \frac{25 \cdot 10000}{176} = 1420,4551 \text{ Н/кВт}$

3 КС45718 автокран  $K_{BM} = \frac{25 \cdot 10000}{243} = 1028,8071 \text{ Н/кВт}$

7. Визначення показника відношення маси крана до одиниці потужності здійснюється з використанням формули (1.11):

1 КС45717 автокран  $K_G = \frac{22210}{169} = 131,421 \text{ кг/кВт}$

2 КС45721 автокран  $K_G = \frac{21100}{176} = 119,8861 \text{ кг/кВт}$

3 КС45718 автокран  $K_G = \frac{27000}{243} = 111,1111 \text{ кг/кВт}$

8. Визначення комплексного показника ефективності здійснюється за допомогою формули (1.12):

1 автокран

$$K_K = 0,008 \cdot 0,076 + 0,095 \cdot 0,076 + 12,51 \cdot 0,076 +$$

$$+ 1,191 \cdot 0,076 + 1479,29 \cdot 0,036 + 131,42 \cdot 0,036 = 59,0315$$

2 автокран

$$K_K = 0,008 \cdot 0,076 + 0,204 \cdot 0,076 + 24,46 \cdot 0,076 +$$

$$+ 4,99 \cdot 0,076 + 1420,455 \cdot 0,036 + 119,886 \cdot 0,036 = 57,7071$$

3 автокран

$$K_K = 0,009 \cdot 0,076 + 0,158 \cdot 0,076 + 17,529 \cdot 0,076 +$$



$$+2,765 \cdot 0,076 + 1028,807 \cdot 0,036 + 111,111 \cdot 0,036 = 42,5921$$

Проведені результати розрахунків обраних моделей автокранів заносяться в таблицю 1.4.

Таблиця 1.4

Результуючі показники оцінки ефективності автокранів

№	Найменування показників	Автокран 1	Автокран 2	Автокран 3
1	Питома потужність	0,008	0,008	0,009
2	Питома енергоємність	0,095	0,204	0,158
3	Питома матеріалоємність	12,51	24,46	17,529
4	Узагальнений показник енергоємності та металоємності	1,191	4,99	2,765
5	Показник відношення сили тяги на гаку крана до одиниці потужності	1479,29	1420,455	1028,807
6	Питомий показник, що характеризує кількість маси машини, що припадає на одиницю потужності	131,42	119,886	111,111
7	Комплексний показник ефективності	59,035	57,707	42,592

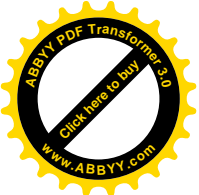
**Висновок.** Результати порівняльних розрахунків, представлені в таблиці 1.4, підтверджують, що найбільш оптимальною моделлю є автокран №3 (КС45718). Загальний показник ефективності цього крана на 38,6% менший за аналогічний показник автокрана моделі №1 (КС45717) та на 35,47% від моделі №2 (КС45721). Це свідчить про те, що автокран 1 має кращу продуктивність та ефективність роботи порівняно з іншими моделями, що розглядалися.

**1.2. Розрахунок виробничої програми на підприємстві**

Для розрахунку виробничої програми автотранспортного підприємства потрібно врахувати кількість транспортних засобів, їх робочий час, розклад роботи та інші параметри. Основні етапи розрахунку виробничої програми включають:

Визначення потреби в автотранспорті: Аналіз обсягу робіт, що потребує використання автотранспорту. Врахування термінів та графіків виконання робіт.

Оцінка робочого часу: Визначення середньої тривалості робочого дня та тижня. Розрахунок годин робочого часу на одиницю транспортного засобу за день.



Визначення робочих змін: Врахування графіку роботи водіїв механіків. Розподіл робочих годин на денні, вечірні та нічні зміни.

Розрахунок пробігу автотранспорту: Визначення середньодобового або середньотижневого пробігу кожного транспортного засобу. Врахування технічних перерв та обслуговування: Розрахунок часу на технічне обслуговування та ремонт автотранспорту.

Складання виробничого графіка: Побудова графіка використання автотранспорту на основі розрахунків робочого часу, пробігу та потреби в автотранспорті.

Аналіз та коригування програми: Періодичний аналіз виробничої програми для виявлення та виправлення можливих недоліків або невідповідностей.

Після проведення цих розрахунків можна скласти виробничу програму, яка буде відображати оптимальне використання автотранспорту для досягнення поставлених завдань і максимізації продуктивності підприємства.

### **1.2.1. Корегування вхідних даних**

Коригування нормативів технічного обслуговування (ТО) і ремонту рухомого складу відповідно до Положення про технічне обслуговування передбачає ряд важливих кроків та процедур:

Аналіз даних експлуатації: Проведення аналізу даних щодо роботи техніки, включаючи інформацію про пробіг, час роботи, витрати на обслуговування і ремонт, а також частоту виникнення поломок.

Оцінка стану техніки: Аналіз стану техніки для визначення реальних потреб у ТО та ремонті. Це включає перевірку технічного стану автотранспортних засобів, виявлення слабких місць та очікуваних проблем.

Врахування вимог виробників техніки: Перевірка вимог виробників техніки щодо регулярного ТО та ремонту, а також рекомендацій з підтримання техніки у робочому стані.

Аналіз законодавства та стандартів: Вивчення вимог законодавства та стандартів, які регулюють обслуговування та ремонт транспортних засобів.



Врахування особливостей робочих умов: Адаптація нормативів ТО та ремонту до конкретних умов експлуатації (навантаження, умови доріг, кліматичні умови тощо).

Розробка графіка обслуговування: Створення гнучкого графіка ТО та ремонту, який враховує особливості експлуатації техніки та готовність до надзвичайних ситуацій.

Впровадження системи моніторингу: Використання сучасних систем моніторингу для постійного контролю за станом техніки та планування робіт з ТО та ремонту в реальному часі.

Оцінка ефективності змін: Проведення регулярного моніторингу та оцінка ефективності внесених змін для подальшого вдосконалення процесів обслуговування та ремонту.

Цей підхід дозволяє забезпечити максимальну ефективність і надійність рухомого складу, зменшити ризики аварій та підвищити загальну продуктивність підприємства.

Напрацювання техніки від нормативу ремонтного циклу зведено у таблиці 1.5.

Таблиця 1.5

Напрацювання досліджуваної техніки

Частина пробігу до капітального ремонту	Автокрани
до 0,25	20
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	29

Кількість робочих змін - 1;

Тривалість робочої зміни - 8 год.

Планове напрацювання для автокранів 1018 мото-год;



### 1.2.2. Корегування нормативів ТО і Р

Для забезпечення оптимального режиму технічного обслуговування (ТО) важливо забезпечити безперебійну готовність автомобілів до експлуатації в конкретних умовах. Це вимагає врахування різноманітних факторів, таких як:

1. Кліматичні умови в зоні експлуатації: Різниця в кліматі може впливати на роботу автомобілів і вимагати певних видів ТО.
2. Стан техніки: Регулярна перевірка та діагностика стану автомобілів допомагає у вчасному виявленні потенційних проблем.
3. Якість паливо-мастильних матеріалів: Використання якісних матеріалів може підвищити ефективність роботи автомобілів та зменшити необхідність у ТО.
4. Кваліфікація обслуговуючого персоналу: Належна кваліфікація персоналу забезпечує якісне проведення ТО та вчасне реагування на виявлені проблеми.
5. Розподіл об'єктів робіт: Ефективне розподілення автомобілів для роботи на різних об'єктах дозволяє зменшити час простою та оптимізувати робочий графік.

Необхідно також встановити річний режим роботи автомобілів, розподіливши річний календарний час на робочий та неробочий час, враховуючи години робочого часу. Такий підхід дозволяє ефективно використовувати час і ресурси під час проведення ТО та забезпечити безперебійну роботу автомобільного парку.

Умови обрання  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $K_4$  згідно завдання.

$$K_3 = \frac{\sum_{i=1}^m K_{3i} \cdot A_{ik}}{A_k} \quad (1.9)$$

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.



$$K_{Зкрани} = \frac{0,8 \cdot 20 + 1,10 \cdot 3 + 1,15 \cdot 3 + 1,20 \cdot 3}{29} = 0,91$$

Результати розрахунку зводяться до табл. 1.6.

Таблиця 1.6

Процес корегування даних

Корегування нормативів	Норматив	Одиниці виміру	Нормативне значення	K1	K2	K3	K4	Результуючий коефіцієнт	Скореговане значення
Періодичність виконання:									
1	ТО-1	МОТО-ГОД	50	1	1			1	50,0
2	ТО-2		250	1	1			1	250,0
3	ІР		1000	1	1			1	1000,0
4	КР		6000	1	1			1	6000,0
Трудомісткість виконання:									
5	ТО-1	ЛЮД-ГОД	8	1	1		1,05	1,05	8,4
6	ТО-2		27	1	1		1,05	1,05	28,4
7	СО		14	1	1		1,05	1,05	14,7
8	ІР		630	1	1	0,9086	1,05	0,95	601,1
9	КР		12500	1	1		1,05	1,05	13125,0
Простій під час:									
10	ІР	ДНІ	8				1,05	1,05	8,4
11	КР		17,5				1,05	1,05	18,4

### 1.2.3. Розрахунок річної виробничої програми

Розрахунок річної виробничої програми підприємства з експлуатації автотранспортної техніки - це складний процес, що враховує різні аспекти діяльності підприємства та умови його функціонування. Даний розрахунок передбачає:

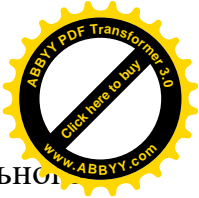
1. Аналіз потреб: Оцінка потреби в автотранспорті на підприємстві, враховуючи обсяг робіт, розподіл їх за часом та об'ємами перевезень.

2. Оцінка технічного стану та ресурсів: Аналіз технічного стану наявної автотранспортної техніки, визначення можливостей її використання та потреб у ремонті та заміні.

3. Визначення робочого часу та режимів роботи: Розрахунок годин робочого часу для кожного автотранспортного засобу, враховуючи робочі години, режими експлуатації та розподіл робіт.

4. Урахування планових та непланових зупинок: Врахування часу, необхідного на технічне обслуговування, ремонт та можливі непередбачені зупинки транспортних засобів.





5. Розробка графіка використання техніки: Створення оптимального графіка використання автотранспорту, з урахуванням обсягів робіт, режимів роботи та доступності техніки.

6. Контроль та коригування: Постійний моніторинг реалізації виробничої програми, виявлення недоліків та можливостей для оптимізації та коригування розрахунків.

Цей процес дозволяє підприємству ефективно планувати та здійснювати використання свого автотранспорту, забезпечуючи максимальну продуктивність та ефективність діяльності.

$$N_{KP} = \left( \frac{L_{nl}}{L_{KP}} \right) \cdot A_i, \text{ обл.} \quad (1.10)$$

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

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

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

Кількість поточних ремонтів для реального господарства визначають за формулою:

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

де  $L_{ФPP}$  - фактичне напрацювання від останнього ПР, мото-год;

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

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

$$N_{PP} = N_{TO-3} = \left( \frac{L_{nl}}{L_{PP}} \cdot A_i \right) - N_{KP} \quad (1.12)$$

Залежно від умов використання машин допускаються відхилення (випередження, запізнювання) фактичної періодичності ТО-1, ТО-2, ТО-3 до 10% від встановленої величини.

Технічне обслуговування (ТО-2)

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

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

Технічне обслуговування (ТО-1)



$$N_{TO-1} = \left( \frac{L_n}{L_{TO-1}} \cdot A_i \right) - N_{KP} - N_{PP} - N_{TO-2} \quad (1.14)$$

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

Сезонне обслуговування (СО) обслуговування виконується двічі на рік при переведенні машин на експлуатацію в умови весняно-літнього або осінньо-зимового періоду. Сезонне технічне обслуговування поєднується з проведенням чергового періодичного технічного обслуговування.

$$N_{CO} = 2 \cdot A_i \quad (1.15)$$

Результати зведені до таблиці 1.9.

Таблиця 1.9

Перелік річної виробничої програми кількості ТО і Р

№ технологічно-сумісна група машин	Вид розрахунку	<u>N<sub>кр</sub></u>	<u>N<sub>пр</sub></u>	N <sub>то-2</sub>	N <sub>то-1</sub>	<u>N<sub>со</sub></u>
Техніки	Розрахункове значення	4,5	22,8	81,2	428,9	58,0
	Прийняте значення	4	22	81	428	58

#### 1.2.4. Розрахунок трудомісткості обслуговування та ремонту техніки

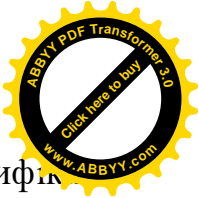
Розрахунок трудомісткості технічного обслуговування (ТО) і поточного ремонту (ПР) автотранспортного підприємства є ключовим етапом в плануванні та ефективному використанні ресурсів. Даний розрахунок включає наступні кроки:

Аналіз технічного стану транспортного флоту: Детальний аналіз технічного стану кожного автотранспортного засобу для визначення потреб у технічному обслуговуванні та поточному ремонті.

Визначення обсягів робіт: Оцінка обсягів необхідних робіт з ТО і ПР для кожного автотранспортного засобу, включаючи перевірку, діагностику, заміну деталей, регулювання та інше.

Розрахунок трудомісткості: Визначення часу та кількості працівників, необхідних для виконання кожного виду робіт з ТО і ПР, з урахуванням їх складності та технологічних вимог.

Оцінка матеріальних ресурсів: Розрахунок потреби у матеріалах, інструментах та обладнанні для проведення робіт з ТО і ПР.



Врахування робочих умов і режимів роботи: Урахування специфіки робочих умов, кліматичних умов, навантаження та режимів роботи автотранспортного підприємства при розрахунку трудомісткості.

Коригування та оптимізація: Постійний аналіз та коригування розрахунків з метою оптимізації використання ресурсів та забезпечення ефективного функціонування транспортного флоту.

Цей розрахунок дозволяє підприємству ефективно планувати і розподіляти ресурси для забезпечення надійності, безперебійної роботи техніки та зниження витрат.

Розрахунок труднощів здійснюється враховуючи кількість різновидів робіт (РОВ) та складності виконання кожного з них. Цей розрахунок базується на стандартній складності одного обслуговування або ремонту і їх плановій кількості протягом року.

$$\text{Трудомісткість КР: } T_{KP} = N_{KP} \cdot t_{KP}, \text{ люд-год} \quad (1.16)$$

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

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

$$\text{Трудомісткість ПР: } T_{PP} = N_{PP} \cdot t_{PP}, \text{ люд-год} \quad (1.17)$$

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

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

$$\text{Трудомісткість ТО-2: } T_{TO-2} = N_{TO-2} \cdot t_{TO-2}, \text{ люд-год} \quad (1.18)$$

де  $N_{TO-2}$  - кількість ТО-2;

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

$$\text{Трудомісткість ТО-1: } T_{TO-1} = N_{TO-1} \cdot t_{TO-1}, \text{ люд-год} \quad (1.19)$$

де  $N_{TO-1}$  - кількість ТО-1;

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

$$\text{Трудомісткість СО: } T_{CO} = N_{CO} \cdot t_{CO} = (2 \cdot N_i) \cdot t_{CO}, \text{ люд-год} \quad (1.20)$$

де  $N_{CO}$  - кількість СО;

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

Сумарна трудомісткість робіт складе:

$$T_{\text{сум}} = T_{KP} + T_{PP} + T_{TO-2} + T_{TO-1} + T_{CO}, \text{ люд-год} \quad (1.21)$$



Результати проведених розрахунків зводяться до табл. 1.10.

Таблиця 1.10

Річна програма ТО і ремонту

Технологічно-сумісна група машин	КР	ПР	ТО-2	ТО-1	СО	Разом
Крани	52500,0	13223,1	2296,4	3595,2	852,6	72467,3

**1.2.5. Визначення додатковог об'єму трудомісткості обслуговування та ремонту**

Трудність робіт, що стосуються технічного обслуговування та поточного ремонту автомобілів, утворює основу виробничої програми підприємства. Окрім цього, існує додаткова програма, яка охоплює роботи з підготовки машин до експлуатації, виготовлення запасних частин, а також самообслуговування підприємства та інше.

Обсяг додаткових робіт складає 20% від загальної програми технічного обслуговування та поточного ремонту автомобілів. Ця додаткова програма розподіляється за видами робіт наступним чином: електромеханічні - 20%; слюсарно-механічні – 50 %; ковальсько-зварювальні - 10 %; мідницько-жерстяницькі - 5 %; ремонтно-будівельні - 15 %.

Трудність додаткових робіт визначається за допомогою формули:

$$T_{дод} = T_{сум} \cdot k, \text{ люд-год} \quad (1.22)$$

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

Визначення трудомісткості додаткових робіт проводиться за допомогою формули:

$$T_{дод.роб.} = T_{дод} \cdot h, \text{ люд-год} \quad (1.23)$$

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

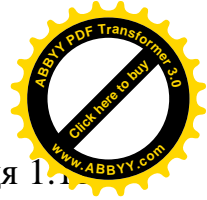
$$T_{дод} = 13830,7 \cdot 0,2 = 18569,41 \text{ люд-год}$$

Загальна трудомісткість робіт ТО і ПР визначається за формулою:

$$T_{заг} = T_{сум} + T_{дод}, \text{ люд-год} \quad (1.24)$$

$$T_{заг} = 92846,9 + 18569,4 = 111416,41 \text{ люд-год}$$

Результати у табл. 1.11.



## Розподіл обсягів додаткових 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%	
Автокрани	14493,5	2174,0	7246,7	869,6	724,7	1449,3	72467,3

**1.2.6. Розрахунок пересувних ремонтних майстерень**

Розрахунок пересувних ремонтних майстерень, що є Пересувними Автомобільними Авторемонтними Ремонтними Майстернями (ПААРМ), проводиться з метою визначення оптимального розміру та обладнання таких мобільних споруд для проведення автомобільного ремонту та технічного обслуговування. Ці майстерні призначені для забезпечення автосервісу в умовах, коли постійне місце розташування не є можливим або ефективним, наприклад, на автодорогах, будівельних майданчиках, або у віддалених районах. Розрахунок включає в себе оцінку технічних потреб, розмірів, вантажопідйомності, а також ефективного розташування та обладнання ПААРМ для забезпечення ефективної роботи з автомобільним ремонтом та обслуговуванням на різних майданчиках або умовах експлуатації.

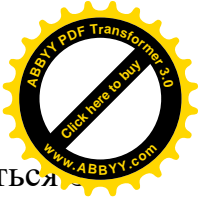
Кількість

$$N_{МП} = \frac{T_{МП} \cdot \beta_{МП}}{D_{МП} \cdot b_{МП} \left( t_{МП} - \frac{S_{МП}}{v_{МП}} \right) \cdot \delta_{МП} \cdot \eta_{МП}}, \text{ шт} \quad (1.25)$$

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

$$T_{МП} = T_{сум} \cdot k \quad (1.26)$$

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



$k$  - кількість машин у відсотках від загальної кількості, які експлуатуються відривом від виробництва;

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

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

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

$$b_{МП} = P_{\bar{op}} + \rho_e + \rho_m \cdot P_m \quad (1.27)$$

де  $P_{\bar{op}}$  - кількість робітників у бригаді, чол. (приймається 5...10 чол);

$\rho_e$  - рівень участі водія пересувного засобу ТО і ПР в роботах з обслуговування й ремонту машин ( $\rho_e = 0$  або  $\rho_e = 1$ );

$\rho_m$  - рівень участі машиніста в роботах з обслуговування й ремонту авто;

$P_m$  - кількість операторів чи машиністів, чол.;

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

$S_{МП}$  - середня відстань руху пересувних засобів ТО і ПР машин за зміну, км

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

$\delta_{МП}$  - коефіцієнт змінності пересувних засобів ТО і ПР, ( $\delta_{МП} = 1$  зміна);

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

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

$$T_{МП} = 92847,0 \cdot 0,65 = 60350,5 \text{ люд-год}$$

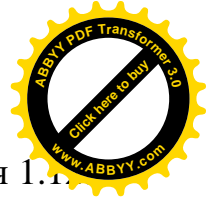
Чисельність одночасно працюючих виробничих робітників:

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

Значення показників зведені у табл. 1.12.

Кількість ПАРМ:

$$N_{МП} = \frac{60350,5}{365 \cdot 7 \left(8 - \frac{25}{20}\right) \cdot 1 \cdot 0,7} = 4,1 = 4 \text{ шт}$$



## Данні для розрахунку

Найменування	Значення
Сумарна річна трудомісткість робіт ТО й ремонту машин на об'єктах, люд-год; (65%)	60350,5
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;	29
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	3,9
Прийнята кількість пересувних засобів ТО і Р	4

**1.2.7. Визначення чисельності персоналу та площ виробничого корпусу**

Визначення чисельності персоналу та площі виробничого корпусу автотранспортного підприємства (АТП) виконується для забезпечення ефективної роботи і обслуговування автотранспортного парку. Цей процес включає в себе аналіз потреб у робочій силі для різних видів робіт, таких як технічне обслуговування, поточний і капітальний ремонт, складання запасних частин та інші. Чисельність персоналу визначається з урахуванням обсягів робіт і необхідності забезпечення належного рівня обслуговування автопарку, а площа виробничого корпусу визначається з урахуванням потреб у просторі для проведення ремонтних та обслуговувальних робіт, складу запасних частин, технічного обладнання та інших потреб АТП.

$$\text{Списочний склад } P_{cn} = \frac{T_{\text{сум}}}{\Phi_{\text{др}}}, \text{ чол} \quad (1.28)$$

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

$$P_{cn} = \frac{92846,9}{1800} = 52 \text{ чол}$$

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



$$P_{яв} = \frac{T_{сум}}{\Phi_{нр}}, \text{ чол} \quad (1.29)$$

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

$$P_{яв} = \frac{92846,9}{2075} = 45 \text{ чол}$$

Орієнтовно розрахункову площу виробничого корпусу

$$S_{pn} = P_{яв} \cdot f_{нит}, \text{ м}^2 \quad (1.30)$$

де  $f_{нит}$  - питома площа приміщення, яка припадає на одного робітника (приймається  $f_{нит} = 26 \text{ м}^2$ ) [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**].

$$S_{pn} = 45 \cdot 26 = 1163 \text{ м}^2$$

При плануванні площі приміщень виробничого корпусу можуть дещо відрізнятись від розрахункових: для приміщень до  $1000 \text{ м}^2$  припустиме відхилення до 20 %, а для приміщень більше  $1000 \text{ м}^2$  - 10 % [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**]:

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

де  $S_{cn}$  - скорегована площа виробничого корпусу,  $\text{м}^2$ ;

$S_{pn}$  - розрахункова планова площа виробничого корпусу,  $\text{м}^2$ .

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

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;

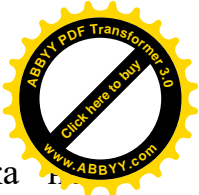
$Ш_k$  - крок колон;

$П_k$  - проліт між колонами.

$$L_p = (5 - 1) \cdot 12 = 48 \text{ м} \quad B_p = (2 - 1) \cdot 24 = 24 \text{ м}$$

$$S_{cn} = 48 \cdot 24 = 1127 \text{ м}^2 \quad \Delta = \frac{1127 - 1163}{1127} \cdot 100\% = -0,9 \%$$





Розрахунок виконано правильно, оскільки допустима похибка не перевищує встановленого ліміту - 10%.



## 2. КОНСТРУКЦІЙНО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ЧАСТИНА

### 2.1. Детальний розрахунок кранової установки

У цьому розділі бакалаврської роботи потрібно провести розрахунок кранової установки обраного крана, який був визнаний найкращим у попередньому розділі. Згідно з варіантом вибираються відповідні дані, які вносяться до загальної таблиці вхідних даних (таблиця 2.1).

Таблиця 2.1

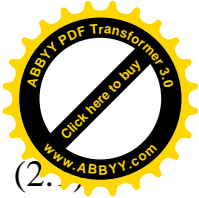
Вхідні данні для розрахунків

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

#### 2.1.1. Розрахунок механізму повороту крана

У даному розділі ми проведемо розрахунок механізму повороту крана. Цей розрахунок включає в себе визначення необхідних параметрів для ефективної роботи механізму повороту, таких як потужність двигуна, крутний момент, швидкість повороту та інші. За допомогою відповідних формул і стандартів ми визначимо оптимальні параметри для забезпечення надійності та продуктивності роботи механізму повороту крана.

Для визначення крутного моменту на валу гідромотора, що виконує поворот крана, ми використовуємо формулу для обчислення моменту опору повороту крана під час розгону механізму.



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

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

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

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

Для визначення моменту сил тертя в опорно-поворотному пристрої необхідно розглянути схему крана з опорно-поворотним пристроєм (див. рисунок графічний) і встановити геометричні розміри крана, що беруться з вказаних пропорцій. Основою для розрахунків фактичних розмірів є коефіцієнт пропорційності.

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

де  $L$  - виліт стріли

$$a = \frac{2,0}{2,9} = 0,69$$

Далі треба визначити реальні розміри крана, перемноживши коефіцієнт пропорційності на число, зазначене перед ним (див. рис. 2.1).

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

$$a_1 = 0,5 \cdot 0,69 = 0,345 \text{ м}$$

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

$$a_2 = 0,09 \cdot 0,69 = 0,062 \text{ м}$$

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

$$a_3 = 0,15 \cdot 0,69 = 0,103 \text{ м}$$

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

$$a_4 = 0,19 \cdot 0,69 = 0,131 \text{ м}$$

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

$$a_5 = 1,31 \cdot 0,69 = 0,903 \text{ м}$$

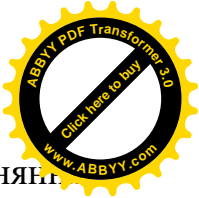
$$a_6 = 0,82 \cdot a \quad (2.8)$$

$$a_6 = 0,82 \cdot 0,69 = 0,566 \text{ м}$$

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

$$a_7 = 1,438 \cdot 0,566 = 0,813$$





реакції, які визначаються шляхом формування рівнянь статички. Рівняння моментів навколо точки "А", де перетинаються лінії дії опорних реакцій у нижній опорі, мають такий вигляд:

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

$$R_H = \frac{345 \cdot 1888 \cdot 9,81 - 903 \cdot 1571 \cdot 9,81 - 2000 \cdot 25000 \cdot 9,81}{131}$$

$$= -3,801 \cdot 10,0^6 \text{ кН}$$

Опорна вертикальна реакція  $R_V$  визначається як сума проєкцій усіх сил на вертикальну вісь. Якщо перед отриманим значенням стоїть знак "-", це означає, що горизонтальна реакція  $R_H$  спрямована в протилежну сторону.

$$R_V = G_{PP} + G_{ПЛ} + G_{CT} + G_B = m_{np} \cdot g + m_{пл} \cdot g + m_{cm} \cdot g + m_{\epsilon} \cdot g \quad (2.11)$$

де  $m_{np}$  - маса противаги крана, кг (приймається за табл. 3.1);

$m_{пл}$  - маса поворотної частини

$m_{\epsilon}$  - маса вантажу

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

$$R_V = 1888 \cdot 9,81 + 4,531 \cdot 10^3 \cdot 9,81 + 1571 \cdot 9,81 + 25000 \cdot 9,81$$

$$= 3,236 \cdot 10^5 \text{ кН}$$

Для кранової установки момент сил тертя в опорно-поворотному пристрої дорівнює сумі моментів сил тертя у верхній і нижньої опорах:

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

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

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

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

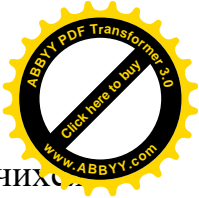
$$M_{mp} = f \cdot R_H \frac{d_1}{2} + f \left( R_H \frac{d_2}{2} + R_V \frac{d_3}{2} \right) \quad (2.15)$$

$$M_{mp} = 0,015 \cdot 3,801 \cdot 10^6 \frac{0,103}{2}$$

$$+ 0,015 \left( 3,801 \cdot 10^6 \frac{0,103}{2} + 3,236 \cdot 10^5 \frac{0,062}{2} \right) = 6,048 \cdot 10^3 \text{ Нм}$$

Момент сил інерції:

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



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

$\varepsilon$  - кутове прискорення крана, рад/с<sup>2</sup>.

Момент інерції:

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

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

$J_{nc}$  - момент інерції (щодо осі повороту крана) вантажу, та повільно обертаючої частини крана, кг·м<sup>2</sup>;

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

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

$x_j$  - 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. 7.2 визначається момент інерції вантажу:

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

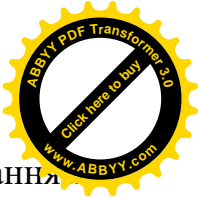
$$J_{nc} = 1,4 \cdot (1888 \cdot 0,345^2 + 1571 \cdot 903^2 + 25000 \cdot 2,0^2) = 1,421 \cdot 10^5 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

$$J = 1,4 \cdot 1,421 \cdot 10^5 = 1,99 \cdot 10^5 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

Кутове прискорення крана під час розгону можна визначити, виходячи з припущеного лінійного прискорення вантажу. Коли кран розганяється, вантаж на ньому також рухається, і його лінійне прискорення впливає на кутове прискорення крана.

Для знаходження кутового прискорення використовується співвідношення між лінійним і кутовим прискоренням у випадку обертання об'єкта навколо центра обертання.

Отже, кутове прискорення крана можна знайти, розділив лінійне прискорення вантажу на радіус крана. Це дозволяє визначити, наскільки



швидко змінюється кутова швидкість крана під час розгону з урахуванням впливу руху вантажу.

( $[a] = 0,2 \text{ м/с}^2$ ) і величині вильоту стріли  $L$ :

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

$$\varepsilon = \frac{0,2}{2,0} = 0,1 \text{ рад/с}^2$$

Момент опору повороту крана визначається з виразу:

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

$$M_C = 6,048 \cdot 10^3 + 1,99 \cdot 10^4 = 2,594 \cdot 10^4 \text{ Нм}$$

Момент на валу гідромотора:

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

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

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

$$M_{зм.нов} = \frac{2,594 \cdot 10^4}{40,11 \cdot 0,9} = 718,684 \cdot 10^3 \text{ Нм}$$

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

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

$$\omega_{нов} = 0,5 \cdot 40,11 \cdot \frac{30}{3,14} = 191,608 \text{ об/хв}$$

### 2.1.2. Розрахунок механізму підйому стріли

Розрахунок механізму підйому стріли автокрана передбачає аналіз сили, необхідної для підняття і утримання вантажу на визначеній висоті. Цей процес вимагає врахування різноманітних факторів, таких як маса вантажу, довжина стріли, кут нахилу стріли, а також обертовий момент механізму підйому.

Основним етапом розрахунку є визначення моменту сили, який необхідно забезпечити для підйому вантажу. Цей момент залежить від ваги

вантажу та відстані до центру обертання, яка змінюється в залежності від положення вантажу на стрілі.

Після визначення моменту підйому проводяться розрахунки механізму підйому з урахуванням параметрів таких як розміри та характеристики гідравлічних циліндрів, передаточні відношення, а також вплив власної маси стріли на механізм.

Здійснюються також розрахунки міцності елементів механізму підйому, включаючи вертикальні і горизонтальні балки, циліндри, кріплення та інші деталі, щоб переконатися, що вони здатні витримати навантаження, які виникають під час підйому вантажу.

Такий розрахунок дозволяє забезпечити ефективну та безпечну роботу механізму підйому стріли автокрана при виконанні різноманітних завдань.

Розрахунок механізму підйому стріли здійснюється з використанням рис. 2.3).

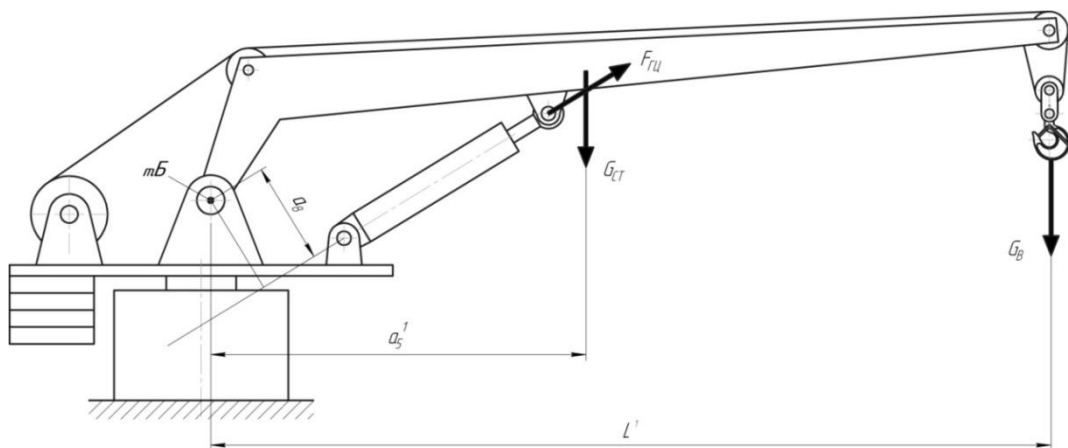


Рис. 2.3. Механізм підйому стріли

Для визначення сили  $F_{гц}$ , яка діє на шток гідроциліндра під час підйому стріли, необхідно врахувати момент сил, які діють від точки обертання стріли "Б" у момент початку підйому (див. рисунок 2.3). У цьому положенні очевидно, що сила на штоку гідроциліндра буде максимальною.

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

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

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

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





$$a_5^1 = 0,978 \cdot 0,903 = 0,884 \text{ м}$$

$$L^1 = 0,989 \cdot 2,0 = 1,978 \text{ м}$$

$$a_8 = -0,1127 \cdot 0,884 + 36,03 = 0,359 \text{ м}$$

$$F_{zu} = \frac{0,884 \cdot 1571 \cdot 9,8 + 1978 \cdot 25000 \cdot 9,8}{359} = 1,387 \cdot 10^6 \text{ кН}$$

Довжина переміщення штока гідроциліндра під час підйому стріли визначається графічно і відповідає різниці відстаней між центрами вушок у випадку піднятої стріли та у вихідному положенні, коли стріла опущена. Це відображено на рисунку 2.1.

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

$$S_{zu} = 813 - 566 = 248 \text{ мм}$$

Для визначення часу повороту стріли й відповідно часу висування штока гідроциліндра. Необхідно визначити кут повороту стріли графічним способом (див. рис. 2.2). Кут повороту  $\beta = 46^\circ = 0,8 \text{ рад}$ .

Час висування штока гідроциліндра

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

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

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

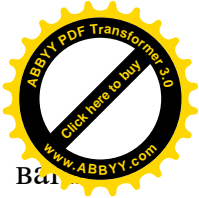
Швидкість висування штока становитиме:

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

$$v_{zu} = \frac{0,248}{4} = 0,062 \text{ м/с}$$

### 2.1.3. Розрахунок вантажопідйомного механізму

Розрахунок вантажопідйомного механізму автокрана включає в себе аналіз і визначення різних параметрів, що стосуються здатності крана піднімати та переміщувати вантажі. Це включає в себе розрахунок опорних реакцій, необхідних для підтримки крана під час підйому вантажу, розрахунок потужності та енергетичних витрат гідравлічної системи для



підйому та опускання вантажів, а також визначення максимальної ваги вантажу, яку кран може безпечно піднімати при різних умовах експлуатації. Також враховується безпека та стабільність підйому, що забезпечується належним розподілом ваги та застосуванням необхідних конструкційних рішень.

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  $D_{\delta}$  - діаметр барабана, м (приймається за табл. 3.1);

$S_{\delta}$  - натяг канату, що навивається на барабан, Н.

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

де  $G_{\delta}$  - вантажопідйомність крана, Н (приймається згідно з характеристиками обраної моделі крана);

$i_n$  - кратність поліспасти (за вихідним даними);

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

$$S_{\delta} = \frac{25000 \cdot 9,81}{4 \cdot 0,9} = 6,813 \cdot 10^4 \text{ Н}$$

$$M_{\delta} = 6,813 \cdot 10^4 \frac{0,300}{2} = 1,022 \cdot 10^4 \text{ Нм}$$

Крутний момент, який діє на валу гідромотора і викликає обертання вантажного барабана, визначається за допомогою спеціальної формули.

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

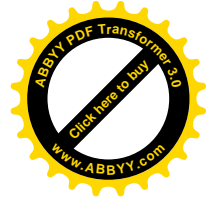
де  $i_p$  - передатне відношення редуктора вантажної лебідки (приймається за табл. 2.1);

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

$$M_{\text{зм.}\delta} = \frac{1,022 \cdot 10^4}{30,11 \cdot 0,9} = 377,09 \text{ Нм}$$

Частота обертання барабана визначається з використанням формули:

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



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

$R_{\delta}$  - радіус барабана, м.

$$v_{наб} = v n_{nid.max} \quad (2.35)$$

де  $v_{nid.max}$  – максимальна швидкість підйому вантажу приймається по характеристикам обраної моделі крана), м/с.

$$v_{наб} = 0,0017 \cdot 4 = 6,8 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}$$

Радіус барабану становитиме:

$$R_{\delta} = \frac{D_{\delta}}{2}, \text{ м} \quad (2.36)$$

$$R_{\delta} = \frac{0,3}{2} = 0,15 \text{ м} \quad \omega_{\delta} = \frac{6,8 \cdot 10^{-3}}{0,15} = 0,045 \text{ об/хв.}$$

Частота обертання вала гідромотора вантажопідйомного механізму:

$$\omega_{вм} = \frac{30 \cdot \omega_{\delta} \cdot i_p}{\pi}, \text{ об/хв} \quad (2.37)$$

$$\omega_{вм} = \frac{30 \cdot 0,045 \cdot 30,11}{3,14} = 13,041 \text{ об/хв}$$

Отримані результати кінематичного розрахунків зводяться до табл. 2.2.

Таблиця 2.2

#### Результати кінематичного розрахунку

Гідродвигун	Крутний момент / зусилля	Кутова швидкість / швидкість переміщення	Кут повороту / ходу
Гідромотор механізму повороту	718,684 Нм	191,608 об/хв	
Гідромотор лебідки	377,09 Нм	13,041 об/хв	
Гідромотор підйому стріли	$1,387 \cdot 10^6$ кН	0,062 м/с	0,248 м

#### 2.1.4. Розрахунок номінального тиску в гідравлічній системі

Розрахунок номінального тиску в гідравлічній системі автокрана - це важливий етап проектування, що передбачає визначення тиску, необхідного для ефективної роботи гідравлічного обладнання. Для цього використовуються різноманітні методи та формули, які враховують різні фактори, такі як сила, що діє на поршень або інший гідравлічний елемент, площа цього елемента, характеристики робочого середовища тощо.



Перш за все, необхідно визначити максимальні сили, які діють на гідравлічні елементи під час різних операцій, таких як підйом вантажу або розгон рухомих частин. Потім враховуються геометричні параметри системи, наприклад, площа поршня або поперечний переріз гідравлічного каналу.

Для розрахунку номінального тиску використовуються формули, що базуються на законах гідродинаміки та законах збереження енергії. Ці формули можуть включати такі величини, як гідростатичний тиск, втрати тиску в системі, коефіцієнти безпеки та ефективності.

Після виконання всіх необхідних розрахунків отримується значення номінального тиску, яке забезпечує оптимальну роботу гідравлічної системи автокрана при різних умовах експлуатації. Важливо також враховувати фактор безпеки та запас прочності при визначенні цього параметру.

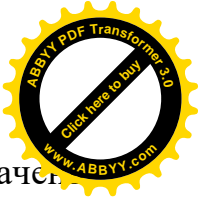
Так для більшості автокранів з гідроприводом тиск знаходиться у межах 32...40 МПа.

### **2.1.5. Розрахунок гідравлічного насоса**

Розрахунок гідравлічного насоса для автокрана - це складний процес, що передбачає визначення параметрів насоса, необхідних для забезпечення ефективної роботи гідравлічної системи. В першу чергу, важливо визначити обсяг робочого середовища, яке потрібно перемістити за один цикл роботи. Цей обсяг визначається з урахуванням різноманітних факторів, таких як розмір і вага вантажу, швидкість переміщення і робочий тиск.

Потім вирішується питання про вибір типу насоса, його продуктивності та ефективності. Це може бути відцентровий насос, зубчастий насос, поршневий насос або інші типи, кожен з яких має свої переваги і недоліки.

Для розрахунку гідравлічного насоса необхідно врахувати такі параметри, як об'єм робочого простору, швидкість роботи, витрату робочого середовища, коефіцієнт корисної дії та інші. Також важливо враховувати робочий тиск і температуру середовища, а також запас міцності та надійності обраного насоса.



Завершальним етапом розрахунку є перевірка отриманих значень параметрів насоса на відповідність вимогам технічних специфікацій автокрана і безпековим стандартам. Тільки після цього можна зробити остаточний вибір насоса, який буде оптимально відповідати вимогам проекту.

Корисна потужність приводу визначається за наступними формулами:

- на штоку гідроциліндра:

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

$$F_{\text{шц}} = \frac{1,387 \cdot 10^6 \cdot 0,062}{1000} = 85,864 \text{ кВт}$$

- на валу гідромотора:

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

де  $F$  - необхідне зусилля на вихідній ланці, Н;

$v$  - швидкість переміщення вихідної ланки, м/с;

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

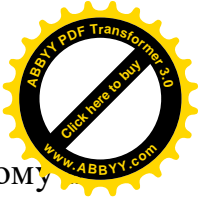
$n$  - частота обертання вала гідродвигуна, об/хв.

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

$$F_{\text{ГМ.пов}} = 718,684 \cdot \frac{191,608 \cdot \frac{60}{2 \cdot 3,14}}{9552,5} = 137,66 \text{ кВт}$$

$$F_{\text{ГМ.лід}} = 377,09 \cdot \frac{13,041 \cdot \frac{60}{2 \cdot 3,14}}{9552,5} = 4,916 \text{ кВт}$$

При попередніх розрахунках втрати тиску по довжині й на місцевих опорах, а також сили тертя у виконавчих механізмах враховуються коефіцієнтом запасу по зусиллю  $K_{\text{зз}} = 1,1$ , а витоки робочої рідини – коефіцієнтом запасу по швидкості  $K_{\text{зи}} = 1,1$ .



Менші значення приймаються для приводів, що працюють у легкому середньому режимах, а більші – у важких режимах роботи (приймається за варіантом).

Потужність насосної установки визначається співвідношенням:

$$N_H = K_{зз} \cdot K_{зш} \cdot \left( \sum z_{зц_i} \cdot N_{зц_i} + \sum z_{зм_i} \cdot N_{зм_i} \right), \text{ кВт} \quad (2.40)$$

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

$$N_H = 1,1 \cdot 1,1 \cdot (1 \cdot 85,864 + 1 \cdot 137,66 + 1 \cdot 4,916) = 276,413 \text{ кВт}$$

По розрахованій потужності насосної установки визначають витрату рідини в гідроприводі:

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

$$Q = 60 \cdot \left( \frac{276,413}{35 \cdot 10^6} \right) = 473,85 \text{ л/хв}$$

Можливість вибору номінальної швидкості обертання вала насоса залежить від джерела енергії, яке його приводить у рух. У випадку використання електродвигуна, зазвичай приймають 1000 або 1500 обертів на хвилину. У разі, якщо насос приводиться від двигуна внутрішнього згорання, оберти обираються відповідно до частоти обертання вихідного валу передавальної коробки, припускаючи, що передаточне число роздавальної коробки становить 1,6, і враховуючи номінальну частоту обертання колінчастого валу двигуна.

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

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,  $\text{см}^3$ ;

$Q$  - витрата рідини в гідроприводі, л/хв;

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

$\eta'$  - об'ємний ККД насоса.

$$q = 10^3 \frac{473,85}{750 \cdot 0,9} = 702 \text{ см}^3$$

### 2.1.6. Розрахунок гідроциліндра автокрана

Розрахунок гідроциліндра автокрана — це важлива складова процесу проектування та побудови крана, оскільки гідроциліндр відповідає за здійснення рухів, зокрема, підйому та опускання стріли крана. Нижче подано детальний опис процедури розрахунку гідроциліндра:

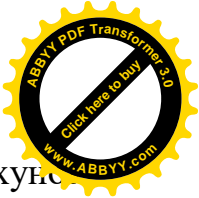
1. Визначення параметрів гідроциліндра: Спочатку потрібно визначити основні параметри гідроциліндра, такі як його діаметр, довжина ходу та площа поперечного перерізу поршня.

2. Визначення сили, необхідної для підняття стріли: З урахуванням ваги стріли та вантажу, який вона здатна підняти, визначається необхідна сила підйому. Ця сила повинна бути достатньою для подолання опорного моменту, що виникає в результаті ваги стріли та опорно-поворотних вузлів.

3. Розрахунок гідравлічного тиску: Для визначення потрібного гідравлічного тиску необхідно врахувати розміри гідроциліндра та силу підйому, яка була розрахована на попередньому кроці. Гідравлічний тиск повинен бути достатнім для забезпечення необхідної сили підйому.

4. Вибір гідроциліндра: На основі отриманих результатів розрахунків вибирається гідроциліндр з відповідними технічними характеристиками, який забезпечить ефективне підняття стріли крана.

5. Перевірка безпеки та надійності: Після вибору гідроциліндра проводиться перевірка його безпеки та надійності. Враховуються такі фактори, як допустиме навантаження, міцність матеріалів та відповідність стандартам безпеки.



6. Розрахунок гідравлічної системи: Нарешті, проводиться розрахунок гідравлічної системи автокрана з урахуванням параметрів гідроциліндра. Визначається потужність насосів, розміри трубопроводів та інші характеристики системи, щоб забезпечити ефективну роботу гідроциліндра.

Розрахунки виконуються на основі таких величин:

- Робочий тиск
- Корисне навантаження на гідроциліндр
- Робочий хід вихідної ланки
- Швидкість вихідної ланки при прямому і зворотному ході, або час прямого і зворотного ходу.

Робочий тиск означає фактичний тиск у гідравлічній системі, який необхідний для опору навантаженням, що діють на неї. Це значення встановлюється з певним запасом, який може бути використаний під час регулювання обладнання. Зазвичай, робочий тиск трохи нижче вибраного номінального значення.

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

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

Для розрахунку діаметра гідроциліндра можна скористатися формулою:

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

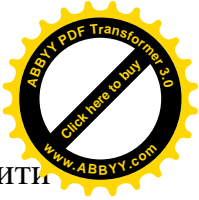
де  $\eta_{зц}$  - загальний ККД гідроциліндра (приймається  $\eta_{зц} = 0,95$ ).

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{1,1 \cdot 1,387 \cdot 10^6}{0,95 \cdot 31,5 \cdot 10^3}} = 255,11 \text{ мм}$$

### 2.1.7. Розрахунок гідромотору механізму повороту автокрана

Розрахунок робочого об'єму гідромотора механізму повороту необхідний для визначення об'єму робочого простору в гідромоторі, який відповідає за виконання функції повороту механізму. Цей розрахунок дозволяє встановити необхідні параметри для ефективного функціонування гідромеханізму, зокрема, визначити оптимальний розмір циліндра та крок





робочого об'єму. Знання робочого об'єму гідромотора дозволяє забезпечити його відповідність вимогам та розрахункам для забезпечення ефективного та надійного роботи механізму повороту.

Визначення робочого об'єму гідромотора:

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

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

$$q_{гм.нов} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 1,1 \cdot 718,684}{0,9 \cdot 0,9} = 175,21 \text{ см}^3$$

### 2.1.8. Розрахунок гідромотора вантажної лебідки автокрана

Розрахунок гідромотора вантажної лебідки автокрана необхідний для визначення параметрів і характеристик гідромотора, який відповідає за рух вантажної лебідки. Цей розрахунок дозволяє встановити необхідну потужність, крутний момент та інші параметри гідромотора, щоб забезпечити ефективний і безперебійний рух лебідки при підйомі та спуску вантажів. Знання цих параметрів дозволяє вибрати відповідний гідромотор з урахуванням вимог до навантаження, швидкості та інших технічних характеристик, що забезпечує безпечну та ефективну роботу вантажної лебідки автокрана.

Робочий обсяг гідромотора вантажної лебідки

$$q_{гм.нід} = \frac{2 \cdot \pi \cdot K_{зз} \cdot M_{гм.нід}}{P_{роб} \cdot \eta_{гм}}, \text{ см}^3 \quad (2.47)$$

$$q_{гм.нід} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 1,1 \cdot 377,09 \cdot 10^3}{31 \cdot 0,9} = 91,931 \text{ см}^3$$

Однією з основних помилок при розрахунку гідромотора вантажної лебідки автокрана може бути неправильна оцінка необхідної потужності та характеристик мотора. Це може виникнути через недостатнє дослідження технічних вимог до лебідки, неправильний розрахунок необхідної сили підйому, або неправильне врахування інших факторів, таких як швидкість підйому або величина опору.



Крім того, недостатня увага до характеристик вантажу та умов експлуатації може призвести до неправильного вибору гідромотора. Наприклад, якщо потрібно піднімати великі вантажі на велику висоту, але гідромотор не має достатньої потужності для цього, це може стати причиною недостатньої ефективності роботи лебідки або навіть її поломки.

Також важливо правильно вибрати тип гідромотора, який відповідає вимогам конкретного завдання. Наприклад, для вантажних лебідок можуть використовуватися різні типи гідромоторів з різними характеристиками, такі як поршневі, зірчасті або шестеренкові мотори, і правильний вибір залежить від конкретних умов експлуатації та вимог до продуктивності та надійності.



### 3. ОХОРОНА ПРАЦІ

#### 3.1. Розрахунок освітлення виробничого корпусу

Розрахунок освітлення виробничого корпусу автотранспортного підприємства важливий з кількох причин:

1. Безпека працівників: Достатнє освітлення допомагає уникнути травм та нещасних випадків на робочому місці, оскільки забезпечує кращу видимість та сприяє увазі працівників.

2. Забезпечення якості робіт: Відповідне освітлення дозволяє працівникам краще бачити деталі та виконувати роботу точно та ефективно.

3. Комфорт працівників: Гарне освітлення створює комфортні умови праці, що позитивно впливає на продуктивність та задоволеність персоналу.

4. Енергоефективність: Розрахунок освітлення допомагає оптимізувати використання електроенергії та зменшити витрати на освітлення, шляхом вибору оптимальних параметрів світлового обладнання та його розташування.

Отже, проведення розрахунків освітлення сприяє створенню безпечних, продуктивних та комфортних робочих умов на автотранспортному підприємстві.

Розрахунок загального освітлення

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

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

$S_{cn}$  - скорегована площа виробничого корпусу, м<sup>2</sup>;

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

$Z$  - коефіцієнт нерівномірності освітлення,

$\eta$  - коефіцієнт використання освітлювальної установки;

$n$  - число ламп.

Для визначення коефіцієнту  $\eta$  розраховують індекс приміщення за наступною формулою:

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



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

$H_c$  - висота розміщення світильника над освітлювальною поверхнею, м

Визначення кількості ламп у виробничому корпусі

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

Розрахунок місцевого освітлення включає визначення необхідної потужності або світлового потоку ламп. Зазвичай для цього типу освітлення застосовують лампи розжарювання.

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

де  $h$  - відстань лампи до освітлювальної поверхні, м;

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

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

У визначенні природного освітлення враховується площа світлових отворів для бокового або верхнього освітлення. У бакалаврській роботі аналізується загальна площа світлових отворів в стінах будівлі підприємства для бокового освітлення. Це розраховується за допомогою спеціальної формули.

$$S = \frac{S_n \cdot C_n \cdot K_3 \cdot \eta_0}{100 \cdot P_0 \cdot W_1} K_{\text{бд}}, \text{ м}^2 \quad (3.5)$$

де  $S_n$  - площа підлоги приміщення, м<sup>2</sup>

$C_n$  - нормоване значення коефіцієнта природної освітленості

$K_3$  - коефіцієнт запасу (приймається  $K_3 = 1,45$ ) [Ошибка! Источник ссылки не найден., Ошибка! Источник ссылки не найден., Ошибка! Источник ссылки не найден.];

$\eta_0$  - світлова характеристика вікон (приймається  $\eta_0 = 10$ );

$K_{\text{бд}}$  - коефіцієнт урахування затінення протистоячими будинками (приймається  $K_{\text{бд}} = 1,0$ ) [Ошибка! Источник ссылки не найден., Ошибка! Источник ссылки не найден., Ошибка! Источник ссылки не найден.];



$P_0$  - загальний коефіцієнт світлопропускання,

$W_1$  - коефіцієнт урахування підвищення освітленості при боковому освітленні,

Розрахунок загального освітлення. Для розрахунків приймається,  $S_{\text{сп}} = 1127 \text{ м}^2$  (ширина 24 м, довжина 48 м);  $K = 1,5$ ;  $Z = 1,2$ ;  $H_c = 8,2 \text{ м}$ ;  $F = 5220 \text{ лм}$ .

Визначимо індекс приміщення:

$$i = \frac{24 \cdot 48}{8,2 \cdot (24 + 48)} = 1,908$$

Таким чином, коефіцієнт використання світлового потоку приймається рівним 0,54 ( $\eta = 0,54$ ).

У даному прикладі для освітлення приймаються лампи типу ЛБ-80 із світловим потоком 5220 лм

Визначимо кількість ламп у виробничому корпусі:

$$n = \frac{200 \cdot 1127 \cdot 1,5 \cdot 1,2}{5200 \cdot 0,54} \approx 144 \text{ лампи}$$

Розрахунок місцевого освітлення.

Визначимо світловий потік лампи:

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

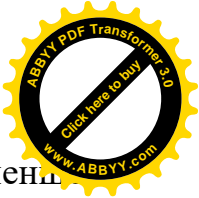
З нормативних джерел обирається лампа розжарювання НВ-25.

Розрахунок природного освітлення. Для розрахунку приймається площа виробничого корпусу  $S_p = 432 \text{ м}^2$ .

Визначимо загальну площу світлових прорізів підприємства при боковому освітленні:

$$S = \frac{1127 \cdot 0,2 \cdot 1,45 \cdot 10}{100 \cdot 0,63 \cdot 1,1} \cdot 1,0 = 47,16 \text{ м}^2$$

Отже, з метою дотримання санітарних норм та стандартів з освітлення робочих місць у виробничому корпусі площею 1127 м<sup>2</sup>, необхідно встановити 144 загальні лампи. Для місцевого освітлення потрібно, щоб світловий потік кожної лампи складав 175 лм. Крім того, загальна площа



світлових прорізів у стінах для бокового освітлення повинна бути не менше 47,16 м<sup>2</sup>.

### 3.2. Розрахунок механічної вентиляції

Використання механічної вентиляції рекомендується у випадку, коли об'єм виробничого простору на одного працюючого становить менше 40 м<sup>2</sup>. У даному випадку коефіцієнт кратності складає 26 м<sup>2</sup>, оскільки площа виробничого корпусу була визначена з умови, що на одного працюючого припадає 26 м<sup>2</sup>. Тому потрібно провести розрахунок механічної вентиляції.

Для загального розрахунку механічної вентиляції у межах всього головного виробничого корпусу застосовується методика кратності. У зв'язку з цим об'єм повітря визначається за допомогою формули.

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

де  $V_n$  - об'єм приміщення, м<sup>3</sup>;

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

Загальна потужність двигунів вентиляторів підприємства визначається з виразу:

$$P = \frac{K_з \cdot V_в \cdot P_в \cdot 10^{-6}}{3,6 \cdot \eta_в \cdot \eta_n}, \text{ кВт} \quad (3.7)$$

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

$V_в$  - подача вентилятора, яка дорівнює кількості повітря, м<sup>3</sup>/год;

$P_в$  - тиск який розвиває вентилятор (вентилятори низького тиску розвивають тиск до 1000 Па, середнього – 3000 Па і високого – 5000 Па);

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

$\eta_n$  - ККД приводу, для плоскостасової 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 1127 м<sup>2</sup>, а висота приміщення 8,2 м, у зв'язку з цим об'єм приміщення складе:

$$V = 1127 \cdot 8,2 \cdot 3,5 = 32344,9 \text{ м}^3/\text{год}$$

Для визначення загальної потужності вентиляторів підприємства



припускається, що використовується вентилятор високого тиску (тобто  $P_v=5000$  Па), а ефективність приводу вентилятора складає  $\eta_p=0,95$ .

$$P = \frac{1,2 \cdot 32344,9 \cdot 5000 \cdot 10^{-6}}{3,6 \cdot 0,7 \cdot 0,95} = 81,06 \text{ кВт}$$

Отже, для забезпечення виробничого простору відповідно до санітарних норм та правил, у якому об'єм становить 32344,9 м<sup>3</sup> і коефіцієнт кратності складає 3,5, рекомендується використовувати вентилятори високого тиску з клинопасовим приводом загальною потужністю 81,06 кВт.

### 3.3. Розрахунок опалення

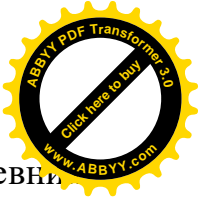
Розрахунок опалення автотранспортного підприємства, зокрема виробничого корпусу, є необхідним для забезпечення комфортних умов праці працівників, збереження необхідних параметрів для функціонування технологічних процесів та забезпечення оптимального режиму експлуатації обладнання.

Комфорт працівників: Правильно розрахована система опалення дозволяє створити комфортні умови для роботи персоналу, що включає підтримання оптимальної температури в приміщеннях підприємства, особливо в холодний період року.

Збереження параметрів технологічних процесів: Деякі технологічні процеси вимагають певних температурних умов для ефективної роботи. Наприклад, у низьких температурах деяке обладнання може некоректно функціонувати, що може вплинути на якість виробництва або навіть завадити процесу.

Оптимальний режим експлуатації обладнання: Деяке обладнання має обмеження щодо температурних умов експлуатації. Підтримання оптимальної температури допомагає забезпечити нормальну роботу машин, устаткування і транспортних засобів, попереджуючи їх можливий замерзання або перегрів.

Збереження матеріалів і запасних частин: Деякі матеріали або запасні



частини можуть бути чутливими до низьких температур і вимагати певних умов зберігання для підтримки їхніх властивостей.

Таким чином, розрахунок опалення виробничого корпусу є важливою складовою забезпечення ефективної та безперебійної діяльності автотранспортного підприємства.

Кількість теплоти для опалення виробничого корпусу визначається за формулою:

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

де  $q_0$  - витрати теплоти для опалення  $1 \text{ м}^3$  приміщення на  $1^\circ\text{C}$  різниці внутрішньої і зовнішньої температур, (приймається  $q_0 = 2,08 \text{ Дж/кг}$ );

$t_B$  - внутрішня температура цеха,  $^\circ\text{C}$  (приймається  $t_B = 17 \text{ }^\circ\text{C}$ );

$t_3$  - зовнішня температура повітря (приймається  $t_3 = -15 \text{ }^\circ\text{C}$ ),

$V$  - об'єм приміщення,  $\text{м}^3$ .

Крім того, кількість теплоти, яка витрачається на вентиляцію визначається за формулою:

$$Q_B = q_B(t_B - t_3) \cdot V, \quad \text{Дж} \cdot \text{м}^3/\text{год} \quad (3.9)$$

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

Площа радіаторів опалення розраховується за формулою:

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

де  $t_m$  - середня розрахункова температура теплоносія (пара низького тиску -  $100^\circ\text{C}$ , пара при тиску 1,2 атм. (0,12 МПа) -  $104 \text{ }^\circ\text{C}$ , при тиску 1,5 атм. (0,15 МПа) -  $111^\circ\text{C}$ );

$K_n$  - коефіцієнт, значення якого залежить від різниці температур теплоносія і нагрівального повітря (для розрахунків приймається  $28000 \text{ кДж/м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{град}$ ).

Для розрахунку приймається загальний об'єм приміщення  $12398 \text{ м}^3$ .

Визначимо кількість теплоти для опалення виробничого корпусу:





$$Q_0 = 2,08(17 - (-15)) \cdot 32344,9 = 2152876,5 \text{ МДж} \cdot \text{м}^3/\text{год}$$

Визначимо кількість теплоти, яка витрачається на вентиляцію:

$$Q_в = 17(17 - (-15)) \cdot 32344,9 = 17595625,6 \text{ МДж} \cdot \text{м}^3/\text{год}$$

Площа радіаторів опалення розраховується по формулі:

$$F_0 = \frac{2152876,5 + 17595625,6}{28000 \cdot (104 - 17)} = 8,1 \text{ м}^2$$

Для забезпечення виробничого корпусу комфортним температурним режимом відповідно до санітарних норм та правил (17 °С), необхідно виконати докладний розрахунок опалювальної системи. Для цього використовуються різноманітні методи та формули, які дозволяють визначити оптимальну площу радіаторів.

Почнемо з визначення теплового навантаження на виробничий корпус. При зовнішній температурі -15 °С та внутрішньому температурному режимі 17 °С, необхідно розрахувати теплові втрати приміщення через стіни, вікна, дах та інші теплопередаючі поверхні. Це можна зробити за допомогою формул теплопередачі, враховуючи теплові втрати кожного елемента конструкції.

Після визначення теплового навантаження необхідно вибрати відповідне опалювальне обладнання. У даному випадку може бути використаний радіатор високої ефективності, який забезпечить достатню кількість тепла для виробничого корпусу.

Далі важливо визначити загальну площу радіаторів, необхідну для розподілу тепла у всьому приміщенні. Це можна зробити, розраховуючи тепловий потік кожного радіатора та обчислюючи їх сумарну площу.

Наприкінці розрахунку важливо перевірити отримані результати на відповідність вимогам санітарних норм та правил. При необхідності можуть бути внесені коригування для досягнення необхідного температурного режиму та відповідності нормативам.

Отже, проведений розрахунок дозволить забезпечити комфортні умови у виробничому корпусі та відповідати вимогам санітарних норм та правил



щодо опалення промислових приміщень.

### 3.4. Розрахунок захисного заземлення

Розрахунок захисного заземлення для автотранспортного підприємства (АТП) є критично важливим з погляду забезпечення безпеки та ефективності електричних систем. Ось детальніше, чому цей розрахунок є необхідним:

**Захист від ураження електричним струмом:** Цей розрахунок спрямований на забезпечення безпеки працівників та користувачів електроустаткування на АТП. Заземлення допомагає відводити надлишковий струм у землю, запобігаючи тим самим можливість ураження електричним струмом.

**Захист від перенапруг:** Заземлення допомагає відводити перенапругу, яка може виникнути внаслідок різних факторів, таких як удар блискавки або несправність в електричних мережах. Це запобігає пошкодженню електричного обладнання та можливим аваріям.

**Ефективність електричних систем:** Правильне заземлення допомагає підтримувати стабільність напруги в електричних мережах, що в свою чергу забезпечує нормальну роботу електроустаткування та підвищує ефективність електричних систем на АТП.

**Відповідність нормативам і стандартам:** У багатьох країнах існують нормативні вимоги щодо захисного заземлення, які повинні бути виконані підприємствами. Проведення розрахунків захисного заземлення допомагає підтвердити відповідність цих вимог.

**Попередження втрат:** Неправильне заземлення може призвести до небезпечних ситуацій, таких як пожежі, пошкодження обладнання або навіть травми працівників. Проведення розрахунків допомагає уникнути таких небезпек.

Отже, розрахунок захисного заземлення для автотранспортного підприємства є важливою складовою безпеки та ефективності його електричних систем.



Заземлення захисне це зв'язок металевих деталей електрообладнання з землею задля уникнення небезпеки в разі виникнення напруги через можливі пошкодження ізоляції. Основна мета заземлення - зниження напруги на контактній поверхні до безпечного рівня.

Заземлення є ефективним засобом захисту працівників, які працюють з електрообладнанням. Металеві корпуси електромашин, апаратів, каркаси розподільних щитів та інші металеві конструкції, пов'язані з електроустановками, повинні бути заземлені. Штучний заземлювач представляє собою замкнутий колір з десяти труб, кожна з яких має довжину 2 метри і діаметр 0,2 метра, встановлених на глибину 1 метр і з'єднаних заземлюючою стрічкою.

Для розрахунку вважається, що напруга на приладах, які підлягають заземленню, складає  $500+W$  Вольт ( $W$  - номер варіанта студента за списком). Наприклад, для першого варіанту № 1 напруга на пристроях, які підлягають заземленню, дорівнює 517 Вольт.

Опір розтікання струму від однієї труби визначається за формулою:

$$R = \frac{0,336 \cdot p}{L \left( \lg \left[ \frac{2 \cdot L}{d} \right] + 0,5 \cdot \lg \left[ \frac{4 \cdot h + L}{4 \cdot h - L} \right] \right)}, \text{ Ом} \quad (3.11)$$

де  $p$  - питомий опір ґрунту (приймається  $p = 100 \text{ Ом/см}$ );

$L$  - довжина труби (приймається  $L = 2 \text{ м}$ );

$d$  - діаметр труби (приймається  $d = 0,2 \text{ м}$ );

Опір розтікання струму системи заземлення:

$$R_{\text{сист}} = \frac{R}{m \cdot K_1 \cdot K_2}, \text{ Ом} \quad (3.12)$$

де  $m$  - число труб (приймається  $m = 10 \text{ шт}$ );

$K_1$  - коефіцієнт, що враховує екранування труб (приймається  $K_1 = 0,56$ );

$K_2$  - коефіцієнт, що враховує екранування смуги і труб (приймається  $K_2 = 0,78$ );

Довжина замикаючої смуги для замкнутого кола визначається за формулою:

$$L_1 = a \cdot m, \text{ м} \quad (3.13)$$



де  $a$  - відстань між трубами (приймається  $a = 3 \text{ м}$ ).

Опір розтікання струму сталевій заземлюючій смуги, визначається за формулою:

$$R_{\Pi} = \frac{0,366 \cdot p}{L_1 \cdot \lg \left[ \frac{2 \cdot L_1^2}{b \cdot h_1} \right]}, \text{ Ом} \quad (4.14)$$

де  $h_1$  - ширина смуги, що заземлює (приймається  $h_1 = 3 \text{ см}$ ).

Загальний опір заземлення:

$$R_{\text{заг}} = \frac{R_{\text{сист}} \cdot R_n}{R_{\text{сист}} + R_n}, \text{ Ом} \quad (3.15)$$

Для того, щоб спроектована установка задовольняла правилам пристрою електроустановок ПЕУ-86, необхідно, щоб опір розтікання струму в захисному заземлюючому пристрою, для установок до 1000 В був не більш 4 Ом і для напруги понад 1000 В з ефективною заземленою нейтраллю більше 0,5 Ом.

Для розрахунку приймається напруга пристроїв що заземлюються до 1000 В.

Опір розтікання струму від однієї труби:

$$R = \frac{0,366 \cdot 100}{200 \cdot \left( \lg \left[ \frac{2 \cdot 200}{20} \right] + 0,5 \cdot \lg \left[ \frac{4 \cdot 100 + 200}{4 \cdot 100 - 200} \right] \right)} = 0,41 \text{ Ом}$$

Опір розтікання струму системи заземлення:

$$R_{\text{сист}} = \frac{0,46}{10 \cdot 0,56 \cdot 0,78} = 0,110 \text{ Ом}$$

Довжина замикаючої смуги для замкнутого кола:

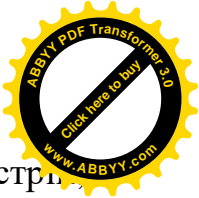
$$L_1 = 3 \cdot 10 = 30,1 \text{ м}$$

Опір розтікання струму сталевій смуги, що заземлює:

$$R_{\Pi} = \frac{0,366 \cdot 100}{3000 \cdot \lg \left[ \frac{2 \cdot 3000^2}{100 \cdot 3} \right]} = 0,0581 \text{ Ом}$$

Загальний опір заземлення:

$$R_{\text{заг}} = \frac{0,11 \cdot 0,058}{0,11 + 0,058} = 0,0381 \text{ Ом}$$



Опір, який виникає при розподілі струму через захисний пристрій становить 0,038 Ом, що відповідає вимогам для пристроїв з напругою до 1000 В, оскільки в цьому випадку значення 0,038 Ом менше за 5 Ом.

### **3.5. Вибір типу та визначення необхідної кількості вогнегасників**

Вибір типу та кількості вогнегасників для автотранспортного підприємства є важливим аспектом забезпечення пожежної безпеки. При цьому важливо враховувати різноманітні фактори, такі як типи транспортних засобів, їх кількість, розміщення, можливі загрози пожежі та особливості території підприємства.

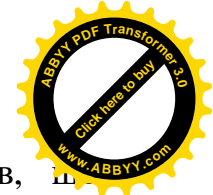
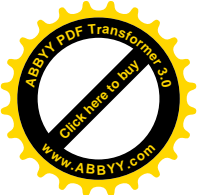
Спочатку потрібно провести аналіз ризиків і визначити потенційні джерела загорянь на автотранспортному підприємстві. Після цього можна визначити типи вогнегасників, які найбільш підходять для боротьби з цими загрозами. Наприклад, для транспортних засобів можуть бути використані портативні порошкові вогнегасники, а для пожеж у будівлях - водяні або вуглекислотні вогнегасники.

Потім слід визначити кількість вогнегасників, яка необхідна для задоволення пожежної безпеки на підприємстві. Це може визначатися з урахуванням площі приміщень, кількості транспортних засобів, їх розміщення та інших факторів. Зазвичай рекомендується розміщувати вогнегасники на достатній відстані один від одного для швидкого доступу у випадку пожежі.

Крім того, важливо забезпечити правильне обслуговування та періодичну перевірку вогнегасників, а також навчання персоналу використовувати їх ефективно у випадку пожежі.

Для розрахунків у бакалаврській роботі припускається, що виробничий корпус відноситься до категорії «В» з наявністю горючих газів і рідин (це означає високий рівень вибухопожежної та пожежної небезпеки), а також клас можливої пожежі - «В».

Вибір типу і необхідної кількості вогнегасників для оснащення об'єктів проводиться на підставі галузевих правил пожежної безпеки, норм



технологічного проектування та інших нормативно-правових актів, визначають вимоги до оснащення об'єктів вогнегасниками (зокрема, Наказ Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи від 2 квітня 2004 року № 151 «Типові норми належності вогнегасників»).

Вибір типу та необхідної кількості вогнегасників проводиться відповідно до норм належності, які викладені у методичних вказівках (вага 5 кг).

Наприклад, для площі виробничого корпусу рівною 1127 м<sup>2</sup> (який відноситься до категорії «В» з наявністю горючих газів і рідин) кількість порошкових переносних вогнегасників (з масою 50 кг) складе 4 штуки.

### **3.6. Безпека праці при виконання операцій ТО і ремонту автотранспортних засобів**

Безпека праці під час виконання операцій з технічного обслуговування (ТО) і ремонту автотранспортних засобів в Україні є однією з найважливіших аспектів, оскільки це пов'язано з ризиком травматизму для персоналу та можливою загрозою для їхнього здоров'я. Уряд України і спеціальні організації приділяють велику увагу нормативним актам і правилам, що стосуються безпеки праці в цій галузі.

Основні принципи безпеки праці при ТО і ремонті автотранспортних засобів включають:

1. Навчання та підготовка персоналу: Усі працівники, які займаються ТО і ремонтом автотранспортних засобів, повинні пройти відповідну підготовку та отримати необхідні навички для безпечного виконання своїх обов'язків.

2. Використання захисного обладнання: Робочий персонал повинен користуватися необхідним захисним спорядженням, таким як захисні окуляри, респіратори, рукавички та інше обладнання для запобігання травмам та отруєнням.



3. Проведення періодичних оглядів обладнання: Всі пристрої обладнання, які використовуються для ТО і ремонту, повинні регулярно перевірятися на відповідність стандартам безпеки та проходити періодичні технічні огляди.

4. Організація робочого місця: Робоче місце повинно бути організоване таким чином, щоб уникнути можливих аварій та травм. Наприклад, необхідно підтримувати порядок, уникати перешкод на робочій ділянці та забезпечувати належне освітлення.

5. Дотримання технологічних процесів: Працівники повинні дотримуватися технологічних процесів і інструкцій з техніки безпеки при виконанні операцій з ТО і ремонту автотранспортних засобів.

Ці заходи спрямовані на мінімізацію ризику травм та нещасних випадків під час ТО і ремонту автотранспортних засобів і забезпечення безпечних умов праці для всього персоналу.

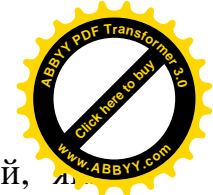
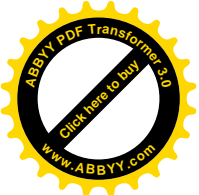
### **3.7. Заходи безпеки при надзвичайних ситуаціях**

Заходи безпеки при надзвичайних ситуаціях є невід'ємною частиною планування та організації безпеки на будь-якому об'єкті. Ці заходи передбачають навчання персоналу діяти ефективно та безпечно в умовах кризових ситуацій, а також підготовку до непередбачуваних обставин. Основні аспекти заходів безпеки включають:

1. План евакуації: Розробка детального плану евакуації з об'єкту, який включає шляхи виходу, зони збору, маршрути та процедури евакуації. Цей план повинен бути доступним для всього персоналу та періодично переглядатися та вдосконалюватися.

2. Навчання персоналу: Проведення тренувань та навчання персоналу щодо процедур дій у випадку надзвичайних ситуацій, включаючи евакуацію, використання засобів пожежогасіння, першу допомогу та взаємодію з екстреними службами.

3. Створення екстрених команд: Формування екстрених команд або бригад, які відповідають за виконання певних завдань у випадку



надзвичайних ситуацій. Ці команди можуть включати групи людей, які відповідають за евакуацію, пожежогасіння, медичний захист тощо.

4.Перевірка обладнання та систем: Регулярна перевірка та технічне обслуговування систем безпеки, таких як системи пожежогасіння, сигналізації про надзвичайні ситуації, аварійне освітлення та інші засоби захисту.

5.Підготовка до можливих загроз: Аналіз можливих ризиків та загроз та розробка стратегій та планів дій для їхнього запобігання або мінімізації наслідків.

6.Взаємодія з екстреними службами: Встановлення зв'язку та взаємодія з місцевими екстреними службами, такими як пожежна охорона, медичні служби та правоохоронні органи, для оперативного реагування на надзвичайні ситуації.

7.Психологічна підготовка: Надання підтримки та навчання персоналу психологічним прийомам та методам для ефективного керування стресом та





## ВИСНОВКИ

У даній бакалаврській роботі були виконані всі необхідні розрахунки відповідно до методичних вказівок. Це включає визначення складу автопарку підприємства на основі цих машин, а також аналіз технологічних параметрів виробничо-технічної бази підприємства. Враховуючи обрану модель автокрану, було розраховано кранову установку та обрано відповідну модель пересувної майстерні для проведення технічного обслуговування та поточного ремонту цієї техніки. Також був здійснений розрахунок розділу з охорони праці.

