

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інженерії машин, споруд та технологій

(назва факультету)

Автомобілів

(повна назва кафедри)

# КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Вдосконалення технологічного процесу щоденного технічного обслуговування вантажних автомобілів

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи МАЗ-41  
спеціальності 274

«Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

Шадура С.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Гевко Ів. Б.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Слободян Л.М..

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Зав. кафедри

Цьонь О.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Бабій А.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Факультет Факультет інженерії машин, споруд та технологій  
(повна назва факультету)

Кафедра Кафедра автомобілів  
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Цьонь О.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«24» січня 2023 р.

## ЗАВДАННЯ

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр  
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт»  
(шифр і назва спеціальності)

студенту Шадурі Сергію Петровичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Вдосконалення технологічного процесу щоденного технічного обслуговування вантажних автомобілів

Керівник роботи Гевко Іван Богданович, д.т.н., професор  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 24 » січня 2023 року № 4/7-66

2. Термін подання студентом завершеної роботи 13 червня 2023

3. Вихідні дані до роботи Базовий технологічний процес ТО автомобіля ГАЗ-53

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1 Загально-технічний розділ. 2 Технологічний розділ. 3 Конструкторський розділ.

4 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Установка для миття вантажних автомобілів. Складальне креслення – 3 листа А1

Конвеєр ланцюговий – 2 лист А1;

Загальна компоновка установки Складальне креслення –1 лист А1;

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.	к.т.н. доц. Сенчишин В.С.		

7. Дата видачі завдання 24 січня 2023р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально-технічний розділ	11.03.2023	
2	Технологічний розділ	25.03.2023	
3	Конструкторський розділ	14.04.2023	
4	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	15.05.2023	
5	Оформлення графічної частини	23.05.2023	
6	Захист бакалаврської роботи	16.06.2023	

Студент

(підпис)

Шадуро С.П.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Гевко Ів.Б.

(прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

В представленій кваліфікаційній роботі розроблено виробничий процес щоденного технічного обслуговування вантажних автомобілів.

В першому розділі дана загальну характеристику вантажних автомобілів, а також проаналізовано виробничу програму і періодичність ТО і ремонту автомобілів.

В другому розділі проведено розрахунки і обґрунтування вибору форми та методів організації технологічного процесу, проведено розрахунок параметрів однопредметної потокової лінії.

В конструкторському розділі розглянуто технічне переобладнання в зоні ТО, наведено розрахунок конструктивних параметрів елементів вузлів та організацію робіт по щоденному огляду та обслуговуванню автомобілів.

Також в роботі розглянуті питання з охорони праці та безпеки життєдіяльності.

## ЗМІСТ

<b>РЕФЕРАТ</b>	4
<b>ЗМІСТ</b>	5
<b>ВСТУП</b>	7
<b>1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ</b>	8
1.1 Характеристика вантажних автомобілів	8
1.2 Розрахунок виробничої програми підприємства	11
<b>2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ</b>	14
2.1 Розрахунок кількості ТО і ремонту.	14
2.2 Розрахунок необхідної кількості робітників	19
2.3 Організаційна структура управління підприємством	22
2.4 Організація виробничого процесу щоденного обслуговування автомобілів марки ГАЗ-53 і ЗІЛ-130	24
2.4.1 Розрахунок кількості робочих місць в зоні технічного обслуговування (ТО)	24
2.4.2 Обґрунтування і вибір форми організації виробничого процесу	24
2.4.3 Розрахунок основних параметрів однопредметної потокової лінії	25
2.4.4 Розрахунок кількості робітників-ремонтників	27
<b>3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ</b>	28
3.1 Опис конструкції та принципу роботи запропонованого устаткування	28
3.2 Розрахунок основних параметрів технологічного устаткування	29
3.2.1 Розрахунок установки для миття вантажних автомобілів	29
3.2.1.1 Визначення діаметру насадки	29
3.2.1.2 Розрахунок меж зони очищення	30
3.2.1.3 Розрахунок струменевого вертикального колектора	31
3.2.1.4 Визначення витрати води на миття автомобіля	33
3.2.1.5 Розрахунок продуктивності мийної установки	34

3.2.2 Розрахунок основних параметрів штовхаючого ланцюгового конвеєра	35
3.2.2.1 Розрахунок тягового зусилля на приводній зірочці	35
3.2.2.2 Вибір тягового ланцюга	36
3.2.2.3 Кінематичний розрахунок елементів приводу конвеєра	37
3.2.2.4. Визначення передавальних чисел приводу	39
3.2.2.5. Обґрунтування та вибір основних параметрів редуктора	39
3.2.2.6. Визначення кутових швидкостей, частот обертання і крутних моментів на валах редуктора	40
3.2.2.7 Розрахунок клиноремінної передачі	42
<b>4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ</b>	<b>45</b>
4.1 Характеристика дільниці з точки зору охорони праці та заходи по покращенню умов праці і техніки безпеки для дільниці	45
4.2 Шкідливі виділення в ремонтних цехах	48
4.3 Техніка безпеки при фарбуванні виробів	51
<b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ</b>	<b>54</b>
<b>БІБЛІОГРАФІЯ</b>	<b>55</b>

## ВСТУП

При потребі перевезень автомобільний транспорт займає основне місце в сільському господарстві. На вантажні перевезення припадає близько 80%, а на пасажирські 75%.

При щоденному використанні, як вантажних так і пасажирський видів транспорту виникає потреба в щоденному техогляді. Саме тому розроблення ефективного технологічного процесу щоденного обслуговування є запорукою того, що транспортні засоби будуть експлуатуватись без довгих перерв на ТО.

Вдосконалення технологічного процесу дозволяє отримати, як грошову так і операційну ефективність прийнятих рішень, оскільки зменшення часу на ТО скорочує грошові витрати на неї.

## 1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 1.1. Характеристика вантажних автомобілів

Вантажні автомобілі призначені для серійної експлуатації в народному господарстві, в тому числі в сільськогосподарському виробництві. До вантажних автомобілів масового виробництва, які широко експлуатуються, відносяться автомобілі марки ГАЗ ( ГАЗ-53, як базовий варіант, та його модифікації ГАЗ-53-07, ГАЗ-53-70, ГАЗ-53-50, ГАЗ-53-02, ГАЗ-53-40, ГАЗ-53-11). Модифіковані варіанти даного автомобіля використовуються для експорту, для самоскидів, автобусів, автомобілів спеціального призначення.

Широко експлуатуються вантажні автомобілі на базі моделі ЗІЛ-130. Основне функціональне призначення даних автомобілів – перевезення вантажів на різних дорогах, як з твердим покриттям так і при його відсутності. Використовують дані автомобілі інколи у складі автопоїзда. Серед модифікацій даного автомобіля – ЗІЛ-130Г-76, ЗІЛ-130ГУ-76, ЗІЛ-130С, ЗІЛ-138. До відмінностей даних модифікацій автомобілів марки ЗІЛ відносяться – наявність довгої несучої бази, можливість працювати в умовах півночі, тобто при низьких температурах, з можливістю використання газових балонів.

До вантажних автомобілів з підвищеною вантажопідйомністю відносяться автомобілі марки КРАЗ. Типовий представник – це вантажний автомобіль марки КРАЗ-257. Серед модифікацій даної марки автомобіля слід віднести автомобілі моделі КРАЗ-257Б1 (наявність в даній конструкції роздільного приводу гальм, а також полярний варіант даного автомобіля – КРАЗ-257Б1С.

Для перевезення габаритних та неподільних вантажів, як правило, використовують вантажні автомобілі марки МАЗ. Зокрема, автомобіль марки МАЗ-500 має можливість буксирувати причіп із вантажем загальною масою біля 12 тонн. По конструкції це двовісний вантажний автомобіль із приводом



на задню вісь та бортовою платформою. Завдяки використанню схеми «кабіна над двигуном» значно зменшилась його база та загальна довжина, що призвело до суттєвого збільшення вантажної платформи, а отже і вантажопідйомності. Завдяки можливості перекидання кабіни на кут  $45^\circ$  стало можливим забезпечити максимальний доступ до основних механізмів та систем двигуна. Кабіна даного автомобіля виготовлена із цільнометалевих штампованих панелей з'єднаних з використанням точкової зварки, закритого типу, тримісна із спальним місцем водія.

Таблиця 1.1 – Коротка технічна характеристика рухомого складу вантажних автомобілів

<i>Показники</i>	<i>ГАЗ-53</i>	<i>ЗІЛ-130</i>	<i>МАЗ-500</i>	<i>КРАЗ-257</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
<i>Колісна формула</i>	<i>4x2</i>	<i>4x2</i>	<i>4x2</i>	<i>6x4</i>
<i>Вантажопідйомність, т</i>	<i>4</i>	<i>6</i>	<i>7,5</i>	<i>12</i>
<i>Власна маса, кг</i>	<i>3250</i>	<i>4300</i>	<i>6500</i>	<i>10270</i>
<i>Повна маса, кг</i>	<i>7400</i>	<i>10525</i>	<i>14225</i>	<i>22500</i>
<i>Габарити, мм: довжина</i>	<i>6400</i>	<i>6675</i>	<i>7330</i>	<i>9660</i>
<i>ширина</i>	<i>2380</i>	<i>2500</i>	<i>2650</i>	<i>2650</i>
<i>висота</i>	<i>2220</i>	<i>2335</i>	<i>2640</i>	<i>2665</i>
<i>База, мм</i>	<i>3700</i>	<i>3800</i>	<i>3850</i>	<i>5750</i>
<i>Колія, мм: передніх коліс</i>	<i>1630</i>	<i>1800</i>	<i>1950</i>	<i>1950</i>
<i>задніх коліс</i>	<i>1690</i>	<i>1790</i>	<i>1900</i>	<i>1920</i>
<i>Дорожній просвіт, мм:</i>				
<i>під передньою віссю</i>	<i>–</i>	<i>–</i>	<i>295</i>	<i>–</i>
<i>під задньою віссю</i>	<i>–</i>	<i>–</i>	<i>300</i>	<i>–</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
<i>Мінімальний радіус повороту, м</i>	<i>8,0</i>	<i>8,3</i>	<i>–</i>	<i>–</i>

продовження таблиці 1.1

Максимальна швидкість, км/ч	80	90	75	68
Контрольна витрата палива, л/100км	24	26	22	38
Модель двигуна	ЗМЗ-53	ЗІЛ-130	ЯМЗ-236	ЯМЗ-238
Тип двигуна	карб., V8	карб., V8	дизель V6	дизель V8
Діаметр циліндра, мм	92	100	130	130
Хід поршня, мм	80	95	140	140
Робочий об'єм, см <sup>3</sup>	4250	6000	11150	14860
Ступінь стискування	6,7	6,5	16,5	16,5
Потужність, кВт/л.с. при об/мин	85/116 3200	110/150 3100	132/180 2100	176,5/240 2100
Момент, що крутить, Н·м при об/мин	284,4 2000	– –	637 1500	882,6 1500
Зчеплення	однодисковое сухе			дводискове, сухе
Коробка передач	М4	М5	М5	М5
Передавальні числа : I	6,48	7,44	–	5,26
II	3,09	4,10	–	2,90
III	1,71	2,29	–	1,52
IV	1,0	1,47	–	1,0
V	–	1,0	–	0,66
з.х.	7,9	7,09	–	5,48
Головна передача	6,83	6,45	7,73	8,21
Число коліс	6+1	6+1	6+1	10+1

## 1.2 Розрахунок виробничої програми підприємства

Число автомобілів, які потребують ТО, являється основним показником робочої програми відповідно на рік, добу або зміну. В головному сезонному обслуговуванні на протязі року дається два рази, але саме сезонне обслуговування в головному технічному обслуговуванні не береться до уваги. В процесі ремонту загальна кількість ТО не враховується. При ТР зупинка рухомого складу, показник кількості робіт визначається за базовими даними на 1000 км пробігу авто.

До найбільш використовуваних методик розрахунку технологічної програми є методика, яка бере циклічні пробіги автомобіля і основні ремонти. Потрібні дані, для розрахунку виробничої програми приведені в таблиці 1.2.

В документах про ТО і ремонт автомобілів визначають показники пробігу між ТО та ремонтом для визначення потрібної кількості ТО і ремонтів. В таблиці 1.2 приведенні дані, які стосуються до розрахунку автомобіля.

Таблиця 1.2 – Початкові дані для розрахунку виробничої програми

Найменування і позначення показників	ГАЗ-53	ЗІЛ-130	МАЗ-500	КРАЗ-257
1	2	3	4	5
Загальна кількість автомобілів, $A_{сп}$ , од.	66	48	53	59
Середній пробіг за добу, $L_{сс}$ , км.	170	180	150	160
Кількість днів роботи в році, $D_{рг}$ , дн.	254	254	254	254
Нові автомобілі, $A_n$ , од.	20	10	8	12
Показник автомобілів, що пройшли ремонт, АКР, од.	46	38	45	47

Пробіг нових автомобілів від початку роботи у співвідношенні до пробігу капремонту, $L_{cp.н}$	до 0,25	0,5-0,75	0,25-0,5	до 0,25
Середній пробіг нових автомобілів від початку роботи у співвідношенні до пробігу капремонту, $L_{cp.кр}$	1,5-1,75	1,25-1,5	1,25-1,5	1,05-1,25
Умови експлуатації по категоріям	3	2	2	3
Район клімату	помірний	помірний	помірний	помірний

Для автомобіля ГАЗ-53 пробіг до першого ТО складає 2500 км, до другого – 12000 км, до технічного ремонту – 26000 км. Враховуючи із вище вказаної таблиці кліматичні умови та категорію його експлуатацію і взявши середньодобовий пробіг можемо провести корегування видів ремонту та ТО за наступними формулами:

$$L_1 = L_{1н} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3; \quad (1.1)$$

$$L_2 = L_{2н} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (1.2)$$

де  $L_{1н}$ ,  $L_{2н}$  – періодичність першого та наступного ТО, км;

$K_1$ – показник, що враховує зміну категорій та умов експлуатації на покази пробігу між ТО;

$K_2$ – показник, що враховує необхідну модель автомобіля і умови його експлуатації;

$K_3$ – показник, що враховує кліматичні умови на експлуатацію авто.

Приймаємо значення показника  $K_1 = 0,8$ ,  $K_2 = 1,0$ ,  $K_3 = 1,0$  [1].

$$L_1 = 3000 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2400 \text{ км.};$$

$$L_2 = 12000 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 9600 \text{ км.}$$

Відповідно до середнього пробігу за добу автомобіля приймаємо наступні значення  $L_1 = 2380$  км. і  $L_2 = 9520$  км.

Показники пробігу автомобіля до капремонту, із врахуванням періодичності його роботи, корелюється за наступною формулою.

$$L_k = \left( \frac{L_{кн} \cdot A_n + 0,8 \cdot L_{кн} \cdot A_{кр}}{A_{сн}} \right) \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (1.3)$$

де  $L_{кн}$ — значення величини пробігу автомобіля до капремонту, км.

$$L_k = \left( \frac{250000 \cdot 20 + 0,8 \cdot 250000 \cdot 46}{66} \right) \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 172121 \text{ км.}$$

У відповідності до періоду кратності другого ТО одержуємо

$$L_k = 18 \cdot 9520 = 171360 \text{ км.}$$

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Розрахунок кількості ТО і ремонту.

Кількість ТО та ремонтів одиничного автомобіля знаходимо за наступними формулами

$$N_{\kappa} = \frac{L_{\kappa}}{L_{\psi}} = 1, \quad (2.1)$$

$$N_2 = \frac{L_{\kappa}}{L_2} - N_{\kappa}, \quad (2.2)$$

$$N_1 = \frac{L_{\kappa}}{L_1} - (N_{\kappa} + N_2), \quad (2.3)$$

$$N_{EO} = \frac{L_{\kappa}}{L_{EO}} = \frac{L_{\kappa}}{L_{cc}} \quad (2.4)$$

де  $L_{\psi}$  – відповідний пробіг автомобіля до капремонту, км.;

$N_{\kappa}$ ,  $N_2$ ,  $N_1$ ,  $N_{EO}$  – відповідні значення капремонтів, технічних обслуговувань та експлуатаційних обслуговувань автомобіля

$$N_2 = \frac{171360}{9520} - 1 = 17,$$

$$N_1 = \frac{171360}{2380} - (1 + 17) = 54,$$

$$N_{EO} = \frac{171360}{170} = 1008$$

Якщо порівняти пробіг за рік і за один цикл роботи він може бути як меншим так і більшим. Однак виробничу програму підприємство розраховує в основному на рік. В нашому випадку значення кількості ТО та ремонтів автомобілів нам потрібно розрахувати на рік при використанні відповідного показника переходу. Після знаходження показника практичної готовності автопарку  $\alpha_m$  визначають показник переходу. Значення показника технічної готовності авто знаходимо за наступною формулою.

$$\alpha_m = \frac{D_{э.ц}}{D_{э.ц} + D_{р.ц}}, \quad (2.5)$$

де  $D_{э.ц}$  – період експлуатації автомобіля за цикл, дні;

$$D_{э.ц} = \frac{L_k}{L_{cc}}, \quad (2.6)$$

$D_{р.ц}$  – період простою автомобіля при ремонті та технічному обслуговуванні за цикл, дні;

$$D_{р.ц} = D_k + D_{ТО-ТР} \frac{L_k}{1000} \cdot K'_4, \quad (2.7)$$

де  $D_k$  – період неробочих днів автомобіля при капремонті, дні;

$D_{ТО-ТР}$  – період простою автомобіля при ТО та ремонті за 1000 км. пробігу, дні;

$K_4$  – показник, який враховує співвідношення величини пробігу автомобіля з початку експлуатації та величини вимушеного простою в поточному ремонті

$$K'_4 = \frac{K'_{4н} \cdot A_n + K'_{4кр} \cdot A_{кр}}{A_{cn}} \quad (2.8)$$

де  $K_{4н.}$ ,  $K_{4кр.}$  – показники коректування відповідно нових автомобілів та автомобілів, які пройшли капітальний ремонт

$$K_{4н.} = 0,7, K_{4кр.} = 1,3 [1].$$

$$K'_4 = \frac{0,7 \cdot 20 + 1,3 \cdot 46}{66} = 1,12.$$

Відповідні значення параметрів питомого простою автомобіля в ТО-2 і ТР ДТО-ТР і простою автомобіля при капремонті  $D_k$  приймаємо за відповідними даними

Приймаємо значення  $D_{ТО-ТР} = 0,5$  дн/1000 км.,  $D_k = 15$  днів.

Після визначення показника  $K_4$ , за формулою (1.10) визначається необхідна кількість днів простою при ремонті та технічному обслуговуванні за цикл

$$D_{p.ц} = 15 + 0,4 \frac{171360}{1000} \cdot 1,12 = 91,8.$$

Кількість днів експлуатації автомобіля за цикл визначаємо за формулою 2.7

$$D_{э.ц} = \frac{171360}{170} = 1008 \text{ днів.}$$

При відомих значеннях параметрів  $D_{p.ц}$  і  $D_{э.ц}$ , за формулою 2.6 визначаємо значення показника технічної готовності автомобіля

$$\alpha_m = \frac{1008}{1008 + 91,8} = 0,92.$$

За даними  $\alpha_m$ , значення кількості робочих днів автопідприємства в поточному році  $D_{pз}$  та середньодобового пробігу автомобіля  $L_{cc}$  йогорічний пробіг визначається за формулою

$$L_z = D_{pз} \cdot \alpha_m \cdot L_{cc}, \quad (2.9)$$

$$L_{\bar{a}} = 254 \cdot 0,92 \cdot 170 = 39726 \text{ км.}$$

Співвідношення циклу до року визначається відповідним показником переходу

$$\eta_z = \frac{L_z}{L_k}, \quad (2.10)$$

$$\eta_{\bar{a}} = \frac{39726}{171360} = 0,232.$$

Кількість робочих днів на експлуатацію одного автомобіля в рік складає

$$N_{EOz} = N_{EO} \cdot \eta_z, \quad (2.11)$$

$$N_{1z} = N_1 \cdot \eta_z \quad (2.12)$$

$$N_{2z} = N_2 \cdot \eta_z, \quad (2.13)$$

$$N_{EOz} = 1008 \cdot 0,232 = 234,$$

$$N_{1z} = 54 \cdot 0,232 = 13,$$

$$N_{2z} = 17 \cdot 0,232 = 4.$$



Для визначення річної програми технічного обслуговування автомобілів необхідно перемножити одержані результати на облікову кількість автомобілів автопідприємства.

$$\sum N_{EO_2} = N_{EO_2} \cdot A_{cn}, \quad (2.14)$$

$$\sum N_{1_2} = N_{1_2} \cdot A_{cn}, \quad (2.15)$$

$$\sum N_{2_2} = N_{2_2} \cdot A_{cn}. \quad (2.16)$$

$$\sum N_{EO_2} = 234 \cdot 66 = 15444,$$

$$\sum N_{1_2} = 13 \cdot 66 = 858,$$

$$\sum N_{2_2} = 4 \cdot 66 = 264.$$

Визначення загальної трудомісткості основних видів технічних операцій

$$t_1 = t_{1H} \cdot K_2 \cdot K_5, \quad (2.17)$$

$$t_2 = t_{2H} \cdot K_2 \cdot K_5, \quad (2.18)$$

$$t_{EO} = t_{EOH} \cdot K_2 \cdot K_5 \quad (2.19)$$

де  $t_{1H}$ ,  $t_{2H}$ ,  $t_{EOH}$ — потрібні значення нормативних показників трудомісткості виконання робіт для одного ЕО, ТО-1 і ТО-2, .;

$K_5$ — коефіцієнт, який враховує наявну кількість автомобілів на даному підприємстві.

Приймаємо  $t_{1H} = 2,2$  .,  $t_{2H} = 9,1$  .,  $t_{EOH} = 0,42$  .,  $K_2 = 1,0$ ,  $K_5 = 1,15$  [1].

$$t_1 = 2,2 \cdot 1,0 \cdot 1,15 = 2,53.$$

$$t_2 = 9,1 \cdot 1,0 \cdot 1,15 = 10,47.$$

$$t_{EO} = 0,42 \cdot 1,0 \cdot 1,15 = 0,48..$$

За відповідною формулою визначаємо нормативні параметри питомої трудомісткості ТР, tТР, ./1000 км.,

$$t_{TP} = t_{TPH} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5, \quad (2.20)$$

де  $t_{TPH}$ — значення нормативу питомої трудомісткості ТР,  $t_{TPH} = 3,7$  ./1000 км. [1];

$K_1, K_2, K_3, K_5$ — відповідні показники для коректування значення трудомісткості,  $K_1 = 1,2, K_2 = 1,0, K_3 = 1,0, K_5 = 1,15$  [1];

$K_4$ — показник, який визначає трудомісткість технічного ремонту в залежності від пробігу автомобілів з початку експлуатації

$$K_4 = \frac{K_{4н} \cdot A_n + K_{4кр} \cdot A_{кр}}{A_{сн}}, \quad (2.21)$$

де  $K_{4н}, K_{4кр}$ — відповідні показники для коректування нових автомобілів та автомобілів, які пройшли капітальний ремонт

$$K_{4н} = 0,4, K_{4кр} = 1,6 \text{ [1]}.$$

$$K_4 = \frac{0,4 \cdot 20 + 1,6 \cdot 46}{66} = 1,24$$

Трудомісткість технічного ремонту визначається за формулою 1.23 при відомому значенні показника  $K_4$ ,

$$t_{TP} = 3,7 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,24 \cdot 1,15 = 6,33 \text{ люд.год} / 1000 \text{ км}.$$

Формули для визначення обсягу робіт по окремих видах технічного обслуговування та ремонту автомобілів в рік

$$T_{EO_2} = \sum N_{EO_2} \cdot t_{EO}, \quad (2.22)$$

$$T_{1_2} = \sum N_{1_2} \cdot t_1, \quad (2.23)$$

$$T_{2_2} = \sum N_{2_2} \cdot t_2 \quad (2.24)$$

$$T_{TP_2} = \frac{L_2}{1000} \cdot t_{TP} \cdot A_{сн}. \quad (2.25)$$

$$T_{EO_2} = 15444 \cdot 0,48 = 7413,1.$$

$$T_{1_2} = 858 \cdot 2,53 = 2170,7 .;$$

$$T_{2_2} = 264 \cdot 10,47 = 2764,1 .;$$

$$T_{TP_2} = \frac{39726}{1000} \cdot 6,33 \cdot 66 = 16596,7 ..$$

Як правило в розрахунках не враховують трудомісткість сезонної технічної експлуатації через незначну її величину. В основному на автопідприємствах програма робіт по технічній експлуатації і ремонту

автомобілів, як правило, залежить від марки автомобіля, умов та інтенсивності його експлуатації, рівня організації процесів механізації та автоматизації. Поряд з цим на автопідприємстві ведеться комплекс робіт по самообслуговуванні підприємства, ремонту та обслуговуванню відповідного обладнання та оснащення (верстатного, енергетичного, силового, технологічного), будівельні роботи, ремонти споруд, водопроводів та інші.

Обсяг виконуваних робіт по самообслуговуванню підприємства, як правило приймається в процентному відношенні від сумарної трудомісткості робіт по технічному обслуговуванню і ремонту автомобільного парку

$$T_{сам} = (T_{EO_2} + T_{1_2} + T_{2_2} + T_{TP_2}) \cdot \frac{K_c}{100}, \quad (2.26)$$

де  $K_c$  – обсяг робіт виконуваних при самообслуговуванню підприємства

$$K_c = 15\% [2].$$

$$T_{сам} = (7413,1 + 2170,7 + 2764,1 + 16596,7) \cdot \frac{15}{100} = 4341,7 ..$$

В результаті сумарна трудомісткість всіх видів робіт технічного обслуговування і технічного ремонту із врахуванням відповідних робіт по самообслуговуванню автопідприємства складає

$$T_2 = T_{EO_2} + T_{1_2} + T_{2_2} + T_{TP_2} + T_{сам}, \quad (2.27)$$

$$T_2 = 7413,1 + 2170,7 + 2764,1 + 16596,7 + 4341,7 = 33286,3 ..$$

## 2.2 Розрахунок необхідної кількості робітників

На підприємстві робітники поділяються на дві групи перша – явочна, яка потрібна для проведення ТО і повну (штатна). Потрібна кількість робітників для проведення ТО визначається за формулою:

$$P_я = \frac{T_2}{\Phi_м}, \quad (2.28)$$

де  $\Phi_м$  – встановлений фонд часу за рік робочого місця або відповідно технологічно необхідного робочого, год;

$$\Phi_m = (D_{кз} - D_e - D_n) \cdot 7 - D_{nm} \cdot 6, \quad (2.29)$$

де  $D_{кз}$ —календарні дні в році;

$D_e$ — вихідні дні в році;

$D_n$ — святкові дні в році;

$D_{nm}$ — суботні і передсвяткові дні в році.

Приймаємо  $D_{кз} = 365$  дн.,  $D_e = 52$  дн.,  $D_n = 8$  дн.,  $D_{nm} = 10$  дн. [2].

$$\Phi_m = (365 - 52 - 8) \cdot 7 - 10 \cdot 6 = 2075 \text{ год.}$$

Необхідну кількість технологічних робітників визначаємо за формулою 2.29

$$P_{я} = \frac{33286,3}{2075} = 16 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість штатних робітників,  $P_{ш}$ , чол, визначається за формулою

$$P_{ш} = \frac{T_z}{\Phi_p}, \quad (2.30)$$

де  $\Phi_p$ — фонд часу за рік штатного робочого, год

$$\Phi_p = \Phi_m - (D_{от} + D_{yn}) \cdot 7, \quad (2.31)$$

де  $D_{от}$ —період відпусток, встановлений для робітника даної професії, дні;

$D_{yn}$ — число прогулів по поважних причинах, дні;

Приймаємо  $D_{yn} = 17$  дн. [2],  $D_{от} = 18$  дн. [3].

$$\Phi_p = 2075 - (18 + 17) \cdot 7 = 1830 \text{ год.}$$

Загальна кількість штатних робітників визначається за формулою 2.31

$$P_{ш} = \frac{33286,3}{1830} = 18 \text{ чол.}$$

Показник штатності

$$\eta_{шт} = \frac{\Phi_p}{\Phi_m}, \quad (1.35)$$

$$\eta_{шт} = \frac{1830}{2075} = 0,88.$$

Аналогічні розрахунки основних показників виробничої програми проводяться також для автомобілів марок ЗІЛ-130, МАЗ-500 і КРАЗ-257. Результати розрахунків представлені в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Результати розрахунку виробничої програми

Найменування і позначення показників	ГАЗ-53	ЗІЛ-130	МАЗ-500	КРАЗ-257
1	2	3	4	5
Періодичність ТО, км.				
ТО-1, L1	2350	2500	2500	2500
ТО-2, L2	9550	10500	10500	9500
ТР, Lк	17560	22500	18500	17500
Програма за рік				
ЕО, Унеог	15454	10548	12537	13551
ТО-1, Уn1г	855	558	550	659
ТО-2, Уn2г	265	152	155	235
Трудомісткість				
ТО-1, t1, .	2,55	3,51	3,51	4,53
ТО-2, t2, .	15,47	15,42	15,57	165
ЕО, tЕО, .	0,58	0,55	0,55	0,55
ТР, tТР, ./1000 км.	6,53	6,51	9,59	9,55
Об'єм робіт з один рік, .				
ЕО, Теог	7453,1	5651,0	4258,0	7536,4
ТО-1, Т1г	2150,7	1652,1	2572,3	2515,5
ТО-2, Т2г	2754,1	2385,6	2553,3	3950,8
ТР, Ттрг	16556,7	11538,5	17592,1	20573,5
Тсам	4351,7	3510,9	3595,4	5257,4

продовження

Загальна трудомісткість усіх різновидів робіт, Тг, .	33286,3	24617,1	30631,1	40383,6
Фонд з рік часу робочого місяця або технічно потрібного робочого, Фм, ч	2575	2575	2575	2575
Кількість технічно потрібних робочих, Ря, чіл.	15	15	55	15
Фонд за рік часу штатного робочого, Фр, ч	1830	1530	1830	1830
Загальна кількість робочих, Рш, чіл.	18	15	15	25

### 2.3 Організаційна структура управління підприємством

Загальне керівництво підприємством здійснюється головою правління, в розпорядженні якого основні засоби виробництва, здійснення підбору та розстановку кадрів, контроль діяльності відповідних робочих підрозділів, контроль за фінансовою дисципліною. В свою чергу головний інженер відповідає за технічний стан основних технічних засобів, перспективи розвитку технічної бази, своєчасне та якісне матеріально-технічне постачання. Крім цього він відповідає за матеріальні фонди, формує виробничий та технічний персонал підприємства.

На автопідприємстві також функціонує відділ технічного обслуговування та ремонту, так званий центр управління виробництвом (ЦУВ), який займається плануванням та оперативним управлінням виробничими процесами. Відповідні виробничі комплекси виконують роботи по технічному обслуговуванню та ремонту основних агрегатів та деталей, які зняті з автомобілів а також робити по виготовленню нових деталей.

Проблемами по підборі запасних частин, які необхідні для ремонтних

робіт, їх доставку на відповідні робочі місця яка здійснюється за допомогою відповідних транспортних засобів займаються бригади по підготовці виробництва. Даний відділ (ПТВ) займається розробкою планів та міроприємств по впровадженні нової техніки, сучасних виробничих процесів, науковою організацією праці, питаннями охорони праці та техніки безпеки, підвищення кваліфікації робітничих та інженерно-технічних кадрів. Згідно затвердженої структури автопідприємства начальник ПТВ являється першим заступником головного інженера.

В обов'язки ВГМ входять роботи по утримуванню будівель, технічних споруд, енергосилового господарства в належному технічному стані, технічному обслуговуванню та ремонту технологічного обладнання, устаткування, різального та вимірювального інструментів.

Організацією господарського складу, подачу заявок на безперебійне матеріально-технічне постачання необхідних матеріалів та устаткування, запасні частини та агрегати виконує відділ технічного постачання (ВТП), до складу якого входять агенти і техніка з постачання, завідувачки складами, комірники.

Якістю виконаних робіт всіма підрозділами на автопідприємстві та виконаними роботами підприємств, якими користується дане автопідприємство контролює відділ технічного контролю (ВТК). Даний відділ також проводить якісний контроль прийому і випуску автомобілів на лінію, аналізує причини несправностей автотранспорту. Як і всі структурні підрозділи технічної служби ВТК підпорядковується в адміністративному відношенні головному інженерові.

## 2.4 Організація виробничого процесу щоденного обслуговування автомобілів марки ГАЗ-53 і ЗІЛ-130

### 2.4.1 Розрахунок кількості робочих місць в зоні технічного обслуговування (ТО)

Кількість робочих місць в зоні ТО визначається по наступній залежності

$$m = \frac{\sum T_{EO\Gamma}}{F_D \cdot \eta_{zo}}, \quad (2.32)$$

де  $T_{EO\Gamma}$  – сумарний річний об'єм робіт по ТО для автомобілів ГАЗ-53 і ЗІЛ-130, .;

$T_{EO\Gamma} = 13054$  .;

$F_D$  – дійсний фонд часу за рік роботи устаткування,  $F_D = 2030$  год;

$\eta_{zo}$  – нормативний показник завантаження устаткування,  $\eta_{zo} = 0,8$  [12].

$$m = \frac{13054}{2030 \cdot 0,8} = 8,04.$$

Приймаємо  $m=8$  робочих місць, з них 3 робочих місця (заправка автомобілів стислим повітрям, моторним маслом, паливом) винесені за межі приміщення зони ТО.

### 2.4.2 Обґрунтування і вибір форми організації виробничого процесу

Кінцеве рішення щодо вибору якої форми організації буде виробничий процес затверджується на підстав потрібного добового об'єму до розрахункової продуктивності лінії при завантаженості не менше 65% і одній зміні робочої доби.

Знаходимо продуктивність за добу технологічної лінії:

$$Q = \frac{F_c}{T_{cp} \cdot 60} \cdot \eta_{zo}, \quad (2.33)$$



де  $F_c$  – добовий фонд часу оснщення,  $F_c = 476$  хв [12];

$T_{cp}$  – середнє значення трудомісткості основних операцій, ..

$$T_{cp} = \frac{\sum t_{ETO}}{\sum \Pi_o}, \quad (2.34)$$

де  $\sum t_{ETO}$  – сумарна трудомісткість ТО,  $\sum t_{ETO} = 1$ .

$$T_{cp} = \frac{1}{10} = 0,1 \dots$$

Отримавши середню трудомісткість головних операцій, за формулою (2.34) знаходимо продуктивність за добу лінії

$$Q = \frac{476}{0,1 \cdot 60} \cdot 0,8 = 63,47 \text{ авто.}$$

Приймаємо  $Q = 63$  автомобілі.

Оскільки отримана продуктивність технологічної лінії складає не менше 60% від заданого добового об'єму робіт по ЕО  $NEO_{cym} = 104$  то для нашого випадку застосування однопредметної потокової лінії доцільне.

### 2.4.3 Розрахунок основних параметрів однопредметної потокової лінії

Початковими даними для розрахунку параметрів однопредметної потокової лінії служить програма запуску автомобілів на лінію за період (місяць, доба, зміна), що розраховується, а також фонди і норми часу.

Добову програму запуску,  $N_{зан}$ , визначаємо за формулою

$$N_{зан} = N_{вып} \cdot \frac{100}{100 - \alpha}, \quad (2.36)$$

де  $N_{вып}$  – добова програма випуску;

$\alpha$  – технологічні витрати,  $\alpha = 5.10\%$  [14].

Приймаємо  $\alpha = 5\%$ .

Добова програма випуску відповідає добовій продуктивності технологічної лінії, тобто

$$N_{\text{вун}} = Q \quad (2.37)$$

$N_{\text{вун}} = 63$  автомобілі.

$$N_{\text{зан}} = 63 \cdot \frac{100}{100 - 5} = 66,3 \text{ авто.}$$

Приймаємо  $N_{\text{зан}} = 66$  автомобілів.

Денний дійсний час роботи лінії,  $F_{\text{д}}$ , год, знаходимо за формулою:

$$F_{\text{д}} = (F_{\text{к}} - T_{\text{н}}) \cdot c \quad (2.38)$$

де  $F_{\text{к}}$  – фонд часу за рік роботи за одну зміну,  $F_{\text{к}} = 8$  год.

$T_{\text{н}}$  – час дозволених перерв для віддыху і профілактичних міроприємств,  $T_{\text{н}} = 1$  год.

$c$  – число робочих змін за одну добу,  $c = 1$ .

$$F_{\text{д}} = (8 - 1) \cdot 1 = 7 \text{ год.}$$

Важливу роль в забезпеченні виконання заданого обсягу виробництва грає такт лінії, який визначається за формулою

$$\tau_{\text{нл}} = \frac{F_{\text{д}}}{N_{\text{зан}}}, \quad (2.39)$$

$$\tau_{\text{нл}} = \frac{7}{66} = 0,11 \text{ ч.}$$

Потрібну кількість робочих місць на лінії визначаємо за формулою

$$C_{\text{р}} = \frac{\sum t_{\text{EO}}}{\tau_{\text{нл}}} \quad (2.40)$$

де  $\sum t_{\text{EO}}$  – сумарна трудомісткість ТО за вирахуванням робіт вироблюваних за межами приміщення зони ТО, ..

Приймаємо  $\sum t_{\text{EO}} = 0,77$  люд.-год..

$$C_{\text{р}} = \frac{0,77}{0,11} = 7 \text{ робочих місць.}$$

#### 2.4.4 Розрахунок кількості робітників-ремонтників

За показниками трудомісткості усієї виробничої програми знаходимо явочну кількість ремонтних робітників у цілому по зоні ЕО

$$r_{я} = \frac{\sum T_{EOГ}}{F_{эф.р}}, \quad (2.41)$$

де  $F_{эф.р}$  – ефективний фонд часу за рік роботи одного робітника,  $F_{эф.р}=1860.1980$  год [12].

Приймаємо  $F_{эф.р}=1980$  год.

$$r_{я} = \frac{13054}{1980} = 6,6 \text{ роб.}$$

Приймаємо  $r_{я} = 7$  роб.

Облікову кількість робітників визначаємо за формулою

$$r_{cn} = r_{яв} \cdot K_{cn}, \quad (2.42)$$

де  $K_{cn}$  – показник, що враховує додаткове число робітників для підміни, що знаходяться у відпустці,  $K_{cn} = 1,13$  [12].

$$r_{cn} = 7 \cdot 1,13 = 7,9.$$

Приймаємо  $r_{cn} = 8$  роб.

Для нашого випадку в зоні ТО працює 8 робітників, з них 5 робітників – II розряду і 3 робітники – III розряду.

## 3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

### 3.1 Опис конструкції та принципу роботи запропонованого устаткування

Для оптимізації прибирально-мийних робіт і збільшення продуктивності зона ТО була дообладнана механізованою струменевою мийною установкою, а також конвеєром періодичної дії.

Механізована струменева установка для миття вантажних автомобілів складається з бічних трубчастих рам, чотирьох трубчастих бічних, коливних колектора, змонтованих попарно на фермах по обох сторонах канавок, і двох нижніх миючих колекторів, що коливаються, в які вкручені короткі шланги з сопловими насадками. Установка для миття автомобіля знизу аналогічна описаною вище, але у неї відсутні бічні колектори. Миючими механізмами установок є трубчасті колектори, до яких підведені короткі шланги з сопловими насадками, сполученими з повідковим кільцем, встановленим на пальці важеля. Колектори обох механізмів здійснюють дотичні рухи в підшипникових опорах у взаємно перпендикулярних площинах. Дотичні рухи колекторів передаються важелем повзунів, що переміщається в тій, що направляє. Повзун через храпове колесо редуктора приводить в обертальний рух важіль. Останній через повідкове кільце здійснює рух соплових насадок.

Для автоматизації включення і виключення двигунів насосів і миючих механізмів служать командоконтролери.

Штовхаючий конвеєр, що використовується в даному випадку складається з приводної і натяжної станції, тягових органів і направляючих шляхів.

Переміщують автомобілі за допомогою роликового штовхача, який передає зусилля, упираючись в заднє колесо. Як тяговий орган використовується втулково-роликовий ланцюг. Приводна станція служить

для приведення в рух тягового органу і складається з редуктора, електродвигуна, клиноременної передачі і провідної зірочки. Натяжна станція за допомогою гвинтового механізму регулює натяжні ланцюги. Автомобілі в'їжджають на конвеєр з боку натяжної станції.

Додатково оператор пов'язаний з постами за допомогою гучномовного зв'язку, через який він повідомляє про пуск конвеєра. Разом з цим перед пуском конвеєра може подаватися звуковий або світловий сигнал.

## **3.2 Розрахунок основних параметрів технологічного устаткування**

### **3.2.1 Розрахунок установки для миття вантажних автомобілів**

#### **3.2.1.1 Визначення діаметру насадки**

Виходячи з чисельності і типу рухомого складу, вибираємо для проектування і розрахунку струменеву мийну установку. Тиск води, що рекомендується, складає  $P=220$  м вод. ст.

Мінімальний діаметр насадки,  $d_n$ , м, розраховується по формулі:

$$d_n = \sqrt{4 \cdot v^2 \cdot \xi}, \quad (3.1)$$

де  $v$  – радіус струменя, м;

$\xi$  – показник стискування струменя,  $\xi=1$  [5].

Радіус струменя визначується із співвідношення

$$v = 2,7 \cdot d_3, \quad (3.2)$$

де  $d_3$  – діаметр частинок забруднення, м.

На підставі проведених експериментів встановлено, що 80% складу твердої фази забруднення мають розмір  $(0,01-0,25) \cdot 10^{-3}$  м [6].

Приймаємо  $d_3 = 2,5 \cdot 10^{-4}$  м.

$$v = 2,7 \cdot 2,5 \cdot 10^{-4} = 6,75 \cdot 10^{-4} \text{ м.}$$

Знаючи величину радіусу струменя, по формулі (3.1) обчислюємо мінімальний діаметр насадки

$$d_n = \sqrt{4 \cdot (6,75 \cdot 10^{-4})^2 \cdot 1} = 1,35 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$$

Приймаємо  $d_{n \min} = 1,5$  мм.

При виборі оптимального значення динеобхідно керуватися якістю, ефективністю і економічністю процесу миття. Величина  $d_{n \min}$ , отримана в результаті розрахунку, відповідає економічності процесу. З урахуванням далекобійності струменя на інтервалі відстаней до 1,5 м оптимальним є значення  $d_n = 2,5 - 3$  мм (при вибраному натиску води).

Приймаємо  $d_n = 2,5$  мм.

### 3.2.1.2 Розрахунок меж зони очищення

Зона очищення яка має дві межі: характеризуюча якість і ефективність мийних робіт:  $x_1$  – зона очищення гарантованої якості;  $x_2$  – зона очищення задовільної якості (характеризує межі економічного і ефективного миття). Це пояснюється тим, що очищення поверхні не має чітко виражених контурів, а має перехідні області. При проектуванні струменевих установок необхідно знати дві складові хоч, оскільки оптимальний розмір зони очищення лежить між  $x_1$  і  $x_2$ .

Зону  $x_1$ , м, визначаємо за формулою

$$x_1 = p^{0,738} \cdot \left( 7,888 - \frac{8,642}{d_n} - \frac{0,076}{l} - 0,005 \cdot v_a^2 \right) \cdot 10^{-3}, \quad (3.3)$$

де  $p$  – тиск мийної рідини перед насадкою,  $\text{кг/см}^2$ ,  $p = 22 \text{ кг/см}^2$ ;

$l$  – відстань від насадки до поверхні автомобіля, м

$l = 0,7$  м;

$v_a$  – швидкість переміщення автомобіля, м/хв,  $v_a = 6,35$  м/хв;

$d_n$  – діаметр насадки, мм.

$$x_1 = 22^{0,738} \cdot \left( 7,888 - \frac{8,642}{2,5} - \frac{0,076}{0,7} - 0,005 \cdot 6,35^2 \right) \cdot 10^{-3} = 40,3 \cdot 10^{-3}$$

м.

Визначимо зону  $x_2$ , м, за формулою

$$x_2 = p^{0,788} \cdot \left( 2,01 \cdot d_n^{1,108} - 0,631 \cdot l^2 + \frac{1,917}{h} - 0,055 \cdot v_a^2 + 0,097 \right) \cdot 10^{-3} \quad (3.4)$$

де  $h_3$  – товщина шару забруднення,  $h_3 = 3$  мм [5].

$$\begin{aligned} x_2 &= 22^{0,788} \cdot \left( 2,01 \cdot 2,5^{1,108} - 0,631 \cdot 0,7^2 + \frac{1,917}{3} - 0,055 \cdot 6,35^2 + 0,097 \right) \cdot 10^{-3} = \\ &= 42,9 \cdot 10^{-3} \text{ м} \end{aligned}$$

### 3.2.1.3 Розрахунок струменевого вертикального колектора

Розраховуємо струменевий вертикальний колектор для миття кузова і кабіни, прийнявши довжину колектора  $l_k = 1,4$  м. При відомих значеннях  $x_1$  і  $x_2$  визначаємо відстань між насадками

$$h_{ii} = 2 \cdot x_i \cdot k_c, \quad (3.5)$$

де  $k_c$  – показник перекриття струменів з насадок,  $k_c = 0,9$  [5].

$$h_{i1} = 2 \cdot 40,3 \cdot 10^{-3} \cdot 0,9 = 72,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

$$h_{i2} = 2 \cdot 42,9 \cdot 10^{-3} \cdot 0,9 = 77,2 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$$

Кількість насадок,  $n_{ci}$ , шт., визначаємо за формулою:

$$n_{ci} = \frac{l_k}{h_{ii}}, \quad (3.6)$$

$$n_{ci} = \frac{1,4}{72,5 \cdot 10^{-3}} = 19 \text{ шт.}$$

$$n_{ci} = \frac{1,4}{77,2 \cdot 10^{-3}} = 18 \text{ шт.}$$

Отже, кількість насадок на колекторі для миття верхньої частини автомобіля (кузови і кабіни) повинна бути рівною 18 – 19 шт. Необхідно відзначити, що це при  $K_d = 1$  ( $K_d$  – показник, що враховує динаміку мийного колектора) і при прямолінійному, паралельному русі колектора (найбільш простий випадок). Відстань між насадками 7 – 8 см.

Необхідно визначити оптимальні значення  $n_{ci}$  і  $h_n$ .

Відзначимо, що при оцінці різних технологій миття було виявлено в закордонних установках змінного кроку насадок. Відомо, що інтенсивність забруднень по висоті автомобіля різна: найбільша – в нижній частині, найменша – у верхній частині автомобіля. У зв'язку з цим колектор для миття бічної поверхні кузова автомобіля можна умовно розбити по довжині на три складові, які відповідають різній інтенсивності забруднень. З урахуванням цього, відстань між насадками повинна бути мінімальною для нижньої частини кузова і максимальною – для верхньої.

$$\text{Якщо} \quad l_k = l_{k1} + l_{k2} + l_{k3} \quad (3.7)$$

тоді для вибору  $h_{n1}$ , відповідного довжині колектора  $l_{k1}$ , необхідно набувати значення  $x_1$ , для вибору  $h_{n3}$ , відповідного довжині колектора  $l_{k3}$ , – значення  $x_2$ , а для  $l_{k2} = 0,5 \cdot (x_1 + x_2)$ .

$$\text{Тоді } h_{n2} = \frac{72,5 + 77,2}{2} \cdot 10^{-3} = 74,9 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$$

Приймаємо  $l_{k1} = 0,6$  м,  $l_{k2} = 0,3$  м,  $l_{k3} = 0,5$  м.

Кількість насадок на колекторі, який розраховується, складе

$$n_c = \frac{l_{k1}}{h_{n1}} + \frac{l_{k2}}{h_{n2}} + \frac{l_{k3}}{h_{n3}}, \quad (3.8)$$

$$\frac{0,6}{72,5 \cdot 10^{-3}} + \frac{0,3}{77,2 \cdot 10^{-3}} + \frac{0,5}{74,9 \cdot 10^{-3}} = 8 + 4 + 7 = 19 \text{ шт.}$$

Тобто на першій ділянці ми маємо 8, на другій – 4, на третій – 7 насадок.

Аналогічний підхід можна було б використовувати і при виборі оптимального  $d_n$ , але тільки в тому випадку, якщо даний колектор буде збірним (окрема подача води від насоса до кожної складової) або діаметр труби колектора буде ступінчастим, щоб забезпечити необхідне співвідношення між витратою води і її тиском. При використанні різних колекторів або трубчастих арок діаметр насадки необхідно призначати, враховуючи, що для змивання сильнозабруднених частин автомобіля необхідна велика кінематична енергія, а отже, і великий діаметр  $d_n$ .



### 3.2.1.4 Визначення витрати води на миття автомобіля

Секундна витрата води,  $Q_c$ , м<sup>3</sup>/с, визначується за формулою

$$Q_c = \mu \cdot \frac{\pi \cdot d_n^2}{4} \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H}, \quad (3.9)$$

де  $\mu$  – показник закінчення (витрати) насадки,  $\mu = 0,7-0,98$  [5].

Приймаємо  $\mu = 0,85$ .

$$Q_c = 0,85 \cdot \frac{3,14 \cdot (2,5 \cdot 10^{-3})^2}{4} \cdot \sqrt{2 \cdot 9,8 \cdot 220} = 2,7 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с}.$$

Подача насоса,  $Q$ , м<sup>3</sup>/год, складає:

$$Q = 3600 \cdot Q_c \cdot n_c \cdot f, \quad (3.10)$$

де  $f$  – показник неточності виготовлення насадок,  $f = 1,1-1,3$  [5].

Приймаємо  $f = 1,1$ .

$$Q = 3600 \cdot 2,7 \cdot 10^{-4} \cdot 19 \cdot 1,1 = 20,3 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Але оскільки розрахунок проводиться для одного мийного блоку, то для двох струменевих блоків сумарна подача насосної станції повинна бути 40 м<sup>3</sup>/год.

По каталогу проводиться вибір типу і марки насоса з урахуванням характеристики  $Q - H$ .

За наявності переміщення автомобіля із швидкістю  $v_a$  витрата води одним мийним блоком,  $Q$ , л/авт., можна визначити за формулою

$$Q = 0,46 \cdot \frac{d_n^2 + 0,98}{v_a + 0,24} \cdot \sqrt{p} \cdot \frac{(L_{cp} + a) \cdot n_c}{0,55}, \quad (3.11)$$

де  $a$  – габарит наближення,  $a = 1,2$  м [4];

$L_{cp}$  – середня довжина обслуговуваних автомобілів, м.

Для автомобілів ГАЗ-53 і ЗІЛ-130 середня довжина складе 6,5 м.

$$Q = 0,46 \cdot \frac{2,5^2 + 0,98}{6,35 + 0,24} \cdot \sqrt{22} \cdot \frac{(6,5 + 1,2) \cdot 19}{0,55} = 630 \text{ л/авт}.$$

Сумарна витрата води рівна 1260 л/авт.

### 3.2.1.5 Розрахунок продуктивності мийної установки

Після визначення оптимальних параметрів струменевої установки її необхідну продуктивність,  $\Pi$ , авт./ч, можна визначити за формулою

$$\Pi = \frac{(l_{ш} + l_{к}) \cdot L_{ср} \cdot K_{\delta}}{F'_a \cdot K_{np}} \cdot \frac{60 \cdot v_a}{L_{ср} + a}, \quad (3.12)$$

де  $K_{\delta}$  – показник, що враховує динаміку мийного колектора,  $K_{\delta} = 1$  [5];

$K_{np}$  – показник просвіту,  $K_{np} = 0,87 \cdot 0,89$  [5];

$F'_a$  – площа, яку повинен обробити один миючий блок, м<sup>2</sup>;

$l_{ш}$  – довжина колектора для миття шасі, м.

Раніше був проведений розрахунок струменевого колектора для миття кузова і кабіни. Аналогічно можна розрахувати колектор для миття шасі автомобіля.

Прийнявши  $l_{ш} = 0,7$  м,  $h_n = 75 \cdot 10^{-3}$  м, одержимо

$$n_c = \frac{0,7}{75 \cdot 10^{-3}} = 9 \text{ шт.}$$

Приймаємо  $K_{\delta} = 1$ ,  $K_{np} = 0,88$ ,  $F'_a = 20,48$  м<sup>2</sup> [5, табл. 1].

$$\Pi = \frac{(0,7 + 1,4) \cdot 6,5 \cdot 1}{20,48 \cdot 0,88} \cdot \frac{60 \cdot 6,35}{6,5 + 1,2} = 37 \text{ авт./год.}$$

Швидкість конвеєра,  $v_{\delta o}$ , м/мін, встановлюється за формулою

$$v_{\kappa} = \frac{\Pi \cdot (L_{ср} + a)}{60}, \quad (3.13)$$

$$v_{\kappa} = \frac{37 \cdot (6,5 + 1,2)}{60} = 4,7 \text{ м/мін.}$$

Сумарні витрати води,  $Q_{сум}$ , м<sup>3</sup>/год, з урахуванням формули (3.11) складають

$$Q_{сум} = \Pi \cdot Q \quad (3.14)$$

де  $Q$  – витрата води, м<sup>3</sup>/авт.

$$Q_{сум} = 37 \cdot 1,26 = 46,6 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Тобто, насосна станція повинна забезпечити продуктивність подачі води (з урахуванням показника запасу  $f$ )  $51 \text{ м}^3/\text{год}$ .

### 3.2.2 Розрахунок основних параметрів штовхаючого ланцюгового конвеєра

#### 3.2.2.1 Розрахунок тягового зусилля на приводній зірочці

Вага переміщуваного автомобіля ЗІЛ-130 – 43000 Н. Довжина корпуса дозволяє організувати 3 пости, тому довжину конвеєра приймаємо відповідно до планувального рішення.

Довжина тягового ланцюга між осями приводної і натяжної станцій складає 25800 мм.

Як тяговий ланцюг застосовуємо втулково-роликовий ланцюг ВР-11-50-25-111 ДСТУ10947-81.

Маса одного метра ланцюга  $m_0 = 4,27 \text{ кг}$  [7].

Первинне натягнення ланцюга приймаємо  $S_0 = 2000 \text{ Н}$  [8].

Розрахункова схема представлена на рисунку 3.1.

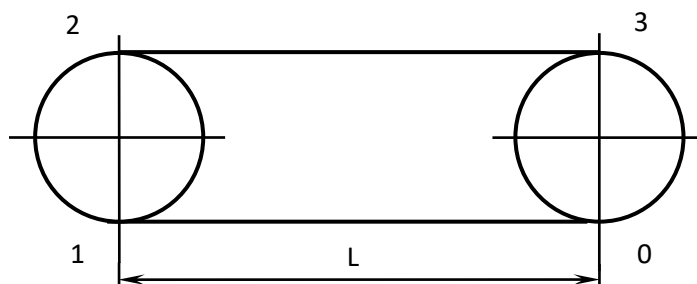


Рисунок 3.1 – Розрахункова схема тягового ланцюга

Натяг в точці 1 (рисунок 3.1),  $S_1$ , Н, визначається за формулою:

$$S_1 = S_0 + L \cdot m_0 \cdot f, \quad (3.15)$$

де  $L$  – довжина тягового ланцюга між осями приводної і натяжної станцій, м;

$f$  – показник тертя сталі по сталі при недостатньому мащенні,  $f = 0,25 \dots 0,35$

[8, стор.315].

Приймаємо  $f = 0,35$ .

$$S_1 = 2000 + 25,8 \cdot 4,27 \cdot 0,35 = 2039 \text{ Н.}$$

Визначаємо величину натягнення в точці 2 (рис. 3.1) натяжних зірочки,  $S_2$ , Н, за формулою:

$$S_2 = S_1 \cdot \varepsilon, \quad (3.16)$$

де  $\varepsilon$  – показник опору на натяжній зірочці,  $\varepsilon = 1,04$  [8].

$$S_2 = 2039 \cdot 1,04 = 2121 \text{ Н.}$$

Визначаємо величину натягнення в точці 3 (рис. 2.1),  $S_3$ , Н, за формулою

$$S_3 = S_2 + L \cdot m_0 \cdot f + Q_1 \cdot n \cdot \gamma, \quad (3.17)$$

де  $Q_1$  – вага переміщуваного автомобіля, Н;

$n$  – кількість постів;

$\gamma$  – показник опору тертя кочення,  $\gamma = 0,03$  [8].

$$S_3 = 2121 + 25,8 \cdot 4,27 \cdot 0,35 + 43000 \cdot 3 \cdot 0,03 = 6030 \text{ Н.}$$

Тягове зусилля на приводній зірочці,  $F_t$ , Н, визначується за формулою:

$$F_t = S_3 - S_0 + (S_3 + S_0) \cdot (K - 1), \quad (3.18)$$

де  $K$  – показник опору кута обхвату зірочки,  $K = 1,05$  [8].

Приймаємо  $K = 1,07$ .

$$F_t = 6030 - 2000 + (6030 + 2000) \cdot (1,07 - 1) = 4592 \text{ Н.}$$

### 3.2.2.2 Вибір тягового ланцюга

Розрахункове зусилля на ланцюг,  $F_{tp}$ , Н, визначаємо за формулою

$$F_{tp} = S_c + S_d \quad (3.19)$$

де  $S_c$  – максимальна статична напруга ланцюга, яка визначається за тяговим розрахунком, Н;

$S_d$  – максимальне динамічне навантаження на ланцюг, Н.

Внаслідок малої швидкості руху ланцюга, динамічне навантаження в

ланцюзі не враховуємо.

Отже, маємо

$$F_{tp} = S_c = S_3 \quad (3.20)$$

$$F_{tp} = 6030 \text{ Н.}$$

Приймаємо тяговий втулково-роликівий ланцюг ВР-11-63-30-111 [7].

### 3.2.2.3 Кінематичний розрахунок елементів приводу ковесра

Вибір електродвигуна приводу

Вихідні дані: окружна сила  $F = 6,3$  кН, окружна швидкість  $x = 0,3$  м/с, діаметр зірочки  $D = 600$  мм.

Необхідну потужність на виході,  $P_{\text{вих}}$ , кВт, визначуваний за формулою

$$P_{\text{вих}} = F \cdot v, \quad (3.21)$$

$$P_{\text{вих}} = 6,3 \cdot 0,3 = 1,9 \text{ кВт.}$$

Необхідну потужність двигуна,  $P_{\text{д}}$ , кВт, визначаємо за формулою:

$$P_{\text{д}} = \frac{P_{\text{вих}}}{\eta_{\text{обц}}} \quad (3.22)$$

де  $\eta_{\text{обц}}$ — загальний ККД двигуна

$$\eta_{\text{обц}} = \eta_{\text{б}} \cdot \eta_{\text{ред}} \cdot \eta_{\text{рем}}, \quad (3.23)$$

де  $\eta_{\text{б}}$ — ККД барабана на підшипниках кочення,  $\eta_{\text{б}} = 0,99$  [9];

$\eta_{\text{рем}}$ — ККД ремінної передачі,  $\eta_{\text{рем}} = 0,94$  [9, табл. 2.1];

$\eta_{\text{ред}}$ — ККД редуктора

$$\eta_{\text{ред}} = \eta_n \cdot \eta_{\text{быстр}} \cdot \eta_n \cdot \eta_{\text{тих}} \cdot \eta_n \quad (3.24)$$

де  $\eta_n$ — ККД пари підшипників,  $\eta_n = 0,99$  [9];

$\eta_{\text{быстр}}$ — ККД швидкохідної передачі,  $\eta_{\text{быстр}} = 0,95$  [9];

$\eta_{\text{тих}}$ — ККД тихохідної передачі,  $\eta_{\text{тих}} = 0,95$  [9].

$$\eta_{\text{ред}} = 0,99^3 \cdot 0,95 \cdot 0,95 = 0,88.$$

Знаючи величину  $\varepsilon_{\text{ред}}$ , за формулою (3.23) визначаємо загальний ККД

двигуна

$$\eta_{\text{общ}} = 0,99 \cdot 0,88 \cdot 0,94 = 0,82$$

За формулою (2.22) розраховуємо необхідну потужність двигуна

$$P_3 = \frac{1,9}{0,82} = 2,3 \text{ кВт.}$$

Визначаємо частоту обертання валу електродвигуна,  $n_3$ ,  $\text{хв}^{-1}$ , за формулою

$$n_3 = n_6 \cdot U_{\text{рем}} \cdot U_{\text{ред}}, \quad (3.25)$$

де  $U_{\text{рем}}$  – передавальне число ремінної передачі,  $U_{\text{рем}} = 2,5$  [9, табл 3.1];

$U_{\text{ред}}$  – загальне передавальне число редуктора,  $U_{\text{ред}} = 20,100$  [9];

$n_6$  – частота обертання вихідного валу,  $\text{хв}^{-1}$ .

$$n_6 = \frac{60 \cdot \nu}{\pi \cdot D}, \quad (3.26)$$

де  $D$  – діаметр зірочки, мм.

$$n_6 = \frac{60 \cdot 0,3}{3,14 \cdot 0,6} = 10 \text{ хв}^{-1}.$$

За формулою (2.25) визначаємо частоту обертання валу електродвигуна, задаючись  $U_{\text{рем}} = 2$  і  $U_{\text{ред}} = 50$

$$n_3 = 10 \cdot 2 \cdot 50 = 1000 \text{ хв}^{-1}.$$

Отриманні значення потужності двигуна і частоти провертання заокруглюємо до найближчих стандартних значень з таблиці 2.2 [9]. Беремо двигун трифазний (асинхронний) з коротко замкнутим ротором серії А4, тип - закритий, який обдувається по ДСТУ 19523-81 типу 4А122ЕА5УЗ з потужністю  $P_3 = 3,0$  кВт і частотою провертання  $n_3 = 1000 \text{ хв}^{-1}$ , з числом проковзування ротора  $S = 4,7 \%$ .

Синхронну частоту обертання двигуна,  $n_c$ ,  $\text{хв}^{-1}$ , визначаємо за формулою:

$$n_c = n_3 \cdot \left(1 - \frac{S}{100}\right), \quad (3.27)$$

$$n_c = 1000 \cdot \left(1 - \frac{4,7}{100}\right) = 953 \text{ хв}^{-1}.$$

#### 3.2.2.4. Визначення передавальних чисел приводу

Визначаємо загальне передавальне число приводу,  $U_{\text{общ}}$ , за формулою:

$$U_{\text{общ}} = \frac{n_c}{n_e}, \quad (3.28)$$

$$U_{\text{общ}} = \frac{953}{10} = 95,3.$$

Потрібне передавальне число редуктора, визначаємо за формулою:

$$U_{\text{ред}}^n = \frac{U_{\text{общ}}}{U_{\text{рем}}}, \quad (3.29)$$

$$U_{\text{ред}}^n = \frac{95,3}{2} = 47,7.$$

Вибираємо стандартне значення передавального числа редуктора

$$U_{\text{ред}}^{\phi} = 50 \text{ [9, стор. 51]}.$$

Фактичне передавальне показник ремінної передачі, визначаємо за формулою:

$$U_{\text{рем}}^{\phi} = \frac{U_{\text{общ}}}{U_{\text{ред}}^{\phi}}, \quad (3.30)$$

$$U_{\text{рем}}^{\phi} = \frac{95,3}{50} = 1,9.$$

#### 3.2.2.5. Обґрунтування та вибір основних параметрів редуктора

Визначення необхідного крутного моменту на головному валу,  $T_{\text{кр}}$ , Н·м, проводимо за формулою:

$$T_{\text{кр}} = \frac{F_t \cdot D}{2}, \quad (3.31)$$

$$T_{кр} = \frac{6030 \cdot 0,6}{2} = 1809 \text{ Нм.}$$

Визначаємо розрахункову потужність редуктора,  $P_p$ , кВт, за формулою

$$P_p = P_3 \cdot K, \quad (3.32)$$

де  $K$  – показник умов роботи,  $K = 1,25$  [10, стр.502].

$$P_p = 3,0 \cdot 1,25 = 3,75 \text{ кВт.}$$

По розрахунковій потужності крутного моменту, на тихохідному валу при передавальному числі 60 вибираємо редуктор Е2-75у  $U_6= 10$ ,  $U_m= 5$  [9].

### 3.2.2.6. Визначення кутових швидкостей, частот обертання і крутних моментів на валах редуктора

Знайдемо частоту провертання швидкохідного валу редуктора,  $n_1$ , хв<sup>-1</sup>, за формулою:

$$n_1 = \frac{n_c}{U_{рем}^{\phi}}, \quad (3.33)$$

$$n_1 = \frac{953}{1,9} = 501,6 \text{ хв}^{-1}.$$

Частоту обертання проміжного валу редуктора,  $n_2$ , хв<sup>-1</sup>, визначаємо за формулою:

$$n_2 = \frac{n_1}{U_6} \quad (3.34)$$

$$n_2 = \frac{501,6}{10} = 50,16 \text{ хв}^{-1}.$$

Частоту обертання тихохідного валу редуктора,  $n_3$ , хв<sup>-1</sup>, визначаємо за формулою:

$$n_3 = \frac{n_2}{U_m} \quad (3.35)$$

$$n_3 = \frac{50,16}{5} = 10 \text{ хв}^{-1}.$$



Визначаємо кутову швидкість швидкохідного валу редуктора,  $\omega_1, c^{-1}$ , за формулою:

$$\omega_1 = \frac{\pi \cdot n_1}{30}, \quad (3.36)$$

$$\omega_1 = \frac{3,14 \cdot 501,6}{30} = 52,5 c^{-1}.$$

Кутову швидкість проміжного валу,  $\omega_2, c^{-1}$ , визначаємо за формулою:

$$\omega_2 = \frac{\pi \cdot n_2}{30}, \quad (3.37)$$

$$\omega_2 = \frac{3,14 \cdot 50,16}{30} = 5,25 c^{-1}.$$

Кутову швидкість тихохідного валу,  $\omega_3, c^{-1}$ , визначаємо за формулою:

$$\omega_3 = \frac{\pi \cdot n_3}{30}, \quad (3.38)$$

$$\omega_3 = \frac{3,14 \cdot 10}{30} = 1,05 c^{-1}.$$

Крутний момент на швидкохідному валу,  $T_1, Н \cdot м$ , визначаємо за формулою:

$$T_1 = \frac{P_1 \cdot 10^3}{\omega_1} \cdot \eta_n, \quad (3.39)$$

де  $P_1$  – потужність на швидкохідному валу, кВт

$$P_1 = P_3 \cdot \eta_{рем}, \quad (3.40)$$

$$P_1 = 3,0 \cdot 0,94 = 2,82 \text{ кВт}.$$

Знаючи значення величини  $P_1$ , за формулою (2.39) можемо визначити крутний момент, на швидкохідному валу:

$$T_1 = \frac{2,82 \cdot 10^3}{52,5} \cdot 0,9 = 53,2 \text{ Нм}.$$

Крутний момент на додатковому валу,  $T_2, Н \cdot м$ , визначаємо за формулою

$$T_2 = T_1 \cdot U_{\delta} \cdot \eta_{быстр} \cdot \eta_n, \quad (3.41)$$

$$T_2 = 53,2 \cdot 10 \cdot 0,95 \cdot 0,99 = 500,3 \text{ Нм.}$$

Крутний момент на допоміжному валу,  $T_3$ , Н·м, визначаємо за формулою:

$$T_3 = T_2 \cdot U_T \cdot \eta_{mix} \cdot \eta_n \quad (3.42)$$

$$T_2 = 500,3 \cdot 3 \cdot 0,95 \cdot 0,99 = 2352,7 \text{ Нм.}$$

### 3.2.2.7 Розрахунок клиноремінної передачі

Для того щоб передати крутний момент, від двигуна до редуктора використовуємо клинно-ремінну передачу.

Діаметр меншого шківa передачі,  $d_m$ , мм, визначаємо за формулою:

$$d_m = (38...42) \cdot \sqrt[3]{T_1}, \quad (3.43)$$

$$d_m = (38...42) \cdot \sqrt[3]{53,2} = 143...158 \text{ мм.}$$

Приймаємо стандартний діаметр меншого шківa  $d_m = 160$  мм [9, стор.257].

Швидкість провертання шківa, м/с, визначаємо за формулою

$$v = \frac{\pi \cdot d_m \cdot n_c}{60 \cdot 1000}, \quad (3.44)$$

$$v = \frac{3,14 \cdot 160 \cdot 953}{60 \cdot 1000} = 7,98 \text{ м/с.}$$

Потужність, яка передається на передачу,  $P_n$ , кВт, складає

$$P_n = P_{\text{э}}, \quad (3.45)$$

$$P_n = 3,0 \text{ кВт.}$$

По розраховуваному показнику швидкості провертання шківa робимо вибір поперечного січення ременя.

В нашому випадку берем перетин рівним 19 мм.

Потужність, яка передається одним ременем  $q_0 = 2$  кВт.

Діаметр найбільшого шківa,  $d_6$ , мм, визначаємо за формулою

$$d_6 = d_m \cdot U_{\text{рем}}^{\phi}, \quad (3.46)$$

$$d_{\sigma} = 160 \cdot 1,9 = 304 \text{ мм.}$$

Наближене стандартне значення  $d_{\sigma} = 315 \text{ мм}$  [9, стор. 257].

Беремо наступні показники клинового ременя: висота (товщина)  $T_0 = 0,7 \text{ мм}$ , ширина  $W = 19 \text{ мм}$ , розрахована ширина  $l_p = 18 \text{ мм}$  [9, таблиця 9.4].

Найбільшу міжосьову віддаль,  $l_{\min}$ , мм, визначаємо за формулою

$$l_{\min} = 0,55 \cdot (d_m + d_{\sigma}) + T_0, \quad (3.47)$$

$$l_{\min} = 0,55 \cdot (160 + 315) + 10,5 = 271,75 \text{ мм.}$$

Потрібну довжину ременя,  $L$ , мм, визначаємо за формулою

$$L' = 2 \cdot l_{\min} + \frac{\pi}{2} (d_m + d_{\sigma}) + \frac{(d_{\sigma} - d_m)^2}{4 \cdot l_{\min}}, \quad (3.48)$$

$$L' = 2 \cdot 271,75 + \frac{3,14}{2} (160 + 315) + \frac{(315 - 160)^2}{4 \cdot 271,75} = 1311,4 \text{ мм.}$$

Беремо стандартну довжину ременя  $L = 1400 \text{ мм}$  [9, стор. 263].

Уточнюємо міжосьову відстань,  $l$ , мм, за формулою

$$l = 0,25 \left[ L - \frac{\pi}{2} \cdot (d_i + d_a) + \sqrt{\left( L - \frac{\pi}{2} \cdot (d_i + d_a) \right)^2 - 2 \cdot (d_a - d_i)^2} \right], \quad (3.49)$$

$$l = 0,25 \left[ 1400 - \frac{3,14}{2} \cdot (160 + 315) + \sqrt{\left( 1400 - \frac{3,14}{2} \cdot (160 + 315) \right)^2 - 2 \cdot (315 - 160)^2} \right] = 318$$

Кут захвату шківа визначаємо за формулою

$$\alpha = 180^\circ - 60^\circ \cdot \left( \frac{d_{\sigma} - d_m}{l} \right), \quad (3.50)$$

$$\alpha = 180^\circ - 60^\circ \cdot \left( \frac{315 - 160}{318} \right) = 151^\circ.$$

Потрібну кількість ременів,  $z$ , знаходимо за формулою

$$z = \frac{P}{q_0} \cdot k_1 \cdot k_2 \quad (3.51)$$

де  $k_1$  – показник, який залежить від кута обхвату,  $k_1 = 0,88$  [9];

$k_2$  – показник, який враховує принцип навантаження,  $k_2 = 1,3$  [9].

$$z = \frac{3}{2} \cdot 0,88 \cdot 1,3 = 1,72 /$$

Приймаємо число ременів  $z = 2$  шт.

Кругову силу на головному шківі ремінної передачі,  $F_{tp}$ , Н, визначаємо за формулою

$$F_{tp} = \frac{2 \cdot T_1 \cdot 10^3}{d_d}, \quad (3.52)$$

$$F_{tp} = \frac{2 \cdot 53,2 \cdot 10^3}{315} = 337,8 \text{ Н.}$$

Силу, яка діє на вал,  $F_n$ , Н, визначаємо за формулою

$$F_n = k_F \cdot F_{tr} \quad (3.53)$$

де  $k_F$  – показник, який враховує умови роботи,  $k_F = 1,1$  [9].

$$F_n = 1,1 \cdot 337,8 = 371,6 \text{ Н.}$$

## 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

### 4.1 Характеристика дільниці з точки зору охорони праці та заходи по покращенню умов праці і техніки безпеки для дільниці

Електротехнічна дільниця побудована у відповідності до основних вимог до будівель виробничого призначення згідно СНиП 2.09.02-85. Всі робочі місця відповідають антропометричним, фізіологічним особливостям людини.

На дільниці безпека праці включає в себе: безпеку виробничого процесу, безпеку виробничого обладнання та безпеку трудового процесу.

З працівниками проводять інструктажі:

1. Вступний – проводиться при прийомі на роботу в кабінеті ОП, представником служби ОП з одним або декількома працівниками і робиться запис в журналі підписами.

2. Первинний – проводиться на робочому місці керівником робіт, з одним або з групою працюючих, які працюють за одним фахом. Після проведення первинного інструктажу працівник проходить стажування.

3. Повторний – раз в пів року, а для робіт з підвищеною небезпекою раз в три місяці, або якщо перерва в роботі становить більше 60 днів, а для робіт з підвищеною небезпекою 30 днів.

4. Цільовий – проводиться при зміні, або при видачі наряду допуску.

5. Позаплановий – якщо стався нещасний випадок або при заміні обладнання і пристосувань, змінних в технологічному процесі, пройшла реконструкція підприємства, при змінах законодавство про охорону праці.

На даній дільниці проводяться роботи середньої важкості – типу Пб. Для цієї категорії робіт створені по можливості найбільш оптимальні умови:

$t$  – температура навколишнього середовища: в теплу пору – 18...20°C і 20...22°C в холодну пору року;

$\theta$  – відносна вологість повітря: 40...60% у теплу і холодну пори року;

V – швидкість руху повітря: не більше 0,4 м/с в теплу пору року і не більше 0,3 м/с в холодну пору року;

На даній ділянці передбачена організована природна вентиляція. Крім того, на ділянці застосовується загально-обмінна штучна витяжна вентиляція і спеціальна витяжна для видалення вихлопних газів під час роботи двигуна автомобіля всередині ділянці. Необхідну температуру в холодну пору року забезпечує загальнозаводське водяне опалення низького тиску.

Необхідна освітленість ділянці забезпечується використання суміщеного освітлення, яке складається з природного бокового двостороннього і штучного комбінованого. В склад штучного комбінованого освітлення входить загальне локалізоване (люмінесцентні лампи з робочою напругою 220В) і місцеве освітлення (лампи розжарювання з робочою напругою 36В). Освітленість ділянці складає: (робоче – 300 лк), аварійне – 2 лк, евакуаційне – 0,5 лк, охоронне – 0,5 лк, чергове – 0,5 лк.

Джерелами шуму на ділянці є вентиляція, електромеханічне обладнання і, в окремих випадках – двигун працюючого автомобіля. Захист від шуму здійснюється за рахунок надійного закріплення обладнання і його частин. Оскільки рівень шуму не перевищує 75 дБ, то індивідуальні засоби захисту працюючих від шуму не використовуються.

Основними джерелами вібрації на ділянці є вентиляція і електромеханічне обладнання. Джерела вібрацій ізолюються за рахунок встановлення їх на гумових або пружних ізоляторах, внаслідок чого рівень вібрації не перевищує допустимих норм.

Сильні електромагнітні поля на ділянці відсутні. Тому засоби захисту від електромагнітного випромінювання не застосовуються.

Захист від враження електричним струмом здійснюється за рахунок під'єднання всього обладнання, що працює під напругою до захисного заземлення. Вертикальні заземлювачі розміщені по периметру будівлі.

Для запобігання виникненню пожеж на дільниці проводиться пожежна профілактика регламентована згідно ДСТУ 12.1.004-85. На підприємстві створені профілактичні місця для паління. Там встановлені урни для недопалків, вивішені вогнегасники. У таких місцях є написи “Місце для куріння”. В найбільш пожежонебезпечних місцях вивішені знаки “Не курити”. Дільниця згідно ОНТП 24-86 належить до категорії Д за вибухо- та пожежною безпекою; ступінь вогнестійкості ШБ. Для гасіння пожежі на дільниці розміщено два пожежні гідранти низького тиску, сполучені з загальнозаводським водогоном. Крім того у відділенні передбачені індивідуальні засоби пожежогасіння: вогнегасники ВПП-10 – 2 шт. і ВП 5-02 – 1 шт. Також на території дільниці встановлено ящик з піском та два пожежних стенди на яких розміщений пожежний інвентар вогнегасники – 3 шт., пожежні відра та пожежний інструмент згідно ДСТУ 12.004-85 (гаки – 3 шт., лопати – 2 шт., сокири – 2 шт., совкові лопати – 2 шт.). На дільниці розміщено схему евакуації робітників з дільниці при пожежі.

Для покращення стану ОП та умов роботи на дільниці пропонується:

- організувати додаткову місцеву витяжну вентиляцію в оглядові канаві;
- пофарбувати господарський інвентарі обладнання наступним чином: зовнішні поверхні огорожі небезпечних місць в жовтий колір; частини машин, зіткнення з яким може призвести до травм – в червоний колір із білими смугами; поверхні кожухів – пунктирами із жовтого кольору;
- проводити науковий аналіз небезпек та розробляти заходи, які забезпечують мінімальний вплив небезпек на працюючого;
- проводити заміну ламп груповим методом, а саме не після виходу їх з ладу, а по закінченню 75...80% номінального терміну використання (демонтовані, але працюючі лампи, використовувати в підсобних приміщеннях).

## 4.2 Шкідливі виділення в ремонтних цехах

Ряд робіт у машинобудуванні за умовами технологічного процесу супроводжується забрудненням повітря у виробничих приміщеннях в результаті виділення газів, парів та пилу і ненормальним метеорологічним режимом, який створює несприятливі умови праці.

Виробничі гази та пари, потрапляючи в організм людини, можуть призвести в певних умовах до ДСТУрого або хронічного отруєння. При цьому концентрація отруйних парів та газів і тривалість впливу їх на організм мають першорядне значення. Крім того, в певних концентраціях гази й пари в суміші з повітрям вибухонебезпечні .

Пил шкідливий для людського організму, а також нетерпимий з чисто технологічних причин (наприклад, при лакуванні виробів). Проникаючи в тертьові частини механізмів, пил прискорює їх спрацьовування і, потрапляючи на обмотку електродвигунів, може викликати коротке замикання. На особливо точних операціях він може бути причиною браку продукції. Пил деяких речовин вибухо- та пожежонебезпечний.

Для машинобудівних підприємств характерне забруднення повітря виробничих приміщень такими отруйними газами й парами, як окис вуглецю, сірководень, аміак, хлор, сірчистий газ, окисли азоту, пари азотної кислоти, пари бензину та ін.

Найнебезпечніший шлях проникнення отруйних речовин до організму людини — легені, бо загальна поверхня самих тільки легеневих каналів становить близько 90 м<sup>2</sup>.

Крізь шкіру отруйні речовини проникають, якщо на її поверхні є механічні пошкодження або при шкіряних хворобах. Коли на шкіру потрапляють розчинники жирів (бензол, бензин, гас, спирт), жировий шар шкірного покриву розчиняється і крізь пори отруйна речовина проникає у венозні капіляри; током крові отрута розноситься по всьому організму.



Отрути — це хімічні речовини, які, потрапивши в організм людини, вступають у хімічну або фізико-хімічну взаємодію з його тканинами і за певних умов порушують їх нормальну життєдіяльність. Хворобливий стан організму, що настає внаслідок цих порушень, називається отруєнням.

Промисловими називаються отрути, з якими доводиться працювати в процесі виробництва і які можуть шкідливо впливати на організм працюючих. Отруєння, викликані промисловими отрутами у виробничих умовах, називаються промисловими отруєннями.

Отруйність речовин залежить від фізичного стану отрути (газоподібний, пиловидний, тверді шматки чи розчин). Важкорозчинні речовини, які за природою своєю отруйні, можуть не справляти шкідливої дії, якщо вони не розчиняються у шлунковому соку, у крові або в клітинній протоплазмі.

Отруєння на машинобудівних підприємствах трапляються при роботах у ливарних, термічних, гальванічних, ковальських цехах, при роботі з кислотами, лугами, при фарбуванні виробів.

Сірчистий газ та аміак спричиняють подразнення слизової оболонки верхніх дихальних шляхів. Якщо концентрації цих газів значні, а їх дія на людину тривала, виникають ДСТУрі отруєння всього організму, набряк легенів і розширення серця. Крім того, аміак викликає тяжкі ураження очей. Вміст 16—27% аміаку у повітрі призводить до вибуху.

Внаслідок вдихання парів хрому та його сполук, крім різкого подразнення верхніх дихальних шляхів, з'являються ще й виразки на слизових оболонках цих шляхів, особливо носової порожнини. Можливий прорив носової перетинки. Розчини хромових солей на незахищеній шкірі призводять до виразок, що погано загоюються. Пари соляної, азотної та сірчаної кислот також шкідливі для дихальних шляхів та легенів людини.

Дуже небезпечний етильований бензин — суміш звичайного бензину і тетраетилової рідини; остання додається до бензину для підвищення октанового числа і є металоорганічною сполукою. Пари тетраетилової рідини у значній концентрації спричиняють слабкість, головний біль, металічний

присмак у роті, поганий сон, втрату апетиту, нудоту, зменшення у вазі, зниження температури; за особливо несприятливих умов уражується центральна нервова система.

Під час роботи з ртуттю при різних лабораторних процесах, а також з ртутними вимірювальними приладами ртуть може випаровуватися. Потрапляючи в організм людини, пари ртуті призводять до інтоксикації, стоматиту, який супроводжується появою виразок на яснах і випаданням зубів. Крім того, внаслідок дії цих парів розвивається недокрів'я, з'являється безсоння, розладнується центральна нервова система, можливий також параліч кінцівок.

У цехах з металопокриттям можуть виділятися пари свинцю і цинку, що шкідливо впливають на організм людини.

Окреме місце серед шкідливих парів і газів займає вуглекислий газ — один з найпоширеніших промислових газів, який спричинює понад половину всіх нещасних випадків, пов'язаних з виробничими отруєннями в машинобудуванні. Цей газ — постійний супутник гарячих процесів обробки металів.

Окис вуглецю утворюється, якщо приплив кисню повітря до місця горіння недостатній. У повітря виробничих приміщень окис вуглецю потрапляє внаслідок виходу відхідних газів з нагрівальних, плавильних і сушильних печей під час заливальних та вибивних операцій у ливарних цехах, від гарячого металу в ковальських і термічних цехах та ін. Цей газ легко поширюється в приміщенні, не має кольору, смаку і запаху. Присутність газу у виробничих приміщеннях визначається тільки спеціальним приладом — газоаналізатором. В організм людини вуглекислий газ проникає крізь легені і сполучається з гемоглобіном крові. Гемоглобін, зв'язаний окисом вуглецю, не може поглинати кисень повітря, внаслідок чого настає кисневе голодування, яке іноді призводить до отруєння всього організму. Може статись ядуха. Легкі отруєння цим газом викликають головний біль, нудоту, загальну слабкість.

Щоб зробити висновки про ступінь шкідливості окремих отруйних газів, парів і токсичного пилу, а також, щоб застосувати промислову вентиляцію та інші методи й засоби боротьби з забрудненням повітря, треба точно знати гранично допустимі концентрації їх у повітрі, які не впливають на самопочуття людини навіть при тривалій дії

При хорошій вентиляції фарбування можна зробити практично нешкідливим. При обслуговуванні робітники повинні одягати окуляри з темно-синіми скельцями для захисту очей від дії інфрачервоного проміння.

Коли потрібна велика швидкість висихання покриттів, застосовують сушку в електростатичному полі, яка основана на принципі перетворення електричної енергії в теплову. При вміщенні виробу в змінне електричне поле в ньому індуються струми, що нагрівають його поверхню. Для цього використовується поле промислової, підвищеної та високої частоти. Недолік цього способу — необхідність виготовлення спеціальних складних індукторів за профілем фарбованого виробу та висока витрата електроенергії.

Приміщення і устаткування лакофарбувальних цехів завжди треба утримувати справними, чистими, відповідно до існуючих правил пожежо- та вибухобезпеки.

### **4.3 Техніка безпеки при фарбуванні виробів**

Матеріали і процеси фарбування можуть служити причиною нещасних випадків та пожеж. Свинець, мідь, миш'як, ртуть, що входять до складу деяких пігментів, небезпечні для людини, якщо вони потрапляють крізь рот у шлунок та кишечник. Пари розчинників і гази, які утворюються при сушінні, викликають отруєння легенів; вони також небезпечні і в пожежному відношенні. Туман, який утворюється при фарбуванні пульверизацією, пил від шліфування також погіршують умови праці. Гаряче сушіння створює ненормальні умови праці та небезпеку виникнення пожежі. Обладнання фарбувальних та фарбоприготувальних відділень може стати також

джерелом травм. Тому у заходах по охороні праці і техніці безпеки треба передбачати: оздоровлення умов праці шляхом влаштування ефективної вентиляції виробничих приміщень; обов'язкове користування індивідуальними засобами захисту; застосування барвників та розчинників, що не справляють сильної токсичної дії; виключення свинцевих сполук із складу лакофарбових матеріалів при пульверизаційному фарбуванні; максимальну механізацію всіх процесів, пов'язаних із складанням, розбавленням, змішуванням лаків, фарб та емалей, що усуває безпосереднє стикання людини з хімічними продуктами; ізоляцію робіт, які супроводжуються виділенням шкідливих газів і парів; медико-профілактичні заходи у вигляді прийняття душу, періодичних медичних оглядів робітників та ін.; санітарний інструктаж для ознайомлення працюючих з виробничими шкідливостями та нормами особистої поведінки на виробництві і в побуті.

Склад лаків, фарб, розчинників, розріджувачів, зм'якшувачів та інших хімічних продуктів має бути відомий, а допустимість їх застосування — заздалегідь перевірена в лабораторних умовах і погоджена з органами Державної санітарної інспекції. При введенні нових складових частин чи зміні продукту в бік підвищення вмісту бензолу цю погодженість з Держсанінспекцією треба поновлювати, бо вживання бензолу заборонено. Вживання випадкових, невідомих хімічних продуктів і таких, що не мають паспорта, не допускається.

Технологи і начальники цехів, складів, лабораторій повинні враховувати, що при введенні до рецептур метилового спирту (метанолу) необхідно дотримувати суворих заходів, які не допускають зловживань з боку працюючих, зокрема використання його як спиртного напою.

До роботи на установці з електричним полем високої напруги допускаються особи, затверджені відповідним наказом після перевірки знань з техніки безпеки і правил експлуатації.

Правила експлуатації установки з електричним полем високої напруги такі: перед ввімкненням фарбувальної установки необхідно перевірити, чи

надійно вона заземлена; опір заземлюючого пристрою не повинен перевищувати 4 ом, на що складається відповідний акт; перед кожним ввімкненням установки необхідно провести зовнішній огляд і переконатися в її справності, а також у відсутності людей в зоні фарбувальної камери; при огляді особливу увагу слід звернути на стан ізоляції і, якщо вона забруднена, протерти її сухою ганчіркою.

При роботі у розпилювальних камерах слід користуватися респираторами і окулярами, які захищають від шкідливих дій парів розчинників та фарбового туману.

Для захисту шкіри від подразнюючої дії кам'яновугільних та нафтових продуктів, рослинних масел, смол та інших речовин, які не розчиняються у воді і гліцерині, застосовується паста ХІОП-6. Для профілактики професійних шкірних захворювань при роботі з органічними розчинниками, лаками, фарбами і смолами вживається паста ІЕР-1. Рекомендується захищати кисті рук сполуками, що утворюють суцільну нерозчинну плівку («біологічні рукавички»). Щоб зберегти шкіру рук від дії водних розчинів кислот і лугів, можна застосовувати пасту ІЕР-2, наносячи її на шкіру тонким шаром; змивається вона звичайною водою, застосовувати для цього розчинники категорично забороняється.

Працювати треба в рукавицях з лляної тканини. Робітники малярних цехів забезпечуються душами і умивальниками з теплою водою, їм видається емульсуюче мило. При роботі з лакофарбовими матеріалами, що містять свинцеві сполуки, робітникам треба видавати зубний порошок, зубні щітки, склянки для щоденного чищення зубів і полоскання рота після закінчення роботи і перед прийняттям їжі.

Робітників фарбозаготівельних, а також підготовчих відділень, які виконують роботи з кислотами, лугами й солями, слід забезпечувати спецодягом та індивідуальними засобами захисту згідно з діючими нормами. Спецодяг необхідно регулярно прати; здійснюється це підприємством не рідше одного разу на декаду.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній роботі було розглянуто такі питання:

– дано основну характеристику рухомого складу, а також проведені розрахунки із виробничої програми та періодичність ТО і ремонту автомобілів.

– проведено розрахунки технологічного процесу щоденного ТО вантажних автомобілів з організацією пункту миття автомобілів;

– приведенні розрахунки із обґрунтування вибору форми і методів організації технологічного процесу, проведено розрахунок параметрів однопредметної потокової лінії;

– розглянуто технологічне переобладнання в зоні ТО вантажних автомобілів;

– проведенні розрахунки конструктивних параметрів деяких елементів вузлів на організацію робіт по щоденному ТО.

– розглянуті питання з безпеки життєдіяльності та охорони праці.

## БІБЛІОГРАФІЯ

Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра за освітнім рівнем «бакалавр» галузі знань 27 «Транспорт» спеціальність 274 «Автомобільний транспорт» / Укладачі : О.Л. Ляшук, Ю.І. Пиндус, М.Г. Левкович, А.Б. Гупка, .Р.В.Хорошун. – Тернопіль : ФОП «Паляниця В.А.», 2022. – 61 с

2. Техніко – економічне обґрунтування інженерних рішень на СТО та АТП : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Ляшук О.Л., Луциків І.В., Плекан У.М., Клендій В.М. – Тернопіль : Вид – во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 276 с.

3. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Гудь В.З., Левкович М.Г., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. – Тернопіль : Вид – во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 544 с.

4. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Левкович М.Г., Гудь В.З., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. – Тернопіль : Вид – во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 544 с.

5. Sokil, B., Lyashuk, O., Sokil, M., Vovk, Y., Dzyura, V., Aulin, V., Khoroshun, R. Interpreting the main power characteristics choice of the wheel vehicles guided cushioning system (2021) Communications - Scientific Letters of the University of Zilina, 23 (2), pp. B139-B149. (Scopus).

6. Oleg Lyashuk ,Andrii Gupka, Yuriy Pyndus , Vasily Gupka, Mariia Sipravska, Andrzej Wozniak, Mikola Stashkiv The tribology of the car: Research methodology and evaluation criteria ICCPT 2019: Current Problems of Transport: Proceedings of the 1st International Scientific Conference, May 28-29, 2019, Ternopil, Ukraine (ICCP T 2019), Ternopil, Ukraine, May 28-29, 2019.

7. О.Л. Ляшук, А.Б. Гупка , В.О. Тесля Експлуатаційні методи підвищення зносостійкості пар тертя автомобіля Інноваційні технології

розвитку та ефективності функціонування автомобільного транспорту: Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., 14-15 листоп. 2018 р., м. Кропивницький: зб. наук. матер./ М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. експлуатації та рем. машин.-Кропивницький: ЦНТУ, 2018.-С. 212-217.

8 O. Liashuk O. Livitskyi, V. Aulin , S. Lysenko , A. Hrynkiv, A.Gypka Parameters of the lubrication process during operational wear of the crankshaft bearings of automobile engines Problems of Tribology, V. 27, No 4/106-2022, 69-81.

9. Конспект лекцій (частина I) з дисципліни «Транспортні засоби» для студентів усіх форм навчання першого рівня освіти за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт», 275 «Транспортні технології» галузі знань 27 «Транспорт» / О.Л. Ляшук, Т.Д.Навроцька., Р.Р. Заверуха., Л.М. Слободян., Р.В. Хорошун. – Тернопіль, ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 132 с