

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: Розроблення технологічного процесу ремонту деталей системи охолодження автобусів MAN R07

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

«Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

	<u>Возняк О.В.</u> (прізвище та ініціали)
Керівник	<u>Гевко Ів.Б.</u> (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	<u>Слободян Л.М.</u> (прізвище та ініціали)
Зав. кафедри	<u>Цьонь О.П.</u> (прізвище та ініціали)
Рецензент	<u>Бабій А.В.</u> (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 2022 р.

## ЗАВДАННЯ

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр  
(назва освітнього ступеня)

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

студенту Возняку Олексію Васильовичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розроблення технологічного процесу ремонту деталей системи охолодження автобусів MAN R07

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 2022

3. Вихідні дані до роботи Базовий технологічний процес ремонту системи охолодження автобуса MAN R07

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)

Поворотний стіл. Складальне креслення. – 1 лист А1;

Схеми організації мідницько-радіаторної дільниці – 1 лист А1;

Організаційні графіки – 1 лист А1;

Стенд для ремонту облицювання радіатора. Складальне креслення. – 1 лист А1;

Технологічний маршрут операцій ремонту – 1 лист А1;

Планування мідницько-радіаторної дільниці до реконструкції – 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)

Возняк О.В.

---

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

---

(підпис)

Гевко Ів.Б.

---

(прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

У відповідності з завданням на дипломну роботу, представлено технологічний процес ремонту радіатора автобуса “MAN R07”.

У загально-технічному розділі проведено коротку характеристику підприємства і виявлено недоліки в організації роботи ремонтної дільниці.

В технологічному розділі вирішені усі питання, які стосуються технології виготовлення деталі.

У конструкторській частині подані опис та розрахунки технологічного оснащення.

Графічна частина представлена на 6 листах формату А1.

## ЗМІСТ

<b>РЕФЕРАТ</b>	4
<b>ЗМІСТ</b>	5
<b>ВСТУП</b>	7
<b>1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ</b>	8
1.1 Ремонт механізмів системи охолодження. Ремонт водяного насоса та вентилятора.	8
1.2 Загальні відомості про радіатори	15
<b>2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ</b>	17
2.1 Корегування нормативів періодичності технічного обслуговування та ремонту автотранспорту.	17
2.2 Цикловий графік ТО автобусів	20
2.3 Визначення річної кількості ТО та КР автобусів.	21
2.4 Коефіцієнти технічної готовності та експлуатації автобусів. Порядок розрахунку.	22
2.5 Порядок розрахунку величини річного пробігу автобусів	23
2.6 Відділення для мідницько-радіаторних робіт. Порядок розрахунку основних параметрів.	29
2.6.1 Технологічний процес ремонту радіатора автобуса	33
2.6.2 Принципи вибору відповідного технологічного обладнання і оснащення	33
2.6.3 Розрахунок виробничої площі ремонтного підрозділу	34
<b>3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ</b>	35
3.1 Схема будови та принцип роботи пристрою для виправки ребер радіатора	35
3.2 Структурно – кінематична схема стану для виправки ребер радіатора.	36
3.2.1 Визначення кількості зубів коліс приводу подач	38
3.2.2 Силовий розрахунок основних елементів приводу подач стола	42

<b>4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ</b>	50
4.1 Розрахунок вентиляції у приміщенні	50
4.2 Вплив надзвичайних ситуацій природного походження на роботу підприємств авторемонтного та машинобудівного профілю	56
4.3 Застосування засобів індивідуального захисту на підприємствах авторемонтного та машинобудівного профілю різних форм власності	59
<b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ</b>	62
<b>БІБЛІОГРАФІЯ</b>	63

## ВСТУП

Головну роль в розвиванні держави з обслуговування машинобудівних підприємств, сільському господарстві, перевезенні, відіграє автомобільний транспорт. Для підвищення ефективності експлуатації автомобільного транспорту слід розширювати технологію виготовлення для відповідних авто, збільшувати матеріально технічну базу для ТО і т.д.

Головною запорукою стабільної експлуатації автомобілів є правильний та своєчасний технічний огляд та ремонт деталей.

Одним із основних завдань служб із ТО є підтримання автомобілів у високому технічному стані, надійності в роботі основних агрегатів, максимальному зниженні матеріальних і трудових витрат.

# 1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

## 1.1 Загальні відомості про радіатори

Основними матеріалами для виготовлення деталей радіаторів системи охолодження є : латунь Л62 (верхні та нижні бачки); латунь Л90 (трубки); мідь М3 (охолоджувальні пластини); сталь 3 (каркас); сталь 08 (бачки масляних радіаторів).

Для ремонту радіатора, його знімають з автомобіля, миють всі поверхні, здійснюють операцію дефектування при якій перевіряють герметичність радіатора за допомогою стиснутого повітря ( радіатори охолодження – тиск 0,15 МПа), (масляні радіатори – тиск 0,4 МПа). При цьому закривають всі патрубки пробками і опускають у ванну з водою при температурі 30...50 °С. наявність пухирців на поверхні води свідчить про наявність певних дефектів на конкретних поверхнях. Виявлені дефекти помічають спеціальною фарбою.

При підготовці радіатора для ремонту проводять наступні операції: розбирають радіатор, відпаюють контрольну трубку, верхній та нижній бачки, а також частини кріплення. В подальшому серцевину радіатора та обидва бачки поміщають у ванну із розчином каустичної соди (5%), яка нагріта до температури 60...80 °С, період витримки – розчинення накипу. В подальшому поверхні деталей радіатора промивають гарячою водою.

За допомогою рихтування позбуваються вм'ятин бачків з використанням дерев'яних молотків.

## 1.2 Основні дефекти і поломки радіаторів охолодження

Основні дефекти і поломки радіаторів охолодження автомобілів можуть включати наступні проблеми (рис 1.1): Утворення витоків: Витоки можуть виникати через пошкодження радіатора, наприклад, в результаті



удару, корозії або старіння матеріалу. Це може призвести до втрати охолоджувальної рідини та перегріву двигуна.

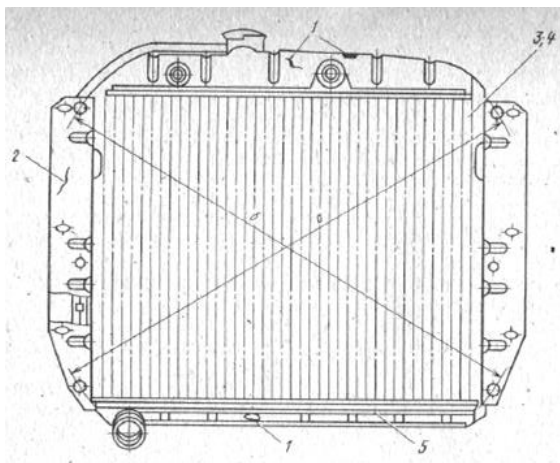


Рисунок 1.1 – Основні дефекти радіаторів

**Забруднення:** Засмічення радіатора може стати причиною недостатнього охолодження двигуна. Забруднення може включати нальот, комах, пил та інші частинки, які засмічують поверхню радіатора і перешкоджають вільному потоку повітря. **Корозія:** Радіатори піддаються корозії, особливо якщо охолоджувальна рідина містить недостатню кількість антикорозійного захисту або якщо вода замінюється вмістом води з великим вмістом мінералів.

Корозія може призвести до пошкодження радіатора і витоків. **Пошкодження фінішу:** Фіни, які забезпечують велику поверхню для розсіювання тепла, можуть бути пошкоджені внаслідок зіткнень або механічних ушкоджень.

Пошкодження фінішу може призвести до погіршення ефективності охолодження. **Поломка термостата:** Термостат контролює температуру охолоджувальної рідини, регулюючи її потік через радіатор. Поломка термостата може призвести до перегріву двигуна або недостатнього охолодження.

### 1.3 Методи технологічного ремонту пошкоджених радіаторів

**Паяння:** Цей метод використовується для усунення дрібних протікань або тріщин в радіаторі. Спочатку необхідно знайти місце протікання або тріщину в радіаторі. Потім з використанням газового пальника або електричного паяльника проводять паяння на пошкодженій ділянці. Для цього використовуються спеціальні паяльні сплави. Після паяння радіатор необхідно протестувати, щоб переконатися, що протікання усунуто.

**Використання ремонтного комплекту:** Існують ремонтні комплекти, які містять спеціальні продукти для усунення протікань у радіаторі. Зазвичай вони включають в себе епоксидну смолу або пластику, яку можна нанести на пошкоджену область. Після нанесення ремонтного матеріалу слід дати йому висохнути або витвердіти згідно з інструкціями, що додаються до комплекту. Цей метод може бути ефективним для дрібних протікань, але не завжди є довготривалим рішенням.

**Промивання хімічними засобами:** Іноді радіатор може протікати через засмічення або накип. У таких випадках ремонт може включати промивання радіатора та системи охолодження, щоб видалити накип і забруднення. Для цього використовуються спеціальні хімічні засоби, які розчиняють забруднення і забезпечують кращу циркуляцію.

**Діагностика:** Перш за все, необхідно встановити причину проблеми з радіатором, будь то протікання, тріщина, засмічення або інше пошкодження. Виконайте візуальний огляд радіатора, перевірте наявність протікань або видимих пошкоджень. Здійсніть тисковий тест, щоб виявити протікання, які можуть бути непомітними на перший погляд. **Видалення радіатора:** Роз'єднайте радіатор від системи охолодження, відключивши шланги, реміня або проводку, які його утримують. У деяких випадках може знадобитися видалити інші компоненти, щоб мати повний доступ до радіатора. **Очищення:** Після видалення радіатора його слід ретельно очистити. Видаліть всі забруднення, накип або іржу з поверхні радіатора. Для цього можна

використовувати спеціальні промивні розчини, щітки або водяний потік під високим тиском. Переконайтеся, що всі канали і вентиляційні отвори радіатора чисті і прозорі. Виявлення пошкоджень: У разі протікань або тріщин радіатора потрібно виявити місце пошкодження. Це може вимагати ретельного огляду радіатора, використання тестових речовин або застосування методів виявлення тиску. Ремонт або заміна: Після виявлення пошкоджень вирішується, чи можна виконати ремонт радіатора, або його необхідно замінити

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Корегування нормативів періодичності технічного обслуговування та ремонту автотранспорту

Згідно відповідного положення по технічному обслуговуванню та ремонту для автомобільного транспорту, автобуса MAN R07 визначено періодичність ТО 1 і ТО 2

$L_{то-1}^H$  - параметри нормативної періодичності до ТО – 1

$L_{то-1}^H$  - 4800 км

$L_{то-2}^H$  - параметри нормативної періодичності до ТО – 2

$L_{то-2}^H$  - 18000 км

$T_{щО} = T_{щО}^H \cdot k_m$  - показник трудомісткості на виконання одного технічного обслуговування, щоденного (ЩО).

$$k_M = 1 - \frac{TM}{100} \quad (2.1)$$

де  $Z_F$  - значення коефіцієнта механізації ЩО.

TM – величина механізованих робіт при ЩО.

M=42%

$$Z_F = 1 - \frac{42}{100} = 0.56$$

$T_{PO.} = 1,8$  людино/година

$T_{ТО-1} = 11$  людино/година

$T_{ТО-2} = 48$  людино/година

$$T_{KP} = 8 \frac{\text{людино} / \text{год}}{1500 \text{ км}}$$

де  $T_{KP}$  - величина питомої трудомісткості при поточному ремонті - автобус "MAN R07"

Відсоток сезонного обслуговування від загальної трудомісткості при ТО 2 – 25%

$$T_{KE} \cdot T_{HO} + 3 = 0,6 \cdot 42 = 9 \text{ (людино/година)} \quad (2.2)$$

Періодичність простою автобуса під час ТО і технічному ремонті становить:

Додаткове технічне обслуговування і плановий ремонт автобуса становить 0,35 днів на 1000км

$$A_{IP} = A_{KP}^Y + A_n - \text{період простою автобуса "MAN R07" в днях при КР.}$$

де  $A_n$  - період відправлення автобуса MAN R07 на авторемонтне підприємство і його повернення

$A_{np}$  - період простою автобуса при капітальному ремонті згідно нормативних рекомендацій :  $D_{KP}^H = 20$  дн.

$$A_f = 0,3 \dots 0,5 \cdot A_{cn}^H \quad (2.3)$$

$$A_h = 0,56 \cdot 13 = 4.5 \text{ дні} \quad (2.4)$$

$$A_n = 21 + 4.5 = 25.5 \quad (2.5)$$

Автобус MAN R07 використовується в IV категорії згідно загальних умов експлуатації. Значення відкорегованих норматив періодичності пробігу автобуса до КР становить:

$$G_{TO-1}^R = G_{TO-1}^R + r \quad (2.6)$$

де  $r$  – значення коефіцієнта корегування  $r=0,8$

$$G_{TO-1} = 5150 \cdot 0,7 = 4565 \text{ км}$$

$$G_{TO2} = G_{TO2}^R \cdot h \quad (2.7)$$

$$G_{TO2} = 22000 \cdot 0,7 = 15400 \text{ км}$$

$$G_{KR} = G_{KR}^R \cdot h \quad (2.8)$$

$$G_{KR} = 38700 \cdot 0,7 = 31500 \text{ км}$$

Відповідно до показників періодичності робіт при ТО і величини пробігу до КР визначається кратність середньодобового пробігу ( а, b, с)

$$l = \frac{G_{TO1}}{G_{CS}} \quad (2.9)$$

$$l = \frac{4200}{270} = 9.5$$

Значення періодичності пробігу автобуса до ТО 1 після корегування становить:

$$G_{TO1} = G_{CS} \cdot l \quad (2.10)$$

$$G_{TO1} = 380 \cdot 9 = 3150 \text{ км}$$

Визначаємо періодичність до ТО 2 та величину пробігу до КР після корегування:

$$f = \frac{G_{TO2}}{G_{TO1}} \quad (2.11)$$

$$f = \frac{15150}{3150} = 6$$

$$G_{TO2} = G_{TO1} \cdot f \quad (2.12)$$

$$G_{TO2} = 3150 \cdot 5 = 17600 \text{ км}$$

$$j = \frac{G_{KR}}{G_{TO2}} \quad (2.13)$$

$$c = \frac{307500}{16400} = 15$$

$$G_{KR} = G_{TO2} \cdot t \quad (2.14)$$

$$L_{TO-2} = 17400 \cdot 15 = 32455 \text{ км}$$

## 2.2 Графік проведення ТО за циклом

Графік циклу дає показовий приклад для проведення технологічних операцій ТО автобуса і передавання його в КР.

Графік циклу для автобуса «MAN R07» із статичним пробігом з добу 470 км при використанні приведений на рисунку 2.1..

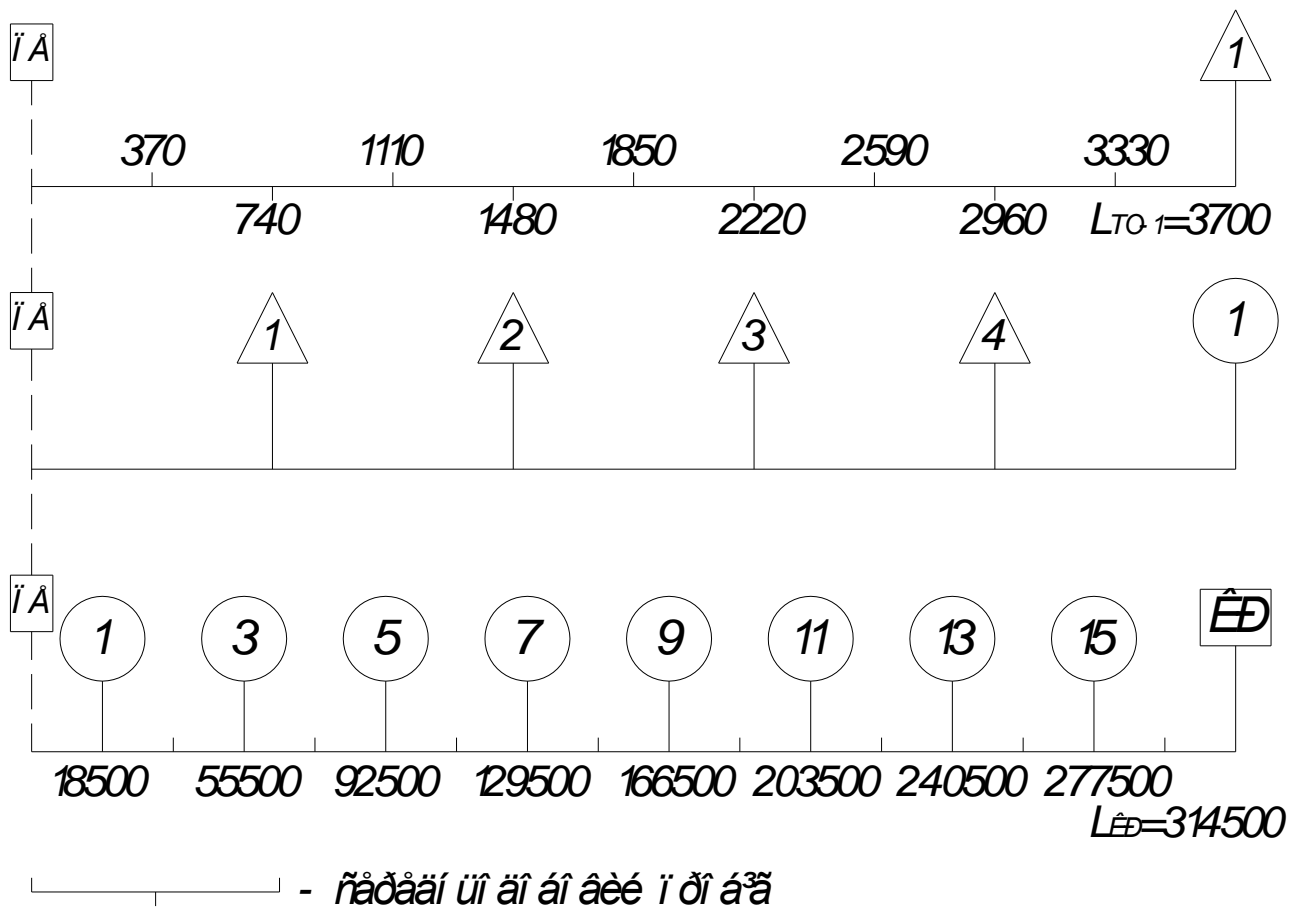


Рисунок 2.1. Загальний вигляд циклового графіка технічного обслуговування автобуса «MAN R07»

ПЕ – початковий період при експлуатації автобуса «MAN R07»

$\triangle 1$  – величина пробігу автобуса «MAN R07» до першого ТО, км

$\odot 1$  – величина пробігу автобуса «MAN R07» до другого ТО, км

КР – величина пробігу автобуса «MAN R07» за повний цикл, км

### 2.3 Визначення річної кількості ТО та КР автобусів.

Загальна кількість ТО і КР за цикл визначається за формулою:

$$D_{RO}^{(u)} = \frac{G_y}{G_{KR}} \quad (2.15)$$

де  $L_y$  - кореляційна величина за цикл

$L_{KR}$  - періодичність проходження капітальних ремонтів

Отримуємо:

$$D_{KR}^{(u)} = \frac{32500}{32500} = 1(\text{рем.})$$

$$D_{TO2}^{(u)} = \frac{G_y}{G_{TO2}} - D_{KR}^{(u)} \quad (2.16)$$

$$N_{TO-2}^{(y)} = \frac{32500}{17500} - 1 = 14(\text{обс.})$$

$$D_{TO1}^{(u)} = \frac{D_y}{D_{TO1}} - (D_{KR}^{(u)} + D_{TO2}^{(u)}) \quad (2.17)$$

$$N_{TO-1}^{(y)} = \frac{32300}{3800} - (1 + 14) = 61(\text{обс.})$$

Основна кількість проведених робіт ТО за один цикл знаходимо відповідно до того, що комплексно мийні роботи проходять в міжзмінний час дня.



$$D_{RO.}^{(u)} = \frac{D_u}{D_{CD}} \quad (2.18)$$

де  $D_{RO.}^{(u)}$  - загальне число обслуговувань за один цикл

$$D_{RO.}^{(u)} = \frac{32400}{345} = 760(\text{обс.})$$

## 2.4 Коефіцієнти технічної готовності та експлуатації автобусів. Порядок розрахунку.

Показник коефіцієнта технічної придатності автобусів до експлуатації беремо за формулою:

$$\lambda_T = \frac{D_{e.y.}}{D_{e.y.} + D_{py}} \quad (2.19)$$

де  $D_{e.y.}$  - час експлуатації автобуса за один цикл.

$D_{py}$  - час простою автобуса в технічному ремонті

Для знаходження ДР беремо загальне число днів експлуатації автобуса за весь цикл, який відповідає числу ЩО.

$$D_{e.y.} = N_{Щ.О.}^{(y)} = 850(\text{днів})$$

$$D_{py} = D_{кр} + \frac{D_{ГОПР} \cdot L_y}{1000} \cdot k_{зп} \quad (2.20)$$

де  $k_{зп}$  - взятий показник при зниженні періоду простою автобуса при наступному технічному обслуговуванні і плановому ремонті:

$$A_{py} = 21 + \frac{0,22 \cdot 332500}{1000} \cdot 0,77 = 112(\text{днів})$$

$$F_T = \frac{866}{866 + 111} = 0,77 \quad (2.21)$$

Формула для знаходження показника експлуатації автобусів:

$$F_T = \frac{F_r \cdot A_r}{A_j} \cdot g_{з.в.} \quad (2.22)$$

де  $A_r$  - загальне число днів експлуатації автобуса за весь рік;

$A_j = 347$  днів;

$A_g$  - загальна кількість днів в календарі;

$A_j =$  один рік;

$g_{з.в.}$  - показник зменшення періодичності використання технічно готових автобусів.

Приймаємо  $g_{з.в.} = 0,94$

Величина коефіцієнта експлуатації автобуса:

$$\lambda_{II} = \frac{0,88 \cdot 357}{366} \cdot 0,94 = 0,81$$

## 2.5 Порядок розрахунку величини річного пробігу автобусів

Пробіг за рік автобусів знаходимо після розрахунку обсягу за рік робіт з ПР

$$K_{Pt} = A_f \cdot F_h \cdot G_{CR} \cdot F_i \quad (2.23)$$

де  $F_i$  - загальна кількість автобусів "MAN R07" в АТП;

$G_{CR}$  - сумарний річний пробіг автобусів:

$$L_{PPI} = 354 \cdot 0,77 \cdot 345 \cdot 95 = 968124(\text{км})$$

Значення коефіцієнти переходу від певного циклу до року визначається за формулою:

$$J_{II} = \frac{345 \cdot F_{II}}{A_{yr}} \quad (2.24)$$

$$\eta_{II} = \frac{345 \cdot 0,71}{845} = 0,28$$

Кількість КР беремо із формулою:

$$S_{KR}^{(e)} = S_{KR}^{(i)} \cdot J_p \cdot F_i \quad (2.25)$$

$$S_{KR}^{(e)} = 1 \cdot 0,28 \cdot 85 = 28,7$$

Річна кількість ТО визначається за формулою:

$$N_{\text{ЩО}}^P = N_{\text{ЩО}}^{(u)} \cdot \eta_p \cdot A_i \quad (2.26)$$

$$N_{\text{ЩО}}^P = 850 \cdot 0,34 \cdot 90 = 26010$$

$$S_{TO1}^P = S_{TO1}^{(y)} \cdot F_p \cdot F_i \quad (2.27)$$

$$S_{TO1}^P = 75 \cdot 0,28 \cdot 85 = 2172,8$$

$$S_{TO2}^P = S_{TO2}^{(y)} \cdot F_p \cdot F_i$$

$$S_{TO2}^P = 17 \cdot 0,28 \cdot 85 = 458,8$$

$$S_{CR}^i = 2 \cdot F \quad (2.28)$$

$$S_{CR}^h = 2 \cdot 85 = 170$$

З метою дослідження певного методу технічного обслуговування автобуса потрібно врахувати так названу змінну програми. Як правило при ТО-1 і ТО-2 беруться конвеєри з перервною дією, а при ЩО – конвеєри без перервної дії.

$$S_{RO}^{3R} = \frac{N_{RO}^P}{G_P^{RO} \cdot Y} \quad (2.29)$$

де  $G_P^{RO}$  - кількість днів роботи з рік в даній зоні ЩО;

С – взяте число робочих змін:

$$G_{RO}^{ZV} = \frac{25642}{344 \cdot 1} = 68,5(\text{обс.})$$

$$G_{TO1}^{ZV} = \frac{G_{TO1}^R}{K_R^{TO1}} \quad (2.30)$$

де  $K_R^{TO1}$  - кількість днів в рік роботи в даній зоні ТО-1:

$$G_{TO1}^{ZV} = \frac{2215,7}{344} = 6,4(\text{обс.})$$

$$G_{TO2}^{zv} = \frac{G_{TO2}^R}{G_R^{TO2}}$$

де  $G_R^{TO2}$  - кількість днів в році роботи в даній зоні ТО-2:

$$G_{TO2}^{zv} = \frac{477,6}{344} = 12(\text{обс.})$$

Весь обсяг робіт з рік на тех. обслуговування і ремонт автобусів беремо за формулою:

$$T_{щО} = N_{щО}^P \cdot T_{щО} \quad (2.31)$$

$$T_{щО} = 26010 \cdot 1,4 = 36414(\text{люд} / \text{год})$$

$$N_{TO-1}^P = N_{TO-1}^P \cdot T_{TO-1} \quad (2.32)$$

$$N_{TO-1}^P = 2080,8 \cdot 10,0 = 20808 \text{люд} / \text{год}$$

$$N_{TO-2}^P = N_{TO-2}^P \cdot T_{TO-2}$$

$$N_{TO-2}^P = 489,6 \cdot 40,0 = 19584 \text{люд} / \text{год}$$

$$T_{CO} = N_{CO} \cdot T_{CO} \quad (2.33)$$

$$T_{CO} = 180 \cdot 8 = 1440 \text{люд} / \text{год}$$

$$Y_{ПР} = \frac{G_{ПП} \cdot G_{ПР}}{1200} \quad (2.34)$$

$$R_{ПР} = \frac{923126 \cdot 8}{1200} = 56682 \text{ люд} / \text{год}$$

Результати досліджень робіт з один рік по ТО та ремонту приведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1. Роботи з ТО і ремонту автобусів з один рік.

№ п/п	Різновид робіт	Позначення	Число ТО. за один рік	Об'єм робіт (тис км.)	обсяг робіт за рік люд.год.
1	ШО	$F_{RO}^R$	28010	2,4	38914
2	ТО 1	$F_{TO1}^R$	3090,8	7,0	26508
3	ТО 2	$F_{TO2}^R$	587,6	50,0	24584
4	ПО	$F_{RO}^R$	190	7	4740
5	КР	$F_{ПР}^R$	40,6	8,0	77849,06
	Всього	ТК, ТЕ, ПК			182595,06

Окрім вище взятих робіт в АТП також проводять деякі допоміжні роботи. Загальний обсяг даних робіт може бути від 30 до 40% від головного числа робіт по ТО та ремонту автобусів.

Дослідження числа допоміжних робіт беремо із формули :

$$D_{Дод}^{ЕП} = 0,31 \cdot A_{ПРТК} \quad (2.35)$$

$$B_{Дод}^{ЕП} = 0,32 \cdot 145863,06 = 38964$$

$$B_S = 0,41 \cdot D_S^{RTH}$$

$$D_s = 0,41 \cdot 563875,85 = 65588,19(\text{люд} / \text{год})$$

В таблиці 2.2 приведені дані по розподілу допоміжних робіт в АТП.

Таблиця 2.2. Характер розподілу допоміжних робіт на в АТП.

№ п/п	Найменування робіт	Трудомісткість	
		%	люд/год
1	Самообслуговування АТП	42	17544,98
2	Транспортні	9	3759,63
3	Перелік автобусів	20	8354,75
4	Прийом, зберігання і видача матеріальних цінностей	10	4177,37
5	Прибирання територій і приміщень	19	7937,01
	Всього	100%	41773,76 $T_{\text{доп}}^{\text{АТП}}$

Функція відділу головного механіка АТП – планування та виконання робіт по самообслуговуванню автобусів.

Характер розділу робіт по самообслуговуванню автобусів в АТП приведено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3. Розподіл робіт по самообслуговуванню автобусів

№ п/п	Найменування робіт	Трудомісткість	
		%	люд/год
1	Електротехнічні	24	4511,56
2	Механічні	10	1879,82
3	Слюсарні	15	2819,72
4	Ковальські	2	357,97
5	Зварювальні	4	751,92
6	Бляхарські	4	751,92
7	Мідницькі	3	563,95
8	Трубопровідні	22	4135,61
9	Деревообробні	16	3007,72
	Всього	100%	18798,19 $T_{\text{самооб.}}$

## 2.6 Відділення для мідницько-радіаторних робіт. Порядок розрахунку основних параметрів.

Розрахункові дані приведені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4. Розрахункові дані обсягу робіт планового ремонту

№ п/п	Найменування робіт Потокові роботи		Трудомісткість
		Всього	50%
	У відділеннях		
1	Агрегатні	16	14215,84
2	Слюсарно – механічні	10	8884,90
3	Електротехнічні	4	3559,96
4	Акумуляторні	2	1776,99
5	Ремонт системи живлення	4	3553,96
6	Шиноремонтні	1	888,49
7	Вулканізація	1	888,49
8	Ковальсько - ресорні	3	2665,48
9	Мідницькі	5	4442,46
10	Зварювальні	1	888,49
11	Бляхарські	1	888,49
12	Арматурні	1	888,49
13	Оббив очні	1	888,49
		50%	44424,53
	Всього	100%	88849,06

Знайдемо річний об'єм робіт по мідницько – радіаторному відділенні.

Об'єм робіт ПР становить:

$$F_{RP} = F_{RP}^R \cdot G_{RP} \quad (2.36)$$

де  $F_{RP}$  - трудооб'єм робіт планового ремонту, яка випадає на –відділення радіаторів.

$$F_{RP} = 5$$

$$G_{RP} = 64654,06 \cdot 5 = 264,45 (\text{люд} / \text{год})$$



Робітники, які виконують роботи по технічному обслуговуванні та планових ремонтів на автопідприємстві відносяться до робітників виробничої категорії .

Необхідна кількість робітників для виконання технологічних операцій беремо з формули:

$$G = \frac{N_{RT}}{A_{PM}} \quad (2.37)$$

Де  $\Phi_{PM}$  – фіксований виробничий (річний) часовий фонд одного робочого місяця.

$$T_y = \frac{45646,44}{2255} = 3,14(\text{вик.})$$

Прийmemo 2 виконавці.

Сумарний річний виробничий часовий фонд для виконання даних операцій беремо з формули:

$$G_{PM} = (J_K - J_\epsilon - J_{cv}) \cdot F_{yt} - (A_{RC} \cdot 1 + A_h \cdot 2) \quad (2,38)$$

де  $J_\epsilon$  - вихідні дні на протязі року – 104

$J_{cv}$  - загальна кількість святкових і релігійних днів – 16

$J_{nc}$  - скорочені та передсвяткові – 16

$J_K$  - дні за календарем – 365

$A_{zm}$  - тривалість робочої зміни – 8 год

$$\Phi_{PM} = (366 - 104 - 6) \cdot 8 - (6 \cdot 1 + 0 \cdot 2) = 2042$$

Штатна кількість робітників визначається за формулою:

$$P_{шт} = \frac{T_{пр}}{\Phi_{шт}} \quad (2.39)$$

де  $\Phi_{шт}$  - виробничий фонд часу одного робітника на протязі року:

$$P_{шт} = \frac{4442,45}{1161,6} = 3,82(\text{роб.})$$

Прийнята кількість робітників - 4.

$$\Phi_{шт} = \Phi_{рм} - T_{відн} - t_{п.п.}, \quad (2.40)$$

де  $T_{відн}$  - відпустка робітника, дні

$$\Phi_{шт} = 2042 - 832 - 48,4 = 1161,6$$

$$T_{відн} = D_e \cdot T_{3м} \quad (2.41)$$

$$T_{відн} = 104 \cdot 8 = 832(\text{год})$$

$$t_{п.п.} = 0,04 \cdot (\Phi_{р.м.} - T_{відн}) \quad (2.42)$$

де  $t_{п.п.}$  - відсутність робітника по поважних причинах:

$$t_{п.п.} = 0,04 \cdot (2042 - 832) = 48,4$$

Як показує практика ремонту радіаторів в залежності від його конструктивних особливостей, трудомісткість їх робіт в мідницько-радіаторній дільниці в середньому сягає близько 70% від загальної трудомісткості всіх робіт на даній дільниці. Розроблені відповідні карти технологічного процесу використовують при ремонті основних деталей радіаторів, паливних баків, відповідних масло та паливо проводів із використанням, як універсального, так і спеціального технологічного обладнання, оснащення, робочого та вимірювального інструментів.

Основні етапи технологічного процесу при ремонті радіатора автобуса: мийка та очистка деталей та радіатора в цілому; закріплення радіатора на

спеціальному стенді для його подальшого ремонту; перевірка радіатора у ванній на його герметичність; позначення пошкоджених місць радіатора; подача радіатора на ремонтний стіл для: запаювання виявлених тріщин; розбирання радіатора на окремі деталі. Закінчується технологічний процес ремонту радіатора його випробовуванням з метою визначення якості ремонтних робіт.

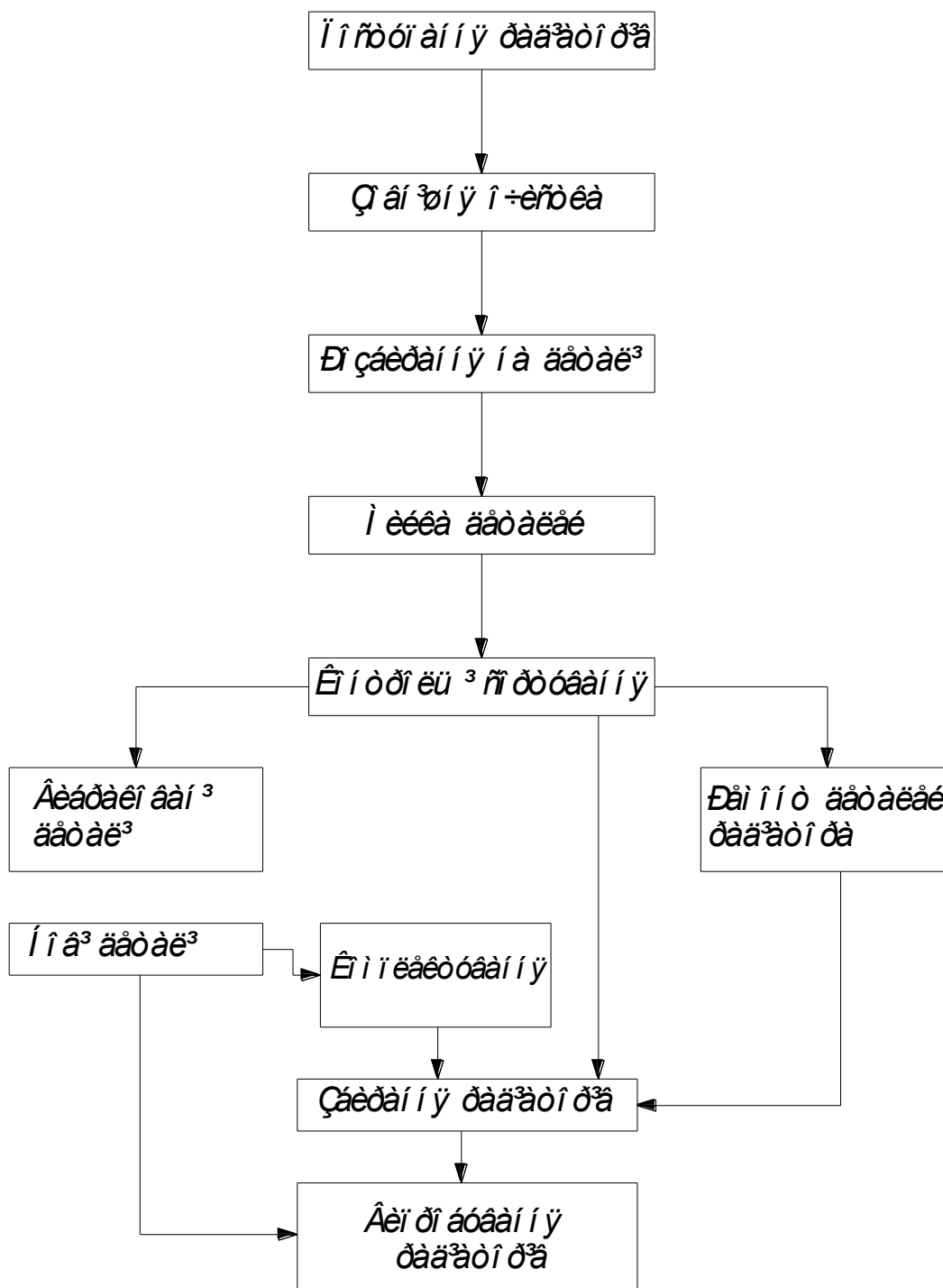


Рисунок 2.2 Етапи технологічного процесу при ремонті деталей радіатора.

## 2.6.1 Технологічний процес ремонту радіатора автобуса

Плановий ремонт призначений для зменшення частки відмов а також технічних неполадок, які виникають в період експлуатації автобуса і який виконується у спеціалізованих ремонтних майстернях автотранспортних підприємств. При плановому ремонті радіатора проводять наступні операції на відповідному стенді: повірка радіатора на герметичність; визначення міри забруднення радіатора; відпайка верхнього і нижнього бачків із подальшою їх очисткою і промивкою; прочищення трубок радіатора і при необхідності їх заміни на нові.

На завершальному етапі ремонту радіатора проводиться процес складання редуктора, який включає в себе: процеси запаювання трубок, відповідно верхнього та нижнього бачків та горловини з метою визначення якості ремонтних робіт по характеристиках його герметичності.

## 2.6.2 Принципи вибору потрібного технологічного устаткування і оснащення

В таблиці 2.6 приведені дані про вибране технологічне обладнання та оснащення.

Таблиця 2.6. Характеристика вибраного технологічного обладнання і оснащення.

Найменування обладнання	Модель	Заг. к-ть	Розмір, мм	Площа м <sup>2</sup>
Стенд для робіт слюсарний		4	4540x740	2
Установка для розвалбцювання		1	450x640	0,45
Стенд для випробувнь	125 (АПТ II)	3	1570x2060	2,7
Стелаж для роботи	ПК – ОРРП	6	3540x610	0,59
Стелаж з полицями	В.З.	1	4570x510	0,75
Стіл для зливання рідини	Р – 330	1	120x800	1,3
Основний стелаж	У.У.	1	6540x510	0,35

Ванн для випробування	4542	1	1656x1365	1,22
Стіл для зварювальних робіт	ТРНН 13 – 08	1	1356x632	0,7
Устаткування для очищення	2355	1	1657x132	1,8
Піч		1	625x498	0,85
Стед		1	1658x932	1,12
Стенд для ремонту		1	832x795	0,8
Заг. кількість:				132м <sup>2</sup>

### 2.6.3 Розрахунок виробничої площі ремонтного підрозділу

Визначення площі відділення за формулою:

$$F_{\text{від}} = k_{\text{густ}} \cdot \Sigma F_{\text{обл.}} \quad (2.43)$$

де  $k_{\text{густ}}$  - прийнятий показник щільності розташування технологічного устаткування

$F_{\text{обл.}}$  - вся площа технологічного устаткування у ремонтному відділенні м<sup>2</sup>

$$F_{\text{обл.}} = 90 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{від}} = 4 \cdot 22,5 = 90(\text{м}^2)$$

Розрахована площа - 90 м<sup>2</sup>

## 3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

### 3.1 Конструктивна схема та принцип роботи пристосування для виправки ребер радіатора

На рисунку 3.1 представлена схематична конструкція станку для виправки ребер радіатора. Враховуючи технологічні можливості, силові та кінематичні параметри, конструктивні особливості станка розроблено відповідний порядок виконання робіт для виправки ребер радіатора: встановлення на відповідному кронштейні (як правило вручну) облицювання радіатора при забезпеченні положення пошкоджених ребер в матриці; при русі поршня із штоком і пуансоном вниз відбувається правка ребер радіатора; при аналогічному русі даних механізмів вгору, відремонтоване ребро виходить із зони виправки, а на його місце встановлюється інше ребро.

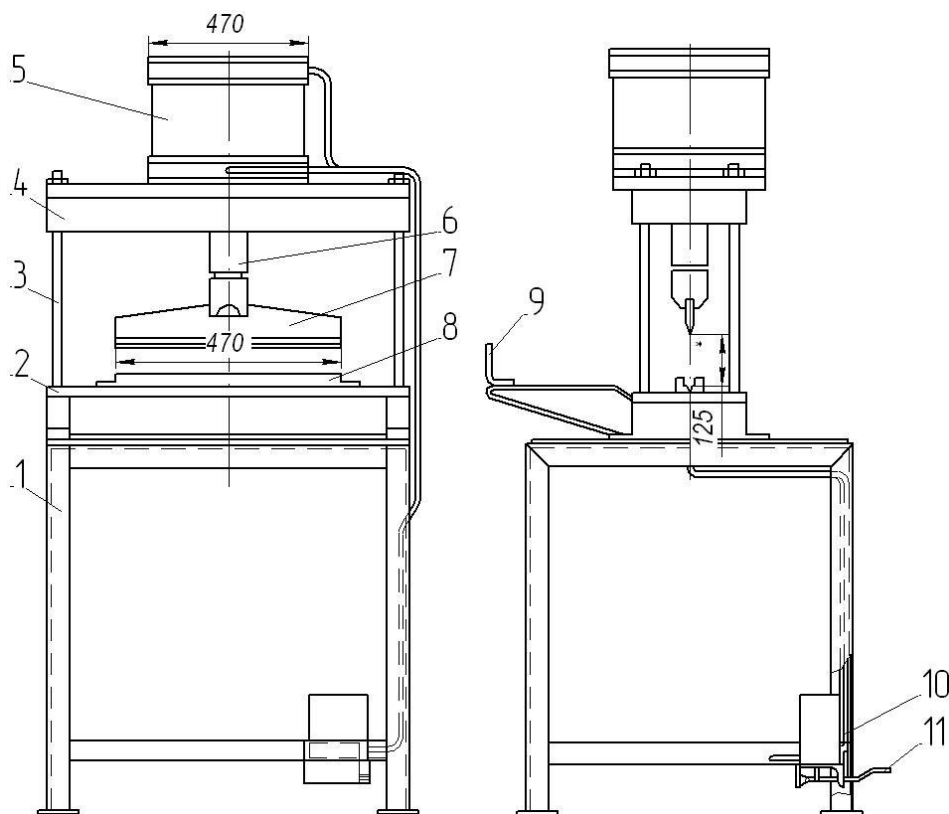


Рисунок 3.1. Загальний вигляд та будова станку для виправки ребер радіатора.

1 – каркас; 2 – нижня опора; 3 – болти для стягування; 4 – верхня опора; 5 – головний циліндр; 6 – прокладка; 7 – пуансон; 8 – матриця; 9 – тримач; 10 – труби; 11 – клапан робочий.

### 3.2 Структурно – кінематична схема станку для виправки ребер радіатора

Механізм для регулювання чисел обертів вихідної помпи даного станку являється однією із відповідальних характеристик кінематики приводу. Даний механізм забезпечує відповідно безступінчасту або ступінчасту зміну чисел обертів. Для безступеневого регулювання чисел обертів, як правило використовують двигуни постійного струму, а також фрикційні варіатори із можливістю точного позиціонування положення робочого стола. До недоліків даного способу відносяться: велика собівартість обладнання; обмеженість діапазону регулювання чисел обертів. Якщо необхідно забезпечити положення робочого стола із певними наближеннями, використовують систему із ступеневим регулюванням чисел обертів.

При розробці загальної структури механізму приводу робочого стола враховують як граничні значення робочих подач відповідних органів  $S_{max}$  і  $S_{min}$  так і значення їх діапазонів.

Формула для визначення структури механізму приводу при переміщенні робочого стола:

$$R_s = \frac{S_{max}}{S_{min}} = \frac{1250}{25} = 50 \quad (3.1)$$

При ступінчастому характері регулювання переміщення робочого стола необхідно враховувати нормалізований знаменник ряду « $\varphi$ » (1,06; 1,12; 1,26; 1,40; 1,60; 2,0).

При обраному значенні « $\varphi$ » береться сумарне число ступенем регулювання:

$$t = 1 + \frac{l_y T_s}{l_y g} = 1 + \frac{l_y 40}{l_y 2.36} = 1 + \frac{1.775}{0.12} = 16.87 \approx 18 \quad (3.2)$$

При нормальній структурі у випадку ступеневого регулювання переміщення робочого стола при параметрі  $t$  використовуємо наступну структурну формулу :

$$T = P_1(x_1) \cdot P_2(x_2) \cdot P_3(x_3) \dots \quad (3.3)$$

де  $P_1, P_2, P_3$  - значення кількісних передач в кожній незалежній групі (2 або 3)

$x_1, x_2, x_3$  - незалежні групи  $P_1, P_2, P_3$  передач.

Необхідні умови для мінімальних габаритів коробок передач:

$$1. T_1 \rangle T_2 \rangle T_3 \rangle \dots$$

$$2. x_1 \langle x_2 \langle x_3 \langle \dots$$

Необхідні умови: для першої (основної  $P_1$  групи)

Характеристика рівна 1, тобто:

$$x_2 = P_1; \quad x_3 = P_1 \cdot P_2; \quad x_4 = P_1 \cdot P_2 \cdot P_3$$

Серед приводів складної структури є механізм приводу силового переміщення робочого стола, який використовується для реалізації високих швидкостей даної складної структури а також для реалізації низьких швидкостей для додаткової структури. Формула для визначення загального числа ступенів регулювання прводу робочого стола для складної структури.

$$t = t_0 + t_0 \cdot t_g = t_0 \cdot [1 + t_g] = P_1(x_1) \cdot P_2(x_2) \cdot [1 + P_3(x_3) \cdot P_4(x_4)] \quad (3.4)$$

де  $t_0$  - параметр основної структури;

$t_g$  - параметр додаткової структури.

$$t = 3_{(x)} \cdot 3_{(3)} \cdot [1 + 1,1] = 18 \quad (3.5)$$



### 3.2.1 Визначення кількості зубів коліс приводу подач

Кількість зубів для окремих пар зубчастих коліс, які входять в коробку подач визначаємо із графіка чисел обертів і подач. При цьому модулі всіх зубчастих коліс однакові при незмінній міжосьовій відстані.

Записуємо наступну систему рівнянь:

$$\begin{cases} t_5 + t_6 = t_7 + t_8 = t_9 t_{10} = \sum_t \\ t_5/t_6 = U_1; t_7/t_8 = U_2; t_9/t_{10} = U_3 \end{cases}$$

Перша пара основної групи:

$$\begin{cases} t_5 + t_6 = \sum_t \\ t_5/t_6 = U_1 = 1/2 \end{cases}$$

Приймаємо  $t_5 = 18$

$$t_6 = t_5 / U_1 = 18 / 1/2 = 36$$

$$\sum_t = t_5 + t_6 = 18 + 36 = 54$$

Друга пара головної підгрупи:

$$\begin{cases} t_7 + t_8 = \sum_t \\ t_7/t_8 = U_2 = 1 \end{cases}$$

$$k_7 = \frac{\sum_t T_2}{1 + T_2} = \frac{54 \cdot 2}{2 + 1} = 36$$

$$r_8 = 54 - 36 = 18$$

$$\begin{cases} t_9 + t_{10} = \sum_t \\ t_9/t_{10} = U_3 = 1/2 \end{cases}$$

При  $t_{10} = t_{11}$ , зубчате колесо з кількістю зубів  $t_{11}$  є похідним для другої групи передач, приймаємо  $t_{11} = t_{10} = 18$ ,  $t_9 = 54 - 18 = 36$

Запишемо систему із рівнянь для дослідження кількості чисел зубів колеса в другій і допоміжній групах:

$$t_{11} + t_{12} = t_{13} + t_{14} = t_{15} + t_{16} = t_{17} + t_{18} = t_{19} + t_{20} = \sum_t$$

$$t_{11}/t_{12} = U_4; \quad t_{13}/t_{14} = U_5; \quad t_{15}/t_{16} = U_6; \quad t_{17}/t_{18} = U_7; \quad t_{19}/t_{20} = U_8$$

Перша пара другої групи:

$$\begin{cases} t_{11} + t_{12} = \sum_t \\ t_{11}/t_{12} = U_4 = 1/2 \end{cases}$$

Приймаємо:  $t_{11} = 18; \quad t_{12} = t_{11}/U_4 = 12/(1/2) = 36$

Друга пара наступної групи:

$$\begin{cases} t_{13} + t_{14} = \sum_t \\ t_{13}/t_{14} = 45 = 1 \end{cases}$$

$$\int r_{13} = \frac{\sum_t + F_5}{1 + F_5} = \frac{32 \cdot 3}{1 + 3} = 37$$

$$t_{14} = 53 - 25 = 28$$

Третя пара наступної групи:

$$\begin{cases} t_{15} + t_{16} = \sum_t \\ t_{15}/t_{16} = U_6 = 2 \end{cases}$$

$$t_{15} = \frac{\sum_t + U_6}{1 + U_6} = \frac{54 \cdot 2}{1 + 2} = 36$$

$$t_{16} = 54 - 36 = 18$$

Перша пара доповнюваної групи:

$$\begin{cases} t_{17} + t_{18} = \sum_t \\ t_{17}/t_{18} = U_7 = 1/2 \end{cases}$$

$$t_{17} = \frac{\sum_t + U_7}{1 + U_7} = \frac{54 \cdot 1/2}{1 + 1/2} = 18$$

$$t_{18} = 54 - 18 = 36$$

Друга пара доповнюваної групи:

$$\begin{cases} t_{19} + t_{20} = \sum_t \\ t_{19}/t_{20} = U_8 = 1/4 \end{cases}$$

$$t_{19} = \frac{\sum_t + U_8}{1 + U_8} = \frac{54 \cdot 1/4}{1 + 1/4} = 11$$

$$t_{20} = 54 - 11 = 43$$

Найближче значення  $t_{19} = 13$ ;  $t_{20} = 45$  і відповідно

$$\sum_t = 13 + 45 = 58$$

Корегуємо по  $\sum_t = 58$

$$t_{12} = 40; t_{13} = t_{14} = 29; t_{15} = 40; t_{18} = 40$$

Кількість зубів на циліндричних колесах  $t_{20} = t_{21}$ , кількість зубів конічних

коліс:  $t_{26} = t_{27} = t_{28} = t_{29} = 18$

Знаходимо кількість зубів постійних зубчастих коліс:

$$\begin{cases} t_1 + t_2 = \sum_t \\ t_1/t_2 = U_{01} = 1/1.37 \end{cases}$$

$$\begin{cases} t_3 + t_4 = \sum_t \\ t_3/t_4 = U_{02} = 1/2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} t_{22} + t_{23} = \sum_t \\ t_{22}/t_{23} = U_{03} = 1/2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} t_{24} + t_{25} = \sum_t \\ t_{24}/t_{25} = U_{04} = 1/2 \end{cases}$$

Коли мінімальна кількість зубів  $t_1$ ;  $t_3$ ;  $t_{22}$ ;  $t_{24}$  дорівнює 18.Тоді:

$$t_2 = t_1/U_{01} = 19/1/2.37 = 26$$

$$t_4 = t_3/U_{02} = 19/1/3 = 35$$

$$t_{23} = t_{22}/U_{03} = 18/1/2 = 38$$

$$t_{25} = t_{24}/U_{04} = 19/1/2 = 34$$

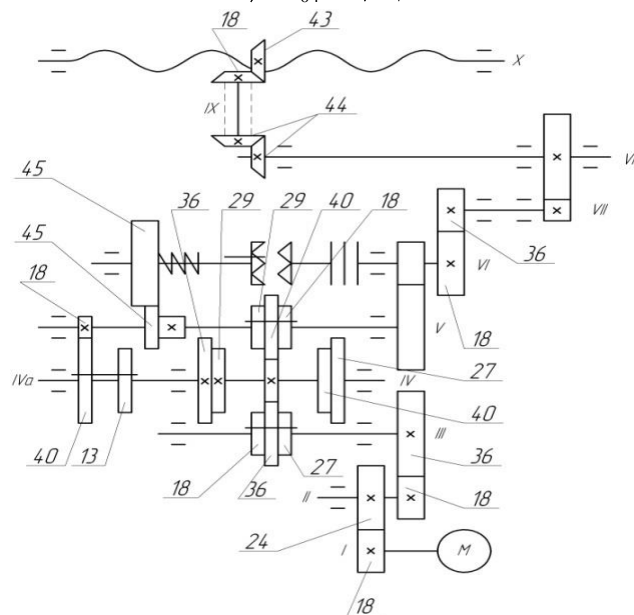


Рисунок 3.1 Кінематична схема пристосування для пересування стола

### 3.2.2 Силовий розрахунок основних елементів приводу подач стола

Показник тягового зусилля пристрою для пересування стола знаходимо за формулою:

$$G = p \cdot R_h + W(A_t + 2A_y + j), H \quad (3.6)$$

де  $j$  - коефіцієнт що впливає на момент який прикладений до столу;

$W$  - додатковий коефіцієнт тертя;

$A$  – загальна маса нерухомих частин стола  $H$ ;

Берем:  $k = 1.4$ ;  $\mu = 0.20$ ;  $G = 2000-4500H$  –  $D_h$ ,  $P_t$ ,  $h_y$  - горизонтальна (сила подачі), кругова та діаметрична сили,  $H$ .

$$Q = 2.4 \cdot 974 + 10(1445 + 3 \cdot 578 + 4520) = 623H \quad (3.7)$$

Потужність двигуна для пересування стола.

Визначення корисної потужності приводу подачі верстата:

$$F_{ef} = \frac{W \cdot T_0 \cdot P}{203 \cdot 50}, \text{ кВт} \quad (3.8)$$

де  $W$  - тягове зусилля,  $Q = 268$  кгс

$H_0$  - подача за одне обертання,  $S_0 = 0.8$  мм/об

$k$  - кількість провертань шпинделя,  $n = 31.5$  об/хв.

$$F_{ef} = \frac{265 \cdot 0.7 \cdot 28.5}{130 \cdot 50} = 1.6 \text{ кВт} \quad (3.9)$$

Залежно від потужності приводу подачі та ККД верстат знаходимо потужність електричко двигуна за формулою:

$$N_{\text{дв}} = \frac{N_{\text{эф}}}{2}, \text{ кВт} \quad (3.10)$$

де  $\eta = \eta_3^a \cdot \eta_n^e$  - основний ККД механізму приводу;

$\eta_3, \eta_n$  - ККД зубчастих передач і підшипників;

$a, e$  – число зубчастих передач і підшипників;

$\eta_{\text{х.з.}}$  - ККД ходового гвинта;

Беремо:  $\eta_3 = 0,98$ ;

$\eta_n = 0,98$ , згідно кінематичної схеми приводу  $a = 11$ ;  $e = 19$

$$\eta = 0,98^{11} \cdot 0,98^{19} = 0,8 \cdot 0,7 = 0,56$$

$$G_{\text{дв}} = \frac{1,2}{0,36} = 1,84 \text{ кВт} \quad (3.11)$$

Значення потужності  $N_{\text{дв}}$  беремо електродвигун більш наближеної потужності: тип електрично двигуна.

Розрахунок обертових моментів

Знаходимо потрібний обертьний момент на валу для механізму приводу пересування стола за формулою:

$$H_{\text{об}} = 6555 \cdot \frac{J_{\text{дв}}}{P_{\text{розр}}} \cdot f, \quad (H \cdot м) \quad (3.12)$$

де  $f$  - ККД механізму системи електричного двигун - вал ;

$P_{\text{розр}}$  - частота обертання валу;

Значення чисел обертів і подач:

$n_{\text{розр}}$  : вал 2 – 1145 об/хв

вал 3 – 488 об/хв

вал 4 – 365 об/хв

вал 5 – 125,3 об/хв

вал 6 – 59,7 об/хв

вал 7 – 45,7 об/хв

вал 8 – 15,3 об/хв

9, 10, 11 валах - 4,2 об/хв

Обертвий момент на валах розраховуємо за формулами:

$$\text{вал 2 } H_{обII} = 9440 \cdot \frac{2,2}{1045} \cdot 0,59 \cdot 0,24 = 17,1 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$\text{вал 3 } H_{обIII} = 9440 \cdot \frac{1,2}{455} \cdot 0,45^2 \cdot 0,78^2 = 15,1 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$\text{вал 4 } H_{обIV} = 9440 \cdot \frac{1,2}{145,3} \cdot 0,47^3 \cdot 0,45^6 = 45,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$\text{вал 5 } H_{обV} = 9440 \cdot \frac{3,2}{14,3} \cdot 0,45^4 \cdot 0,78^8 = 117,2 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$\text{вал 6 } H_{обIVa} = 9440 \cdot \frac{1,2}{15,7} \cdot 0,45^5 \cdot 0,77^9 = 249,2 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$\text{вал 7 } H_{обVI} = 9440 \cdot \frac{1,2}{14,7} \cdot 0,45^7 \cdot 0,285^{11} = 812,6 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$\text{вал 8 } H_{обVII} = 9440 \cdot \frac{1,2}{1,3} \cdot 0,24^8 \cdot 0,5^{13} = 1145,8 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

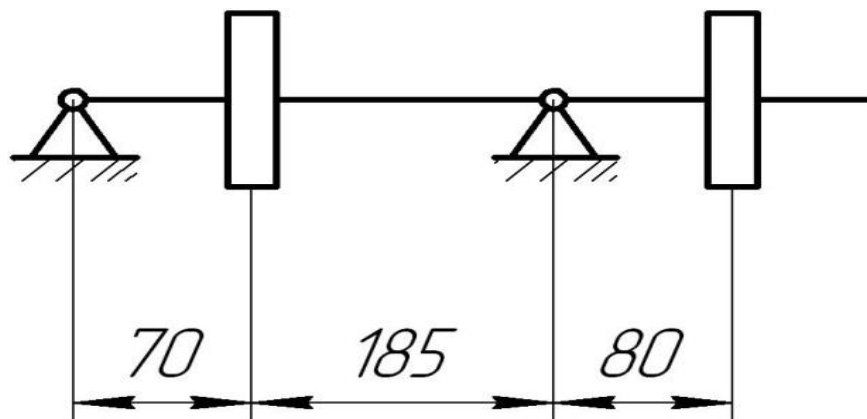
$$\text{вал 9 } H_{обVIII} = 9440 \cdot \frac{1,2}{7,2} \cdot 0,75^9 \cdot 0,45^{15} = 347,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$\text{вал 10 } H_{обIX} = 9440 \cdot \frac{1,2}{12,2} \cdot 0,535^{10} \cdot 0,12^{17} = 2665,4 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$\text{вал 11 } H_{обX} = 90 \cdot \frac{1,2}{42,2} \cdot 0,45^{11} \cdot 0,78^{19} = 2233 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Схеми для розрахунку валів

Розрахуємо для найбільшого валу 9, ( $T_{об} = 875,6 \text{ Н} \cdot \text{м}$ ):



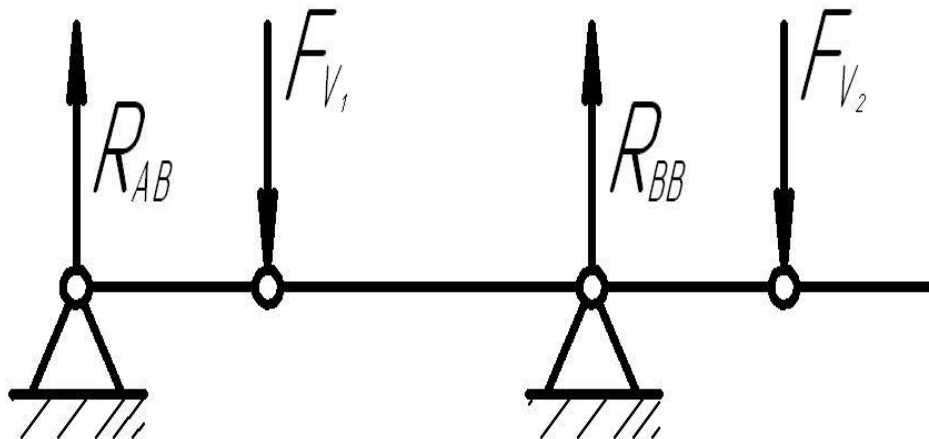
Показники величини сили в зачепленні:

$$A_{r1} = \frac{2G_{05} \cdot 45^3}{h_1} = \frac{4 \cdot 844.7 \cdot 7^3}{178} = 17654H \quad (3.13)$$

$$G_{\sqrt{1}} = 17954 \cdot \operatorname{tg}30 = 17654 \cdot 0.235 = 622H \quad (3.14)$$

$$G_{r2} = \frac{2J_{05} \cdot 7^3}{h_2} = \frac{2 \cdot 823.6 \cdot 7^3}{35.5} = 28961H \quad (3.15)$$

$$G_{v2} = 26324 \cdot \operatorname{tg}30^0 = 29612 \cdot 0.6334 = 10339H \quad (3.16)$$



Знаходження реакції в опорах:

$$\sum G_B = D_{\sqrt{2}} \cdot 50 + G_{fv1} \cdot 212 - L_{AB} \cdot 553 = 0$$

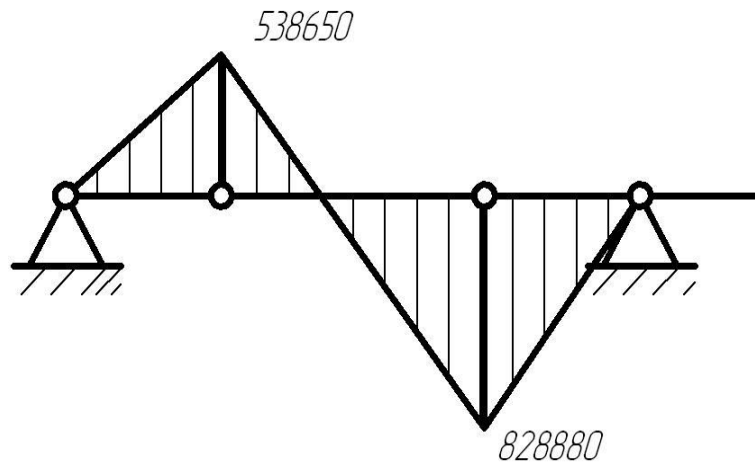
$$K_{AB} = \frac{65456 \cdot 1455 + 1055 \cdot 80}{455} = 6235 H$$

$$\sum G_A = A_{v1} \cdot 80 + J_{TBB} \cdot 555 - B_{v2} \cdot 5465 = 0$$

$$J_{TBB} = \frac{16561 \cdot 4565 - 6452 \cdot 520}{2456} = 11259 H$$

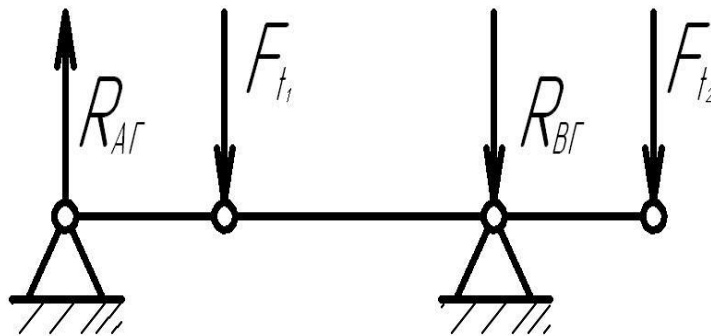


Загальний вигляд епюри згинальних моментів на вертикальній площині:



$$G_{32} F_{\max} = 414 \text{ H} \cdot \text{м}$$

Для горизонтальної площина

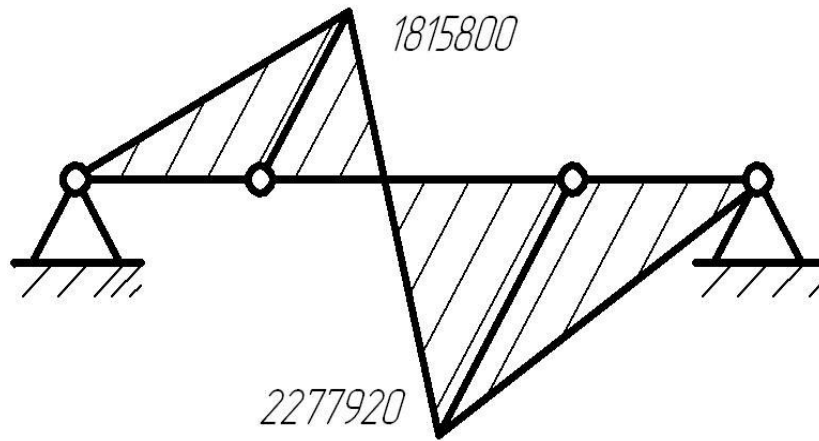


Дослідження реакції в опорах:

$$\sum T_G = G_{et1} \cdot 30 - G_{bГ} \cdot 565 - T_{vr2} \cdot 225 = 0$$

$$B_{BГ} = \frac{16568 \cdot 90 - 236356 \cdot 323}{565} = -63265 \text{ H}$$

Загальний вигляд епюри:



$$M_{32\max} = 22H \cdot \text{мм} = 25,92H \cdot \text{м}$$

$$M_{32\text{сум}} = \sqrt{682 + 59} = 24H \cdot \text{м}$$

Знаходження діаметру

$$d = 20 \cdot \sqrt{\frac{M_{\text{нгув}}}{0,3[\Gamma_{\text{h2}}]}}, \text{ де } [\Gamma_{\text{h2}}] = 412 \text{ мПа} \quad (3.17)$$

$$M_{\text{нпрв}} = \sqrt{M_{\text{срм}}^2 + 0,39T_{05}^2} = \sqrt{58 + 656} = 24H \cdot \text{м} \quad (3.18)$$

$$d = 60 \sqrt{\frac{2554}{0,3 \cdot 560}} = 50 \text{ мм}$$

Проведення розрахунків підшипник

Дослідження проводимо для вал, ( $T_{05} = \max$ ).

Посадковий діаметр валу для підшипника  $d = 35$  мм.

Беремо радіальний підшипник 506

$$d = 32 \text{ мм}, D = 45 \text{ мм}, e = 34 \text{ мм}, c = 1256, C_0 = 1569, n = 20000.$$

Характеристики обраного підшипника:

$c$  - параметр піднімання вантажу в динаміці;

$C_0$  - параметр піднімання вантажу в статиці;

Проведення розрахунків значення реакції:

$$F_{v1} = \sqrt{R_y^2 + R_x^2} = \sqrt{5466^2 + 55363^2} = 525923 \text{ H}$$

$$F_{v2} = \sqrt{G_y^2 + G_x^2} = \sqrt{22636^2 + 44823^2} = 56935 \text{ H}$$

Розрахунок було проведено для найбільше навантаженої опори проте значення осової сили рівне 0.

$$P = (w \cdot v \cdot T_v + y T_w) \cdot K_e \cdot K_\tau \quad (3.19)$$

де  $x=2$ ;  $w=3$ ;  $T_v=1$ ;  $T_\tau=2$

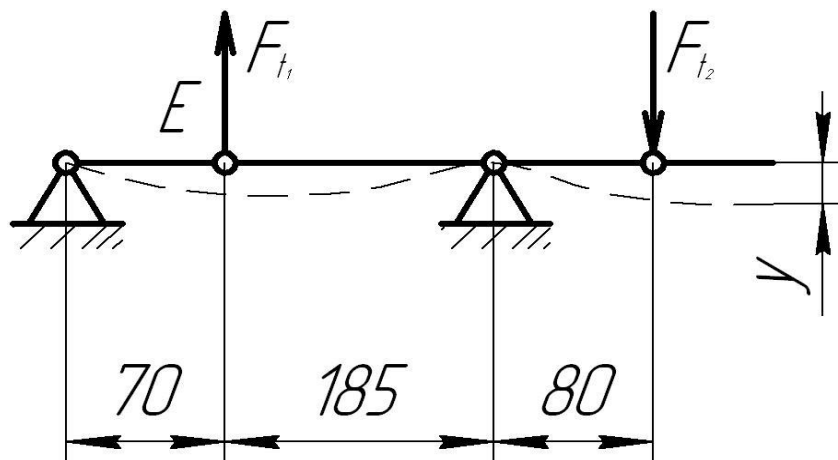
$$P = (1 \cdot 1 \cdot 59466) \cdot 1 \cdot 1 = 56355 \text{ H}$$

$$\text{Тоді: } L = \left(\frac{Y}{J}\right)^3 = \left(\frac{466453}{46468}\right)^3 = 558.58$$

Середній термін працездатності:

$$T_h = \frac{210^6 T}{30n} = \frac{50^6 \cdot 55.93}{70 \cdot 15.8} = 63.568 \text{ год}$$

Послідовність розрахунку валу н жорсткість



$$HY = \frac{6556 \cdot 70^2 \cdot 70 \cdot (225^2 - 89^2)}{1 \cdot 3,1 \cdot 12^5 \cdot 56,1 \cdot 225} = 0,075 \text{ мм}$$

$$LJ = \frac{65781 \cdot 70^2 \cdot (165 + 70)}{1 \cdot 3,1 \cdot 12^5 \cdot 73627 \cdot 255} = 0,002 \text{ мм}$$

де  $Y$  - показник згину; мм

$P$  - сила яка діє на вал; Н

$R = 3,1 \cdot 12^5$  мПа – значення модуля пружності даного матеріалу:

$$K = \frac{\Pi d^4}{74} = \frac{3,14 \cdot 55^4}{74} = 78951 \text{ мм}^4$$

$K$  - момент інерції січення вала в осьовому напрямку,  $\text{мм}^4$

## 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

### 4.1 Розрахунок вентиляції у приміщенні

Схема витяжної сітки показана на рис. 4.1.

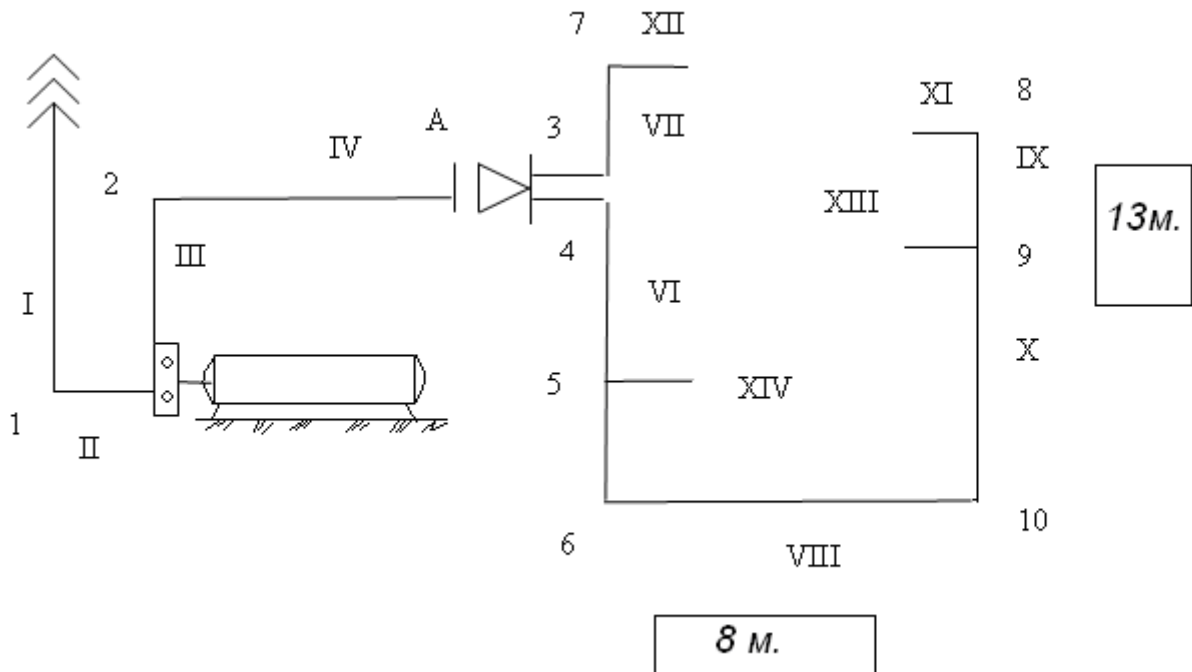


Рис. 4.1. Схема витяжної сітки

I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X – ділянки сітки

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 – згини повітропроводів

A – перехід

$$l_I = 1,5 \text{ м}$$

$$l_{VI} = 7 \text{ м}$$

$$l_{II} = 1,0 \text{ м}$$

$$l_{VII} = 2 \text{ м}$$

$$l_{III} = 0,5 \text{ м}$$

$$l_{VIII} = 7 \text{ м}$$

$$l_{IV} = 1 \text{ м}$$

$$l_{IX} = 3 \text{ м}$$

$$l_V = 3 \text{ м}$$

$$l_X = 9 \text{ м}$$

Визначаємо продуктивність вентилятора :

$$W_B = K_3 \cdot W \quad (4.1)$$

де  $K_3$  – коефіцієнт запасу;

$$K_3 = 1,3 \dots 2.$$

Приймаємо  $K_3 = 1,5$

Для приміщень з нормальним мікрокліматом і при вмісті шкідливих речовин в межах норми повітрообмін визначаємо за формулою:

$$W = n \cdot W_0, \text{ (м}^3\text{/год)} \quad (4.2)$$

У зв'язку з тим, що на одного працюючого припадає більше  $20 \text{ м}^3$  об'єму приміщення та на посту діагностики на підприємстві працює 4 робітника приймаємо:

$$W_0 = 45 \text{ м}^3\text{/год.}$$

Отже

$$W = 4 \cdot 45 = 180 \left( \frac{\text{м}^3}{\text{год}} \right)$$

$$W_B = 1,5 \cdot 180 = 270 \left( \frac{\text{м}^3}{\text{год}} \right)$$

Враховуючи кратність повітрообміну згідно завдання  $m = 5$ , тоді:

$$W = m \cdot W_B \quad (4.3)$$

$$W = 5 \cdot 270 = 1350 \left( \frac{\text{м}^3}{\text{год}} \right)$$

Визначаємо втрати тиску на прямих ділянках труб:

$$H_{\text{ВП}} = \frac{\varphi_T \cdot l_T \cdot \rho_B \cdot v_{\text{cp}}^2}{2d_T}, \quad (4.4)$$

де  $\varphi_T$  – коефіцієнт, який враховує опір сталевих труб (для сталевих труб – 0,02);

$v_{\text{cp}}$  - середня швидкість повітря на ділянці повітряної сітки, яка розраховується для ділянок, які розташовані біля вентилятора  $v_{\text{cp}} = 8 \dots 12$  м/с, а для віддалених від вентилятора ділянок  $v_{\text{cp}} = 1 \dots 4$  м/с;

$l_T$  – довжина ділянки труби;

$d_T$  – діаметр труби;

$$d_1 = 0,6 \text{ м}$$

$$d_2 = 0,25 \text{ м}$$

$\rho_B$  - густина повітря, для даних кліматичних умов  $1,2 \text{ кг/м}^3$ .

$$H_{\text{ВП I}} = \frac{0,02 \cdot 1,5 \cdot 1,2 \cdot 10^2}{2 \cdot 0,6} = 3 \text{ (Па)}$$

$$H_{\text{ВП II}} = \frac{0,02 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 12^2}{2 \cdot 0,6} = 3,5 \text{ (Па)}$$

$$H_{\text{ВП III}} = \frac{0,02 \cdot 0,5 \cdot 1,2 \cdot 11^2}{2 \cdot 0,6} = 1,25 \text{ (Па)}$$

$$H_{\text{ВП IV}} = \frac{0,02 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 10^2}{2 \cdot 0,6} = 2 \text{ (Па)}$$

$$H_{\text{ВП V}} = \frac{0,02 \cdot 3 \cdot 1,2 \cdot 8^2}{2 \cdot 0,6} = 3,84 \text{ (Па)}$$

$$H_{\text{ВП VI}} = \frac{0,02 \cdot 7 \cdot 1,2 \cdot 8^2}{2 \cdot 0,6} = 8,96 \text{ (Па)}$$

$$H_{\text{ВП VII}} = \frac{0,02 \cdot 2 \cdot 1,2 \cdot 4^2}{2 \cdot 0,6} = 0,64 \text{ (Па)}$$

$$H_{\text{ВП VIII}} = \frac{0,02 \cdot 7 \cdot 1,2 \cdot 2^2}{2 \cdot 0,6} = 0,56 \text{ (Па)}$$

$$H_{\text{ВП IX}} = \frac{0,02 \cdot 3 \cdot 1,2 \cdot 1^2}{2 \cdot 0,6} = 0,06 \text{ (Па)}$$

$$H_{\text{ВП X}} = \frac{0,02 \cdot 9 \cdot 1,2 \cdot 1,21^2}{2 \cdot 0,6} = 0,26 \text{ (Па)}$$

$$H_{\text{ВП XI}} = \frac{0,02 \cdot 2 \cdot 1,2 \cdot 4^2}{2 \cdot 0,25} = 0,64 \text{ (Па)}$$

$$H_{\text{ВП XII}} = \frac{0,02 \cdot 2 \cdot 1,2 \cdot 2^2}{2 \cdot 0,25} = 0,16 \text{ (Па)}$$

$$H_{\text{ВП XIII}} = \frac{0,02 \cdot 2 \cdot 1,2 \cdot 1^2}{2 \cdot 0,25} = 0,04 \text{ (Па)}$$

$$H_{\text{ВП XIV}} = \frac{0,02 \cdot 2 \cdot 1,2 \cdot 1^2}{2 \cdot 0,25} = 0,04 \text{ (Па)}$$

Розраховуємо місцеві втрати тиску в переходах та жалюзі:



$$H_M = 0,5 \cdot \psi_M \cdot V_{CP}^2 \cdot \rho_B, \quad (4.5)$$

$$H_{M1} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 11^2 \cdot 1,2 = 79,9 \text{ (Па)}$$

$$H_{M2} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 10^2 \cdot 1,2 = 66 \text{ (Па)}$$

$$H_{M3} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 9^2 \cdot 1,2 = 53,5 \text{ (Па)}$$

$$H_{M4} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 9^2 \cdot 1,2 = 53,46 \text{ (Па)}$$

$$H_{M5} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 8^2 \cdot 1,2 = 42,2 \text{ (Па)}$$

$$H_{M6} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 8^2 \cdot 1,2 = 42,24 \text{ (Па)}$$

$$H_{M7} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 4^2 \cdot 1,2 = 10,56 \text{ (Па)}$$

$$H_{M8} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 2^2 \cdot 1,2 = 2,64 \text{ (Па)}$$

$$H_{M9} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 2^2 \cdot 1,2 = 2,64 \text{ (Па)}$$

$$H_{M10} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 1^2 \cdot 1,2 = 0,66 \text{ (Па)}$$

Визначаємо втрати в переході:

$$H_{MA} = 0,5 \cdot \psi_M \cdot V_{CP}^2 \cdot \rho_B \quad (4.6)$$

$$H_{MA} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 11^2 \cdot 1,2 = 79,86 \text{ (Па)}$$

Визначаємо втрати в жалюзі:

$$H_{M_{XI}} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 5^2 \cdot 1,2 = 16,5 \text{ (Па)}$$

$$H_{M_{XII}} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 1^2 \cdot 1,2 = 0,66 \text{ (Па)}$$

$$H_{M_{XIII}} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 6^2 \cdot 1,2 = 23,76 \text{ (Па)}$$

$$H_{M_{XIV}} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 7^2 \cdot 1,2 = 32,34 \text{ (Па)}$$

Визначаємо сумарні втрати тиску:

$$H_{ВП} = H_{ВП I} + H_{ВП II} + H_{ВП III} + \dots + H_{ВП XIV}, \quad (4.7)$$

$$H_{ВП} = 3 + 3,5 + 1,25 + 2 + 3,84 + 8,96 + 0,64 + 0,56 + 0,06 + 0,26 + 0,64 + 0,16 + 0,04 + 0,04 = 24,96 \text{ (Па)}$$

$$H_{ВМ} = H_{ВМ 1} + H_{ВМ 2} + H_{ВМ 3} + \dots + H_{ВМ 10} + H_{МА} + H_{M XI} + H_{M XII}, \quad (4.8)$$

$$H_{ВМ} = 79,9 + 66 + 53,5 + 53,46 + 42,2 + 42,24 + 10,56 + 2,64 + 2,64 + 0,66 + 79,86 + 16,5 + 0,66 = 456,4 \text{ (Па)}$$

Визначаємо загальні втрати:

$$H = H_{ВП} + H_{ВМ}, \quad (4.9)$$

$$H = 24,96 + 456,4 = 481,36 \text{ (Па)}.$$

Визначаємо потужність електродвигуна для вентилятора

$$P_{дв} = \frac{H_B \cdot W}{3600 \cdot 1000 \cdot \eta_B \cdot \eta_A}, \text{ кВт} \quad (4.8)$$

де  $H_B$  – повний тиск вентилятора;

$W_B$  – продуктивність вентилятора;

$\eta_B$  – коефіцієнт ККД (0,9...0,95).

$$P_{\text{дв}} = \frac{481,36 \cdot 1350}{3600 \cdot 1000 \cdot 0,9 \cdot 0,45} = 0,45 \text{ (кВт)}$$

Отже, приймаємо вентилятор № 3,2, з електродвигуном 4А80А4, частотою обертання  $n = 1420 \text{ хв}^{-1}$ ,  $N = 1 \text{ кВт}$ , вентилятор серії В-ц14-46.

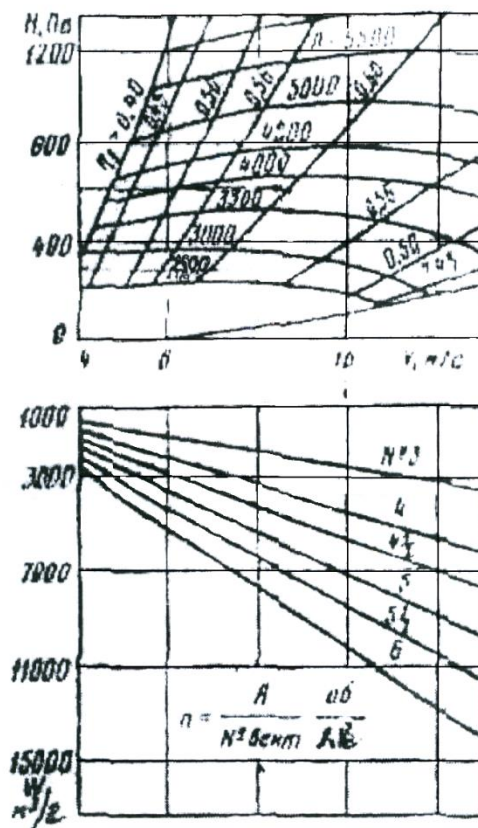


Рис. 4.2. Номограма для вибору центробіжних вентиляторів

#### 4.2 Вплив надзвичайних ситуацій природного походження на роботу підприємств авторемонтного та машинобудівного профілю

На території України можливе виникнення практично майже всього спектра небезпечних природних явищ і процесів .

Надзвичайних ситуацій природного походження поділяють на :

- 1) геологічні небезпечні явища ;
- 2) гідрологічні небезпечні явища ;
- 3) метеорологічні небезпечні явища ;
- 4) інфекційні захворювання .

До геологічних небезпечних явищ відносять: землетруси, гірські обвали, селі, зсуви, осідання земної поверхні в результаті карсту. Потенційно сейсмічно небезпечними зонами на території України вважаються Закарпатська, Кримсько-Чорноморська, Південно-Азовська. Південне узбережжя Криму відноситься до надзвичайно сейсмонебезпечного регіону. На даних територіях, особливо у Південно-Азовському і Кримсько-Чорноморському регіонах значна концентрація підприємств машинобудівного профілю. Вплив землетрусів на їх роботу залежить від сили землетрусу та розташування підприємства відносно його епіцентру. Наслідки впливу землетрусу на людей, будинки, споруди - відповідно до його сили визначаються за 12-бальною міжнародною шкалою MSK-64 . Згідно цієї шкали вплив землетрусу на роботу підприємств машинобудівного профілю буде таким :

- 1 -2 бали - не відчуються ;
- 3 бали - відчуються окремими людьми, що перебувають в будівлях;
- 4-5 балів - відчують більшість людей, пошкодження будівель не спостерігається ; 6-7 балів - незначні пошкодження будівель: тріщини в стінах ;
- 7-8 - середні пошкодження: значні тріщини в слабких стінах, падіння незакріплених частин будівель;
- 9-10 - значні руйнування: руйнування будівель неміцної конструкції, тріщини в міцних спорудах;
- 11-12 - повне руйнування будівель.

Землетруси силою 6-12 балів можуть супроводжуватися людськими втратами і великими матеріальними збитками, внаслідок порушення виробничого процесу.

Оскільки виробничі будівлі на підприємствах авторемонтного та

машинобудівного профілю переважно одноповерхові з колонами з залізобетону, то для них загрозу становлять землетруси силою від 8 балів.

Інші геологічні небезпечні явища, такі як гірські обвали, зсуви, осідання земної поверхні в результаті карсту спостерігаються в певній місцевості: гірські обвали, зсуви - в горах; осідання земної поверхні в результаті карсту - в районах розташування карстових порід . На територіях де спостерігаються дані явища підприємства машинобудівного профілю не будуються .

Серед геологічно-небезпечних явищ найбільшої шкоди підприємствам машинобудівного профілю завдають землетруси.

До гідрологічних небезпечних явищ належать: повені . На території України Найбільш можливими зонами повеней є басейни річок : Прип'ять , Десна, Дністер, Тиса, Прут, Західний Буг, Сіверський Донець, Псел, Ворскла, Дунай , Південний Буг. Але за останні сорок років катастрофічні повені спостерігалися тільки в Карпатах і Криму 12 разів. Отже незначні повені рівнинних територій не в змозі сильно зашкодити роботі авторемонтних та машинобудівних підприємств.

Метеорологічні небезпечні явища поширені по всій території України і відбуваються постійно . До них відносять: зливи, бурі, шторми, урагани, смерчі, природні пожежі. В Україні ці небезпечні явища в порівнянні з іншими надзвичайними ситуаціями природного походження завдають найбільшої шкоди підприємствам машинобудівного профілю .

Наслідками цих небезпечних явищ є: знеструмлення підприємств (обрив ліній електропередачі ) , затоплення приміщень , пошкодження дахів будівель , інколи трапляються й людські жертви. Отже ці явища є найчастішими і завдають найбільших збитків .

На території України можливе виникнення практично майже всього спектра небезпечних природних явищ і процесів , що негативно позначається на роботу авторемонтних та машинобудівних підприємств [8].

### **4.3 Застосування засобів індивідуального захисту на підприємствах авторемонтного та машинобудівного профілю різних форм власності**

На підприємствах авторемонтного та машинобудівного профілю різних форм власності застосовують засобів індивідуального захисту від таких чинників як:

- 1) забруднене повітря ;
- 2) шум ;
- 3) вібрації.

Атмосфера промислових підприємств при проведенні деяких технологічних процесів забруднюється отруйними і задушливими газами, токсичним пилом.

При перевищенні цих норм працюючий персонал повинен бути забезпечений засобами захисту органів дихання. При роботі отруюючої та задушливій атмосфері для захисту від газів використовують апарати : фільтруючі , ізолюючі, шлангові.

Кожна марка промислового протигаза використовується для захисту органів дихання від відповідних шкідливих газів і парів .

Фільтруючі протигази використовуються при концентрації шкідливих газів не більше 2% . Для захисту органів дихання від пилу використовують респіратори . Респіратори бувають : клапанні та безклапанні .

Ізолюючі апарати є двох типів. Перший тип є апарат ІДА ( ізолюючий дихальний апарат). Дихання людини проходить за рахунок повітря, яке знаходиться в балонах. Видих повітря відбувається в навколишнє середовище. Другий тип (регенеративні апарати), в якому повітря, яке видихається людиною, очищається від вуглекислоти, від вологості та збагатившись киснем із балонів , знову попадає в легені людини .

Шлангові протигази складаються із лицевої частини і приєднаного до неї шланга . Шлангові протигази діляться на два типи : самовтворюючі з

шлангом довжиною 10 м та з примусовою подачею повітря , довжина шланга-20м (ПШ-1 ,ПШ-2).

До засобів індивідуального захисту очей і лица на виробництві відносять окуляри відкритого і закритого типу , півмаски , рамки , ручні і наголовні щитки і маски спеціального призначення , а також шлеми та комбіновані засоби , які захищають не тільки очі і лице , а також голову , шию , вуха .

Для захисних окулярів з кольоровим склом-світлофільтром існує маркування в залежності від сили струму та методу зварювання. Вибір захисних окулярів залежить від конкретних умов виробничого та ремонтного процесу .

Для захисту голови в залежності від виду роботи використовують каски, капюшони або інші головні убори , які захищають волосся від захвату рухомими частинами машини і для захисту від пилу .

Руки захищають рукавицями: від механічних , хімічних пошкоджень брезентовими, комбінованими; від ураження електричним струмом - з діелектричної гуми , від лаків , фарби - шкіри-сирцю. Для захисту рук людини від вібрації використовують вітрозахисні рукавиці, які мають на долонях кишені з пружними вкладками з полімерних матеріалів.

Для захисту органів слуху використовують внутрішні та зовнішні протишуми .

Внутрішні проти шуми або вставки виготовляються з ультратонкого волокна, м'якої гуми , вати , яка просочена воском , маслом чи парафіном. Такі м'які проти шуми вставляються в зовнішній слуховий прохід вуха.

Зовнішніми проти шумами є навушники. Для захисту слухового апарату , що працює від середньо- і високочастотного виробничого шуму розроблені ефективні протишумні навушники.

Для вибирання засобів захисту від шуму ( протишуми ) необхідно знати частоту та інтенсивність шуму на робочому місці . Потім порівнюючи отримані дані із захисними можливостями протишумних навушників і нормою інтенсивності шуму роблять вибір відповідних навушників.

Вставки використовують при інтенсивності шуму до 100 дБ при різних частотах шуму .

Навушники використовують при інтенсивності шуму від 100 до 120 дБ при різних частотах шуму .

Каску з навушниками використовують при інтенсивності шуму більше 120 дБ.



## **ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ**

Під час виконання кваліфікаційної роботи згідно із вихідними даними та даними підприємства було виявлено ряд недоліків у технологічному процесі ремонту складових частин системи охолодження.

При розробленні технологічного процесу були використані сучасні та прогресивні методи та способи ремонту радіаторів, які можливо реалізувати на підприємстві. Для підвищення ефективності робіт по ремонту було впроваджено технологічне оснащення та приспособлення, що дозволило підвищити якість та надійність відремонтованих деталей.

Також було розроблено новий стенд для пайки і протравлення радіаторів.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра за освітнім рівнем «бакалавр галузі знань 27 «Транспорт» спеціальність 274 «Автомобільний транспорт» / Укладачі : .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. Закон України „Про охорону праці”. – Харків: Вид-во „ФОРТ”, 2003. - 32 с.
5. Надійність та експлуатація гідромашин і гідроприводів : навчальний посібник / В. Ф. Герман, В. О. Панченко, О. Г. Гусак, А. А. Папченко. – Суми : Сумський державний університет, 2016. – 175 с.