

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

# ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: «ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ  
КРАЗ-5401С2 З ДЕТАЛЬНОЮ РОЗРОБКОЮ ТО-2 ТА ПРИСТРОЮ ДЛЯ  
ВИДАЛЕННЯ ТА НАНЕСЕННЯ ГЕРМЕТИКУ»

Виконав: студент IV курсу групи Аін-33сп

Спеціальності 208 «Агроінженерія»  
(шифр і назва)

Леус Степан Романович  
(Прізвище та ініціали)

Керівник: Барабаш Руслан Іванович  
(Прізвище та ініціали)

Дубляни 2023

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

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Зав. кафедри \_\_\_\_\_

(підпис)

к.т.н., доцент Шарібуря А.О.

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2023 р.

## ЗАВДАННЯ

на дипломний проєкт студенту  
Леусу Степану Романовичу

1. Тема проєкту: «Організація технічного обслуговування автомобілів КрАЗ-5401С2 з детальною розробкою ТО-2 та пристрою для видалення та нанесення герметика»

Керівник проєкту: Барабаш Руслан Іванович, к.т.н., в.о. доцента

Затверджена наказом по університету від 30 грудня 2022 року 453/к-с

2. Строк здачі студентом закінченого проєкту 05.06.2023 року

3. Вихідні дані: інструкції з технічної експлуатації та технічного обслуговування автомобілів КрАЗ, науково-технічна література з питань ремонту та випробування автомобілів КрАЗ, патентний пошук та літературні джерела, які стосуються удосконалення пристроїв для видалення та нанесення герметика.

4. Перелік питань, які необхідно розробити:

4.1 Аналіз об'єкта проєктування

4.2 Статистичне дослідження терміну і складу робіт по ТО-2 автомобіля КрАЗ

4.3 Технологічний процес ТО-2 автомобіля КрАЗ

4.4 Розробка конструкції пристрою для видалення та нанесення герметика

4.5 Охорона праці та навколишнього середовища

4.6 Економічна частина

5. Перелік ілюстраційного матеріалу

5.1 Технологічна карта на виконання ТО-2 - 1-й аркуш;

5.2 Визначення закону розподілу трудоемкості ТО-2 - 2-й аркуш;

5.3 Пристрій для видалення та нанесення герметика - 3-й аркуш;

5.4 Деталювання – 4-й аркуш;

## 6. Консультанти розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
1,2,3,6	Барабаш Р.І. к.т.н., в.о. доц. кафедри агроінженерії та технічного сервісу ім. проф. О. Семковича			
5	Городецький І. М., к.т.н., доцент кафедри управління проєктами та безпеки виробництва			

7. Дата видачі завдання: 30.12.2022 р.

### **КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

Пор. №	Назва етапів дипломного проєкту	Строк виконання етапів проєкту	Відмітка про вико- нання
1.	<i>Написання розділу: «Аналіз об'єкта проєктування»</i>	<i>30.12.22-30.01.23</i>	
2.	<i>Виконання другого розділу: «Статистичне дослідження терміну і складу робіт по ТО-2 автомобіля КраЗ»</i>	<i>31.01.23-27.02.23</i>	
3.	<i>Виконання третього розділу: «Технологічний процес ТО-2 автомобіля КраЗ»</i>	<i>28.02.23-30.03.23</i>	
4.	<i>Виконання третього розділу: «Розробка конструкції пристрою для видалення та нанесення герметика»</i>	<i>31.03.23-30.04.23</i>	
5.	<i>Написання розділу: «Охорона праці та навколишнього середовища»</i>	<i>01.05.23-20.05.23</i>	
6.	<i>Виконання розділу: «Економічна частина»</i>	<i>20.05.23-31.05.23</i>	
7.	<i>Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки. Завершення роботи в цілому</i>	<i>01.06.23-05.06.23</i>	

Студент \_\_\_\_\_ Степан Леус  
(підпис)

Керівник проєкту \_\_\_\_\_ Руслан Барабаш  
(підпис)

## ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	5
ВСТУП	6
1. АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА ПРОЕКТУВАННЯ	7
1.1 Технічна характеристика та будова автомобіля КраЗ	7
1.2 Види та періодичність технічного обслуговування	10
2. СТАТИСТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕРМІНУ І СКЛАДУ РОБІТ ПО ТО-2 АВТОМОБІЛЯ КраЗ	15
2.1 Визначення закону розподілу трудоемкості ТО-2 при завершених випробуваннях	15
2.2 Дослідження ймовірності виникнення несправностей і складу робіт по ТО-2	
3. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ТО-2 АВТОМОБІЛЯ КраЗ	21
3.1 Визначення виробничої програми	21
3.2 Технічне нормування трудомісткості ТО-2	23
3.2.1 Визначення технічної норми часу на операцію	23
3.2.2 Визначення штучно-калькуляційного часу	24
3.2.3 Визначення кількості ТО–2 за зміну	24
4. РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ВИДАЛЕННЯ ТА НАНЕСЕННЯ ГЕРМЕТИКУ	26
4.1. Необхідність та заміна прокладки кришки клапанів	26
4.2 Призначення, будова та робота пристосування	27
4.3 Розрахунок деталей на міцність	29
5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	32
5.1 Аналіз потенційних небезпек, які створюються на робочих місцях	32
5.2 Охорона праці та техніка безпеки при експлуатації, технічному обслуговуванні та ремонті рухомого складу	32

	4
<i>5.3 Охорона навколишнього середовища</i>	34
<i>5.4.Розрахункова частина</i>	35
<i>5.4.1. Розрахунок освітлення ПТО</i>	35
<i>5.4.2. Розрахунок вентиляції</i>	35
<b>6. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА</b>	37
<i>6.1 Розрахунок собівартості пристосування для видалення старого та нанесення герметуку</i>	37
<i>6.2 Розрахунок економічної ефективності пристосування</i>	39
<i>6.3 Розрахунок собівартості ТО-2 для автомобіля КРАЗ-5401С2</i>	40
<b>ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ</b>	41
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b>	42

УДК 621.43-222

Леус С.Р. «Організація технічного обслуговування автомобілів КрАЗ-5401С2 з детальною розробкою ТО-2 та пристрою для видалення та нанесення герметика»

**Дипломний проєкт.** Дубляни. Львівський національний університет природокористування, 2023.

Сторінок 44, рис. 7, табл. 10, аркушів графічної частини – 4, бібліографічних найменувань – 24.

У дипломному проєкті проаналізовано технічну характеристику та будову автомобіля КрАЗ види та періодичність технічного обслуговування.

Встановлено за допомогою використання для вирівнювання дослідної інформації закону нормального розподілу. Закон нормального розподілу охарактеризовано за допомогою диференціальної (функцією густини ймовірностей) і інтегральної (функцією розподілу) функціями. На підставі отриманих значень нами були побудовані гістограма, полігон і крива накопичених досвідчених ймовірностей, які дають наочне уявлення про розподіл показників надійності і дозволяють вирішувати ряд інженерних задач графічними способами.

Описано зміну напрацювання показників, що характеризують процес виникнення та усунення відмов автомобілів.

Визначено виробничу програму, технічні норми часу та кількість ТО-2 автомобіля КрАЗ-5401С2.

Розроблено універсальну конструкцію пристрою для видалення та нанесення герметика.

Запроєктовано заходи з охорони праці та захисту навколишнього середовища.

Розраховано собівартість пристосування для видалення старого та нанесення нового герметика та ТО-2 для автомобіля КрАЗ-5401С2.

## ВСТУП

На сучасному етапі економічного розвитку країни автогосподарства сільськогосподарських підприємств переживають нелегкі часи. Скоротилася кількість автомобілів, знизилися обсяги перевезень, погіршилося матеріально-технічне забезпечення. Разом з тим біль гостро поставлено питання раціонального складу автогосподарства та правильного його використання, а також збереження рухомого складу. Автомобіль є свого роду проміжною ланкою у виробничому процесі вирощування та збуту продукції, а тому його справний стан забезпечить загальну безперебійність будь якого виробництва..

Основна задача автомобільного транспорту - своєчасне та якісне забезпечення потреб народного господарства та населення в перевезеннях, підвищення економічної ефективності його роботи. Якісна робота транспорту залежить від технічного стану рухомого складу. Вирішення цієї проблеми забезпечується за рахунок розробки й виготовлення автомобілів з великою експлуатаційною надійністю і технологічністю, з другого боку – удосконалення методів технічного обслуговування автомобілів.

Автомобільний транспорт є найбільш масовим та зручним видом транспорту, має велику маневреність добру прохідність й пристосовуваність для роботи в різних кліматичних умовах. Він являється ефективним засобом для перевезення вантажів та населення на відносно невеликі відстані.

Велику роль в здійсненні вказаних задач належить виробничо-технічній службі автотранспортних підприємств.

Задачі служби технічної експлуатації АТП полягають в постійному підтриманні високої технічної готовності рухомого складу, забезпечення його безвідмовності, робото здатності, протягом встановлених термінів експлуатації.

Проведення вище перерахованих робіт та інших технологічних і організаційних задач сприяє підвищенню продуктивності праці при проведенні технічного обслуговування та ремонту рухомого складу, забезпечує зменшення трудових і матеріальних затрат.

## 1. АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА ПРОЕКТУВАННЯ

### *1.1 Технічна характеристика та будова автомобіля КрАЗ*

Автомобіль - самоскид КрАЗ-5401С2 та його модифікації КрАЗ-55055-03, КрАЗ-55055-04, КрАЗ-55055-05, КрАЗ-55055-06 призначений для перевезення будівельних (сипучих та навалочних) вантажів по усім видам доріг розрахованим на пропуск автомобілів із навантаженням на здвоєні осі до 220 кН (22000кгс). Автомобіль обладнаний металеву платформу ковшового типу, з розвантаженням назад та заднім бортом. Автомобіль-самоскид КрАЗ-5401С2.



Рисунок 1.1 – Автомобіля КрАЗ-5401С2

Передня і задня підвіски - залежні, на двох подовжніх напівеліптичних ресорах, передня з двома гідравлічними амортизаторами, задня - балансірного типу. Рульовий механізм - механічний, з гідравлічним підсилювачем. Гальмівна система – пневматичного типу. Робочі гальма – гальмівні механізми барабанного типу, з внутрішніми колодками. Стояночне гальма –



використовуються гальмівний механізм коліс; привід пневматичний з використанням енергоакумуляторів. Допоміжні гальма – дросельного типу, привід пневматичний, встановлений в системі випуску газів. Кліматичне виконання: помірне і тропічне, температура навколишнього повітря від – 45 С до 50 С. На вимогу замовника автомобіль КраЗ може комплектуватися: передпусковим підігрівачем; додатковим обігрівачем кабіни: заднім бортом, що відкривається.

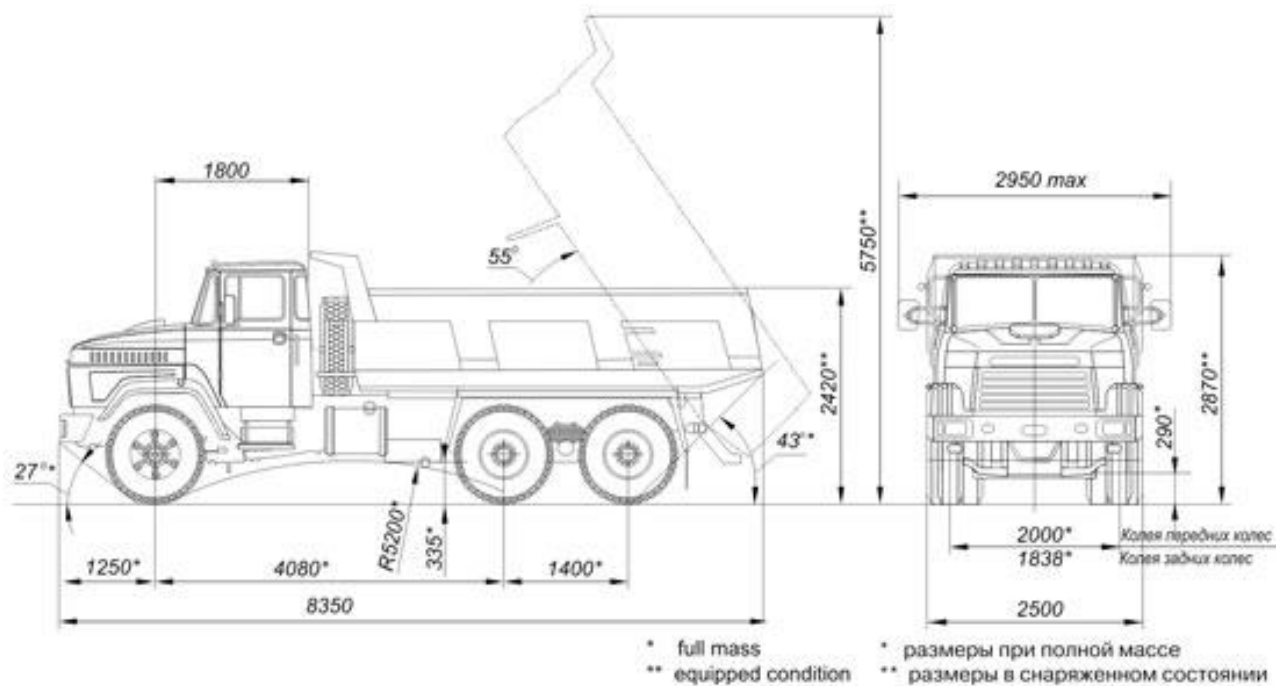


Рисунок 1.2 – Основні розміри автомобіля КраЗ-5401С2

Таблиця 1.1 – Технічні характеристики самоскида КраЗ-5401С2

Технічна характеристика	
1	2
Колісна формула	6x4
Маса спорядженого автомобіля, кг	12300
- маса, що припадає на передню вісь, кг	4200
- маса, що припадає на задню вісь, кг	8100
Маса автомобіля повна, кг	28350
- маса, що припадає на передню вісь, кг	5900
- маса, що припадає на задню вісь, кг	22450
Вантажопідйомність, кг	16000
Об'єм платформи, м <sup>3</sup>	10,5
Двигун дизельний, V-подібний з турбонадувом	ЯМЗ-238Д (EURO-0), ЯМЗ-238ДЕ2 (EURO-2)
Кількість циліндрів, од	8

Продовження табл. 1.1

1	2
Робочий об'єм, л	14,86
Потужність, кВт (к.с.) при 2100 хв <sup>-1</sup>	243(330)
Максимальний крутний момент двигуна, Н×м (кгс×м) ЯМЗ-238Д при 1200-1400 хв <sup>-1</sup>	1225 (125)
ЯМЗ-238ДЕ2 при 1100-1300 хв <sup>-1</sup>	1274(130)
Напруга бортової мережі, В	24
Зчеплення - ЯМЗ-238Д - дводискове, сухе ЯМЗ-238ДЕ2 -однодискове, сухе	
Коробка передач - механічна, дводіапазонна, восьмиступінчаста	
Передавальні числа коробки передач	7,30; 4,86; 3,50; 2,48; 2,09; 1,39; 1,00; 0,71
Задній хід	10,46; 2,99
Головна передача - мости центральні, двоступінчасті, одношвидкісні, з міжколісними блокуючими диференціалами, середній міст прохідного типу з міжосьовим блокуючим диференціалом	
Передавальне число головної передачі	6,154
Шини	12.00R20 (320R-508)
Паливний бак, л	250
Максимальна швидкість, км/год	90
Максимальний підйом, що долається, %	25
Контрольна витрата палива КрАЗ при постійній швидкості 60 км/год, л/100 км ЯМЗ-238Д	32,3
ЯМЗ-238ДЕ2	30,8
Радіус повороту, м	11,0

## *1.2 Види та періодичність технічного обслуговування*

Технічне обслуговування автомобіля за періодичністю та обсягом виконуваних робіт поділяється на такі види:

1. Щоденне технічне обслуговування (ЩО). Виконується перед виїздом та після повернення з лінії.

2. Технічне обслуговування у початковий період експлуатації проводиться після пробігу перших 1000 км (після обкатки).

3. Технічне обслуговування в основний період експлуатації включає:

-технічне обслуговування № 1 (ТО-1) - виконується через кожні 5000 км;

-технічне обслуговування № 2 (ТО-2) - виконується через кожні 20000 км;

-сезонне обслуговування (СО) – виконується двічі на рік при підготовці автомобіля до експлуатації в зимовий та літній періоди.

Періодичність технічного обслуговування, зазначена вище, встановлена для автомобілів, що експлуатуються переважно в рівнинній місцевості, на дорогах з асфальтобетонним або бетонним покриттям у справному стані, за межами великих міст.

При експлуатації автомобілів в інших умовах пробіги між черговими технічними обслуговуваннями зменшуються:

-у гірській місцевості - на 15%;

-на дорогах у незадовільному стані – на 15%;

-всередині великих міст - на 10%.

Допускається проведення чергового ТО під час пробігу автомобіля в діапазоні  $\pm 500$  км від встановленого.

Таблиця 1.2 – Перелік робіт для ТО–2

Зміст робіт та методика їх проведення	Технічні умови
1	2
При необхідності очистити автомобіль від пилу та бруду або вимити	При митті зі шланга стежити, щоб струмінь води не прямував на деталі та прилади електроустаткування
Оглянути автомобіль і переконатися у відсутності підтікань палива, олій та охолоджувальної рідини	Підтікань палива, олії та охолоджуючої рідини не повинно бути
Перевірити рівень масла в піддоні двигуна, при необхідності долити до норми	Перевірка проводиться через 5 хвилин після зупинки двигуна, при цьому автомобіль повинен бути встановлений на рівній горизонтальній площадці. Рівень олії повинен бути у верхньої мітки масломірного щупа
Перевірити рівень рідини в розширювальному бачку та бачку омивача вітрового скла, при необхідності долити	Площина з'єднання нижньої та верхньої частин розширювального бачка є нормальним рівнем охолоджувальної рідини
Оглянути колеса та шини	Видалити сторонні предмети, що застрягли у протекторі. Тиск у шинах має бути номінальним.
Перевірити роботу двигуна за різної частоти обертання колінчастого валу	Запустити двигун і прогріти його до температури охолоджуючої рідини 40-50°C. Переконатися у відсутності стуків, не характерних для нормальної роботи двигуна
Перевірити справність та дію приладів освітлення, світлової та звукової сигналізації, сигналізації забруднення масляного та повітряного фільтрів, контрольно-вимірювальних приладів та склоочисників	При працюючому двигуні переконатися у справності приладів та правильності їх показань шляхом послідовного включення їх у роботу

Продовження табл. 1.2

1	2
Перевірити роботу кермового підсилювача	Пробігом на початку руху
Перевірити герметичність приводу гальмівних систем	Виток повітря не допускається
Перевірити надійність зчеплення автомобіля з напівприцепом (для КрАЗ-64431-02)	При роботі з напівприцепом переконайтеся, що зчіпка надійна, а роз'єднувальні крани на автомобілі та напівприцепі відкриті
Спустити конденсат із ресиверів	Спуск конденсату проводити при тиску повітря в системі 0,5-0,7 МПа (5-7 кгс/см <sup>2</sup> ), для чого натиснути на шток зливного клапана і відвести його в будь-який бік
Заправити баки паливом, не чекаючи їх охолодження	Заповнення баків проводити відразу після повернення автомобіля в парк, щоб уникнути конденсації парів води в паливі
Виконати роботи з обслуговування силового агрегату та АКБ	Див. Посібники з експлуатації силового агрегату та акумуляторних батарей
Перевірити та відрегулювати:	
Вільне переміщення педалі зчеплення	Див. перше післяобкатувальне обслуговування
зазор між гальмівними барабанами і накладками колодок робочої гальмівної системи	Див. перше післяобкатувальне обслуговування
Перевірити:	Ослаблені болти та гайки підтягнути
затягування гайок кульових пальців рульових тяг, силового циліндра рульового підсилювача, сошки на валу та важеля поздовжньої тяги; шкворні поворотних кулаків і зашплінтувати	Див. перше післяобкатувальне обслуговування

## Продовження табл. 1.2

1	2
стан механізму зчеплення сідельного пристрою (захоплення під шкворень запірного кулака, пружини засувки та інших деталей) та кріплення сідельного пристрою до підставки та підставки до рами (для КрАЗ-64431-02)	Захоплення, що має зношування робочих поверхонь більше 55 мм по діаметру, підлягають заміні або ремонту (номінальний діаметр відремонтованих захоплень не повинен перевищувати 50,8 мм)
надійність кріплення надрамника до рами (для КрАЗ-5401С2)	
затягування гайок кріплення коліс	
Перевірити рівень оливи і технічних рідин, і при необхідності довести до норми:	Згідно з хімотологічною картою
у картері двигуна;	Рівень оливи має бути між мітками (ближче до мітки «В»)
у картері коробки передач;	Рівень оливи повинен бути біля нижнього краю контрольного отвору
у картерах ведучих мостів;	Рівень оливи повинен бути не нижче 10 мм нижнього краю різьблення
у балансирах задньої підвіски;	Рівень оливи повинен бути не нижче 20 мм нижнього краю різьблення заливного отвору
у проміжній опорі;	Рівень оливи повинен бути не нижче 10 мм нижнього краю різьблення контрольного отвору
у бачку кермового підсилювача;	Рівень оливи повинен бути на 40-45 мм нижче верхнього торця заливної горловини бачка
у головному підпедальному циліндрі вимикання зчеплення;	Рівень рідини повинен бути на 15-20 мм нижче за верхню кромку заливного отвору (при заповненій гідросистемі)
електроліту в акумуляторних батареях;	
в масляному баку перекидаючого механізму	Рівень олії повинен бути між двома верхніми мітками масловказівника
Змастити вузли тертя автомобіля	Згідно з хімотологічною картою

Продовження табл. 1.2

1	2
Виконати роботи з обслуговування силового агрегату та АКБ	Див. посібники з експлуатації силового агрегату та акумуляторних батарей
Перевірити кріплення: кронштейнів опор до двигуна, силового агрегату до рами та перевірити стан гумових подушок опор;	Ослаблені болти та гайки підтягнути
з'єднання випускних труб, глушника та допоміжної гальмівної системи, системи випуску до двигуна, коробки передач до рами;	
водяного радіатора;	
платформи, крил, кронштейнів підніжок;	
Перевірити та відрегулювати:	
люфт рульового колеса;	При працюючому двигуні люфт рульового колеса не повинен перевищувати 12°
сходження передніх коліс;	Див. післяобкатувальне обслуговування
натяг приводних ременів;	Див. післяобкатувальне обслуговування
Змастити вузли тертя автомобіля	Згідно з хімотологічною картою

## 2. СТАТИСТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕРМІНУ І СКЛАДУ РОБІТ ПО ТО-2 АВТОМОБІЛЯ КрАЗ

### 2.1 Визначення закону розподілу трудоємкості ТО-2 при завершених випробуваннях

При вирішенні завдань технічного обслуговування та ремонту автомобілів велике значення має створення нормативної бази: розрахунок ресурсів деталей, вузлів та агрегатів, визначення допустимих відхилень діагностичних параметрів, визначення трудомісткості робіт, розрахунок потреби у запасних частинах тощо.

Маємо такі результати дослідження пробігу між черговими ТО-2 автомобілів КрАЗ (див. табл. 2.1 та рис. 2.1).

Таблиця 2.1 Періодичність ТО-2 автомобіля КрАЗ

Пробіг між ТО-2, км	12000	14000	16000	18000	20000	22000
Частота	1	3	16	20	13	1

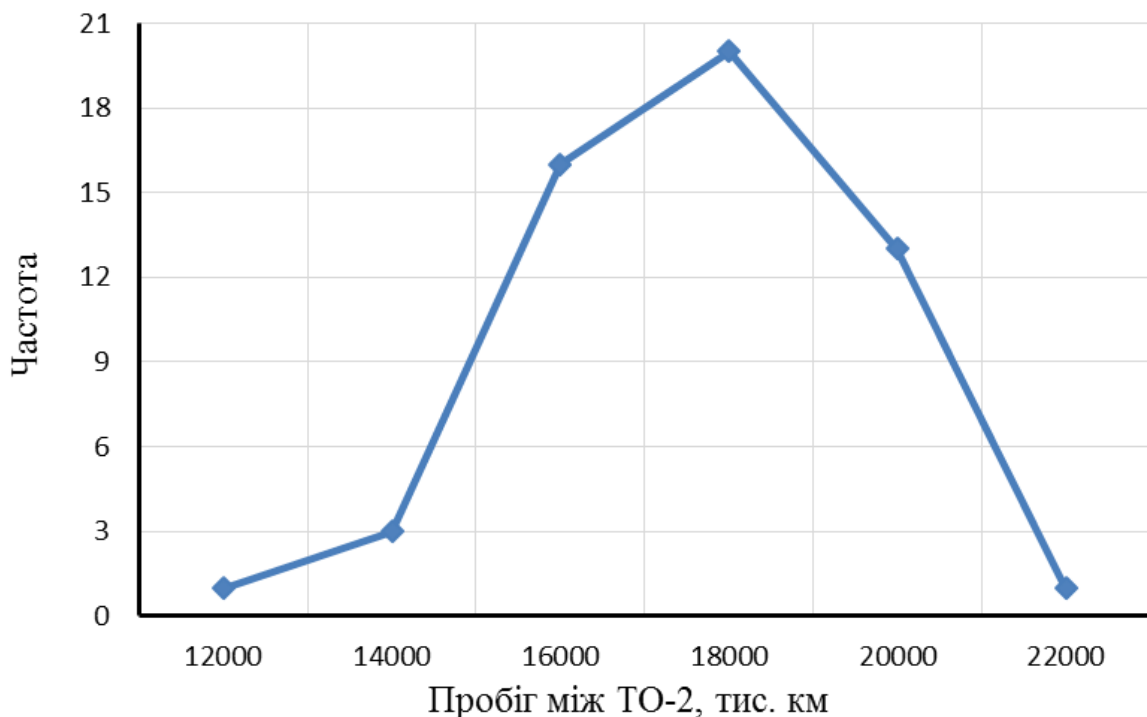


Рисунок 2.1 Залежність частоти та пробігу між ТО-2



Завершені випробування використовуються у тих випадках, коли ресурс випробувань порівняно невеликий: зазвичай при цих випробуваннях можна отримати порівняно великий обсяг статистики, що підвищує точність результатів. Розрахунок періодичності ТО-2 автомобіля КраЗ проводиться за допомогою вихідних даних, поданих у таблиці 2.1.

1. Знаходимо вибірку середню:

$$\bar{x} = \frac{\sum n_i \times x_i}{n}; \text{ км}$$

де  $n_i$  – частота;  $x_i$  – трудомісткість;  $n$  – сума частот.

Тоді:

$$\bar{x} = \frac{12 \times 1 + 14 \times 3 + 16 \times 16 + 18 \times 20 + 20 \times 13 + 22 \times 1}{54} = 17630 \text{ км.}$$

Таким чином середній пробіг до ТО-2 складає 17630 км.

Знаходимо вибірку дисперсію

$$D = \frac{\sum n_i (x_i - \bar{x})^2}{n}; \text{ км}^2,$$

$$D = [1(12000 - 17630)^2 + 3(14000 - 17630)^2 + 16(16000 - 17630)^2 + 20(18000 - 17630)^2 + 6(20 - 16)^2 + 1(22000 - 17630)^2] / 54 = 3862825,93 \text{ км}^2.$$

Крім дисперсії для характеристики розсіювання значень ознаки вибіркової сукупності навколо свого середнього значення користуються зведеною характеристикою – середнім квадратичним відхиленням. Середнє квадратичне відхилення визначається за формулою:

$$\sigma = \sqrt{D}$$

$$\sigma = \sqrt{3862825,93} = 1965,41 \text{ км.}$$

Вирівнюючі частоти визначається за формулою:

$$y_i = \frac{n \times h}{\sigma} \times \varphi(U_i)$$

де  $U_i$  – обчислюється за формулою  $U_i = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma}$ , а значення  $\varphi(U_i)$

визначаються за додатком 1 [2].

Знаходимо вирівнюючі частоти теоретичної кривої (для цього складаємо таблицю 2.2).

Таблиця 2.2 – Частоти теоретичної кривої

$x_i$	$n_i$	$x_i - \bar{x}$	$U = (x_i - \bar{x}) / \sigma$	$\varphi(U_i)$	$y_i = (n \cdot h / \sigma) \cdot \varphi(U_i)$
12000	1	-5630	-2,86	0,0067	0,37
14000	3	-3630	-1,85	0,0721	3,96
16000	16	-1630	-0,83	0,2827	15,53
18000	20	370	0,19	0,3925	21,57
20000	13	2370	1,21	0,1919	10,54
22000	1	4370	2,22	0,0339	1,86
	$n = 54$				$n = 53,84$

Знаходимо верхнє та нижнє відхилення (толерантні межі)

$$\sigma_e = \bar{x} + t_\gamma \times \sigma \text{ И } \sigma_n = \bar{x} - t_\gamma \times \sigma,$$

де  $t_\gamma$  – значення коефіцієнта Стюдента (при  $n=54$  рівний  $t_\gamma=2,006$ );  
 $\gamma$  – надійність розподілу (приймаємо рівною  $\gamma=0,95$ ).

$$\sigma_e = 17630 + 2,006 \times 1965,41 = 21571,84 \text{ км,}$$

$$\sigma_n = 17630 - 2,006 \times 1965,41 = 13687,42 \text{ км.}$$

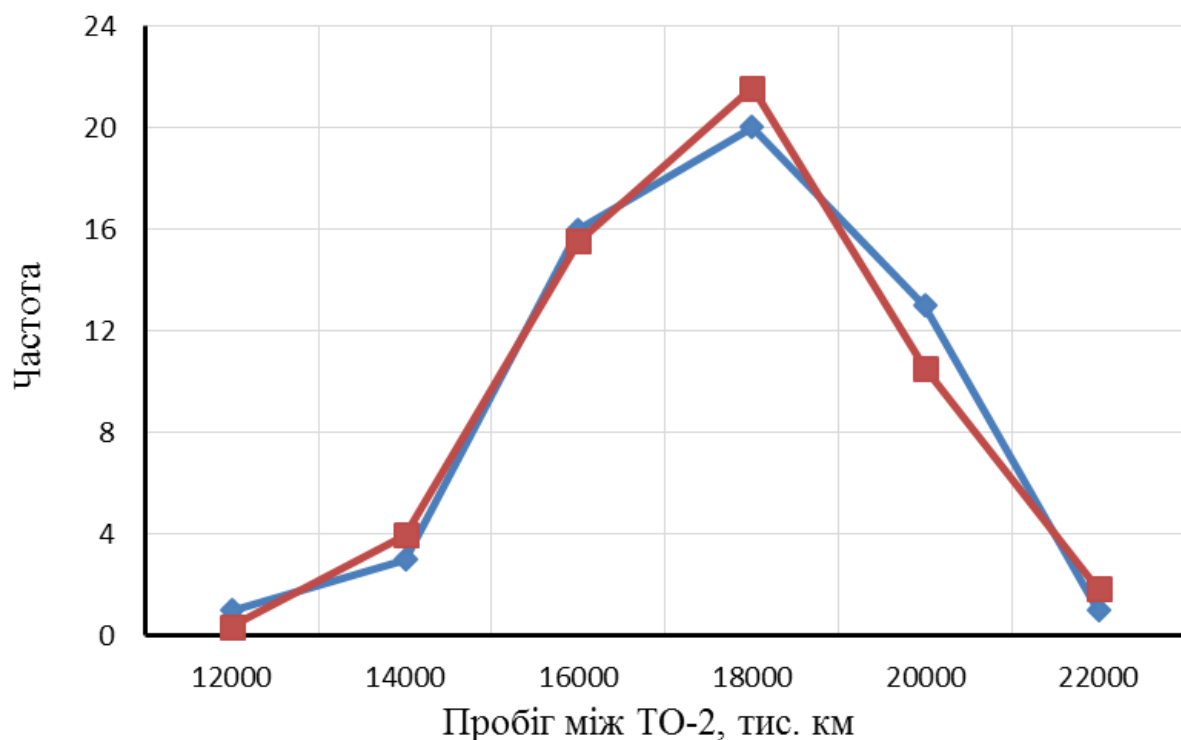


Рисунок. 2.2 Графік розподілу

Перевірка на нормальність (за допомогою коефіцієнта варіації  $V$ ). При нормальному розподілі коефіцієнт варіації у межах  $V < 0,33$ . У нашому випадку:

$$V = \frac{\sigma}{\bar{x}} = \frac{1965,41}{17630} = 0,11$$

що свідчить про нормальність розподілу.

Перевірка на нормальність (за допомогою критерію Пірсона). Щоб впевненіше вважати, що дані спостережень свідчать про нормальному розподілі ознаки, користуються спеціальними критеріями згоди. Перевіримо правильність гіпотези про розподіл за допомогою критерію згоди Пірсона (для цього складаємо таблицю 2.3).

Таблиця 2.3 - Розподіл за допомогою критерія згоди Пірсона

№ п/п	$y_i$	$y_i'$	$y_i - y_i'$	$(y_i - y_i')^2$	$(y_i - y_i')^2 / y_i'$	$y_i^2$	$y_i^2 / y_i'$
1	0,37	0,36	0,01	0,0001	0,00027778	0,14	0,39
2	3,96	3,98	-0,02	0,0004	0,0001005	15,68	3,94
3	15,53	15,54	-0,01	1E-04	6,435E-06	241,18	15,52
4	21,57	21,54	0,03	0,0009	4,1783E-05	465,26	21,6
5	10,54	10,6	-0,06	0,0036	0,00033962	111,09	10,48
6	1,86	1,85	0,01	0,0001	5,4054E-05	3,46	1,87
$\Sigma$	53,83	53,87	-	-	0,00082017	-	53,8

Знайдемо число ступенів свободи рівності  $k = S - 1 - r$ , де  $S$  – число груп вибірки ( $S=6$ ),  $r$  – число параметрів нормального розподілу ( $r=2$ ):  $k=6-1-2=3$ . По таблиці критичних точок розподілу  $\chi^2$  за рівнем значущості  $\alpha=0,05$  та числу ступенів свободи  $k=3$  знаходимо  $\chi^2_{\text{крит}}(0,05;3)=7,8$ .

Висновок: оскільки  $\chi^2_{\text{набл}} < \chi^2_{\text{крит}}$  – немає підстав відкидати нульову гіпотезу, тобто розбіжність емпіричних і теоретичних частот незначна, отже розподіл нормальне.

## 2.2 Дослідження ймовірності виникнення несправностей і складу робіт по ТО-2

Для оцінки математичного очікування служить довірчий інтервал, що показує найбільшу та найменшу ймовірність виникнення тієї чи іншої несправності:

$$p_1 \leq p \leq p_2$$

де  $p_1, p_2$  – верхня та нижня межі інтервалу, що визначаються за формулою:

$$p_{1,2} = \frac{n}{t^2 + n} \left[ \omega + \frac{t^2}{2n} \pm t \sqrt{\frac{\omega(1-\omega)}{n} + \left(\frac{t}{2n}\right)^2} \right]$$

де  $n = 54$  - кількість спостережень (54 автомобілі);  $t_{\gamma} = 2,006$  при дійсній ймовірності  $\gamma = 0,95$  (95% результатів потраплять у цей інтервал);  $\omega = \frac{m}{n}$  – дійсна ймовірність події (в окремому випадку  $\omega = P$ );  $m$  – число сприятливих результатів події – виникнення несправності.

Результати розрахунків заносимо до таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 Довірчі інтервали ймовірності

Несправності	$m$	$P_1$	$w=P$	$P_2$	$q_1$
Двигуна і його систем	1	0,003	0,019	0,101	0,981
Коробки передач	17	0,205	0,315	0,451	0,685
Заднього моста	3	0,019	0,056	0,154	0,944
Рульового керування	9	0,089	0,167	0,291	0,833
Підвіски	5	0,039	0,093	0,202	0,907
Гальм і ступиці коліс	5	0,039	0,093	0,202	0,907
Електрообладнання	12	0,130	0,222	0,353	0,778
Кузова і кабіни	2	0,010	0,037	0,128	0,963

З наведених розрахунків видно, що найімовірніше виникнення необхідності поточного ремонту з коробки передач та електроустаткування.

Ці дані необхідно враховувати розробки технологічного процесу ТО-2, під час розрахунку потреби у запасних частинах тощо.

Для визначення найбільш ймовірного числа несправностей використовуємо функцію виду:

$$\varphi_n(z) = (P_1 \times z + q_1) \times (P_2 \times z + q_2) \times \dots \times (P_n \times z + q_n)$$

де  $p_i$  – ймовірність появи  $i$ -ї події ( $P_i = \frac{m_i}{n}$ );  $q_i$  – ймовірність не появи  $i$ -ї події ( $q_i = 1 - P_i$ ).

Функція набуде вигляду:

$$\begin{aligned} \phi_n(z) &= (0,019 \times z + 0,981) \times (0,315 \times z + 0,685) \times (0,056 \times z + 0,944) \times (0,167 \times z + 0,833) \times \\ &\times (0,093 \times z + 0,907) \times (0,093 \times z + 0,907) \times (0,222 \times z + 0,778) \times (0,037 \times z + 0,963) = \\ &= 5,703 \times 10^{-7} \times z^8 + 2,215 \times 10^{-5} \times z^7 + 2,881 \times 10^{-4} \times z^6 + 8,171 \times 10^{-3} \times z^5 + 6,357 \times 10^{-2} \times z^4 + \\ &+ 12,615 \times 10^{-2} \times z^3 + 3,046 \cdot 10^{-1} \times z^2 + 3,332 \cdot 10^{-1} \times z^1 + 1,624 \cdot 10^{-1} \times z^0 \end{aligned}$$

Результати розрахунків виконує функції наведені в таблиці 2.5, з якої видно, що найбільш ймовірне виникнення однієї або двох несправностей (відповідно 33,32% і 30,46%). З урахуванням розрахунку довірчих інтервалів з великою ймовірністю можна стверджувати, що це будуть несправності коробки передач та електроустаткування. Також досить велика ймовірність відсутності несправностей (16,24%).

Таблиця 2.5 Можливість одночасного виникнення несправності

Кількість несправностей	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Ймовірність виникнення, %	$16,24 \times 10^{-1}$	$33,32 \times 10^{-1}$	$30,46 \times 10^{-1}$	$12,62 \times 10^{-2}$	$6,357 \times 10^{-2}$	$0,817 \times 10^{-3}$	$2,88 \times 10^{-4}$	$2,22 \times 10^{-5}$	$5,70 \times 10^{-7}$

### 3. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ТО-2 АВТОМОБІЛЯ КрАЗ

Підтримка автомобіля у справному стані та належному вигляді досягається технічним обслуговуванням та ремонтом, на основі рекомендацій планово-попереджувальної системи обслуговування ТО-2 є профілактичним заходом та проводиться примусово у плановому порядку через певні пробіги.

ТО-2 включає контрольно-діагностичні, кріпильні, регулювальні, мастильні та мийно-очисні роботи. Воно проводиться відповідно до Положення про ТО та ремонт рухомого складу автомобільного транспорту через 12000 км (для I категорії умов експлуатації). Відповідно до розрахунків, проведених у попередніх розділах (п. 2.1), середній пробіг до ТО-2 для автомобіля КрАЗ становить 17630 км.

Роботи з технічного обслуговування автомобіля КрАЗ будуть виконуватися в зоні ТО.

Функціональна схема технологічного процесу ТО-2 наведено на рис. 3.1.

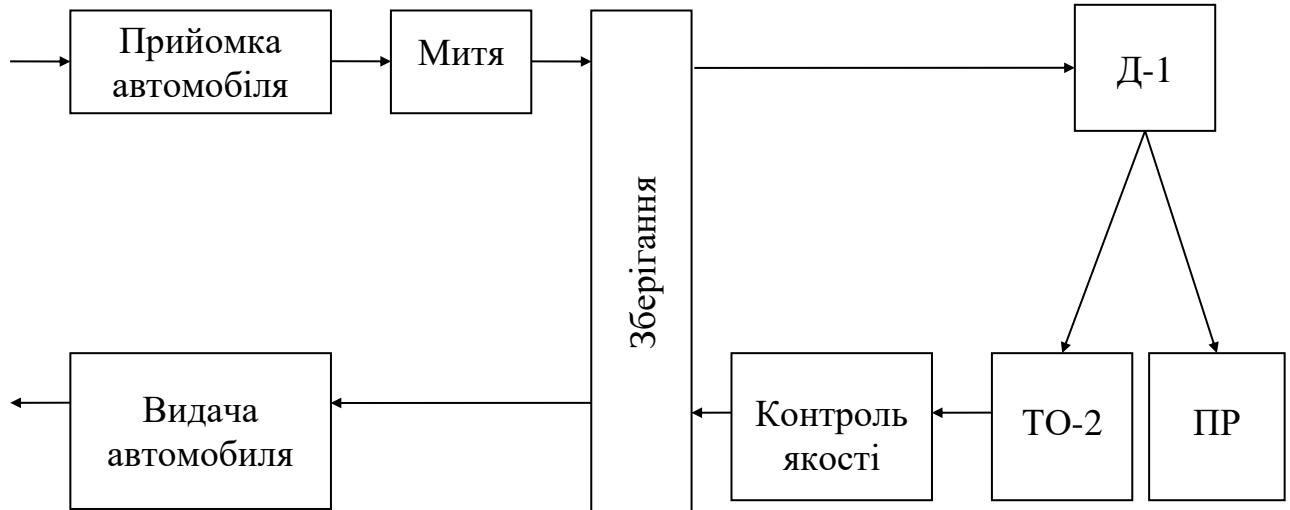


Рисунок 3.1 - Функціональна схема технологічного процесу ТО-2

#### 3.1 Визначення виробничої програми

При розрахунку виробничої програми використовуємо «Положення про ТО та КР рухомого складу автомобільного транспорту» та «Галузеві норми технологічного проектування».

Виробничу програму з ТО при проектуванні та плануванні розраховують аналітично за цикл з наступним перерахунком на рік.

Кількість ТО-2 за цикл визначається за такою формулою:

$$N_2 = \frac{L_k}{L_{TO-2}} - N_k$$

де  $L_k$  - пробіг до капітального ремонту (ресурсний пробіг), для автомобіля КраЗ він дорівнює 300 тис. км;  $L_{TO-2}$  - пробіг між ТО-2 (рівний 17630 км);  $N_k$  - кількість капітальних ремонтів (списань) за цикл.

Підставляючи ці дані, отримуємо:

$$N_2 = \frac{300000}{17630} - 1 = 16$$

Оскільки пробіг за цикл який завжди дорівнює річному пробігу автомобіля, проводиться перерахунок виробничої програми на рік за допомогою коефіцієнта переходу від циклу до року:

$$\eta_z = \frac{L_z}{L_k}$$

де  $L_z$  - річний пробіг автомобіля, який визначається за формулою:

$$L_z = D_{\text{раб.г}} \cdot \alpha_T \cdot l_{cc},$$

де  $D_{\text{раб.г}} = 253$  - число робочих днів на рік;  $\alpha_T = 0,85$  - коефіцієнт технічної готовності;  $l_{cc} = 120$  - середньодобовий пробіг одного автомобіля.

Підставляючи числові значення, отримаємо:

$$L_z = D_{\text{раб.г}} \cdot \alpha_T \cdot l_{cc} = 253 \cdot 0,85 \cdot 120 = 25806 \text{ км,}$$

$$\eta_z = \frac{L_z}{L_k} = \frac{25806}{300000} = 0,086.$$

Кількість ТО-2 за рік на один автомобіль:

$$N_{21z} = N_2 \cdot \eta_z = 16 \cdot 0,086 = 1,376.$$

Виробнича програма по ТО-2 по всьому парку (приймається парк у 150 автомобілів) буде рівна:

$$\sum N_{2z} = N_{2z} \cdot n = 1,376 \cdot 150 = 206.$$

Добова виробнича програма по ТО-2 по всьому парку з урахуванням 5-денного робочого тижня дорівнюватиме:

$$N_{2c} = \sum N_{2e} / 253 = 206 / 253 = 0,82 \approx 1.$$

### 3.2 Технічне нормування трудомісткості ТО-2

Виробничі процеси ТО і ПР є дрібносерійним або одиничним типом виробництва. Їм притаманні такі основні риси, як широка номенклатура робіт, закріплених за одним робітником, нестабільне завантаження робітника протягом зміни, низький рівень поділу та кооперації праці. Потреба у виконанні робіт певного найменування та їх обсяг визначається залежно від технічного стану автомобіля, що і призводить до нестабільного завантаження робітника протягом зміни.

При нормуванні трудовитрат з ТО-2 використовують в основному: «Положення про технічне обслуговування та ремонт рухомого складу автомобільного транспорту» та «Типові норми часу на ремонт автомобілів». Значна варіація трудовитрат на виконання тих самих робіт при різному технічному стані автомобіля вимагає широкого використання укрупнених норм праці, встановлення середніх витрат часу на операції або їх комплекси.

#### 3.2.1 Визначення технічної норми часу на операцію

Технічна норма часу на операцію розраховується за такою формулою:

$$t_{ум} = t_{осн} + t_{всн} + t_{дон} \text{ ЛЮД.-ГОД.},$$

де  $t_{ум}$  – штучний час на операцію;  $t_{осн}$  – основний час, протягом якого виконується задана робота (регламентується положенням);  $t_{всн} = (3-5\%) t_{осн}$  – допоміжний час виробництва підготовчих впливів на виріб; - Додатковий час, що складається з:

$$t_{обсл} = (3-4\%) t_{осн} \text{ – час на обслуговування обладнання та робочого місця;}$$

$$t_{ен} = (4-6\%) t_{осн} \text{ – час на відпочинок та особисті потреби.}$$



Відповідно до Положення основний час на ТО–2 автомобіля КрАЗ дорівнює 11,28 люд.-год., але так як ми використовуємо потоковий метод обслуговування замість тупикового і більш продуктивне обладнання, то необхідно провести коригування трудомісткості шляхом введення коефіцієнта  $k_{nm}=0,75$ , що враховує підвищення продуктивності праці:

$$\sum t'_{осн} = k_{nm} \times \sum t_{осн} = 0,75 \times 11,28 = 8,46 \text{ люд.-год.}$$

### 3.2.2 Визначення штучно-калькуляційного часу

Оплата праці ремонтних робітників проводиться за штучно-калькуляційним часом, що обчислюється за формулою:

$$t_{штк} = \sum t_{шт} + \frac{t_{n-3}}{N_n},$$

де  $\sum t_{шт}$  – сумарний штучний час усіх операцій;  $t_{n-3}=(2-3\%) t_{см}$  - підготовчо-заклучний час на отримання завдання, ознайомлення з технічної документацією, отримання та здачу інструменту, здачу роботи і т.п. ( $t_{см}=8$  годин – тривалість зміни);  $N_n$  – кількість виробів в одній послідовно оброблюваній партії (кількість ТО–2 за зміну).

### 3.2.3 Визначення кількості ТО–2 за зміну

Кількість ТО–2 за зміну визначаємо за формулою:

$$N_n = \frac{t_{см} \times N_{пл} \times \eta_{пл}}{\sum t'_{осн}},$$

де  $\eta_{пл} = 0,78$  – коефіцієнт, що враховує використання потокової лінії;  $N_{пл}=5$  - кількість робітників на лінії.

Підставляючи числові дані, отримаємо:

$$N_n = \frac{8 \times 5 \times 0,78}{8,46} \approx 3 \text{ ТО-2 за зміну.}$$

Оскільки добова виробнича програма становить  $\approx 1$  ТО–2 на добу, що менше кількості ТО–2 за зміну ( $\approx 3$ ), досить однозмінного режиму роботи ремонтно-обслуговуючих робітників.

<i>№ операції</i>	<i>Назва операції</i>
1	Миючо – очисні
2	Контрольно – діагностичні
3	Кріпильні
4	Змащувальні
5	Регулювальні

Результати розрахунків занесемо до таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Трудомісткість робіт з ТО–2 автомобіля КрАЗ

<i>№ операції</i>	<i><math>t_{осч}</math>, ЛЮД.-ГОД.</i>	<i><math>t_{всп}</math>, ЛЮД.-ГОД.</i>	<i><math>t_{обсл}</math>, ЛЮД.-ГОД.</i>	<i><math>t_{отд}</math>, ЛЮД.-ГОД.</i>	<i><math>t_{итт}</math>, ЛЮД.-ГОД.</i>	<i>КІЛЬКІСТЬ робочих на посту</i>	<i><math>t_{п-з}</math>, ЛЮД.-ГОД.</i>	<i><math>t_{иттк}</math>, ЛЮД.-ГОД.</i>
1	2,44	0,10	0,09	0,12	2,74	1	2	3,28
2	1,48	0,06	0,05	0,07	1,66	1	2	2,20
3	2,18	0,09	0,08	0,11	2,46	1	2	3,00
4	1,73	0,07	0,06	0,09	1,95	1	2	2,49
5	0,63	0,03	0,02	0,03	0,71	1	2	1,25
Всього	8,46	0,34	0,30	0,42	9,52	5	10	12,23

З урахуванням розрахунків, зроблених у другому розділі, слід зважити на збільшення трудомісткості ТО-2 у зв'язку з необхідністю проведення відповідного поточного ремонту. Це збільшення трудомісткості можна компенсувати, використовуючи на цих видах робіт робітників з інших постів, які не зайняті в даний момент (так званих ковзаючих робітників). Це може бути робітник з посади мийки, бригадир тощо.

## 4. РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ВИДАЛЕННЯ ТА НАНЕСЕННЯ ГЕРМЕТИКУ

### *4.1. Необхідність та заміна прокладки кришки клапанів*

Коли прокладка клапанної кришки, яка знаходиться під капотом автомобіля, почала пропускати масло, автомобілісту варто підготуватися до серйозних проблем. Клапанні кришки - це перші деталі, на які відразу падає погляд, коли відкривається автомобільний капот. Деякі автомобілісти воліють фарбувати кришки разом з повітроочисником в яскраві кольори. Кришка клапана виконує досить просте завдання - закриває механізм газорозподілу і горловину для заливки моторного масла. До головки клапана цей елемент кріпиться декількома болтами або гайками. Між даними елементами обов'язково розміщується прокладка кришки клапана.

Прокладка під клапанну кришку - деталь, на перший погляд, незначна і тим більше не впливає на характеристики потужності автомобіля або погіршення нормального функціонування мотора. Кожен водій зобов'язаний стежити за її станом, здійснюючи її заміну при перших ознаках протікання. Прокладку виготовляють з особливого гумового складу, що зберігає свої властивості навіть при різких перепадах температур, а також не взаємодіє з моторним маслом. Але з часом елемент все ж втрачає свої властивості і стає твердим, покривається мікротріщинами, через які і просочується масло. Навіть саме незначне протікання може привести до зовнішнього забруднення силового агрегату, яке згодом дуже складно очистити. І, природно, таке явище не додасть стабільності роботі двигуна внутрішнього згорання.

Активно експлуатуючи автомобіль не уникнути частої заміни прокладок кришок клапанів. Найчастіше це відбувається в наступних ситуаціях:

- при проведенні поточного або капітального ремонту автомобіля;
- під час витоку мастила в сполучному місці кришки і головки;
- при демонтажі механізму газорозподілу з метою його ремонту або проведення технічного обслуговування. Деякі дуже скрупульозні водії, досить

відповідально підходять до стану своїх автомобілів, проводять заміну прокладки кришки клапана разом з моторним маслом. Вони повністю оберігають двигун від протікання. Так само в процесі заміни прокладки можна в черговий раз продіагностувати вузли механізму газорозподілу на предмет зносу і пошкоджень. Перед заміною прокладки кришки клапанів необхідно підготувати якісний герметик для кришки, що витримує високі температури, нову прокладку і обезжирюючи склад. Заміна прокладки - гранично простий процес:

- зняти корпус очищувача повітря;
- відкрити болти по всьому периметру;
- зняти навісне обладнання;
- видалити залишки герметика і обробити знежирюючим матеріалом;

Заміна прокладки кришки клапана не відрізняється особливою складністю. Хто збирається виконувати дану операцію вперше, можуть зіткнутися з таким неприємним явищем як протікання масла з-під нової прокладки, яка посилилася ще більше. Найчастіше така ситуація виникає, коли:

- перекошило болти кришки з-за нерівномірного затягування її кріплень;
- застосовується неякісний склад для герметизації або він наноситься нерівномірно на лінію стику;
- використовується неякісна прокладка.

Дані проблеми вирішуються нескладним чином. Просто потрібно придбати якісну прокладку на заміну і хороший герметик, а також рівномірно накласти його на поверхню з двох сторін, застосовувати динамометричний ключ, щоб правильно розподілити зусилля при затягуванні болтів, відповідно до інструкції з експлуатації автомобіля.

#### *4.2 Призначення, будова та робота пристосування*

Заміна прокладки кришки клапанів здійснюється нескладним чином. Для цього потрібно придбати якісну прокладку на заміну і хороший герметик,

ретельно очистити поверхні від старого герметику, а також рівномірно накласти його на поверхню з двох сторін. Застосовувати необхідно динамометричний ключ, щоб правильно розподілити зусилля при затягуванні болтів, відповідно до інструкції з експлуатації автомобіля.

Саме для очищення поверхонь від старого герметику та рівномірного його нанесення при заміні прокладки клапанної кришки в якості конструкторської розробки дипломного проєкту пропонується розробка нового пристосування, яке дозволить очищувати поверхні від старого герметику та рівномірно наносити новий, впровадження в виробництво якого дасть можливість полегшити працю робітників, підвищити якість ремонтно-обслуговуючих робіт і продуктивність праці. (рис. 4.1).

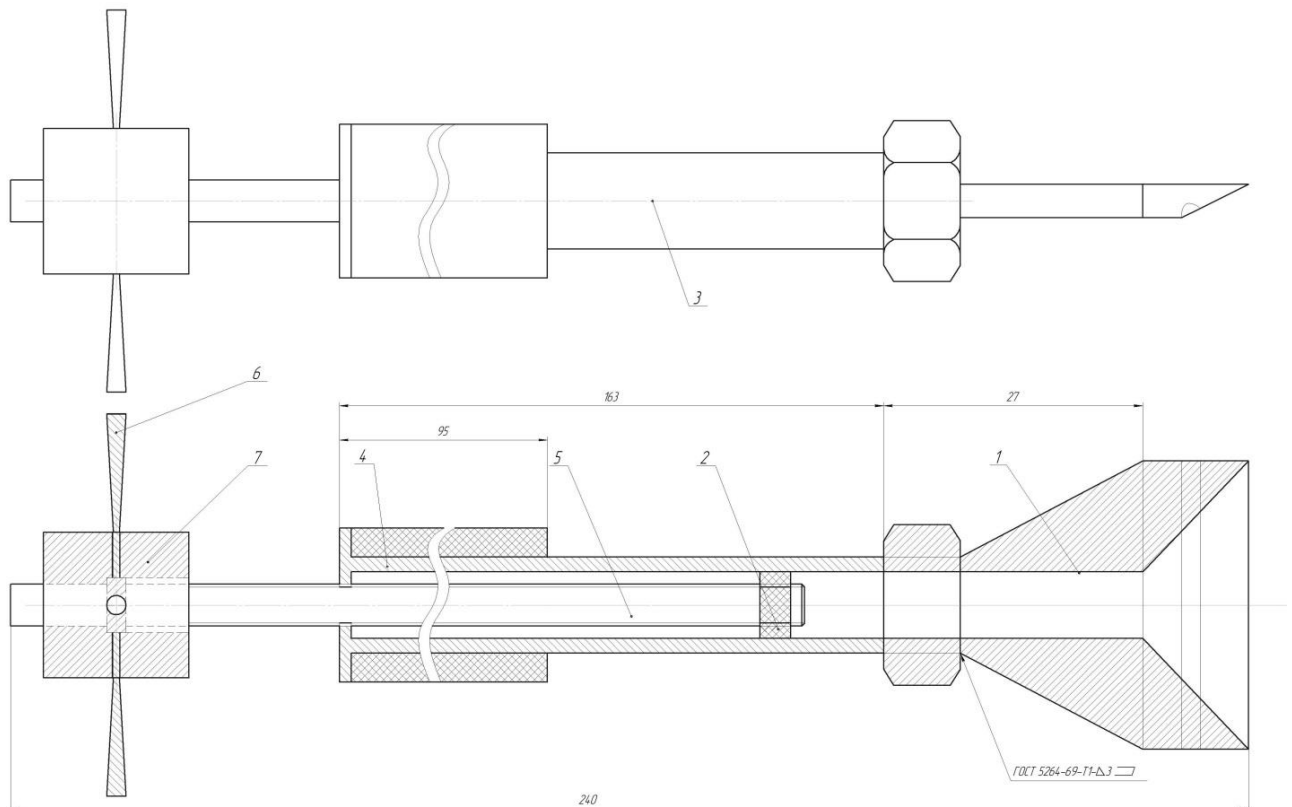


Рисунок 4.1 Пристосування для видалення старого та рівномірного нанесення нового герметику (1. Насадка; 2. Поршень; 3. Трубка; 4. Ручка; 5. Шток; 6. Палець (4 шт.); 7. Фіксатор).

Відкрутивши чотири пальці 6 знімаємо фіксатор 7 зі штоку 5. Тримавши дане пристосування за ручку 4 знімаємо старий герметик з поверхонь клапанної

кришки та головки блоку циліндрів за допомогою насадки 1, яка виконана в передній її частині у вигляді ножа. Така конструкція насадки дозволить очищати поверхню головки блока циліндрів не пошкоджуючи її, не наносячи царапин та інших пошкоджень.

Другою, не менш важливою, функцією даного пристосування є рівномірне нанесення герметика на поверхню головки блока циліндрів. Для цього необхідно надіти фіксатор 7 на шток 5 та зафіксувати його пальцями 6. Далі необхідно викрутити шток у верхнє крайнє положення з трубки 3. Знявши насадку видавлюємо герметик з тюбика в порожнину трубки 3. Одягаємо насадку 1 шляхом викручуванням її на трубку. Рівномірно затягуючи шток 5 в трубку 3 шляхом обертання пальців 6 з фіксатором 7, шток 2 витісняє герметик наносячи його через отвір в насадці 1 на поверхню.

#### 4.3 Розрахунок деталей на міцність

Необхідно перевірити шток 5 на стійкість. Умова стійкості:

$$F_a < F_{кр} \quad (4.1)$$

де  $F_a$  – осьове зусилля на штоці;

$F_{кр}$  – критична сила штока.

Осьове зусилля на штоці визначається за формулою:

$$F_a = \frac{F_p \cdot L \cdot \Pi}{p} \cdot \eta = \frac{160 \cdot 200 \cdot 3,14}{3} \cdot 0,85 = 28469,3 \text{ Н} \quad (4.2)$$

де  $F_p = 160 \text{ Н}$  – зусилля руки;

$L = 200 \text{ мм}$  – довжина пальців з фіксатором з врахуванням точок прикладених сил;

$\eta = 0,85$  – ККД гвинтової пари;

$p = 3 \text{ мм}$  – крок різьби;

Критична сила визначається за формулою:

$$F_{кр} = \frac{\Pi^2 \cdot E \cdot I_y}{(\mu \cdot l)^2} = \frac{3,14 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 13200}{(0,7 \cdot 230)^2} = 3198024 \text{ Н}. \quad (4.3)$$

де  $E = 2 \cdot 10^5$  МПа – модуль пружності;

$I_y$  – осьовий момент інерції;

$$I_y = \frac{\pi \cdot d_1^4}{64} = \frac{3,14 \cdot 22,775^4}{64} = 13200 \text{ мм}^4 \quad (4.4)$$

де  $d_1$  – внутрішній діаметр різьби штока;

$\mu = 0,7$  – коефіцієнт зведення довжини штока;

$\ell$  – 230 довжина різьби гвинта

З розрахунків видно, що

$$Fa < Fkp (28469,3 < 3198024 \text{ Н})$$

Висновок: умова стійкості штока виконується.

Перевірці на міцність підлягає також і вороток, який складається з пальців та фіксатора пристосування.

Визначення найбільшого згинаючого моменту:

$$M_{max} = f \times l \quad (4.5)$$

де  $f = 160$  Н – сила тиску на пальці;

$L = 230$  мм – довжина воротка.

$$M_{max} = 160 \times 230 = 36800 \text{ Н} \cdot \text{мм} = 36,8 \text{ КН} \cdot \text{м}.$$

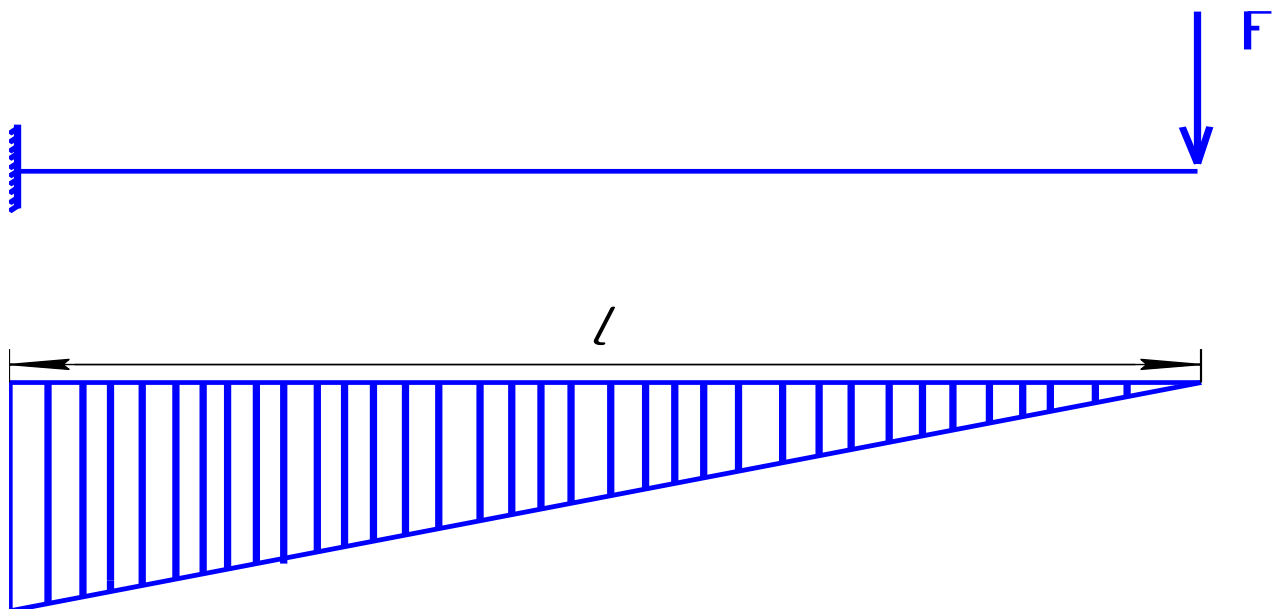


Рисунок 4.2 Епюра згинаючого моменту

Осьовий момент опору перерізу згинання:

$$W_x = 0,1d^3. \quad (4.6)$$

де  $d=14$  мм – діаметр рукоятки.

$$W_x = 0,1 \times 14^3 = 274,4 \text{ мм}^3.$$

Допустиме напруження на згин.

Допустиме напруження на згин для матеріалу воротка  $[G] = 160$  МПа

Перевірка воротка на міцність:

$$G = M_{max} \times W_x < [G]. \quad (4.7)$$

$$G = 36800 / 274,4 = 134,1 \text{ МПа}$$

Так як  $G < [G]$ , то розміри воротка задовольняють ум



## 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

### 5.1 Аналіз потенційних небезпек, які створюються на робочих місцях.

Небезпечними і шкідливими виробничими факторами при виробництві є:

- Термічні опіки (можливість термічного впливу на шкіряний покрив під час дотику до нагрітих поверхонь );
- Електричне травмування (можливість враження електричним струмом при відсутності чи несправності захисних засобів;
- Фізичні травми (можливість травмування органів тіла);
- Частково втрата слуху (вплив дії шуму на органи слуху);
- Наявність у повітрі робочої зони шкідливих речовин (акролеїну, вуглецю оксиду, тощо);
- Знижена температура повітря в холодний період року;
- Недостатнє освітлення;
- Незручна робоча поза;
- Гострі кромки деталей, вузлів, агрегатів, інструмента і пристосування.

### 5.2 Охорона праці та техніка безпеки при експлуатації, технічному обслуговуванні та ремонті рухомого складу

Під час виконання робіт з технічного обслуговування і ремонту автомобілів нещасні випадки трапляються часто через те, що робітники користуються нестравними, забрудненими інструментами. Тому ручні інструменти не повинні мати пошкоджень, (вибоїн, сколів, тріщин, рубців, скосів.) Молотки і кувалди потрібно надійно насаджувати на дерев`яні ручки і розклинювати металевими клинами.

Поверхня ручок для інструментів має бути гладенькою, без рубців і тріщин. Не використовувати ключі зі спрацьованими гранями і ключі, які не відповідають розмірам.

Паяльні лампи, електричні та пневматичні інструменти видають тільки робітникам, які пройшли інструктаж.

Ставлячи автомобілі на пост ТО (тех.обст) або ремонту, потрібно обов'язково повісити на рульове колесо табличку,- «Двигуна не пускати – працюють люди. Якщо подають сигнали про початок переміщення конвеєра, робітники зобов'язані залишити робочі місця, вийти з оглядової канави і відійти від конвеєра. Для екстреної зупинки конвеєра на кожному посту монтують кнопку «Стоп».

Якщо обслуговують автомобіль встановлений на підйомнику, необхідно на механізмі керування підйомником закріпити табличку «Не чіпати – під автомобілем працюють!» Щоб запобігти самовільному опусканню гідравлічного підйомника після піднімання автомобіля, треба надійо зафіксувати положення плунжера підйомника упором (штангою).

Перед початком робіт на автомобілі-самоскиді з піднятим кузовом встановлюють металеву упорну штангу, щоб запобігти самовільному опусканню.

Під час ТО і ремонту автомобіля із знятими колесами вивішеного на домкратах, телях і кранах: дозволяється приступати до роботи тільки після встановлення автомобіля на підставки (козли), причому під незняті колеса мають бути підкладені упори. Металеві підставки мають бути міцними і надійними.

При обслуговуванні акумуляторної батареї, серйозну небезпеку становить сірчана кислота. У велику ємкість наливають дистильовану воду, а потім тоненькою цівкою вливають сірчану кислоту, постійно помішуючи (електроліт).

Поблизу не можна користуватись вогнем, забороняється нести батарею перед собою, слід використовувати спеціальні захвати. Ці роботи повинні здійснюватись в спеціальному одязі, вливати електроліт в рукавицях. При попаданні на руки електроліту потрібно добре їх промити під проточною водою. Завжди після таких робіт слід пам'ятати про особисту гігієну.

### *5.3 Охорона навколишнього середовища*

З метою попередження нещасних випадків і збереження навколишнього середовища керівнику ділянки необхідно разом з санепідемстанцією ретельно опрацювати питання нейтралізації і захоронення шкідливих розчинів кислот, мийних засобів, лугів та інших матеріалів, що застосовуються при ремонті автомобілів. На ділянці необхідно передбачити утилізацію використаного обтирального матеріалу, що застосовується при ремонті автомобілів. Не допускається, щоб стічні води занесли шкідливі речовини на дитячі ігрові майданчики, житлові масиви, поля, водосховища, річки і т. п. У проектах необхідно передбачити організоване відведення води, використовуваної при митті; її очищення та повторне використання. При необхідності слід планувати розробку пристроїв для видалення осадів та речовин, які спливають, центрифугування, фільтрування та хімічне очищення миючих розчинів з метою одержання замкнутого зворотного циклу миття без зливання їх у каналізацію. При змиванні відпрацьованих розчинів у загальну каналізацію необхідно спроектувати (запропонувати) пристрої для вловлювання нафтопродуктів, нейтралізації викидних розчинів кислот та лугів (наприклад, електролітів).

При відсутності каналізації слід передбачити вивезення осадів, відпрацьованих мийних розчинів, електролітів та інших шкідливих речовин автоцистерною у спеціально відведені санітарноепідеміологічною станцією місця утилізації. На ділянках миття і фарбування машин, ковальсько-зварювальному, полімерно-мідницькому, гальванічному, зарядки акумуляторних батарей, обкатки двигунів необхідно розробити примусову витяжку шкідливих, токсичних газоподібних середовищ з достатньою висотою витяжних труб.

## 5.4. Розрахункова частина

### 5.4.1. Розрахунок освітлення ПТО

Розрахунок штучного освітлення зводиться до визначення кількості електричних ламп та їх потужності.

Розраховуємо потужність штучного освітлення за формулою:

$$W_{шт} = F_3 \cdot N, \quad (5.1)$$

де:  $W_{шт}$  – потужність штучного освітлення, Вт;

$F_3$  – площа пункту ТО, м<sup>2</sup>;

$N$  – потужність штучного освітлення на 1 м<sup>2</sup> підлоги – становить 15-20 Вт

$$W_{шт} = F_3 \cdot N = 140 \cdot 7,5 = 1050 \text{ Вт}$$

Приймаємо потужність однієї лампи – 150 Вт.

Розраховуємо кількість електроламп:

$$n_{л} = \frac{W_{шт}}{W_{л}} = \frac{1050}{150} = 7 \quad (5.2)$$

Приймаємо  $n_{л} = 7$  ламп.

Отже, для пункту ТО площею 140 м<sup>2</sup> потрібно 7 ламп потужністю 150 Вт.

### 5.4.2. Розрахунок вентиляції

Вентиляція призначена для видалення з приміщень, цехів, а в даному випадку – з пункту ТО, шкідливих парів, газів, диму, пилу, які з'являються при проведенні різних технологічних процесів.

Розрахунок вентиляції заключається в підборі вентилятора з електродвигуном, який забезпечить не менш як трьохкратний обмін повітря в пункті ТО за 1 годину його роботи.

Продуктивність вентилятора визначаємо за формулою:

$$W_B = V_o \cdot K, \quad (5.3)$$

де:  $V_o$  – об'єм ПТО, м<sup>3</sup>;

$K$  – годинна кратність обміну повітря, [1, с. 315];

$K = 2 \dots 3$  [1, с. 314].

Висота пункту ТО  $h = 4,2$  м.

Тоді:

$$W_B = (90 \cdot 4,2) \cdot 3 = 1134 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Потужність  $N_B$  (кВт) електродвигуна для приводу вентилятора розраховуємо за формулою:

$$N_B = \frac{W_B \cdot H_B \cdot \beta}{3600 \cdot 102 \eta_B}, \quad (5.4)$$

де:  $H_B$  – напір вентилятора, мм. вод. ст. (кгс/м<sup>2</sup>);

$W_B$  – продуктивність вентилятора, м<sup>3</sup>/год.;

$\eta_B$  – коефіцієнт корисної дії вентилятора;

$\beta$  – коефіцієнт запасу потужності [1, с. 315];

$\beta = 1,2 \div 1,5$  [1, табл. 150, с. 316]

$$N_B = \frac{1134 \cdot 27 \cdot 1,5}{3600 \cdot 102 \cdot 0,52} = \frac{45927}{190944} = 2,4 \text{ кВт.}$$

Приймаємо тип двигуна та номер вентилятора згідно таблиці 150 [1].

Двигун: Тип – А-41-6; Вентилятор: № 3.

## 6. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

### 6.1 Розрахунок собівартості пристосування для видалення старого та нанесення герметуку

Вартість конструктивної розробки – це грошовий вираз затрат праці та витрат матеріальних ресурсів на виготовлення розробки.

Вартість складається з прямих і непрямих (накладних) витрат.

Вартість конструктивної розробки визначається за формулою:

$$B_{розр} = C_{П} + C_{Н}, \quad (6.1)$$

де  $C_{П}$  - прямі витрати на виготовлення конструктивної розробки, грн.;

$C_{Н}$  - непрямі (накладні) витрати на виготовлення конструктивної розробки, грн.

Прямі витрати на виготовлення конструктивної розробки визначаються за формулою:

$$C_{П} = C_{з.п.} + C_{М} + C_{з.ч.}^{с.д.}, \quad (6.2)$$

де  $C_{з.п.}$  - повна заробітна плата виробничих працівників, грн.;

$C_{М}$  - вартість матеріалів, необхідних для виготовлення конструктивної розробки, грн.;

$C_{з.ч.}^{с.д.}$  - вартість запасних частин та стандартних деталей, необхідних для виготовлення конструктивної розробки, грн.

Повна заробітна плата виробничих працівників складається з основної оплати праці, додаткової оплати праці та нарахувань на заробітну плату

$$C_{з.п.} = C_{осн} + C_{доод} + \sum C_{відр}, \quad (6.3)$$

де  $C_{осн}$  - основна заробітна плата виробничих працівників, грн.;

$C_{доод}$  - додаткова заробітна плата виробничих працівників, грн.;

$\sum C_{відр}$  - сумарні відрахування на заробітну плату, грн.

Основна заробітна плата виробничих працівників визначається за формулою

$$C_{осн} = T \cdot C_{год}, \quad (6.4)$$

де  $T$  - трудомісткість роботи, год.;

$C_{год}$  - годинна тарифна ставка працівника, грн/год.

Сумарна трудомісткість робіт на виготовлення конструктивної розробки (токарні, свердлильні, фрезерні, зварювальні, ливарні, слюсарні та малярні роботи) становить 8,35люд-год.

$$C_{осн} = 8,35 \cdot 28 = 233,8 \text{ грн.}$$

Додаткова заробітна плата виробничих працівників визначається у відсотковому відношенні від основної оплати праці – 10%

$$C_{дод} = \frac{C_{осн} \cdot 10}{100}, \quad (6.5)$$

$$C_{дод} = \frac{233,8 \cdot 10}{100} = 23,38 \text{ грн}$$

ЄСВ становить 22%

$$\Sigma C_{відр} = \frac{22 \cdot (C_{осн} + C_{дод})}{100}, \quad (6.6)$$

$$\Sigma C_{відр} = \frac{22 \cdot (233,8 + 23,38)}{100} = 56,57 \text{ грн.}$$

$$Сз.п. = 233,8 + 23,38 + 56,57 = 313,75 \text{ грн.}$$

Вартість матеріалів, необхідних для виготовлення конструктивної розробки приймаємо за оптовими цінами, яка представлена в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 - Оптова ціна на деталі для виготовлення пристосування

№ п/п	Деталь	Ціна, грн
1	Насадка	50
2	Трубка	20
3	Ручка	10
4	Шток	25
5	Палець (2 шт.)	10
6	Фіксатор	45
<b>Всього</b>		<b>160</b>

Сумарна вартість стандартних деталей, необхідних для виготовлення конструктивної розробки становить 35 гривень.

$$C_{п.} = 313,75 + 160 + 35 = 508,75 \text{ грн.}$$

Непрямі (накладні) витрати визначаються у відсотковому відношенні від суми основної і додаткової оплати праці виробничих працівників

$$C_H = \frac{H_y \cdot (C_{осн} + C_{доод})}{100}, \quad (6.7)$$

де  $H$  - відсоток непрямих (накладних) витрат

$$C_H = \frac{70 \cdot (233,8 + 23,38)}{100} = 180,026 \text{ грн.}$$

$$B_{розр} = 508,75 + 180,026 = 688,776 \text{ грн.}$$

## 6.2 Розрахунок економічної ефективності пристосування

Річний економічний ефект від впровадження пристосування визначається за формулою

$$E_{річ} = N \cdot (T_1 \cdot C_{год} - T_2 \cdot C_{год}), \quad (6.8)$$

де  $N$  - річна програма використання конструктивної розробки;

$T_1$  - трудомісткість роботи без використання конструктивної розробки, год.;

$T_2$  - трудомісткість роботи з використанням конструктивної розробки, год.;

$C_{год}$  - годинна тарифна ставка працівника, грн/год.

$$E_{річ} = 155(1 \cdot 28 - 0,4 \cdot 28) = 2604 \text{ грн.}$$

Визначення терміну окупності вартості конструктивної розробки.

Термін окупності вартості конструктивної розробки (в роках) визначається за формулою

$$T_{окуп} = \frac{B_{розр}}{E_{річ}}, \quad (6.9)$$

де  $B_{розр}$  - вартість конструктивної розробки, грн.;

$E_{річ}$  - річний економічний ефект, грн.

$$T_{окуп} = \frac{688,776}{2604} = 0,26 \text{ року}$$



Економічно доцільно, щоб строк окупності конструктивної розробки не перевищував 3...5 років.

### 6.3 Розрахунок собівартості ТО-2 для автомобіля КРАЗ-5401С2

Вартість основної заробітної плати на виконання ТО-2 автомобіля КРАЗ-5401С2 розраховуємо за формулою (6.4)

$$C_{\text{осн}} = 10,7 * 28 = 299,6 \text{ грн.}$$

Вартість основної заробітної плати на виконання ТО-2 автомобіля КРАЗ-5401С2 розраховуємо за формулою (6.5)

$$C_{\text{дод}} = \frac{299,6 * 10}{100} = 29,96 \text{ грн}$$

Непрямі витрати визначаємо за формулою (6.8)

$$C_{\text{н}} = \frac{70 * (299,6 + 29,96)}{100} = 230,7 \text{ грн.}$$

ЄСВ становить 22%

$$\Sigma C_{\text{відр}} = \frac{22 * (299,6 + 29,96)}{100} = 72,5 \text{ грн.}$$

Вартість матеріалів на ТО-2 (мастило, паливо, фільтра) приймаємо 150 грн.

$$V_{\text{розр ТО-2}} = 299,6 + 29,96 + 230,7 + 72,5 + 150 = 782,76 \text{ грн.}$$

## ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

У процесі розробки дипломного проєкту досконало вивчили технічну характеристику та будову автомобіля КраЗ, види та періодичність технічного обслуговування.

Закономірності зміни потоку відмов описують зміну напрацювання показників, що характеризують процес виникнення та усунення відмов у автомобілів.

Встановлено за допомогою використання для вирівнювання дослідної інформації закону нормального розподілу. Закон нормального розподілу охарактеризовано за допомогою диференціальної (функцією густини ймовірностей) і інтегральної (функцією розподілу) функціями. На підставі отриманих значень нами були побудовані гістограма, полігон і крива накопичених досвідчених ймовірностей, які дають наочне уявлення про розподіл показників надійності і дозволяють вирішувати ряд інженерних задач графічними способами.

Описано зміну напрацювання показників, що характеризують процес виникнення та усунення відмов автомобілів.

Визначено виробничу програму, технічні норми часу та кількість ТО-2 автомобіля КраЗ-5401С2.

Отримана можливість виходу з експлуатації системи при пробігу 38 тис. км. становила 0,727.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Лімот А.С. Теоретичні основи забезпечення працездатності машин : навч. посіб. / А.С. Лімот. Житомир. Держ. агроеколог. ун-т, 2008. 410 с.
2. Ільченко В.Ю. Експлуатація МТП в аграрному виробництві / Ільченко В.Ю., Карасьов П. Т., Лімот А.С. та ін. Київ. Урожай, 1993. 288 с.
3. Агулов І.І. Довідник по технічному обслуговуванню сільськогосподарських машин / Агулов І.І., Вознюк Л.Ф., Левчій О.В. Київ. Урожай, 1989. 256 с.
4. Козаченко О.В. Технічна експлуатація сільськогосподарської техніки / О.В. Козаченко. Харків. Торнадо, 2000. 192 с.
5. Козаченко О.В. Практикум з технічної експлуатації сільськогосподарської техніки : Монографія / Козаченко О. В., Сичов І. П. та ін. ; за ред. О.В. Козаченка. Харків. Торнадо, 2001. 374 с.
6. Технологія технічного обслуговування машин : [навч. посіб. для студентів інжен. спец. зі спеціалізації «Технічний сервіс на осв. кваліф. рівні «Спеціаліст», «Магістр»] / І.М. Бендера, С.М. Грушецький, П.І. Роздорожнюк, Я.М. Михайлович. Кам'янець-Подільський. ФОП Сисин О.В., 2010. 320 с.
7. Грушецький С.М. Технологія технічного обслуговування машин : навч.-мет. компл. для студентів інжен. спец. зі спеціалізації «Технічний сервіс» на осв.-кваліф. рівні «Спеціаліст», «Магістр»] / Грушецький С.М. Кам'янець-Подільський. ФОП Сисин О.В., 2012. 400 с.
8. Канарчук В. Є. Надійність машин : Підручник / В.Є. Канарчук, С.К. Полянський, М.М. Дмитрієв. Київ. Либідь, 2003. 424 с.
9. Лімонт А.С. Теоретичні основи забезпечення працездатності машин : Навч. посіб. / А.С, Лімонт. Держ. агроеколог. ун – т. Житомир, 2008. 420 с.
10. Погорілій Л.В. Випробування сільськогосподарської техніки: науково – методичні засади оцінки та прогнозування надійності сільськогосподарських машин / Л.В. Погорілій, В.Я. Анілович. Київ Фенікс, 2004. 208 с.

11. Булей І.А. Проектування підприємств з виробництва і ремонту сільськогосподарських машин. Київ. „Вища школа”, 1993.
12. Гряник Г.М. Охорона праці. Київ. Урожай, 1994.
13. Зерхалов Д.В., Береславський М.Л. Обладнання для технічного обслуговування і ремонту машин. Довідник. Київ. Урожай, 1991.
14. Злобін Ю.А. Основи екології. Київ Лібра, 1998.
15. Лехман С.Д. Запобігання аварійності і травматизму у сільському господарстві. Київ. Урожай. 1993.
16. Ремонт машин., Методичні поради до курсового та дипломного проектування: У 2 – х частинах / За заг. ред. академіка О.Д. Семковича. Частина 2. Львів. держ. агр. ун-т, 1997. 150с.
17. Семкович О.Д. Визначення параметрів ремонтної технологічності. Організаційно-технологічна взаємодія підприємств АПК в процесі ремонту сільськогосподарської техніки // Збірник наукових праць – Львів: Львівський с-г інститут, 1991.
18. Методика визначення економічної ефективності витрат на наукові дослідження і розробки та їх впровадження у виробництво: Затв. Наказом Міністерства економіки та з питань європейської інтеграції та Міністерством фінансів України за № 218/446 від 26.09.01.
19. Технічна експлуатація та надійність автомобілів : навчальний посібник / Є. Ю. Форнальчик, М. С. Оліскевич, О. Л. Мاستикаш, Р. А. Пельо. Львів. Афіша, 2004. 492 с.
20. Канарчук В. Є. Виробничі системи на транспорті : підручник / В. Є. Канарчук, П. П. Куртков. Київ. Вища школа, 1997. 359 с.
21. Канарчук В. Є. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів : підручник / В. Є. Канарчук, О. А. Лудченко, А. Д. Чигиринець. Київ. Вища школа, 1994. (У 3-х кн.): Кн. 1: Теоретичні основи: Технологія. 342 с.; Кн. 2: Організація, планування і управління. 383 с.; Кн. 3: Ремонт автотранспортних засобів. 599 с.

22. Лудченко О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів : підручник / Лудченко О. А. Київ. Знання-Прес, 2003. 511 с.

23. Надійність техніки. Терміни і визначення: ДСТУ 2860:1994. Київ. Держстандарт України, 1994. 36 с. (Національні стандарти України).

24. Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту. Київ. Мінтранс України, 1998. 16 с.