

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ  
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ  
ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ  
ІМ. ПРОФЕСОРА ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: „Удосконалення технології ремонту в навчально-виробничій майстерні Стрийського фахового коледжу Львівського національного університету природокористування з розробленням стенда для розбирання-складання двигунів”

Виконав: студент IV курсу групи Ат-41

Спеціальності 274 „Автомобільний транспорт”

(шифр і назва)

Грицик Микола Леонідович

(Прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доц. Шарибура А.О.

(Прізвище та ініціали)

Дубляни 2024

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**  
**ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ**  
**ТЕХНОЛОГІЙ**  
**КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ**  
**ІМ. ПРОФЕСОРА ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА**

«ЗАТВЕРДЖУЮ»  
Зав. кафедри \_\_\_\_\_  
(підпис)  
к.т.н., доцент А.О. Шарибура  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2023 р.

**З А В Д А Н Н Я**  
на кваліфікаційну роботу студенту  
**Грицику Миколі Леонідовичу**

1. Тема роботи: **„Удосконалення технології ремонту в навчально-виробничій майстерні Стрийського фахового коледжу Львівського національного університету природокористування з розробленням стенда для розбирання-складання двигунів”**

Керівник роботи: Шарибура Андрій Остапович, к.т.н., доцент  
Затверджена наказом по університету 27.11.2023 року № 641/К-С

2. Строк здачі студентом закінченої роботи 7.06.2024 року.

3. Вихідні дані: \_\_\_\_\_  
3.1. Звіти господарської діяльності Стрийського фахового коледжу  
Львівського НУП;  
3.2. Методика технологічного розрахунку підрозділів;  
3.3. Методика обґрунтування параметрів конструкції;  
3.4. Методика визначення економічної ефективності.

4. Перелік питань, які необхідно розробити

Вступ

4.1. Аналіз об'єкта проектування.

4.2. Технологічна частина;

4.3. Розробка стенда для розбирання-складання двигунів;

4.4. Охорона праці.

4.5. Техніко-економічна ефективність.

Висновки та пропозиції

Бібліографічний список

5. Перелік ілюстраційного матеріалу:

тема – 1-й слайд; аналіз об'єкта проектування – 2-й та 3-й слайд; результати технологічного розрахунку – 4-й слайд; запропонована конструкція стенда для розбирання-складання двигунів – 5-й слайд; складальне креслення запропонованої конструкції – 6-й слайд; техніко-економічна оцінка технологічного процесу технічного обслуговування – 7-й слайд.

6. Консультанти розділів проєкту:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
1, 2, 3, 5	Шарибура А.О., к.т.н., доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу ім. професора Олександра Семковича			
4	Городецький І.М., к.т.н., доцент кафедри фізики, інженерної механіки та безпеки виробництва			

7. Дата видачі завдання: 27.11.2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів дипломного проєкту	Строк виконання етапів проєкту	Відмітка про виконання
1.	<i>Написання розділу: «Аналіз об'єкта проектування»</i>	<i>27.11.23-20.01.24</i>	
2.	<i>Виконання другого розділу: «Технологічна частина»</i>	<i>21.01.24-20.02.24</i>	
3.	<i>Виконання третього розділу: «Розробка стенда для розбирання-складання двигунів»</i>	<i>21.02.24-21.04.24</i>	
4.	<i>Написання розділу: «Охорона праці»</i>	<i>22.04.24-30.04.24</i>	
5.	<i>Виконання розділу: «Економічна ефективність»</i>	<i>31.04.24-6.05.24</i>	
6.	<i>Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки.</i>	<i>11.05.24-25.05.24</i>	
7.	<i>Завершення роботи в цілому</i>	<i>26.05.24-07.06.24</i>	

Студент \_\_\_\_\_ Грицик М.Л.  
(підпис)

Керівник проєкту \_\_\_\_\_ Шарибура А.О.

УДК 631.171...633.521

Грицик М.Л. Удосконалення технології ремонту в навчально-виробничій майстерні Стрийського фахового коледжу Львівського національного університету природокористування з розробленням стенда для розбирання-складання двигунів.

Кваліфікаційна робота. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2024.

64 с. текст. част., 6 рис., 7 табл., 7 слайдів, 21 бібліогр. джерел.

Охарактеризовано виробничо-технічний потенціал Стрийського фахового коледжу Львівського національного університету природокористування, зокрема, наведено загальні відомості про установу, проаналізовано технічний стан машинного парку, проведено аналіз матеріальних та виробничих ресурсів.

Проведені розрахунки дають змогу якісно та максимально ефективно організувати і якісно провести процес технічного обслуговування та ремонту в навчально-виробничій майстерні фахового коледжу.

Запропонована конструкція стенду для розбирання-складання двигунів дає змогу частково механізувати та значно пришвидшити виробничий процес ремонту. Наведено розрахунки елементів конструкції на міцність.

Запропоновано заходи із охорони праці в процесі технології ремонту автомобільних двигунів.

Проведено техніко-економічну оцінку показників ефективності від впровадження розробки.

## ЗМІСТ

Вступ .....	6
1. АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА ПРОЕКТУВАННЯ .....	7
1.1. Загальні відомості .....	7
1.2. Землекористування і структура посівних площ .....	9
1.3. Аналіз машинно-тракторного парку .....	11
1.4. Аналіз виконання плану технічного обслуговування і ремонту рухомого складу .....	16
2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА .....	19
2.1. Розрахунок загального річного пробігу автомобілів .....	19
2.2. Розрахунок кількості впливів по майстерні .....	24
2.3. Вибір методів організації технічних процесів ТО і ПР .....	26
2.4. Розрахунок річної трудомісткості майстерні АТП .....	28
2.5. Розрахунок трудомісткості ТО і ремонту автомобілів .....	31
2.6. Розрахунок трудомісткості ТО і ремонту автомобілів .....	34
3. РОЗРОБКА СТЕНДА ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ АВТОМОБІЛІВ .....	36
3.1. Аналіз існуючих конструкцій стендів для збирання та розбирання двигунів .....	36
3.2. Будова, принцип роботи та обґрунтування необхідності розроблення стенду .....	38
3.3. Розрахунок навантаження від ваги двигуна .....	40
3.4. Розрахунок черв'ячної передачі редуктора .....	40
3.5. Визначення швидкісних, силових та енергетичних параметрів редуктора .....	44
3.6. Визначення конструктивних розмірів редуктора .....	45

4. ОХОРОНА ПРАЦІ .....	53
4.1. Організаційні заходи покращення існуючого стану умов праці у ремонтній майстерні .....	53
4.2. Розрахунок системи вентиляції ремонтної майстерні .....	56
5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ .....	58
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ.....	62
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК .....	63

## Вступ

Автомобільний транспорт набуває все більшого значення, оскільки він обслуговує різні сектори національної економіки, при цьому пасажирські та вантажні перевезення з кожним роком зростають. Розширюється сфера міжміських і міжнародних перевезень з використанням автопоїздів. Прискорюються розробки вітчизняних дизельних вантажівок, високоефективних самоскидів, автобусів.

Ефективність будь-якого автомобіля багато в чому залежить від надійності його вузлів. Надійність важлива як при першому введенні в експлуатацію нових машин, так і при їх капітальному ремонті. В процесі роботи під впливом навантаження і середовища форма робочої поверхні деталі поступово збільшується, напруга з'єднання зменшується, втрачається пружність, сила намагніченості та інші властивості деталі положення конструктивних елементів деталі руйнується, це призводить до зміни взаємного положення між деталями в складальній одиниці і вузлами автомобіля, в результаті чого виникають додаткові навантаження і вібрації; розсіювання тепла теплонавантажених компонентів тощо. В результаті знижуються і погіршуються основні показники надійності автомобіля.

З часом парк рухомого складу зазнає ремонту. Підвищення якості ремонту та надійності ремонтного обладнання вимагає знань та навичок фахівців у ремонтній сфері. Зменшення витрат робочого часу та покращення економічних показників – це завдання, які повинні виконувати інженери авторемонтники в умовах ВАТ АТП, ЗАТ АТП та АРЗ

## 1. АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА ПРОЕКТУВАННЯ

### 1.1. Загальні відомості про об'єкт проектування

Стрийський фаховий коледж Львівського національного університету природокористування (ЛНУП) є акредитованим вищим навчальним закладом першого рівня, який здійснює підготовку молодших спеціалістів. Знаходиться в місті Стрий, яке є центром району і належить державі. Розташований на лівому березі річки Стрий, за 69 кілометрів на південь від центру Львівської області.

Місто Стрий є залізничним і транспортним вузлом, через який сполучається з такими важливими містами області: Львовом, Дрогобичем, Сколемю, Моршином, Ждачевом, Ходоровом та містами національного значення такими, як: Києвом, Чопом, Івано-Франківськом і Трускавцем. Недалеко від міста знаходиться колишній військовий аеропорт який, маємо надію після війни відновлять і він зможе розвантажити міжнародний аеропорт «Львів» та відігравати роль подібну до аеропорту у Бориспіль, тільки на заході України.

Місто має розвинену промисловість, представлену заводами з ремонту автомобілів, ковальського устаткування, заводами залізобетонних конструкцій, склозаводами, а також заводами: суконним, швейним, столярним, виробником автомобільних кабельних мереж німецької компанії Leoni AG; Leoni Wiring Systems UA GMBH LLC).

Місто має розвинену мережу закладів та підприємств усіх рівнів сфери обслуговування, які обслуговують населення міста та всього м. Стрий.

Місто розташоване в помірній кліматичній зоні карпатського кліматичного поясу. За даними Стрийської метеостанції середньорічна температура 12,4°C, можливі відхилення

В окремі роки вона становить  $\pm 1,5-2$  °C.

За даними земельно-кадастрової зйомки місцевість слабохвиляста, із середнім ухилом  $i=2,1\sim 2,6^\circ$ . Але в цілому рельєф придатний для



механізованого землеробства, мікрорельєф відносно розвинений, що зумовлює велику кількість різноманіття ґрунтів, що певною мірою негативно впливає на його раціональне використання.

За майже 65 років коледж підготував понад 18 тисяч фахівців. Сучасні методи навчання, комп'ютерна техніка, кваліфіковані викладачі, зручні та добре обладнані аудиторії, лабораторії, навчально-виробничі майстерні, навчально-дослідні господарства, комп'ютерні класи, центри інформаційної мережі, гуртожитки, їдальні, бібліотеки, читальні, видавничі центри, культурні, спортивні та Туристичний комплекс - всі вони пропонують якісну комплексну теоретичну та практичну підготовку спеціалістів з:

- 208 «Агноінженерія»;
- 274 «Автомобільний транспорт»;
- 242 «Туризм»;
- 192 «Будівництво та цивільна інженерія»;
- 193 «Гнодезія та землеустрій»;
- 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»;
- 191 «Архітектура та містобудування»;
- 122 «Комп'ютерні науки»;
- 081 «Право»;
- 071 «Облік і оподаткування»;
- 072 «Фінанси, банківська справа та страхування».

До складу матеріально-технічної бази коледжу входять: три навчальні корпуси, навчально-виробничі майстерні з обслуговування автомобільної та сільськогосподарської техніки загальною площею 850 га, в тому числі 765 га орної землі; тваринницька ферма на 100 голів, інженерно-технічний майданчик, два гуртожитки на 305 місць, бібліотека на 67 тис. томів ; інтернет-інформаційний центр; медико-стоматологічна клініка; спортивні та спортивні зали; стадіони, спортивні майданчики, туристична база в с.Дубино (Карпати).

Навчально-дослідне господарство Стрийського фахового коледжу Львівського НАУ утворене в 1992 році на базі діючої бригади №5 с. Заплатин колишнього колгоспу «Прогрес»

За адміністративно-територіальним поділом навчально-наукове господарство коледжу належить до Стрийського району Львівської області. Ферма розташована на території населеного пункту де розташована центральна садиба. Відстань від неї до райцентру – 3 км, а до коледжу – 8 км.

## 1.2. Землекористування і структура посівних площ

Навчально-наукова база Стрийського коледжу Львівського національного університету розташована в передмісті, створюючи сприятливі умови для реального набуття та засвоєння студентами необхідних навичок, а також продуктивної та господарської діяльності. Господарство має 850 га землі, з них 824 га сільськогосподарських угідь, у т. ч. 765 га орної землі.

Наявна земля є основним засобом виробництва сільськогосподарської продукції. Тому з метою підвищення родючості ґрунтів у сівозмінах оптимізують структуру посівних площ, збільшують питому вагу багаторічних трав, зменшують посіви просапних і зернових культур. Земельний фонд, який належить навчально-дослідному господарству Stey College Teaching and Research Farm, його площа та структура наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Структура земельних угідь навчально-дослідного господарства Стрийського фахового коледжу Львівського НУП

Назва угіддя	Площа, га	Структура, %
Всього землі	850	100
Сільськогосподарські угіддя	824	96,94
з них:		
– орні	765	90,00
– сіножаті	34	4,00
– пасовища	18	2,12

Багаторічні насадження	3	0,35
Ліси	4	0,47

З даних структурного аналізу бачимо, що сільськогосподарські угіддя становлять 96,94%, з них 90% – оброблені землі.

Дослідне господарство вирощує зернові, технічні та кормові культури (рис. 1.1).

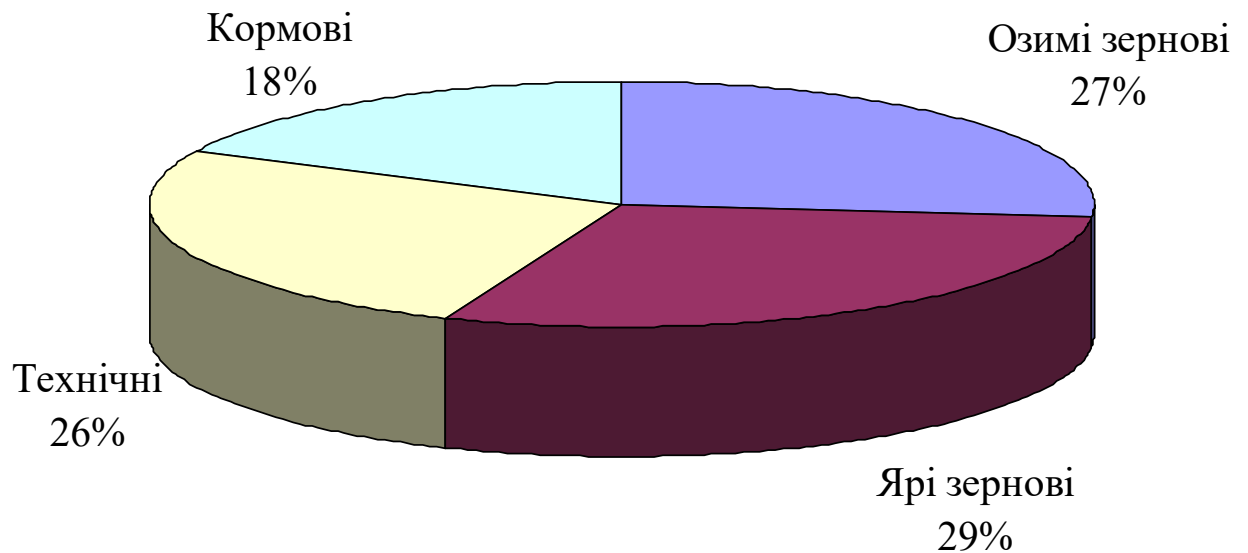


Рисунок 1.1 – Спеціалізація галузі рослинництва у навчально-дослідному господарстві Стрийського фахового коледжу Львівського НУП

Економіка в основному базується на посіві 56% продовольчих і товарних культур про, що засвідчує рис. 1.1.

Наявна структура посівних площ та отримана врожайність сільськогосподарських культур навчально-дослідного господарства наведені в таблиці. 1.2.

Основне сільськогосподарське виробництво характеризується вирощуванням зернових культур – 56,21%, цукрових буряків – 7,71%, картоплі – 7,19%, кормових культур – 17,65%, інших сільськогосподарських овочевих і плодових рослин, грибів. Необхідно зазначити, що частина врожаю зернових залишається для власних потреб.

Таблиця 1.2 – Структура посівних площ навчально-дослідного господарства Стрийського фахового коледжу Львівського НУП (2023 р)

Культури	Площа, га	Структура, %	Врожайність, ц/га
1	2	3	4
Зернові і бобові – всього	430,00	56,21	–
в т.ч. озимі	205,00	26,80	–
з них – пшениця	160,00	20,92	24,90
Жито	45,00	5,88	16,80
в т.ч. ярі	225,00	29,41	–
з них - пшениця	110,00	14,38	21,30
ячмінь	43,00	5,62	26,00
овес	37,00	4,84	25,80
гречка	35,00	4,58	8,38
Картопля	55,00	7,19	159,40
Озимий ріпак	86,00	11,24	9,60
Цукровий буряк	59,00	7,71	357,70
Кормовий буряк	45,00	5,88	375,40
Кукурудзу на силос	45,00	5,88	440,00
Багаторічні трави	20,00	2,61	31,70
Однорічні трави	25,00	3,27	35,42
<b>Разом</b>	<b>765,00</b>	<b>100,00</b>	–

Подорожчання паливно-мастильних матеріалів (ПММ) спричинило збільшення частки (36,5%) використання у технологічних операціях виробництва сільськогосподарської продукції немеханізованої праці, що призводить до низької продуктивності праці і виникнення травмонебезпечних та аварійних ситуацій.

### 1.3. Аналіз машинно-тракторного парку

Машино-тракторний парк Стрийського фахового коледжу Львівського НУП розташований частково на території самого коледжу, частково на навчально-дослідному господарстві. Обладнання, що знаходиться

на території навчального закладу, використовується для навчальних і виробничих потреб.

Станом на 01.01.2024 р. машинно-тракторний парк фахового коледжу Львівського НУП налічує 18 тракторів різних марок (табл. 1.3), 5 автомобілів різної вантажопідйомності (табл. 1.4),

Є 5 зернозбиральних комбайнів та 23 сільськогосподарські машини (табл. 1.5).

Таблиця 1.3 – Склад тракторного парку Стрийського фахового коледжу Львівського НУП

№ з/п	Марка	Кількість, од	Рік випуску	Технічний стан
1	2	3	4	5
1	T-150	1	1997	Справний
2	T-150	1	2003	Справний
3	T-150К	1	1997	Справний
4	ДТ-75	1	1986	Справний
5	ДТ-75	1	1984	Несправний
6	ЮМЗ-6Л	2	1990	Справний
7	T-25	1	1986	Несправний
8	T-40	1	1989	Несправний
9	МТЗ-80	2	1996	Справний
10	МТЗ-82	1	1988	Справний
11	МТЗ-82	2	1992	Справний
12	МТЗ-82	1	1992	Справний
13	МТЗ-82	1	1993	Справний
14	URSUS	2	1995	Справний

Аналізуючи склад тракторного парку, слід зазначити, що для наявної площі сільськогосподарських угідь переважно достатньо потужних мобільних агрегатів різного призначення, але основна техніка є морально та фізично застарілою (більше половини тракторів близько 30 років) та часто потребує технічного обслуговування і тому є можливим джерелом виробничого травматизму (рис. 1.2).

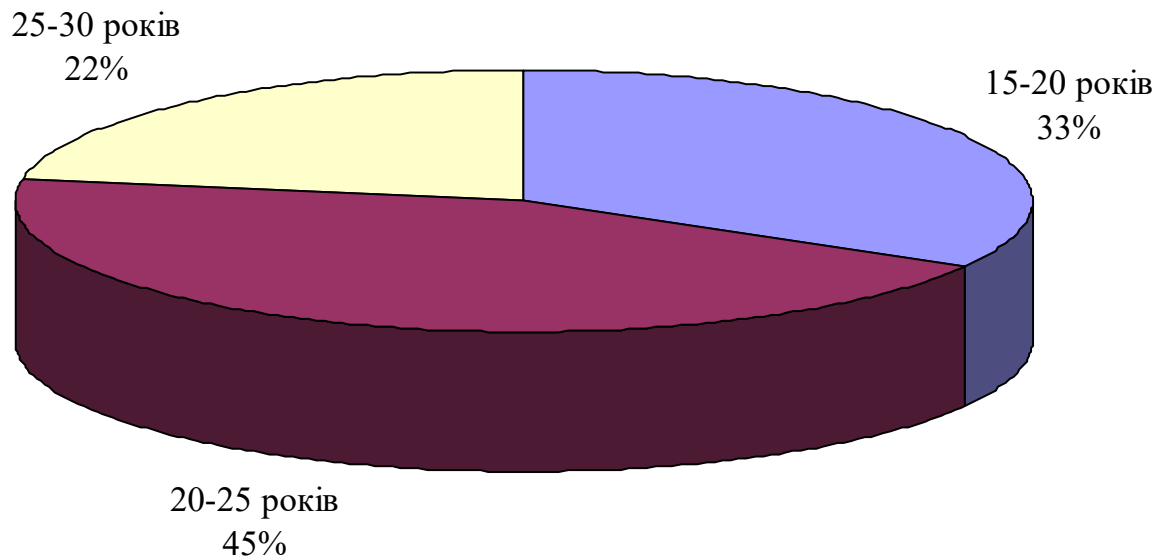


Рисунок 1.2 – Структура тракторного парку фахового коледжу Львівського НУП за віковими групами

Також розглянемо склад автомобільного парку користуючись даними табл. 1.4.

Таблиця 1.4 – Склад автомобільного парку Стрийського фахового коледжу Львівського НУП

Тип	Марка	Рік випуску	Вид останнього ремонту	Пробіг від останнього ремонту
Вантажні	САЗ-3502	1988	КР	6934
	ГАЗ-3302	1992	КР	6721
	ГАЗ-52	1984	КР	9101
	ГАЗ-53	1986	КР	5680
	ГАЗ-53	1987	КР	6188
	КАМАЗ-5320	1988	КР	6431
	ЗІЛ -4502	1989	КР	8476
	ЗІЛ-ММЗ-555	1990	КР	8977
Легкові	УАЗ-462Д	1989	КР	5733
	ГАЗ-31029	1989	КР	5084
Паса-жирські	AUTOSAN	1992	КР	6339

Отже з табл. 1.4. можна зробити наступний висновок, що автомобільний парк Стрийського фахового коледжу теж є фізично і морально застарілим (рис. 1.3).

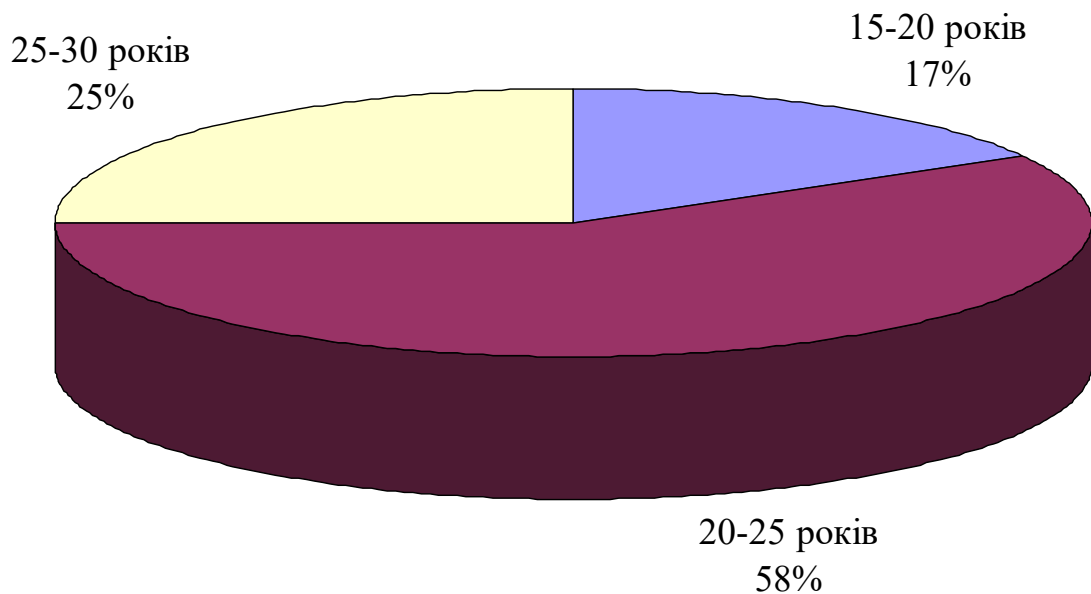


Рисунок 1.3 – Структура автомобільного парку Стрийського фахового коледжу Львівського НУП за віковими групами

Як видно з рис. 1.3. основна частина автомобільного парку коледжу має вік понад 25 років (83%).

Тракторний парк коледжу має достатню кількість сільськогосподарської техніки та обладнання для проведення механізованого вирощування сільськогосподарських культур (табл. 1.5).

Таблиця 1.5 – Склад парку сільськогосподарських машин Стрийського фахового коледжу Львівського НУП

№ з/п	Назва с-г. машини	Марка	Рік випуску	Кількість, од	Технічний стан
1	2	3	4	5	6
1	Плуги	ПЛН-3-35	1987	1	Справний
2		ПЛН-3-35	1989	1	Справний
3		ПЛН-4-35	1991	1	Справний

Продовження табл. 1.5

1	2	3	4	5	6
4	Культиватори	РВК-3,6	1989	1	Справний
5		КРН-3,6	1990	1	Справний
6		КПС-3,6	1990	1	Справний
7	Косарка	КРН-2,1	1995	1	Справний
8	Борона	БДПС-7,0	1988	1	Справний
9	Сівалки	ССТ-12	1989	1	Справний
10		СУПН-8	1989	1	Справний
11		СЗ-3,6	1986	1	Справний
12		СЗ-3,6	1990	1	Справний
13		СЗТ-3,6	1990	1	Справний
14	Картоплесаджалка	КСМ-6	1990	1	Справний
15	Розкидач орг. добрив	РОУ-6	1987	1	Справний
16	Розкидач мін. добрив	МВУ-6	1990	1	Справний
17	Граблі	ГВК-6А	1989	1	Справний
18	Картоплекопалка	КТН-2	1988	1	Справний
19		ККУ-2	1985	1	Не справний
20	Навантажувач	ПЕФ-1,4	1991	1	Справний
21	Обертач стрічок льону	ОСН-1	1983	1	Справний
22	Прес підбирачі	ПРП-1,6	1988	1	Справний
23	Скирдосклад	ПФ-0,5-08	1993	1	Справний
24	Оприскувач	ОП-2000	1992	1	Справний



Продовження табл. 1.5

1	2	3	4	5	6
25	Приставка кукурудзо-збиральна	ППК-4	1990	1	Справний
26	Комбайни	ЛК-4А	1985	1	Справний
27		Дніпро КЗС-350	2005	1	Справний
28		СК-5 НИВА	1988	1	Не справний
29		СК-5 НИВА	1990	1	Справний
30		BIZON Z-0.65	1987	1	Справний
31		BIZON Z-0.65	1983	1	Справний

Аналіз складу сільськогосподарської техніки за терміном служби показує, що значна частина сільськогосподарської техніки виробила свій ресурс і підлягає утилізації.

Весь парк автономних тракторів зберігається в закритому гаражі, а сільгосптехніка – на асфальтованому полі під навісом. Технічне обслуговування та ремонт машин здійснюється на базі навчально-виробничої майстерні.

#### 1.4. Аналіз виконання плану технічного обслуговування і ремонту рухомого складу

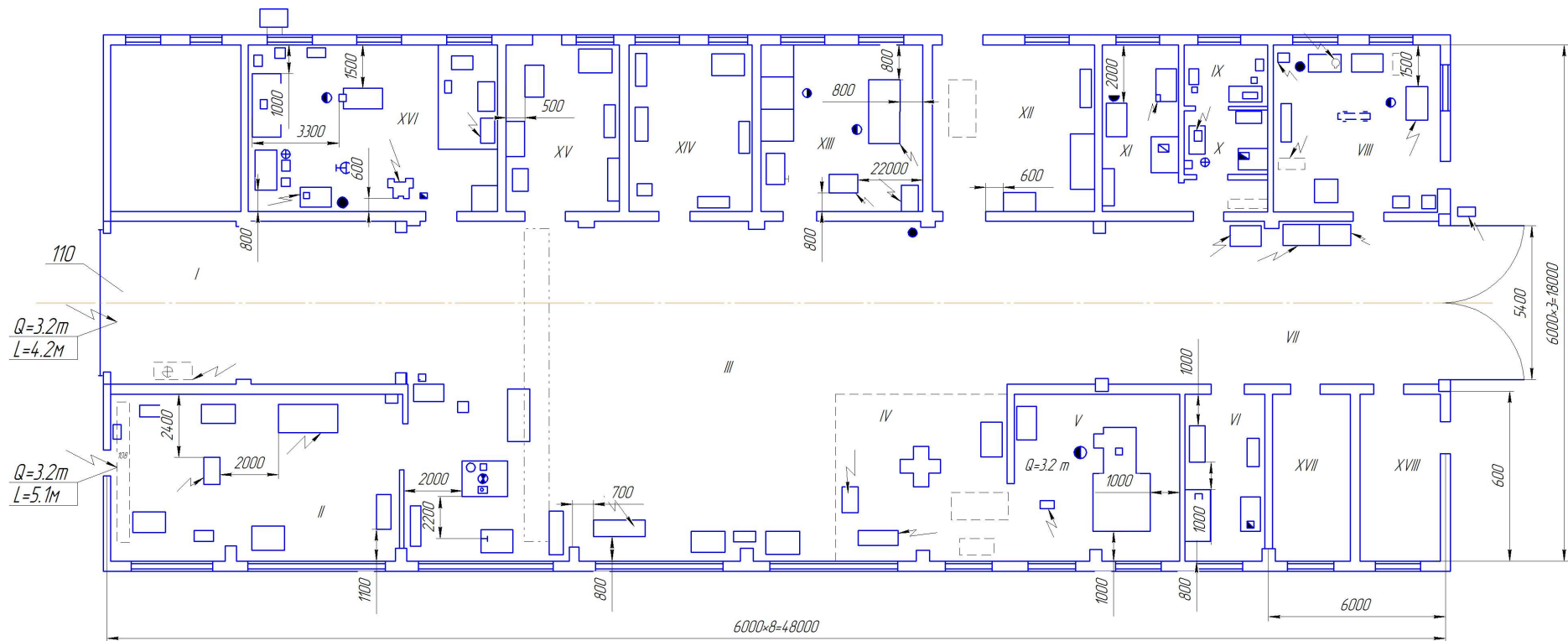
Матеріально-технологічна база Стрийського фахового коледжу Львівського НУП – це інженерно-технічний комплекс, який включає інженерні, виробничі та житлові корпуси, призначені для зберігання, ремонту та обслуговування обладнання, монтажу та обкатки нових машин, налагодження та складання механічних тракторів, заправка автомобілів і відпочинок працівників.

У коледжі інженерно-технологічний комплекс поділяється на відділи. В області технічного огляду є спеціалізовані пункти, а саме: 1) діагностика ходової, рульової системи та гальмівної системи тракторів і автомобілів; 2) діагностика систем електроживлення, пуску та запалювання. У цеху ТО діють навчально-виробничі майстерні з поточного і капітального ремонту тракторів, автомобілів і сільськогосподарських машин і знарядь (рис. 1.4).

Виробнича майстерня ремонтно-механічної освіти складається з наступних відділень: розбірно-очисне, дефектне, моторне, ремонтне дизельне устаткування, електроустаткування, зварювальне, токарне, ремонт коробок передач і мостів, ковальське, ремонт колінчастих валів, ремонт паливної апаратури бензинових двигунів, слюсарний, фарбування, внутрішній ремонт та монтаж. Також в цеху є кабінет директора майстерні, фінансовий відділ і санвузол.

Усі дільниці оснащені необхідним обладнанням для проведення ремонтних робіт. Але значна частина цих ресурсів вичерпана і потребує заміни (вертикально-свердлильний верстат 2Н125; стенд для складання та розбирання двигунів; гідравлічний прес). Виконання ремонтних робіт без цього обладнання та необхідних пристроїв є однією з причин зростання травматизму на виробництві. Деякі прилади на даний момент не використовуються через надмірне енергоспоживання (мийна машина МД-2).

Організовує роботу інженерно-технічного комплексу заступник директора з практичного навчання. Відповідає за ремонт, зберігання та технічне обслуговування техніки, приймання техніки згідно з нормативними документами після виконання робіт на місці, контроль за обліком матеріалів, запасних частин і комплектів, що використовуються для ремонту та обслуговування техніки, контроль за використанням техніки. Своєчасно розбирати списані машини та обладнання, оформляти відповідні документи, здійснювати контроль за дотриманням техніки безпеки та протипожежних заходів у машинному дворі.



### Умовні позначення












- |   |                             |   |                          |   |                         |
|---|-----------------------------|---|--------------------------|---|-------------------------|
|  | - стаціонарне обладнання    |  | - підвід холодної води   |  | - місцева вентиляція    |
|  | - пересувне обладнання      |  | - підвід пари            |  | - підвід електроенергії |
|  | - робоче місце              |  | - стік в калянізацію     |  | XVII - номер дільниці   |
|  | - підвід стиснутого повітря |  | - рукави з підводом води |   |                         |

Рисунок 1.4 – План навчально-виробничої майстерні Стрийського фахового коледжу Львівського НУП: I – дільниця зовнішнього миття; II – дільниця ремонту агрегатів; III – ремонтно-монтажна дільниця; IV – дільниця поточного ремонту двигунів; V – дільниця випробування двигунів; VI – дільниця регулювання та ремонту паливної апаратури; VII – дільниця заправки і обкатування машин; VIII - дільниця ремонту силового електрообладнання; IX, – кислотна; X – дільниця ремонту акумуляторів; XI – мідницька дільниця; XII – склад запчастин та інструментальна кладова; XIII – сліюсарно-механічна дільниця; XIV – дільниця ремонту обладнання тваринницьких ферм; XV – дільниця ремонту шин; XVI – ковальсько-зварювальна дільниця; XVII – санвузол; XVIII – венткамера компресорна.

## 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 2.1. Розрахунок загального річного пробігу автомобілів

В навчально-виробничій майстерні Стрийського фахового коледжу Львівського НУП можуть здійснюватися різні види ремонтно-обслуговувальних дій як для легкових так і вантажних автомобілів. Однак переважаюча більшість (орієнтовно 80%) це легкові транспортні засоби. З метою підвищення потенціалу майстерні проведемо уточнюючий відповідний розрахунок.

*Розрахунок періодичності впливів.* Періодичність (пробіг) до чергового технічного обслуговування (ТО) залежить від умов, у яких експлуатується автомобіль, обумовлених категорією умов експлуатації. Тому необхідно визначити категорію умов експлуатації, використовуючи для цієї мети дані завдання на проект і характеристику умов експлуатації виробів і відповідні їм категорії (див. завдання).

Нормативну періодичність обслуговування і норму міжремонтного пробігу варто вибирати з інструкцій виробників автомобілів або "Положення про ТО і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту" 1998р. (Положення-98) [5, 11, 18].

Відповідно до "Положення-98" періодичність ТО може бути зменшена власником дорожньо-транспортного засобу (ДТЗ) до 20% залежно від умов експлуатації. На практиці це можна врахувати за допомогою коефіцієнта коректування періодичності. При відсутності інших даних цей же коефіцієнт можна застосовувати і для зміни (коректування) норми пробігу автомобілів до капітального ремонту або списання:

визначення періодичності ТО-1:

$$L_1 = L_{1H} \cdot K_1, \text{ км} \quad (2.1)$$

де  $L_{1H}$  – періодичність ТО-1, км (для легкових автомобілів  $L_{1H} = 4000$  км);

$K_1$  – коефіцієнт коректування періодичності ТО залежно від категорії умов експлуатації (для другої категорії умов експлуатації  $K_1 = 0,8$ ).

Отже

$$L_1 = 4000 \cdot 0,8 = 3200 \text{ км.}$$

Періодичність ТО-1 приймається за даними заводів-виготовлювачів або "Положення-98". Оскільки "Положенням-98" передбачена планово-попереджувальна система технічного обслуговування і ремонту автомобілів, для зручності складання графіків ТО і виключення наростання погрішностей у наступних розрахунках значення пробігу між окремими технічними впливами бажано скорегувати із середньодобовим пробігом автомобіля, для чого визначають показник кратності:

$$n_1 = \frac{L_1}{l_{\text{сд}}^0} \quad (2.2)$$

де  $l_{\text{сд}}^0$  – середньодобовий пробіг автомобілів основної марки, (див.завдання)

$$l_{\text{сд}}^0 = 210 \text{ км.}$$

Тоді,

$$n_1 = \frac{3200}{210} = 15,24.$$

Показник кратності заокруглюємо до цілого числа,  $n_1 = 15$ .

Знаючи кратність, приймаємо уточнену періодичність ТО-1:

$$L_1 = l_{\text{сд}}^0 \cdot n, \text{ км} \quad (2.3)$$

Отже,

$$L_1 = 210 \cdot 15 = 3150 \text{ км.}$$

Аналогічно розрахунку періодичності до ТО-1 здійснюємо розрахунок періодичності до ТО-2, кратного періодичності ТО-1:

$$L_2 = L_{2H} \cdot K_1, \text{ км} \quad (2.4)$$

де  $L_{2H}$  – періодичність ТО-2, км (для вантажних автомобілів  $L_{2H} = 16000$  км).

Тоді,

$$L_2 = 16000 \cdot 0,8 = 12800 \text{ км.}$$

Визначаємо показник кратності

$$n_2 = \frac{L_2}{L_1} \quad (2.5)$$

$$n_2 = \frac{12800}{3150} = 4,06 = 4.$$

Знаючи кратність, приймаємо уточнену періодичність ТО-2:

$$L_2 = L_1 \cdot n_2, \text{ км} \quad (2.6)$$

$$L_2 = 3150 \cdot 4 = 12600 \text{ км}$$

Розрахунок періодичності КР:

$$\dot{L}_{кр} = L_{кр.н} \cdot K_1, \text{ км} \quad (2.7)$$

де  $L_{кр.н}$  – періодичність КР, км (див. завдання  $L_{кр.н} = 350000$  км).

Отже,

$$\dot{L}_{кр} = 350000 \cdot 0,8 = 280000 \text{ км.}$$

Аналогічно визначаємо показник кратності

$$n_{кр} = \frac{\dot{L}_{кр}}{L_2} \quad (2.8)$$

$$n_{кр} = \frac{280000}{12600} = 22,22.$$

Показник кратності заокруглюємо до цілого числа,  $n_{кр} = 22$ .

Знаючи кратність, приймаємо уточнену періодичність КР:

$$L_{кр} = L_2 \cdot n_{кр}, \text{ км} \quad (2.9)$$

$$L_{кр} = 12600 \cdot 22 = 277200 \text{ км.}$$

*Розрахунок річного пробігу парку автомобілів.* Загальний річний пробіг автомобілів парку залежить від кількості днів у році, облікової кількості автомобілів і їхнього середньодобового пробігу, а також від коефіцієнта використання парку  $\alpha_6$  і розраховується за формулою:

$$L_{pn} = D_{\kappa} \cdot A_{cn} \cdot l_{cd}^o \cdot \alpha_6, \text{ км} \quad (2.10)$$

де  $D_{\kappa}$  – кількість календарних днів у році (періоді);

$A_{cn}$  – облікова кількість автомобілів (70 од.);

$l_{cd}^o$  – середньодобовий пробіг .

З огляду на те, що коефіцієнт використання парку  $\alpha_6$  вимагає проміжних розрахунків, виконуємо їх у першу чергу:

а) Визначення скоректованої норми простою автомобіля в ТО і ремонті на кожні 1000 км:

$$d_{\text{тор}} = d_{\text{тор.н}} \cdot \kappa_{\text{зм}}, \text{ дн/1000км} \quad (2.11)$$

де  $d_{\text{тор.н}}$  – нормативна тривалість простою дорожніх транспортних засобів (ДТЗ) автомобільного транспорту на кожні 1000 км пробігу (для легкових автомобілів  $d_{\text{тор.н}} = 0,35$ ).

$\kappa_{\text{зм}}$  – коефіцієнт обліку змінності роботи зон ТО-2 і ПР. Залежно від обсягів робіт ТО-2 і ПР, виконуваних у той час, коли автомобілі після роботи перебувають у гаражі,  $\kappa_{\text{зм}}$  можна приймати в межах 0,7...0,9;

Отже,

$$d_{\text{тор}} = 0,35 \cdot 0,8 = 0,28 \text{ дн/1000км}$$

Автомобілі проектованого АТП будуть направляти на капітальний ремонт (КР автомобілів може здійснюватися і самостійно за рахунок заміни агрегатів під видом поточного ремонту).

Отже, тривалість простою автомобіля в капітальному ремонті визначається за формулою:

$$D_{\text{кр}} = d_{\text{кр}} + d_{\text{д}}, \text{ дні} \quad (2.12)$$

де  $d_{\text{кр}}$  – тривалість КР на авторемонтному заводі [12, 13, 19] або (для вантажних автомобілів  $d_{\text{кр}} = 15$  днів);

$d_{\text{д}}$  – тривалість доставки автомобіля на АРП і назад.

Примітка: тривалість доставки приймають виходячи зі швидкості руху 250-300 км на добу. Для розрахунків у курсовому проекті можна прийняти 1...5 днів.

У випадку ухвалення рішення про списання автомобіля без капремонту  $D_{\text{кр}} = 0$ .

Тоді,

$$D_{\text{кр}} = 15 + 2 = 17 \text{ днів.}$$

в) Визначення простою автомобіля в ТО і ремонті за цикл (з моменту виготовлення автомобіля до завершення КР або списання)

$$D_{\text{тор}} = \frac{L_{\text{кр}} \cdot d_{\text{тор}}}{1000} + D_{\text{кр}}, \text{ дні} \quad (2.13)$$

$$D_{\text{тор}} = \frac{277200 \cdot 0,28}{1000} + 17 = 94,62 = 95 \text{ дні}$$

г) Визначення кількості днів експлуатації за цикл

$$D_{\text{ец}} = \frac{L_{\text{кр}}}{l_{\text{сд}}^0}, \text{ дні} \quad (2.14)$$

$$D_{\text{ец}} = \frac{277200}{210} = 1320 \text{ днів.}$$

д) Визначення коефіцієнта технічної готовності автомобілів парку.

Коефіцієнт технічної готовності – основний показник діяльності технічної служби АТП. Планується і розраховується з точністю до 3-го знака після коми (до тисячних)

$$\alpha_{\text{мг}} = \frac{D_{\text{ец}}}{D_{\text{ец}} + D_{\text{тор}}} \quad (2.15)$$

Тоді,

$$\alpha_{\text{мг}} = \frac{1320}{1320 + 95} = 0,933$$

е) Визначення коефіцієнта використання парку

$$\alpha_{\text{в}} = \frac{D_{\text{р\delta}}}{D_{\text{к}}} \cdot \alpha_{\text{мг}} \cdot K_{\text{в}} \quad (2.16)$$

де  $D_{\text{р\delta}}$  – кількість днів роботи парку (автомобіля) в році (див. завдання 305 дні);

$\alpha_{\text{мг}}$  – розрахунковий коефіцієнт технічної готовності парку;

$K_{\text{в}}$  – коефіцієнт, що показує невикористання технічно справних автомобілів по різних причинах (відсутність водіїв, шин, палива, масел і інше). Може прийматися із [12, 13, 19] або за даним реальних АТП у межах від 0,95 до 0,97.



Отже,

$$\alpha_g = \frac{305}{365} \cdot 0,933 \cdot 0,96 = 0,75$$

Підставляємо  $\alpha_g$  в формулу (2.10) для визначення річного пробігу всіх автомобілів АТП.

$$L_{pn} = 365 \cdot 210 \cdot 70 \cdot 0,75 = 4015188,13 = 4015188 \text{ км}$$

## 2.2. Розрахунок кількості впливів по майстерні

Розрахунок кількості впливів по парку за рік.

Визначення кількості КР або списань:

$$N_{крс} = \frac{L_{pn}}{L_{кр}} \quad (2.17)$$

$$N_{крс} = \frac{4015188}{277200} = 14,48 \text{ впливів.}$$

Приймаємо  $N_{крс} = 14$  вплив.

Визначення кількості ТО-2:

$$N_2 = \frac{L_{pn}}{L_2} - N_{крс} \quad (2.18)$$

Враховується, що для введення в експлуатацію після КР і для виконання розбірних робіт після списання необхідно зробити роботи в обсязі не менш трудомісткості ТО-2;

$$N_2 = \frac{4015188}{12600} - 14 = 304,67 \text{ впливів.}$$

Приймаємо  $N_2 = 305$  впливів.

Визначення кількості ТО-1:

$$N_1 = \frac{L_{pn}}{L_1} - (N_2 + N_{крс}) \quad (2.19)$$

Отже,

$$N_1 = \frac{4015188}{3150} - (305 + 14) = 955,66 \text{ впливів}$$

Приймаємо  $N_1 = 956$  впливів.

Визначення кількості ЩО (прибирально-мийних робіт).

Прибирально-мийні роботи (ЩО) згідно "Положення-98" виконуються за потреби, але обов'язково перед ТО або ремонтом. Санобробка кузовів здійснюється відповідно до вимог і інструкціям на перевезення даного виду вантажів.

$$N_{\text{що}} = \frac{L_{\text{pn}}}{l_{\text{сд}}^0} \cdot K_{\text{що}}, \quad (2.20)$$

де  $K_{\text{що}}$  – коефіцієнт частоти прибирально-мийних робіт ЩО (для автобусів та таксі  $K_{\text{що}} = 0,55$ ).

$$N_{\text{що}} = \frac{4015188}{210} \cdot 0,55 = 11491,97 \text{ впливів.}$$

Приймаємо  $N_{\text{що}} = 11492$  впливів.

У зв'язку з тим, що згідно "Положення-98" діагностичні роботи входять в обсяг ТО-1 і ТО-2 і окремо не виділяються, розрахунок їхньої чисельності не здійснюється.

Визначення кількості сезонних обслуговувань:

$$N_{\text{сo}} = A_{\text{сн}} \cdot 2, \text{ впливів.} \quad (2.21)$$

Тоді,

$$N_{\text{сo}} = 70 \cdot 2 = 140 \text{ впливів.}$$

*Розрахунок кількості впливів по парку за зміну:*

визначення кількості ТО-1:

$$N_{1\text{зм}} = \frac{N_1}{D_{\text{p01}} \cdot C_1}, \text{ впливів;} \quad (2.22)$$

де  $D_{\text{p01}}$  – кількість днів роботи зони ТО-1 в році, (для автобусів та таксі

$D_{\text{p01}} = 357$  днів);

$C_1$  – кількість змін зони ТО-1.

$$N_{1\text{зм}} = \frac{956}{305 \cdot 1} = 3,13 \text{ впливів.}$$

визначення кількості ТО-2:

$$N_{2зм} = \frac{N_2}{D_{р\delta 2} \cdot C_2} \text{ впливів}; \quad (2.23)$$

де  $D_{р\delta 2}$  – кількість днів роботи зони ТО-2 в році, (для автобусів та таксі

$D_{р\delta 2}=305$  днів);

$C_2$  – кількість змін зони ТО-2.

$$N_{2зм} = \frac{305}{305 \cdot 1} = 1,00 \text{ впливів.}$$

визначення кількості ЩО за зміну:

$$N_{щ\delta.зм} = \frac{N_{щ\delta}}{D_{р\delta.щ\delta} \cdot C_{щ\delta}}, \text{ впливів}; \quad (2.24)$$

де  $D_{р\delta.щ\delta}$  – кількість днів роботи зони ЩО в році, (для автобусів та таксі

$D_{р\delta.щ\delta}=365$  днів);

$C_{щ\delta}$  – кількість змін зони ЩО ( $C_{щ\delta}=2$ ).

$$N_{щ\delta.зм} = \frac{11472}{365 \cdot 2} = 16,07 \text{ впливів.}$$

визначення кількості ЩО за годину:

$$N_{щ\delta.год} = \frac{N_{щ\delta.зм}}{t_{щ\delta.зм}}, \text{ впливів.} \quad (2.25)$$

де  $t_{щ\delta.зм}$  – тривалість зміни зони ЩО ( $t_{щ\delta.зм}=7$  год).

$$N_{щ\delta.год} = \frac{16,07}{7} = 2,30 \text{ впливів.}$$

### 2.3. Вибір методів організації технічних процесів ТО і ПР

Змінна (добова) програма з ТО і ремонту впливає на організацію технологічних процесів. Варто попередньо вибрати певний метод організації ТО-1, ТО-2 і ПР, керуючись інформацією, яка знаходиться в підручниках з технічного обслуговування автомобілів [12, 13, 19], які рекомендують виконання малої програми ТО-1, ТО-2 і ПР на тупикових універсальних постах. Із збільшенням програми, виконання ТО-1 і ТО-2 організується на

спеціалізованих тупикових постах або потокових лініях. При досить великій програмі для проведення ПР рекомендується організація спеціалізованих постів.

Сутність методу універсальних постів полягає в тому, що весь обсяг даного ТО виконується на одному тупиковому пості. Однак мастильні роботи доцільніше виконувати на спеціалізованому пості змащення, тобто метод універсальних постів можна застосовувати із частковою спеціалізацією.

Метод спеціалізованих постів буває потоковий і операційно-постовий. При потоковому методі весь обсяг робіт виконують на декількох послідовно розташованих спеціалізованих постах. Цей метод прогресивний при стабільному обсязі і постійному переліку регламентних робіт з ТО.

Якщо ж ТО-1 і ТО-2 виконують у різні зміни, то для цих видів обслуговування використовуються ті самі пости або лінії.

Вибір методу ТО залежить від кількості впливів за зміну і від їхньої трудомісткості. Виключення становить зона ЩО, для якої вибір методів залежить від кількості автомобілів, що обслуговують, за годину. Від правильно обраного методу залежить продуктивність зони, трудомісткість робіт і ступінь використання устаткування. Для ЩО у великих і середніх АТП (понад 200 автомобілів) варто приймати потокові методи організації технологічних процесів згідно.

Вибір методів при роботі над проектом необхідно здійснювати за допомогою даних [12, 13, 19].

Обрані методи організації технологічних процесів можна пояснити у вигляді тексту або представити у вигляді таблиці.

Таблиця 2.1 – Вибір методів організації технологічних процесів

Дія	Кількість дій за нормою, за зміну	Кількість дій за розрахунком, за зміну	Прийнятий метод
ЩО	Понад 15	16,07	Потоковий
ТО-1	До 12	3,13	Універсальних постів
ТО-2	До 3	1,00	Універсальних постів

Необхідно враховувати залежність прийнятого методу обслуговування від габаритів автомобілів величини простою в обслуговуванні і наявності причепа або напівпричепа.

#### 2.4. Розрахунок річної трудомісткості майстерні АТП

##### *Визначення трудомісткості прибирально-мийних робіт (ПМР) ЩО.*

У зоні ПМР ЩО виконують роботи, які нормуються трудомісткістю ЩО і переліком "Положення- 98" [11], інструкцією заводу-виготовлювача автомобіля або довідковою літературою [12, 13, 19].

Заправні роботи і частина контрольно-оглядових робіт виконуються водієм у підготовчо-заклучний час. Більша частина контрольно-оглядових робіт виконується механіками АТП [12, 13, 19]. На дрібних підприємствах прибирально-мийні роботи можуть бути покладені на водія.

##### Визначення трудомісткості ЩО:

$$T_{\text{що}} = N_{\text{що}} \cdot t_{\text{щон}}^0 \cdot K_{\text{мщо}}, \text{ люд.-год.} \quad (2.26)$$

де  $t_{\text{щон}}^0$  – нормативна трудомісткість ПМР ЩО ( $t_{\text{щон}}^0 = 0,3$  люд.-год)

$K_{\text{мщо}}$  – коефіцієнт механізації робіт ЩО або для ручної мийки  $K_{\text{мщо}} = 1$ , для механізованої  $K_{\text{мщо}} = 0,5$ .

$$T_{\text{що}} = 11472 \cdot 0,3 \cdot 1 = 3441,60 \text{ люд.-год.}$$

##### Визначення трудомісткості ТО-1:

$$T_{\text{ТО1}} = N_1 \cdot t_{1н} \cdot K_{\text{м1}}, \text{ люд.-год.} \quad (2.27)$$

Де  $t_{1н}$  – нормативна трудомісткість ТО-1 ( $t_{1н} = 2,3$  люд.-год);

$K_{\text{м1}}$  – коефіцієнт механізації робіт ТО-1 за рахунок впровадження загальної діагностики  $K_{\text{м1}} = 0,9$ . При відсутності загальної діагностики  $K_{\text{м1}} = 1$ .

$$T_{\text{ТО1}} = 956 \cdot 2,3 \cdot 1 = 2198,80 \text{ люд.-год.}$$

Визначення трудомісткості ТО-2

$$T_{TO2} = N_2 \cdot t_{2н} \cdot K_{м2}, \text{ люд.-год.} \quad (2.28)$$

де  $t_{2н}$  – нормативна трудомісткість ТО-2 ( $t_{2н} = 9,2$  люд.-год);

$K_{м2}$  – коефіцієнт механізації робіт ТО-2 за рахунок впровадження поглибленої діагностики  $K_{м2} = 0,8$ . При відсутності загальної поглибленої діагностики  $K_{м2} = 1$ .

$$T_{TO2} = 305 \cdot 9,2 \cdot 1 = 2806,0 \text{ люд.-год.}$$

Примітка: для автомобілів, які працюють на зрідженому або стисненому газі, питому трудомісткість  $t_{цогн}$ ,  $t_{1н}$ ,  $t_{2н}$  необхідно враховувати у відповідності до додатка (дод. А.10 методичних рекомендацій).

Визначення трудомісткості сезонного обслуговування СО:

$$T_{co} = N_{co} \cdot v \cdot t_{2н} \cdot K_{м2}, \text{ люд.-год.} \quad (2.29)$$

де  $v$  – відсоток від питомої трудомісткості ТО-2.

Примітка: оскільки "Положення-98" не нормує трудомісткість сезонного обслуговування, рекомендується показник " $v$ " приймати з досвіду роботи великих АТП України, де його величина коливається в межах від 20 до 30%.

Коефіцієнти механізації робіт ТО-2 і поточний ремонт можна прийняти рівним  $K_{мпр} = K_{м2}$ .

Тоді,

$$T_{co} = 140 \cdot 0,25 \cdot 9,2 \cdot 1 = 322 \text{ люд.-год.}$$

Визначення трудомісткості поточного ремонту:

$$T_{np} = \frac{L_{pn}}{1000} \cdot t_{npн} \cdot K_{мпр}, \text{ люд.-год.} \quad (2.30)$$

де  $t_{npн}$  – нормативна трудомісткість ПР ( $t_{npн} = 2,8$  люд.-год).

$$T_{np} = \frac{4015188}{1000} \cdot 2,8 \cdot 1 = 11242,53 \text{ люд.-год.}$$

Визначення загальної трудомісткості ТО і ПР в парку за рік:

$$T_{заг} = T_{цог} + T_{TO1} + T_{TO2} + T_{co} + T_{np}, \text{ люд.-год.} \quad (2.31)$$

Отже,

$$T_{заг} = 3441,60 + 2198,8 + 2806 + 322 + 11242,53 = 20010,93 \text{ люд.-год.}$$

Визначення трудомісткості допоміжних робіт АТП.

Примітка: оскільки відсоток допоміжних робіт не нормується "Положенням-98", тому рекомендується приймати його, виходячи з досвіду роботи АТП, у яких він коливається від 15 до 30% залежно від величини АТП (чим більше АТП, тим менше приймається % допоміжних робіт).

Визначення трудомісткості допоміжних робіт:

$$T_{доп.р} = 0,01 \cdot v \cdot T_{заг}, \text{ люд.-год} \quad (2.32)$$

де  $v$  – відсоток допоміжних робіт (дод. А11 методичних рекомендацій).

Тоді,

$$T_{доп.р} = 0,01 \cdot 20 \cdot 20010,93 = 4002,19 \text{ люд.-год.}$$

Таблиця 2.2 – Розподіл трудомісткості допоміжних робіт

Види допоміжних робіт	Ремонт та обслуговування технологічного обладнання оснастки і інструменту	Ремонт та обслуговування інженерного обладнання мереж і комунікацій	Транспортні	Перегін автомобілів	Прийняття, зберігання і видача матеріальних цінностей	Прибирання виробничих приміщень і територій	Обслуговування компресорного обладнання
Середня частка виду допоміжних робіт	0,2	0,15	0,1	0,15	0,15	0,2	0,05
Трудомісткість робіт, люд.-год	800,44	600,33	400,22	600,33	600,33	800,44	200,11

## 2.5. Розрахунок трудомісткості ТО і ремонту автомобілів

*Розподіл трудомісткості ТО і ремонту автомобілів.* Частина робіт, таких, як демонтаж та монтаж агрегатів, вузлів, обладнання, заміна деяких вузлів та обладнання, підгінні і регулювальні роботи, зварювальні та ін. виконуються безпосередньо на автомобілі, який знаходиться на посту. Сукупність постів утворюють зони. У зонах ТО-1, ТО-2, діагностики, ЩО і ПР виконуються *постові роботи*.

Частина робіт з ТО і ремонту знятих з автомобіля деталей, вузлів, обладнання, агрегатів виконуються у відділках, цехах та дільницях – ці роботи називають *цеховими*.

За даними різних джерел співвідношення постових і цехових робіт ТО і ремонту автомобілів наступне:

трудомісткість ЩО повністю виконується на постах

$$T_{\text{щО}}^{\text{пост}} = T_{\text{щО}}, \text{ люд.-год.} \quad (2.33)$$

Отже,

$$T_{\text{щО}}^{\text{пост}} = T_{\text{щО}} = 3441,60 \text{ люд.-год.}$$

трудомісткість ТО-1 повністю виконується на постах

$$T_{\text{ТО1}}^{\text{пост}} = T_{\text{ТО1}}, \text{ люд.-год.} \quad (2.34)$$

Отже,

$$T_{\text{ТО1}}^{\text{пост}} = T_{\text{ТО1}} = 2198,80 \text{ люд.-год.}$$

80...85% трудомісткості ТО-2 виконується на постах, а інші в цехах.

$$T_{\text{ТО2}} = T_{\text{ТО2}}^{\text{пост}} + T_{\text{ТО2}}^{\text{цех}}, \text{ люд.-год.} \quad (2.35)$$

$$T_{\text{ТО2}}^{\text{пост}} = (0.8...0.85)T_{\text{ТО2}}, \text{ люд.-год.} \quad (2.36)$$

Тоді,

$$T_{\text{ТО2}}^{\text{пост}} = 0,8 \cdot 2806 = 2244,8 \text{ люд.-год.}$$

$$T_{\text{ТО2}}^{\text{цех}} = T_{\text{ТО2}} - T_{\text{ТО2}}^{\text{пост}}, \text{ люд.-год.} \quad (2.37)$$



Тоді,

$$T_{ТО2}^{цех} = 2806,0 - 2244,8 = 561,20 \text{ люд.-год.}$$

Приблизно 20...27% робіт ПР (контрольно-діагностичних, кріпильних, регулювальних, розбірно-складальних, монтажних-демонтажних) виконуються на постах, а інші є цеховими [12, 13, 19].

$$T_{пр} = T_{пр}^{пост} + T_{пр}^{цех}, \text{ люд.-год.} \quad (2.38)$$

$$T_{пр}^{пост} = v_{пр} \cdot T_{пр}, \text{ люд.-год.} \quad (2.39)$$

де  $v_{пр}$  – відсоток постових робіт ПР, % [12, 13, 19] знаходиться в межах  $v_{пр} = 20...27\%$ .

Отже,

$$T_{пр}^{пост} = 0,24 \cdot 11242,53 = 2698,21 \text{ люд.-год.}$$

Для розподілу трудомісткості ТО і ремонту автомобілів по робочих місцях та постах, а також для розрахунку чисельності на кожному посту, необхідно виконати розподіл трудомісткості за видами робіт, який можна зробити, використовуючи: для ТО-1 і ТО-2 [12, 13, 19]. Якщо є більше нові дані з інструкцій заводів-виготовлювачів або нових навчальних посібників, можна використати їх.

*Визначення трудомісткості зони ЩО, ТО-1, ТО-2.*

Трудомісткість зони ЩО дорівнює трудомісткості постових прибирально-мийних робіт (ПМР)

$$T_{зониЩО} = T_{що}^{пост} = T_{що}, \text{ люд.-год.} \quad (2.40)$$

Тоді,

$$T_{зониЩО} = T_{що}^{пост} = T_{що} = 3441,60 \text{ люд.-год.}$$

Трудомісткість зони ТО-1 дорівнює трудомісткості постових робіт ТО-1 зі збільшенням до 20%, з урахуванням виконання додаткових робіт, пов'язаних з непередбаченими ремонтними роботами.

$$T_{зониТО1} = 1,1...1,2 \cdot T_{ТО1}^{пост}, \text{ люд.-год.} \quad (2.41)$$

Тоді,

$$T_{зониТО1} = 1,15 \cdot 2198,80 = 2528,62 \text{ люд.-год.}$$

Трудомісткість зони ТО-2 складається із трудомісткості постових робіт ТО-2 і трудомісткості (10-20%) непередбачених робіт з поточного ремонту, які необхідно виконати в зоні ТО-2, а також трудомісткості сезонного обслуговування

$$T_{зониТО2} = T_{ТО2}^{пост} + 0,1...0,2 \cdot T_{ТО2} + T_{co}, \text{ люд.-год.} \quad (2.42)$$

Тоді,

$$T_{зониТО2} = 2244,80 + 0,15 \cdot 2806,0 + 322 = 2987,70 \text{ люд.-год.}$$

Трудомісткість одного з постів зон ЩО, ТО-1, ТО-2 дорівнює частині трудомісткості відповідного виду ТО, що здійснюється на даному посту.

Наприклад:

$$T_i^{ЩО,ТО1,ТО2} = \frac{B_i}{100} \cdot T_{ЩО}, T_{ТО1}, T_{ТО2}, \text{ люд.-год.} \quad (2.43)$$

де  $B_i$  – % регулювальних або інших робіт ЩО, ТО-1, ТО-2 виконуваних на даному пості (дод.А.12 методичних рекомендацій).

Отже,

$$T_i^{ЩО} = \frac{27}{100} \cdot 3441,60 = 929,23 \text{ люд.-год.}$$

$$T_i^{ТО1} = \frac{29}{100} \cdot 2198,80 = 637,65 \text{ люд.-год.}$$

$$T_i^{ТО2} = \frac{11,5}{100} \cdot 2806 = 322,69 \text{ люд.-год.}$$

При необхідності розрахунку загальної трудомісткості комплексу ТО треба:

$$T_{комп.ТО} = T_{зониЩО} + T_{зониТО1} + T_{зониТО2}, \text{ люд.-год.} \quad (2.44)$$

Тоді,

$$T_{комп.ТО} = 3441,6 + 2528,62 + 2987,70 = 8957,92 \text{ люд.-год.}$$

*Визначення трудомісткості цеху, відділку або дільниці.*

Цех, відділок або дільниця – сукупність робочих місць, технологічно об'єднаних для виконання певного виду робіт ТО-2 і ПР деталей, вузлів, агрегатів, у більшості випадків знятих з автомобіля. Незважаючи на неточність, в АТП ці поняття вважаються ідентичними.

## Визначення трудомісткості відділку

$$T_{\text{від}} = T_{\text{ТО2}} \frac{B_{\text{від}}^{\text{ТО2}} \cdot B_{\text{ТО2}}^{\text{цех}}}{100 \cdot 100} + T_{\text{пр}} \frac{B_{\text{від}}^{\text{пр}} \cdot B_{\text{пр}}^{\text{цех}}}{100 \cdot 100} + T_{\text{доп.р}} \frac{B_{\text{доп.р.одм}}}{100}, \text{ люд.-год.} \quad (2.45)$$

де:  $T_{\text{ТО2}}$  – трудомісткість зони ТО-2 (розрахунок);

$T_{\text{пр}}$  – трудомісткість зони ПР (розрахунок);

$T_{\text{доп.р}}$  – трудомісткість допоміжних робіт АТП (розрахунок);

$B_{\text{від}}^{\text{ТО2}}$  – відсоток постових робіт відділку, % (10. табл.5);

$B_{\text{ТО2}}^{\text{цех}}$  – загальний відсоток цехових робіт ТО-2, % (10. табл.5);

$B_{\text{від}}^{\text{пр}}$  – відсоток постових робіт відділку, % (дод. А13);

$B_{\text{пр}}^{\text{цех}}$  – загальний відсоток цехових робіт ПР, % (дод. А13);

$B_{\text{доп.р.одм}}$  – відсоток трудомісткості допоміжних робіт, % (дод. А14).

Тоді,

$$T_{\text{від}} = 2806,0 \cdot \frac{11,5 \cdot 20}{100 \cdot 100} + 11242,53 \cdot \frac{8,5 \cdot 2,5}{100 \cdot 100} + 4002,19 \cdot \frac{8}{100} = 408,60 \text{ люд.-год.}$$

*Визначення трудомісткості зони поточного ремонту.*

Трудомісткість зони ПР складається із трудомісткості постових робіт поточного ремонту за винятком робіт, які частково виконуються в зонах ТО-1 і ТО-2.

$$T_{\text{зониПР}} = T_{\text{ПР}}^{\text{норм}} - (0,1 \dots 0,2)T_{\text{ТО1}} - (0,1 \dots 0,2)T_{\text{ТО2}}, \text{ люд.-год.} \quad (2.46)$$

Значення всіх складових беруться з попередніх розрахунків.

$$T_{\text{зониПР}} = 2698,21 - 0,15 \cdot 2198,80 - 0,15 \cdot 2806,0 = 1947,49, \text{ люд.-год.}$$

## 2.6. Розрахунок трудомісткості ТО і ремонту автомобілів

Чисельність виробничого персоналу ділянки, зони, цехи або відділення залежить від трудомісткості даного підрозділу і дійсних або планового (номінального) річних фондів часу, обумовлених трудовим законодавством з урахуванням спеціальності працівника.

Розрізняють *штатну* чисельність персоналу (у відповідності зі списками АТП) і технологічно *необхідну (явочну)* чисельність працівників, необхідних для щомісячного забезпечення виконання технологічних процесів.

$$P_{шт} = \frac{T_{від(зони)}}{\Phi_{шт}}, \text{ чол} \quad (2.47)$$

$$P_{яв} = \frac{T_{від(зони)}}{\Phi_{яв}}, \text{ чол} \quad (2.48)$$

Де  $\Phi_{шт}$ ,  $\Phi_{яв}$  – відповідно, річний фонд часу штатного та явочного працівника (дод. А.15 методичних рекомендацій);

Отже,

$$P_{шт} = \frac{408,60}{1879} = 0,22 \text{ чол}$$

$$P_{яв} = \frac{408,60}{2096} = 0,19 \text{ чол}$$

Розподіл працівників зони ПР по змінах може бути будь-яким, проте як правило, особливого уточнення в розрахунках і на практиці потребує укомплектування працівниками другої та третьої зміни, тобто міжзмінного часу.

На підставі отриманого розрахунку  $P_{яв}$  необхідно прийняти графік роботи зони і відділення і розподілити робітників по розрядах і професіях (10. табл. 17).

### 3. РОЗРОБКА СТЕНДА ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ АВТОМОБІЛІВ

#### 3.1. Аналіз існуючих конструкцій стендів для збирання та розбирання двигунів

Серед відомих конструкцій за прототип вибрано стенд для ремонту двигунів, модель Р-229. Стенд призначений для ремонту двигунів легкових та вантажних автомобілів [3, 6, 7].

Стенд (рис.3.1) являє собою підвіску 1 із привареною до неї каркасом 2, до якого кріпляться черв'ячна передача 3 і кронштейн 4. Несучою частиною двигуна є змінна поворотна рама 9 візка. Для запобігання ненавмисного переміщення підставки вона обладнана гальмом 10, колодки якого притискаються до гумового обода колеса 11. Опора 4 являє собою зварний корпус, в якому розміщений вал, встановлений на роликових підшипниках. Одним кінцем опорний вал 4 з'єднаний з валом коробки передач.

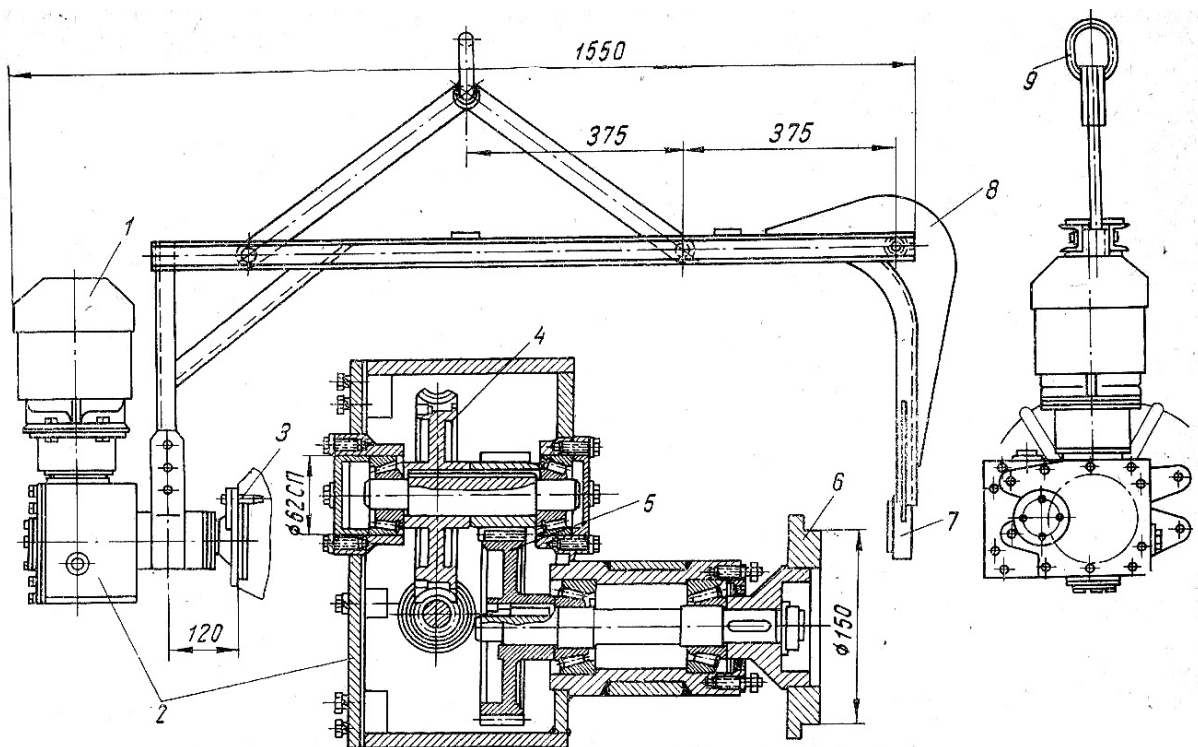


Рисунок 3.1 – Загальний вигляд прототипу

Вихідний кінець опорного валу 4 з'єднаний з фланцем, а змінна поворотна рама закріплена на фланці болтами. По периметру фланця виконані отвори для утримання двигуна в певному положенні за допомогою фіксатора 6 і ручки 5.

Поворотна рама автомобільного двигуна являє собою зварну металеву конструкцію, що складається з трубчастої основи і передніх і задніх кронштейнів. На кінці переднього кронштейна є шість отворів для з'єднання поворотної рами з опорним фланцем. Двигун автомобіля закріплений на поворотній рамі в двох точках за допомогою притиском 12 і затиском 13.

Поворотна рама двигуна являє собою металеву конструкцію, зварену швелерною сталлю, з опорними платформами спереду і ззаду. На кінці передньої опорної платформи є чотири отвори для з'єднання поворотної рами з опорним фланцем. Двигун автомобіля з'єднаний спереду з поворотною рамою гайками 7 і 8.

Двигун кріпиться на стенд за допомогою підйомного обладнання: крана або кран-балки. Для повороту двигуна, закріпленого на поворотній рамі, на будь-який кут необхідно повернути вал черв'ячного редуктора для передачі обертання на фланець кронштейна через вихідний вал. При цьому фіксатор слід вийняти з отвору фланця. Щоб зафіксувати двигун у певному положенні, вставте пальці замка в отвір у фланці

#### *Технічна характеристика*

Тип.....	пересувний
Переміщення.....	ручне
Спосіб повороту двигунів.....	ручний
Привід.....	редуктор черв'ячний
Габаритні розміри, мм.....	1700x1140x1448
Маса, кг.....	360

### 3.2. Будова, принцип роботи та обґрунтування необхідності розроблення стенду

Запропонований нами стенд для розбирання-складання двигунів легкових та вантажних автомобілів складається зі зварного стояка 1, до якого на упорному підшипнику 3 приварено п'яту 2, яка через відповідне болтове з'єднання 8 утримує редуктор 7. Встановлений двигун з короткозамкнутим ротором 9 з алюмінієвою станиною (рис 3.2.). Потужність і габарити ел. двигуна відповідно до DIN 42673. Ступінь його захисту IP55, клас нагрівостійкості ізоляції F. Співвідношення моментів на валу (приблизно):  $M_{\text{пуск}}/M_{\text{ном}}=1,8.4$ .  $M_{\text{макс}}/M_{\text{ном}}=2,3.4.8$ . Кліматичних виконань У2, У3, Т2.

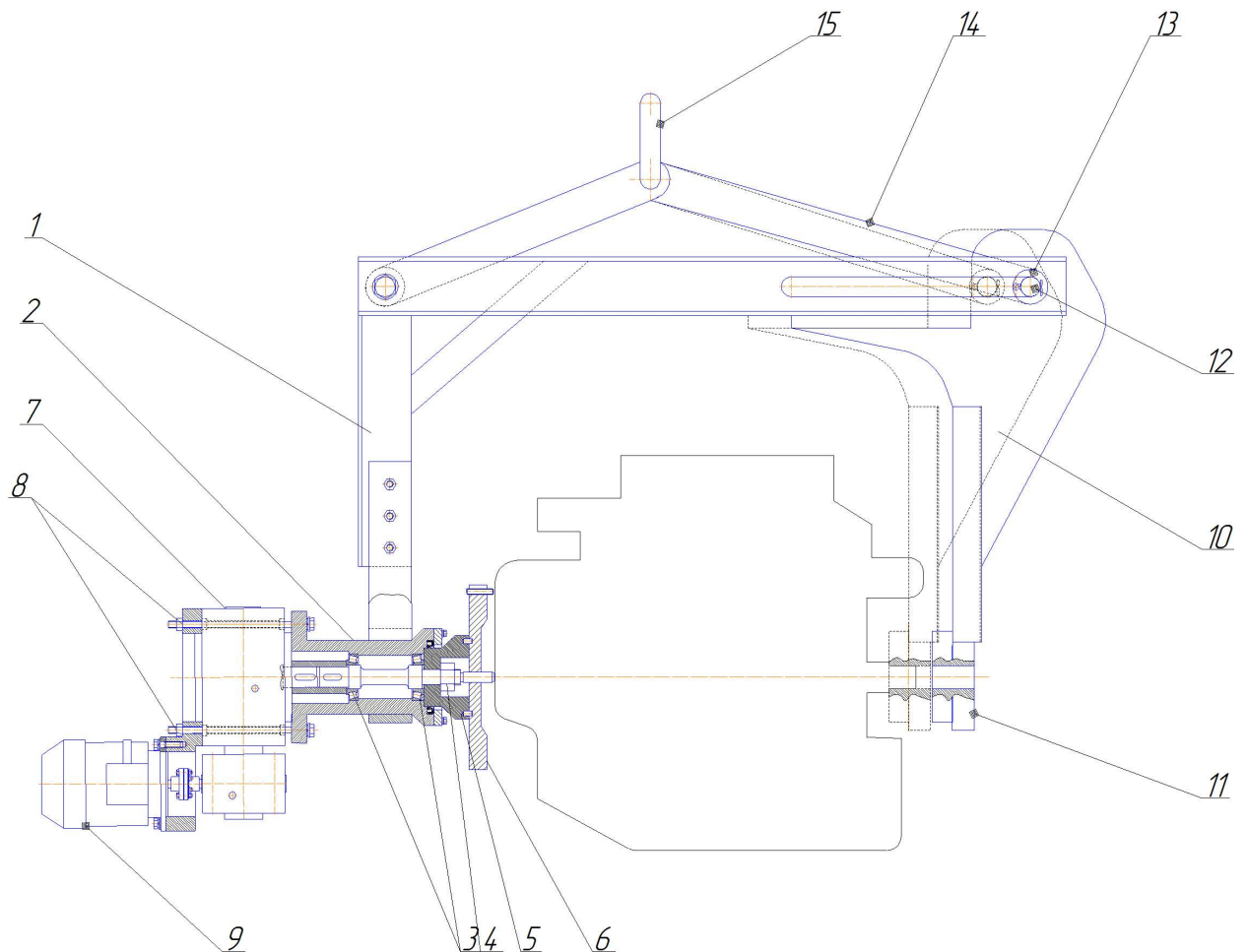


Рисунок 3.2 – Запропонована конструкція стенду для розбирання-складання двигунів

Встановлений редуктор 7 – двоступінчастий з черв'ячною передачею. До веденого вала редуктора кріпиться скоба 5 з допомогою болтового з'єднання 4. У нижній частині затискного кронштейна 10 є опорна шайба 11 фіксації колінчастого вала двигуна, що ремонтується. У верхній частині затискної скоби 10 зварним з'єднанням до отвору, де розташований вал 12, прикріплена втулка 13, до якої кріпиться рухома штанга 14, що знаходиться під вагою вала 12. Двигун, рухомий затискний кронштейн 10.

Для двигунів, які потребують ремонту, транспортуйте кронштейн до ремонтного цеху двигунів за допомогою електричного підйомника. Після підйому опорну шайбу 11 затискного кронштейна 10 закріпіть на колінчастому валу двигуна, а п'яту 6 закріпіть паралельно фланцу маховика. Затискна скоба 10 проходить крізь рухомий важіль 14 своєю вагою і міцно закріплює його. Електродвигун 9 дозволяє повертати об'єкт ремонту на 360<sup>0</sup> градусів в горизонтальній площині і вибирати найбільш зручне положення для майстра. У будь-якому положенні двигун фіксується на кронштейні за рахунок самогальмування коробки передач.

У порівнянні з аналогічними виробами даний стенд має наступні переваги:

- об'єкт ремонту може не тільки обертатися і переміщатися навколо горизонтальної осі, а й переміщатися горизонтально на рівні слюсарного верстака;
- фіксація об'єкта ремонту в необхідному положенні: під час монтажу, демонтажу та захоплення з попереднього робочого місця;
- конструкція стенд проста у виготовленні і може бути виготовлена самостійно в навчально-виробничих майстернях;
- стенд можна модифікувати для ремонту двигунів різних марок автомобілів.

Загалом використання стенда даної конструкції дозволяє підвищити продуктивність праці, безпеку трудового процесу, знизити витрати на обслуговування автомобіля.



### 3.3. Розрахунок навантаження від ваги двигуна

На рамі встановлений двигун з максимальною вагою 5700 Н, центр ваги якого зміщений вгору на 135 мм, що призводить до додаткового моменту навантаження.

Момент навантаження на валу визначимо з виразу [1, 3, 15]:

$$M_k = Q_K \cdot l, \text{ Н}\cdot\text{м}, \quad (3.1)$$

де  $Q_K$  – вага двигуна, Н;

$l$  – зміщення центра відносно осі обертання, м.

$$M_k = 5700 \cdot 0,135 = 769,5 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Згинальний момент відносно опори підшипника становитиме:

$$M_{зг} = 5700 \cdot 0,565 = 3220 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Частота обертання вихідного вала не повинна перевищувати умови безпеки експлуатації  $2 \text{ хв}^{-1}$ .

Частота обертання ручки приводу –  $30 \dots 40 \text{ хв}^{-1}$ .

### 3.4. Розрахунок черв'ячної передачі редуктора

Черв'ячні передачі використовуються для передачі обертального руху між пересічними валами, коли потрібне велике передавальне число і обмежені габаритні розміри. Черв'як і колесо мають вигнуту форму. Це забезпечує одночасне зачеплення 4...7 зубів шестерні та відповідним чином розподіляє прикладене навантаження.

Найкращі експлуатаційні якості демонструють зубчасті колеса криволінійні з модифікованим черв'яком зі сталі 40X або 40XH твердістю  $HV=30 \dots 35 \text{ HRC}53$  і, при необхідності, з об'ємно-гартованої сталі 35 XMA, 38 XTH при твердості  $Hj = 40 \dots 52 \text{ HRC}$  [1, 3, 15].

Розрахунковим геометричним параметром є міжосьова відстань, визначувана по емпіричній залежності:

$$a_w = 12,2 \cdot \sqrt[3]{\frac{T_2}{k_k \cdot k_3 \cdot k_T \cdot k_M \cdot k_p}}, \quad (3.2)$$

тут  $T_2$  – крутний момент, на колесі, Н·м, він відповідає моменту навантаження на вал  $M_k = 770$  Н·м.

Кінематичний коефіцієнт  $k_k$

$$k_k = \frac{2170 - 7 \cdot u}{n_1 + 900} \quad (3.3)$$

де  $u$  – передавальне число (стандартне) –  $u=10$ ;

$n_1=30$  – частота обертання черв'яка, хв<sup>-1</sup>,

$$k_k = (2170 - 7 \cdot 10)/(30 + 900) = 2,2.$$

Коефіцієнт зачеплення при модифікації

$$k_3 = 1,06 + \frac{\sqrt{u-6}}{42}. \quad (3.4)$$

$$k_3 = 1,06 + \frac{\sqrt{10-6}}{42} = 1,155$$

Коефіцієнт точності виготовлення — при зниженій точності  $k_m = 0,85$ .

Коефіцієнт матеріалів  $K_M=0,8$  [1, 3, 15].

Коефіцієнт режиму роботи  $K_p$  – по довіднику [1, 3, 15]. Режим роботи – періодична робота протягом 1-5 хв. з перервою понад 2 год. при спокійному навантаженні.  $K_p = 1,4$

$$a_w = 12,2 \cdot \sqrt[3]{\frac{770}{2,2 \cdot 1,155 \cdot 0,85 \cdot 1,4}} = 77,32 \text{ мм}$$

Отримана міжосьова відстань округляється до найближчої стандартної  $a_w = 63$  мм [1, 3, 15].

По отриманій міжосьовій відстані і даному передавальному числу встановлюються параметри колеса і черв'яка і геометрія зачеплення.

Число заходів черв'яка  $z_1 = 1$  – стандартне.

Число зубів колеса визначаємо по формулі  $z_2 = z_1 \cdot i$ . Рекомендується  $Z_{2min} = 35$  при  $a_w < 630$  мм.

Коефіцієнт діаметру черв'яка  $q$  по таблиці 3 довідника [1, 3, 15].  
Вибирають залежно від числа зубів для отримання стандартного діаметру черв'яка  $d_1$  або найбільш близького до нього.

Діаметр розрахункового кола черв'яка з округленням до найближчого стандартного

$$d_1 = \frac{2a_w \cdot q}{q + z_2} \quad (3.5)$$

$$d_1 = 2 \cdot 63 \cdot 8 / (8 + 35) = 23,44 \text{ (25 мм)}$$

Діаметр розрахункового кола колеса

$$d_2 = 2 \cdot a_w - d_1 \quad (3.6)$$

$$d_2 = 2 \cdot 63 - 25 = 101. \text{ Приймаємо } 100 \text{ мм.}$$

Ширина вінця колеса:

$$B_2 = (0,8 \dots 1,6)d_1, \text{ округляючи до стандартного } - 40 \text{ мм.}$$

Модуль зачеплення

$$m = \frac{d_2}{z_2}$$

$$m = 100/35 = 2,85. \text{ Приймаємо стандартний } m = 3,15$$

Розрахункова хорда  $\kappa_c = \frac{z_2}{10}$  з округленням до найближчого члена ряду – 3,5.

$$\text{Теоретична хорда } \kappa_m = (1,1 \dots 1,2) \kappa_c = 3,85.$$

Число зубів колеса в хорді – 4 [1, 3, 15].

Половина кута розрахункового обхвату

$$\nu_T = \frac{180^\circ \cdot \kappa_T}{z_2}, \quad (3.7)$$

$$\nu_c = 19,8^\circ.$$

Діаметр профільного кола (округляється до найближчого цілого числа)

$$D_p = d_2 \cdot \sin v_t. D_p = 100 \cdot \sin 19,8 = 33,87 \text{ мм.}$$

Робоча висота зуба колеса  $h$  і висота його головки  $h_2$  з округленням до цілого  $h = (1,4 \dots 1,7)m = 5,355$  – чим більша, тим вища несуча здатність.

$$h_{a2} = (0,3 \dots 0,45)h = 2,4 \text{ мм.}$$

Висота головки витка черв'яка  $h_{a1} = h - h_{a2} = 2,94$  мм.

Радіальний зазор  $C = (0,15 \dots 0,25)m = 0,47$  мм.

Радіус перехідної кривої: ніжки витка черв'яка  $r_{f1} = C$

ніжки зуба колеса  $r_{f2} = C$

Радіус притуплення головок витків черв'яка  $r_k = C$

Радіус западин черв'яка в середній площині колеса

$$R_{f1} = 0,5d_2 + C + h_{a1} = 20,91 \text{ мм}$$

Діаметр вершин витків черв'яка

$$d_{a1} = d_1 + 2h_{a1} = 25 + 2 \cdot 2,94 = 30,88 \text{ мм.}$$

Діаметр вершин зубів колеса  $d_{a2} = 2(R_{f1} - C) = 20,44$  мм.

Радіус вершин витків черв'яка в середній площині колеса

$$R_{a1} = a_w - 0,5d_{a1} = 63 - 0,5 \cdot 30,88 = 47,56 \text{ мм.}$$

Діаметр западин черв'яка  $d_{f1} = 2(a_w - R_{f1}) = 84,18$  мм.

Діаметр западин колеса  $d_{f2} = 2(R_{a1} - c) = 40,88$ .

Довжина нарізаної частини черв'яка

$$v_1 = d_2 \cdot \sin v_c = 33,87 \text{ мм}$$

Найбільший діаметр западин черв'яка

$$d_{f1} = 2 \cdot \left[ a_w - \sqrt{R_{f1}^2 - (0,5v_1)^2} \right] = 2 \cdot \left[ 63 - \sqrt{20,91^2 - (0,5 \cdot 33,87)^2} \right] = 24,5 \text{ мм.}$$

Кути фаски: черв'яка  $\varphi_1 = 25^\circ$ , колеса  $\varphi_2 = 35^\circ$

Радіус вершин зубів колеса в середній площині черв'яка

$$R_{a2} > 0,53 \cdot d_{f1 \max} = 45 \text{ мм.}$$

Глибина модифікації на вході черв'яка

$$\Delta = (3 \cdot 10^{-4} + 34 \cdot 10^{-6} \cdot u) a_w = 0,0403$$

Зріз кінців витків черв'яка – глибина 0,16 мм висота – 0,25 мм.

Кут підйому витка черв'яка на ділільному циліндрі вибраний з умов самогальмування

$$\gamma = \operatorname{arctg} \frac{z_1}{q} \quad (3.8)$$

$$\gamma = 7,1^\circ.$$

3.5. Визначення швидкісних, силових та енергетичних параметрів редуктора

Швидкість ковзання [1, 3, 15]

$$g_{ck} = \frac{\pi \cdot d_1 \cdot n_1}{60 \cdot 10^3 \cdot \cos \gamma} \quad (3.9)$$

$$v_{ck} = 0,0395 \text{ м/с.}$$

Коефіцієнт корисної дії редуктора.

$$\eta = \eta_{зач} \cdot \eta_p \quad (3.10)$$

тут

$$\eta_{зач} = \frac{\operatorname{tg} \gamma}{\operatorname{tg}(\gamma + \varphi_1)},$$

де

$\varphi^1 \approx (3,0 \dots 3,5) - 0,92 \cdot \ln g_{ck}$  – приведений кут тертя;

$$\varphi^1 = 3,0 - 0,92 \cdot \ln 0,0395 = 5,97.$$

$\eta_p = 0,98$  – ккд, що враховує втрати на перемішування мастила.

$$\eta_{зач} = 0,53.$$

$$\eta = 0,53 \cdot 0,98 = 0,52.$$

Крутні моменти: на черв'яку

$$T_1 = 9550 \frac{P_1}{n_1} \quad (3.11)$$

$$T_1 = 770 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

на колесі  $T_2 = T_1 \cdot u \cdot \eta = 770 \cdot 10 \cdot 0,53 = 4081$ .

Сили в зачепленні:

Колова на черв'яку (осьова на колесі)

$$F_{t1} = F_{x2} = 2000 \cdot T_1 / d_1 = 2000 \cdot 770 / 25 = 61,6 \text{ кН.}$$

Колова на колесі (осьова на черв'яку)

$$F_{t2} = F_{x1} = 2000 \cdot T_2 / d_2 = 2000 \cdot 4081 / 100 = 81,6 \text{ кН.}$$

Радіальна (розпір)

$$F_r = F_{t2} \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

де

$\alpha = \arcsin \frac{D_p}{d_2}$  – кут профілю зуба в середній площині колеса.

$$\alpha = 19,8^\circ.$$

$$F_r = 81,6 \cdot 0,35 = 29,37 \text{ кН.}$$

Перевірочні розрахунки глобоїдної передачі [1, 3, 15].

Передача із стандартними параметрами зачеплення, отриманими на базі проектувального розрахунку, проведеного по граничному навантаженню, вимагає перевірки тільки на зріз зуба колеса. На теплонапруженість всієї передачі розрахунку не потрібно, оскільки передача – тихохідна.

Допустимі напруження зрізу встановлюється для матеріалу вінця черв'ячного колеса:

$$[\tau]_{зр} = 0,5 \cdot \sigma_s$$

$$[\tau]_{зр} = 0,5 \cdot 588 = 294 \text{ МПа.}$$

Отже, умова міцності дотримана

### 3.6. Визначення конструктивних розмірів редуктора

Товщина стінок корпусу й кришки [1, 3, 15]:

$$\delta = 0,025 \cdot a + 1, \tag{3.13}$$

$$\delta = 0,025 \cdot 160 + 1 = 5 \text{ мм.}$$

Приймаємо  $\delta = 8$  мм.

Товщина фланців поясів корпусу й кришки:

верхнього пояса корпусу і пояса кришки:

$$v = 1,5 \cdot \delta, \quad (3.14)$$

$$v = 1,5 \cdot 8 = 12 \text{ мм},$$

$$v_1 = 1,5 \cdot \delta_1, \quad (3.15)$$

$$v_1 = 1,5 \cdot 8 = 12 \text{ мм},$$

нижнього пояса корпусу:

$$p = 2,35 \cdot \delta, \quad (3.16)$$

$$p = 2,35 \cdot 8 = 19 \text{ мм}.$$

Приймаємо  $p = 20$  мм.

Діаметр болтів:

кріпильних:

$$d_1 = (0,03 \div 0,036) \cdot a + 12, \quad (3.17)$$

$$d_1 = (0,03 \div 0,036) \cdot 160 + 12 = 16,8 \div 17,76 \text{ мм}.$$

Приймаємо болти з різьбою М18;

ті, що кріплять нижню кришку до корпусу:

$$d_2 = (0,4 \div 0,45) \cdot d_1, \quad (3.18)$$

$$d_2 = (0,4 \div 0,45) \cdot 18 = 6,6 \div 7,5 \text{ мм}$$

Приймаємо болти з різьбою М8;

ті, що з'єднують кришку з корпусом:

$$d_3 = (0,5 \div 0,6) \cdot d_1, \quad (3.19)$$

$$d_3 = (0,5 \div 0,6) \cdot 18 = 9 \div 10,8 \text{ мм}.$$

Приймаємо болти з різьбою М10.

Спочатку вибираємо підшипники для ведучого й відомого вала.

Для ведучого вала вибираємо підшипники ковзання з короткими циліндрами  $d_{n_1} = 45$  мм;  $B = 19$  мм.

Для веденого вала вибираємо такі ж –  $d_{n_2} = 55$  мм;  $B = 21$ .

При низькій коловій швидкості змазування може здійснюватися консистентним мастилом. В цьому випадку застосуємо оглядовий люк, через який буде виконуватись змазування.

У випадку установки мазеутримуючих кілець вибираємо розмір, що дорівнює 8 мм.

Визначаємо консольні навантаження [1, 3, 15]

$$F_{t_k} = \frac{2T_2}{d}, \quad (3.20)$$

$$F_{t_k} = \frac{2 \cdot 10^3 \cdot 412}{100} = 8240 \text{ Н}$$

$$F_{r_k} = F_{t_k} \cdot \operatorname{tg} 20^\circ$$

$$F_{r_k} = 8240 \cdot 0,364 = 2999 \text{ Н}$$

Розраховуємо ведучий вал.

Визначаємо реакції опор:

$$1) \Sigma M_{uy_1} = 0$$

$$R_{x_1} = R_{x_2} = \frac{F_t}{2}, \quad (3.21)$$

$$R_{x_1} = R_{x_2} = \frac{12875}{2} = 6438 \text{ Н.}$$

$$2) \Sigma M_{ux_1} = 0$$

$$R_{y_1} = R_{y_2} = \frac{F_r}{2}, \quad (3.22)$$

$$R_{y_1} = R_{y_2} = \frac{5456}{2} = 2728, \text{ Н} \quad (3.23)$$

3) Перевірка:

$$\Sigma M_{uy_1} = 0$$

$$-F_{t_1} \cdot \ell_1 + R_{x_2} \cdot 2\ell_1 = 0 \quad (3.24)$$

$$-12875 \cdot 80 + 6438 \cdot 160 = 0$$

Визначаємо еквівалентне навантаження:

$$F_{e_1} = F_{e_2} = \sqrt{R_{x_1}^2 + R_{y_1}^2}, \quad (3.25)$$



$$F_{e_1} = F_{e_2} = \sqrt{6438^2 + 2728^2} = 6992 \text{ Н}$$

Визначаємо еквівалентне навантаження:

$$F_e = F_{r_3} \cdot V \cdot K_\sigma \cdot K_m \quad (3.26)$$

$$F_e = 6992 \cdot 1,25 \cdot 1 \cdot 1 = 8740 \text{ Н}$$

Розраховуємо ведений вал.

Визначаємо реакції опор:

$$1) \Sigma M_{ux_3} = 0$$

$$-R_{y_4} \cdot 2\ell - F_{r_2} \cdot \ell_2 + F_{r_k} \cdot (2\ell_2 + \ell_{K_2}) = 0,$$

$$R_{y_4} = \frac{F_r \cdot \ell_2 - F_{r_k} \cdot (2\ell_2 + \ell_{K_2})}{2\ell_2}, \quad (3.27)$$

$$R_{y_4} = \frac{5456 \cdot 80 - 2999 \cdot (84 + 160)}{160} = -1846 \text{ Н.}$$

$$2) \Sigma M_{ux_4} = 0$$

$$-R_{y_3} \cdot 2\ell_2 + F_{r_2} \cdot \ell_2 + F_{r_k} \cdot \ell_{K_2} = 0,$$

$$R_{y_3} = \frac{F_{r_2} \cdot \ell_2 + F_{r_k} \cdot \ell_{K_2}}{2\ell_2}, \quad (3.28)$$

$$R_{y_3} = \frac{5456 \cdot 80 + 2999 \cdot 84}{160} = 4303 \text{ Н.}$$

$$3) \Sigma M_{uy_3} = 0$$

$$-F_{t_k} \cdot (2\ell_2 + \ell_{K_2}) + F_{t_2} \cdot \ell_2 - R_{x_4} \cdot 2\ell_2 = 0,$$

$$R_{x_4} = \frac{F_{t_2} \cdot \ell_2 + F_{t_k} \cdot (2\ell_2 + \ell_K)}{2\ell_2}, \quad (3.29)$$

$$R_{x_4} = \frac{12875 \cdot 80 - 8240 \cdot (160 + 84)}{160} = -61,29 \text{ Н.}$$

$$4) \Sigma M_{uy_4} = 0$$

$$F_{t_k} \cdot \ell_{k_2} - R_{x_3} \cdot 2\ell_2 - F_t \cdot \ell_2 = 0,$$

$$R_{x_3} = \frac{F_{t_k} \cdot \ell_{K_2} + F_t \cdot \ell_2}{2\ell_2}, \quad (3.30)$$

$$R_{x_3} = \frac{12875 \cdot 80 + 8240 \cdot 84}{160} = 10764 \text{ Н.}$$

5) Перевірка:

$$F_{r_k} - R_{y_3} - F_{r_2} + R_{y_4} = 0, \quad (3.31)$$

$$4303 - 5456 + (-1846) + 2999 = 0,$$

6) Перевірка

$$-F_{r_k} + R_{x_3} - F_{t_2} + R_{x_4} = 0, \quad (3.32)$$

$$10764 - 12875 + (-6129) + 8240 = 0,$$

Визначаємо еквівалентне навантаження:

$$F_{e_3} = \sqrt{R_{x_3}^2 + R_{y_3}^2}, \quad (3.34)$$

$$F_{e_3} = \sqrt{10764^2 + 4303^2} = 11592 \text{ Н,}$$

$$F_{e_4} = \sqrt{R_{x_4}^2 + R_{y_4}^2}, \quad (3.35)$$

$$F_{e_4} = \sqrt{(-6129)^2 + (-1846)^2} = 6401 \text{ Н.}$$

Подальший розрахунок робимо на більш навантаженій опорі.

Перевірка міцності шпонкових з'єднань. Перевіряємо шпонку під муфтою, колесом і відкритої ремінної передачі. Шпонку вибираємо в залежності від діаметра установочного вала.

Вибираємо розміри  $e$ ,  $h$ ,  $l$ , за стандартом, враховуючи моменти  $T$  на даному валу. Розраховуємо шпонку за напрямом зминання. Сталь 45:

$$\sigma = \frac{2T \cdot 10^3}{d_B(h - t_1) \cdot (l - e)} \leq [\sigma] = 100 \div 120 \text{ МПа}, \quad (3.36)$$

$$d_{e_2} = 48 \text{ мм}; e = 14 \text{ мм}; h = 9 \text{ мм}; l = 100 \text{ мм}; t_1 = 5,5 \text{ мм}; t_2 = 3,8 \text{ мм},$$

$$\sigma_{cm} = \frac{2T \cdot 10^3}{d_B(h - t_1) \cdot (l - e)},$$

$$\sigma_{cm} = \frac{2000 \cdot 412}{48 \cdot 3,5 \cdot 86} = 57,03 \text{ МПа},$$

$$\sigma_{cm} = 57,03 \leq [\sigma]_{cm} = 100 \text{ МПа}.$$

Умови міцності виконано.

Перевіряємо на міцність січення вала А-А. Діаметр вала в цьому січенні  $d_{B_2} = 48$  мм. Концентрація напруг обумовлена наявністю шпоночної канавки. Приймаємо коефіцієнти концентрації напруження:  $k_\delta = 1,59; k_\tau = 1,49$ , [1, 3, 15]. Визначаємо масштабні фактори  $\varepsilon_\delta = 0,8; \varepsilon_\tau = 0,71$ , [1, 3, 15].

Згинаючий момент у січенні (при  $x = 60$ ):

$$M_{A-A} = F_{TK} \cdot X_1, \quad (3.37)$$

$$M_{A-A} = 8240 \cdot 60 \approx 494400 \text{ Н}\cdot\text{мм}.$$

Момент опору перерізу при  $v = 14 \text{ мм}, t_1 = 5,5 \text{ мм}$ :

$$W_{\text{нетто}} = \frac{\pi d^3}{32} - \frac{v \cdot t_1 (d - t_1)^2}{2d}, \quad (3.38)$$

$$W_{\text{нетто}} = \frac{3,14 \cdot 48^3}{32} - \frac{14 \cdot 5,5 \cdot (48 - 5,5)^2}{96} = 9403 \text{ мм}^3.$$

Амплітуда нормальних напружень згинання:

$$\delta_v = \frac{M_{A-A}}{W_{\text{нетто}}}, \quad (3.39)$$

$$\delta_v = \frac{494400}{9403} \approx 53,6 \text{ МПа}.$$

Момент опору перетину нетто:

$$W_{k_{\text{нетто}}} = \frac{\pi d^3}{16} - \frac{v \cdot t_1 (d - t_1)^2}{2d}, \quad (3.40)$$

$$W_{k_{\text{нетто}}} = \frac{3,14 \cdot 48^3}{16} - \frac{14 \cdot 5,5 (48 - 5,5)^2}{96} = 20255 \text{ мм}^3.$$

Амплітуда та середня напруга циклу дотичних напружень:

$$\tau_M = \frac{0,5T}{W_K}, \quad (3.41)$$

$$\tau_M = \frac{0,5 \cdot 412 \cdot 10^3}{20255} = 2064 \text{ МПа}.$$

Коефіцієнт запасу міцності:

$$S_{\delta} = \frac{\delta_{-1}}{\frac{K_{\delta}}{\varepsilon_{\delta} \cdot \beta} \cdot \delta_V}, \quad (3.42)$$

$$\delta_{-1} = 0,43 \cdot \delta_e, \quad (3.44)$$

$$\delta_{-1} = 0,43 \cdot 780 = 335 \text{ МПа}.$$

$$S_{\delta} = \frac{335}{\frac{1,59}{0,8 \cdot 0,8} \cdot 53,6} = 7,49.$$

Результативний коефіцієнт запасу міцності січення:

$$S_{\tau} = \frac{\tau_{-1}}{\frac{k_{\tau}}{\varepsilon_{\tau}} \cdot \tau_V + \varphi_{\tau} \cdot \tau_m}, \quad (3.45)$$

$$S_{\tau} = \frac{335}{\frac{1,49}{0,71} \cdot 20,34 + 0,1 \cdot 20,34} = 7,49.$$

Результативний коефіцієнт запасу:

$$S = \frac{S_{\delta} \cdot S_{\tau}}{\sqrt{S_{\delta}^2 + S_{\tau}^2}}, \quad (3.46)$$

$$S = \frac{7,49 \cdot 9,77}{\sqrt{7,49^2 + 9,77^2}} = 5,94.$$

Зубчасті колеса на вали при важких стаціонарних навантаженнях з'єднують по  $\frac{H7}{r6}$ . Розпирні втулки установлюють по  $\frac{H7}{h6}$ , кришки підшипників у корпус по  $\frac{H7}{h8}$ . Муфти по  $\frac{H7}{h6}$ ;  $\frac{H7}{m6}$ . Внутрішні кільця підшипників на вали к6. Зовнішні кільця підшипників в корпус по H7. Розпирні кільця, ущільнювальні манжети  $\frac{H8}{h8}$ .

Підшипники змазуємо пластичним мастильним матеріалом, закладаючи його в підшипникові камери при монтажу. Вибираємо солідол марки УС-2, [1, 3, 15].

Перед збиранням внутрішню порожнечу корпусу редуктора старанно очищають і покривають маслостійкою фарбою.

Збирання проводять відповідно до креслень збирання редуктора, починаючи з вузлів валів.

Зібрані вали укладають в основу корпусу редуктора і надівають кришку корпусу, попередньо покриваючи поверхню стінку кришки і корпусу спиртовим лаком.

Для центрівки установлюють кришку на корпус за допомогою двох кінцевих штифтів, затягають болти, якими кріпиться кришка до корпусу.

Після цього на відомий вал надівають розпірне кільце, в підшипникові камери закладають пластичне мастило, ставлять кришку підшипників з комплектом металевих прокладок для регулювання.

Перед монтажем наскрізних кришок в проточки закладають повстяні ущільнення, просякні гарячим маслом. Перевіряють прокручуванням валів відсутність заклинювання підшипників (вали повинні прокручуватися від руки) і закріплюють кришки гвинтами.

Далі на кінець відомого вала в шпоночну канавку закладають шпонку, уставляють зірочку і закріплюють її торцевим закріпленням: гвинт торцевого закріплення стопорять спеціальною планкою.

## 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

### 4.1. Організаційні заходи покращення існуючого стану умов праці у ремонтній майстерні

До організаційних заходів покращення існуючого стану умов праці у ремонтній майстерні належать: правильна організація роботи, навчання, контролю та нагляду з охорони праці; дотриманні трудового законодавства, міжгалузевих та галузевих нормативних актів про охорону праці; впровадження безпечних методів та наукової організації праці; проведення оглядів, лекційної та наукової агітації і пропаганди з питань охорони праці; організація планово-попереджувального ремонту устаткування, технічних оглядів та випробувань транспортних та вантажопідіймальних засобів, посудин, що працюють під тиском, створення оптимальних параметрів мікроклімату на робочому місці та інші [4, 14].

Інженер з охорони праці має право: – перевіряти стан умов і охорони праці в усіх підрозділах підприємства і давати розпорядження про усунення виявлених недоліків, які обов'язкові для виконання усіма спеціалістами та іншими працівниками і можуть бути відмінені тільки письмовим розпорядженням керівника підприємства;

- ✓ вимагати від керівників підрозділів усунення від роботи осіб, які не мають допуску до виконання даної роботи або грубо порушують правила і норми з охорони праці, інструкції з техніки безпеки. Ці вимоги підлягають обов'язковому виконанню;

- ✓ одержувати від спеціалістів і керівників підрозділів матеріали з охорони праці, вимагати письмові пояснення від осіб, які допускають порушення правил, норм, інструкцій з техніки безпеки;

- ✓ залучати за згодою з керівництвом необхідних спеціалістів до перевірки стану охорони праці у відділеннях, цехах, виробничих дільницях і на об'єктах;

✓ вносити пропозиції про заохочення працівників за високопродуктивну працю без травм в аварій, до притягнення до відповідальності за порушення законодавчих і нормативних актів, невиконання наказів, розпоряджень з охорони праці;

✓ брати участь у розгляді питань з охорони праці у державних громадських організаціях.

*Основними обов'язками інженера і охорони праці є [4, 14]:*

➤ організація роботи по створенню здорових і безпечних умов праці, запобіганню виробничого травматизму, професійним захворюванням, аваріям і пожежам на підприємстві, а також дотримання трудового законодавства про режим робочого часу і відпочинку, охорони праці жінок і підлітків;

➤ впровадження досягнень науки, техніки і передового досвіду, винаходів і раціоналізаторських пропозицій з охорони праці, стандартів і контроль за їх дотриманням;

➤ розробка спільно із спеціалістами і профспілковим комітетом комплексних планів поліпшення умов, охорони праці і санітарно-оздоровчих заходів, контроль за їх виконанням, участь у розробці колективного договору;

➤ надання допомоги спеціалістам у розробці і перегляді інструкцій з охорони праці на робочих місцях, а також у проведенні паспортизації санітарно-технічного стану відділень, цехів, виробничих ділянок об'єктів;

➤ участь у комісіях, що приймають в експлуатацію закінчене будівництво або реконструйовані об'єкти виробничого призначення, а також техніку після ремонту, періодичного технічного обслуговування, звертаючи увагу на наявність запобіжних пристроїв та інших захисних засобів;

➤ контроль стану заявок на засоби індивідуального захисту і своєчасну видачу спецодягу, спецвзуття і захисних пристроїв, а також мила, молока, лікувально-профілактичного харчування за діючими нормами;

- організація і проведення спільно з іншими спеціалістами і профспілковим активом систематичних перевірок стану охорони праці на виробничих дільницях;
- забезпечення контролю за своєчасним фінансуванням заходів з охорони праці і використання виділених коштів за призначенням;
- участь у проведенні випробувань, технічного освідчення парових і водонагрівних котлів, посудин і апаратів, що працюють під тиском, вантажопідйомних машин, механізмів, контрольних приладів та іншого обладнання, яке підлягає періодичному випробовуванню і освідченню;
- організація навчання, перевірки знань працюючих, своєчасне і високоякісне проведення інструктажів на робочих місцях з охорони праці;
- контроль своєчасного проведення медичних оглядів працівників, забезпечення виробничих дільниць аптечками;
- контроль за виконанням заходів протипожежного захисту;
- організація пропаганди безпечних методів праці, обладнання кабінетів охорони праці, кутків з техніки безпеки, забезпечення господарства правовою, нормативною і технічною документацією, плакатами та посібниками з охорони праці. Запобігання аваріям і пожежам. Участь у проведенні вступних інструктажів з охорони праці;
- проведення спільно з профспілковим активом „Дня охорони праці”, громадських оглядів-конкурсів з охорони праці;
- розслідування нещасних випадків відповідно до Положення про розслідування і облік нещасних випадків на виробництві, а також аварій і пожеж;
- участь у роботі комісій по підведенню підсумків роботи виробничих дільниць і підприємств;
- складання звітності з охорони праці за відповідними формами і в встановлені строки.

До технічних заходів відносяться: покращення стану огорожень; періодичне освідчення вантажопідйомних механізмів; періодичний контроль



за станом електрообладнання, заземлення, занулення; захисного відключення; утримання в справності індивідуальних засобів захисту; утримання в справності інструмента; контроль за справністю машин і механізмів; контроль за наявністю і справністю засобів пожежогашіння.

До санітарно-побутових заходів відносяться: нормалізація мікроклімату (температури повітря, вологості, ліквідація протягу); нормалізація освітлення; зниження шуму і вібрації; зменшення іонізуючих випромінювань; зниження запиленості; організація функціонування санітарно-побутових приміщень згідно СНП [4, 14].

#### 4.2. Розрахунок системи вентиляції ремонтної майстерні

Вентиляція в усіх виробничих приміщеннях ремонтної майстерні проточно-витяжна з пристроями місцевих витяжок від обладнання яке виділяє шкідливі речовини [4, 14].

Допустима концентрація чадного газу в повітрі робочої зони складає  $20 \text{ мг/м}^3$ , в свою чергу як в атмосферному повітрі  $1 \text{ мг/м}^3$ .

Визначаємо продуктивність вентиляції за формулою:

$$L = \frac{Q \cdot k_1 \cdot k_2}{100 \cdot (\partial_{pz} - \partial_{am})}, \quad (2.10)$$

де  $Q$  – маса витраченого палива, мг;

$k_1$  – вміст шкідливих речовин, %;

$\partial_{pz}, \partial_{am}$  – допустима концентрація токсичних речовин відповідно в робочій зоні та в атмосферному повітрі;

$k_2$  – відносний вміст СО в шкідливій речовині  $k_2 = 0,002$  [4, 14].

Підставивши відповідні значення у формулу (2.10) отримаємо

$$L = \frac{8 \cdot 10^6 \cdot 50 \cdot 0,002}{100 \cdot (20 - 1)} = 421 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}.$$

За найбільшим із знайдених значень визначається кратність повітрообміну:

$$K = \frac{L}{V}, \quad (2.11)$$

де  $V$  – об'єм приміщення,  $m^3$ ,  $V = 4752 m^3$ .

$$K = \frac{421}{4752} = 0,09.$$

Приймається примусова вентиляція. Кількість вентиляторів – 1 шт.

*Тип вентилятора – ВО-Ф-5,6А [4, 14].*

Продуктивність вентилятора – 9000  $m^3/год$ .

Тип двигуна вентилятора – 4АП80-06У2.

$$P_n = 0,37 \text{ кВт};$$

$$I_n = 1,33 \text{ А};$$

$$n_n = 940 \text{ об / хв};$$

$$\eta = 65\%;$$

$$K_1 = 4,0.$$

Для керування вентиляційною установкою обирається шафа керування ШОА9203-3474УХЛЗ.

## 5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

Визначення собівартості розробки та виготовлення стенда для розбирання-складання двигунів.

Витрати на виготовлення стенда знаходять за формулою [20, 21]

$$C_B = C_{ЗП} + C_M + C_{В.А.} + C_{ПР} \cdot \frac{\%HP}{100}, \quad (5.1)$$

де  $C_{ЗП}$  – основна і додаткова заробітна плата працівників з нарухуваннями, яка витрачається на виготовлення стенда, грн;

$C_M$  – вартість матеріалів і деталей, виготовлених на виготовлення стенда, грн;

$C_{В.А.}$  – вартість вузлів і агрегатів, витрачених на виготовлення стенда, грн;

$З_{ПР} = (C_{ЗП} + C_M)$  – прямі витрати на виготовлення стенда, грн;

$\%HP$  – відсоток накладних витрат.

Витрати на зарплату розраховують за формулою

$$C_{ЗП} = C_{ОЗР} + C_{ДОД} + C_H, \quad (5.2)$$

де  $C_{ОЗР}$  – основна заробітна плата, грн;

$C_{ДОД}$  – додаткова заробітна плата, грн;

$C_H$  – нарухування на заробітну плату, грн.

Основну заробітну плату розраховують, виходячи з норм часу, розрядів робіт і тарифних ставок, за формулою [20, 21].

$$C_O = \frac{\sum t_{j1} \cdot C_{P1}}{60} + \frac{\sum t_{j2} \cdot C_{P2}}{60} + \dots + \frac{\sum t_{j6} \cdot C_{P6}}{60}, \quad (5.3)$$

де  $t_{j1}, t_{j2}, \dots, t_{j6}$  – суми тривалостей операцій першого – шостого розрядів на виготовлення стенда, хв;

$C_{P1}, C_{P2}, \dots, C_{P6}$  – погодинні тарифні ставки робітників першого – шостого розрядів, грн/год.

Приймаємо середній розряд роботи – 4, а середню погодинну тарифну ставку – 78,23 грн/год; трудомісткість виготовлення стенда – 35 люд·год.

Тоді на підставі формули (5.3) одержимо:

$$C_{OЗР} = 35 \cdot 78,23 = 2738,10 \text{ грн.}$$

Додаткова заробітна плата визначається за формулою:

$$C_{ДЗП} = (0,05 \dots 0,08) \cdot C_{OЗР} = 0,065 \cdot 2738,10 = 177,98 \text{ грн.}$$

Нарахування на соціальний захист ( $C_{ВЗП}$ ):

$$C_{ВЗП} = 0,044 \cdot (C_{OЗР} + C_{ДЗП}) = 0,044 (2738,10 + 177,98) = 128,31 \text{ грн.}$$

Отже, заробітна плата виробничих працівників буде становити

$$C_{ЗПН} = 2738,10 + 177,98 + 128,31 = 3044,38 \text{ грн.}$$

Враховуючи, що сумарна трудомісткість проектно-конструкторських робіт складає  $T_{кон} = 28$  люд·год., а середня годинна заробітна плата конструкторів і технологів  $З_{сг} = 112,24$  грн. отримаємо.

$$C_{OЗК} = 28 \cdot 112,24 = 3142,86 \text{ грн.}$$

Додаткова заробітна плата визначається за формулою:

$$C_{ДЗП} = (0,05 \dots 0,08) C_{OЗК} = 0,065 \cdot 3142,86 = 204,29 \text{ грн.}$$

Нарахування на соціальний захист ( $C_{ВЗП}$ ):

$$C_{ВЗП} = 0,044 \cdot (C_{OЗК} + C_{ДЗП}) = 0,044 \cdot (3142,86 + 204,24) = 147,27 \text{ грн.}$$

Отже, заробітна плата інженерно-технічного персоналу буде становити

$$C_{ЗПН} = 3142,86 + 204,24 + 147,27 = 3494,42 \text{ грн.}$$

Визначення вартості основних і допоміжних матеріалів, які використовуються для виготовлення установки визначається за виразом [20]:

$$C_m = M \cdot C_m \cdot A_m; \quad (5.4)$$

де  $C_m$  – ціна матеріалу. Для сталі беремо  $C_{CT} = 120$  грн./кг, а для фарби

$$C_\phi = 130 \text{ грн./кг};$$

$A_m$  – коефіцієнт, який враховує транспортно-заготівельні витрати

$$(A_m = 1,1);$$

$M$  – маса матеріалу. Для сталі маємо  $M_{CT} = 64$  кг, а для фарби /

$$M_\phi = 1,5 \text{ кг}.$$

За формулою (5.4) отримаємо

$$C_m = (64 \cdot 120 + 1,5 \cdot 130) \cdot 1,1 = 8662,50 \text{ грн.}$$

Тоді прямі витрати

$$Z_{PP} = C_{ЗП} + C_m = 3044,38 + 3494,42 + 8662,50 = 15201,30 \text{ грн.} \quad (5.5)$$

До виробів, що слід закупити, відносять 1 електродвигуни, загальною вартістю 4500 грн., пульт керування двигуном 720 грн, 4 підшипники загальною вартістю 660 грн та кріпильні елементи загальною вартістю 250 грн.

Таким чином, маємо  $C_{B.A} = 6130$  грн.

Приймаємо відсоток накладних витрат  $\%HP = 50\%$  [12; 27]

Тому за формулою (5.1) отримаємо

$$C_B = 3044,38 + 3494,42 + 8662,5 + 6130 + \frac{50 \cdot 15201,30}{100} = 28931,94 \text{ грн.}$$

Визначення балансової вартості установки здійснюється за виразом:

$$B_\epsilon = K_n \cdot C_B, \quad (5.6)$$

де  $K_n$  – коефіцієнт переводу у балансову вартість,  $K_n = 1,1$ .

За формулою (5.6) отримаємо

$$B_B = 1,1 \cdot 28931,94 = 34718,33 \text{ грн.}$$

Визначення річного економічного ефекту від впровадження станда у виробництво.

Річний економічний ефект від впровадження станда у виробництво буде досягнуто за рахунок зменшення трудомісткості процесів технічного обслуговування за рахунок переходів встановлення та перевстановлення, а також випробування на  $\approx 45$  хв. – 0,75 год.

Визначення економічного приросту за рік від впровадження станда здійснюється за виразом:

$$E_p = (\Delta T \cdot C_{IV}) \cdot W_p, \quad (5.7)$$

де  $T$  – зменшення трудомісткості технічного обслуговування внаслідок використання запроєктованого станда,  $T = 0,75$  люд. год;

$C_{IV}$  – годинна тарифна ставка робітника четвертого розряду,  
 $C_{IV} = 112,24$  грн;

$W_p$  – річна програма технічного обслуговування,  $W_p = 90$  од.

За формулою (5.7) отримаємо

$$E_p = 0,75 \cdot 112,24 \cdot 90 = 7576,53 \text{ грн.}$$

Термін окупності капіталовкладень.

Термін окупності капітальних вкладень розраховують за формулою

$$T_{ок} = \frac{B_B}{E_p}, \quad (5.8)$$

За формулою (5.8) отримаємо

$$T_{ок} = \frac{34718,33}{7576,53} = 4,58 \text{ року.}$$

## ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

Проведений аналіз матеріально-технічної бази навчально-виробничої майстерні дає підстави стверджувати про можливість розширення обсягу виробництва, проте відсутність достатнього надходження коштів та застарілі інженерні комунікації перешкоджають цьому.

Усі дільниці оснащені необхідним обладнанням для проведення ремонтних робіт. Але значна частина цих ресурсів вичерпана і потребує заміни (вертикально-свердлильний верстат 2Н125; стенд для складання та розбирання двигунів; гідравлічний прес). Виконання ремонтних робіт без цього обладнання та необхідних пристроїв є однією з причин зростання травматизму на виробництві. Деякі прилади на даний момент не використовуються через надмірне енергоспоживання (мийна машина МД-2).

В результаті виконаного технологічного розрахунку процесів технічного сервісу у навчально-виробничої майстерні Стрийського фахового коледжу Львівського НУП було встановлено, черги на обслуговування АТЗ є спричинені тим, що у зоні ПР число працівників є недостатнім та потребує збільшення їх числа відповідно до 3 чоловік.

Проектований стенд для розбирання та складання двигунів має ряд переваг, а саме: його можна виготовити своїми силами в навчально-виробничій майстерні Стрийського фахового коледжу Львівського НУП, оскільки його конструкція є нескладною у виготовленні, та немає принципових відмінностей від прототипу (стенду Р-203). Загалом використання стенда дає змогу підвищити продуктивність праці, безпеку трудових процесів, та знизити витрати на ремонт автомобілів.

Економічні розрахунки показують, що термін окупності капітальних вкладень становить 4,58 року.

## БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Коновалюк Д. М., Ковальчук Р.М. Деталі машин. Київ : Кондор, 2004. 584 с.
2. Технічний сервіс. Ремонт електрообладнання тракторів і автомобілів : навч. посібн. / Р.Д. Кузьмінський, А.О. Шарибура. Львів : Сполом, 2017. 376 с.
3. Підйомно-транспортні машини. Розрахунки підймальних і транспортувальних машин. Бондарєв В. С. та ін. Київ : Вища школа, 2009. 734 с.
4. Жидецький В.Н., Джигирей В.С., Мельников О.В. Основи охорони праці. Львів: Афіша, 2001. 349 с.
5. Лудченко О.А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів: Технологія: Підручник. Київ : Вища шк., 2007. 527 с.
6. Канарчук В. Є., Лудченко О. А., Чигринець А. Д. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. В 3 кн. Кн. 1 : Теоретичні основи. Технологія: Підручник. Київ : Вища школа, 1994. 384 с.
7. Канарчук В. Є., Лудченко О. А., Чигринець А. Д. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. В 3 кн. Кн. 3 : Ремонт автотранспортних засобів : Підручник. Київ : Вища шк., 1994. 495 с.
8. Форнальчик Є.Ю. Технічна експлуатація та надійність автомобілів: Навчальний посібник / Є.Ю. Форнальчик, М.С. Оліскевич, О.Л. Мاستикаш, Р.А. Пельо // За загальною ред. Є.Ю. Форнальчик. Львів : Афіша, 2004. 492 с.
9. Курніков І.П., Короткое В.К., Токаренко В.М. Технологічне проектування підприємств автомобільного транспорту: Навчальний посібник. Київ: Вища школа, 1993. 191 с.
10. Наказ „Про затвердження норм затрат на технічне обслуговування і поточний ремонт по базових марках автомобілів” : N 78. Офіц. вид. Київ : Міністерство транспорту України, 1995. 18 с.



11. Наказ „Про затвердження Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту” : 30.03.98 N 102. Офіц. вид. Київ : Міністерство транспорту України, 1998. 18 с.
12. Технологічне проектування автотранспортних підприємств: Навч. посіб. / За ред. проф. С.І. Андрусенка. Київ : Каравелла, 2009. 368 с.
13. Ященко М.М. Проектування підприємств автомобільного сервісу. Київ : НТУ. 2004. 172 с.
14. Охорона праці (гігієна праці та виробнича санітарія): навчальний посібник / Пістун І.П., Березовецький А.П., Тимочко В.О., Городецький І.М.; за ред. І.П.Пістуна. Львів: Тріада плюс, 2017. Ч.1. 620 с.
15. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунку деталей машин. Львів : Афіша, 2003. 560 с.
16. Правила надання послуг з технічного обслуговування і ремонту автомобільних транспортних засобів. Київ : Мінтранс України, 2003. 24 с.
17. Виробничо-технічна база підприємств автомобільного транспорту [електронний ресурс] / В. В. Біліченко, В. Л. Крещенецький, Є. В. Смирнов, В. Й. Зелінський // ВНТУ 2011. URL: <http://posibnyku.vntu.edu.ua> (дата звернення: 16.03.2024).
18. Форнальчик Є.Ю., Качмар Р.Я. Основи технічного сервісу транспортних засобів: навч.посібник. 2-ге вид., змін та допов. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2017. 324 с.
19. Ященко М.М. Проектування підприємств автомобільного сервісу. Київ : НТУ. 2004. 172 с.
20. Лауш П. В. Ремонт сільськогосподарської техніки (курсове і дипломне проектування): Навч. посібник / П. В. Лауш, Н. П. Лауш, Т. П. Лесюк. Кіровоград : ПОЛІМЕД-Сервіс, 2005. 266 с.
21. Технологія машинобудування (дипломне проектування): Навчальний посібник/ І. О. Григурко, М. Ф. Брендюля, С. М. Доценко. Львів : Новий світ, 2007. 768 с.