

НУБІП України

НУБІП України

**Магістерська кваліфікаційна робота**

***01.12.МКР.465 с 28.03.23.006 ПЗ***

**Швець Сергій Миколайович**

**2023 р.**

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
Факультет конструювання та дизайну

629.3.081:62-714

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри  
надійності техніки

А.В.Новицький

“ ” \_\_\_\_\_ 2023 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

**Розробка технологічного оснащення та ТП  
ремонт автотракторних радіаторів**

Спеціальність: 133 – галузеве машинобудування

Магістерська програма – обладнання лісового комплексу

Програма підготовки – освітньо-професійна

Керівник магістерської  
кваліфікаційної роботи

к.т.н., доц.

Ружило З.В.

Виконав:

Швець С.М.

Київ-2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І

ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет конструювання та дизайну

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри надійності

техніки к.т.н. доц.

Новицький А.В.

«27» жовтня 2022 року

## ЗАВДАННЯ

на виконання магістерської кваліфікаційної роботи студенту

Швець Сергію Миколайовичу

Спеціальність 133 Галузеве машинобудування

Освітня програма обладнання лісового комплексу

Тема роботи: «Розробка технологічного оснащення та ТП ремонту

автотракторних радіаторів», затверджена наказом по вузу від 28.03.2023

р. № 465 «с»

Термін подачі завершеної роботи на кафедру: 9.11.23

### 1. Вихідні дані до виконання роботи:

1. Існуючий технологічний процес ремонту автотракторних радіаторів.
2. Завдання на магістерську роботу.
3. Результати науково-дослідних робіт по вивченню пошкодження автотракторних радіаторів за літературними джерелами.

### 2. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які розробляються):

#### Вступ

1. Конструктивно-технологічна характеристика радіаторів автотракторних двигунів (в т.ч. призначення, будова, принцип роботи, у.

2. Аналіз дефектів автотракторних радіаторів.

3. Організаційна підготовка ремонтного підприємства (в т.ч. дослідження простей машин, планування роботи ремонтної майстерні, розрахунок кількості обладнання та працівників).

4. Технологічна частина проекту (в т.ч. технологія ремонту радіаторів, аналіз дефектів, система автоматизованого проектування, патентний пошук, охорона праці).

5. Конструкторська частина (проектування пристосування для перевірки серцевин радіаторів, розрахунок основних конструктивних елементів).

6. Економічна ефективність переоснащення дільниці.

Висновки

Література

### 3. Перелік ілюстративного матеріалу

Презентаційний матеріал

Дата видачі завдання “ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Керівник магістерської роботи

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

(прізвище та ініціали студента)

## Реферат

НУБІП | УКРАЇНИ

Розроблена магістерська робота на тему: «**Розробка технологічного оснащення та ТП ремонту автотракторних радіаторів**» включає:

Н Розрахунково-пояснювальну записку 94 сторінки та додатки.  
Розрахунково-пояснювальна записка в собі містить 6 розділів, 25 рисунки, 18 таблиць і 24 джерела використаної літератури. Магістерська робота супроводжується презентаційним матеріалом на 16 сайдів.

Н В магістерській роботі було проведено дослідження основних пошкоджень радіаторів, виконано аналіз існуючих методів ремонту і запропоновано технологічний процес ремонту.

Розроблено пристрій для перевірки серцевин радіаторів.

Проведено патентний пошук.

Н Також було розглянуто систему автоматизованого проектування елемента пристрою для перевірки серцевини радіаторів.

Ключові слова: радіатор, дослідження, сільськогосподарська техніка, відновлення, ремонт, ремонтно-обслуговуюча база, обладнання, технологічний процес.

НУБІП | УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

РЕФЕРАТ.....	7
ВСТУП.....	8
1. КОНСТРУКТИВНО – ТЕХНОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РАДІАТОРІВ АВТОТРАКТОРНИХ ДВИГУНІВ.....	10
1.1. Система охолодження.....	10
1.2. Будова системи охолодження.....	11
1.3. Радіатор.....	13
1.3.1. Принцип роботи радіатора.....	13
1.3.2. Види радіаторів.....	15
1.3.3. Конструкція радіатора.....	17
1.4. Аналіз дефектів радіаторів, що виникають в процесі експлуатації.....	21
1.5. Задачі магістерської роботи.....	24
2. ПОШКОДЖЕННЯ РАДІАТОРА, СПОСОБИ ЇХ ВИЯВЛЕННЯ ТА МЕТОДИ УСУНЕННЯ.....	25
2.1. Пошкодження радіатора.....	25
2.2. Заходи профілактики пошкоджень радіаторів.....	27
2.3. Побутові способи ремонту радіаторів.....	29
3. Організаційна частина магістерської роботи.....	31
3.1. Визначення річного обсягу робіт на технічне обслуговування і ремонт МТП.....	31
3.2. Планування роботи ремонтної майстерні.....	34
3.2.1. Обґрунтування схеми технологічного процесу поточного ремонту машин.....	34
3.2.2. Обґрунтування складу виробничих і допоміжних дільниць РМ та підбір основного ремонтного технологічного обладнання.....	36
3.2.3. Визначення чисельності працюючих ремонтної майстерні.....	37
3.2.4. Визначення потрібної кількості ремонтно-технологічного обладнання для дільниці.....	38

3.2.5.	Загальна компоновка виробничого корпусу, технологічне планування дільниць майстерні.....	39
3.2.6.	Обґрунтування схеми технологічного процесу ремонту машин.....	40
3.2.7.	Розподіл ремонтно-обслуговуючих дій майстерні по видах робіт.....	42
3.2.8.	Розподіл ремонтно-обслуговуючих робіт в майстерні по видах ремонтних операцій.....	43
3.3.	Розрахунок робочої сили, технологічного обладнання та комплектування робочих місць бляхарської дільниці.....	43
3.4.	Технологічне планування дільниці та розрахунок виробничих площ робочої майстерні з розміщенням технологічного обладнання.....	45
4.	Технологічна частина майстерської роботи.....	47
4.1.	Технологія ремонту радіаторів.....	47
4.2.	Розбирання радіатора.....	50
4.3.	Обладнання та існуючі способи ремонту радіаторів.....	51
4.4.	Збірка радіатора.....	52
4.5.	Система автоматизованого проектування.....	53
4.5.1.	Теоретичні передумови.....	53
4.5.2.	Побудова такової підвіски з застосуванням програми «КОМПАС-3D».....	56
4.6.	Патентний пошук.....	68
4.7.	Заходи з охорони праці при ремонті радіаторів.....	68
5.	Конструкторська частина майстерської роботи.....	73
5.1.	Призначення і область застосування пристрою для перевірки серцевин радіаторів.....	73
5.2.	Обґрунтування і опис вибраної конструкції пристосування.....	73
5.3.	Технічна характеристика виробу.....	74
5.4.	Будова та принцип роботи пристрою.....	75

5.5.	Розробка технологічного процесу зняття, розбирання та перевірки радіатора трактора МТЗ – 82 в умовах ремонтної майстерні.....	77
5.6.	Розрахунок на міцність основних деталей та збірних одиниць пристосування.....	78
5.6.1.	Розрахунок на міцність нерухомої балки.....	78
5.6.2.	Розрахунок трубки радіатора на міцність.....	80
6.	Економічне обґрунтування магістерської роботи.....	81
6.1.	Визначення вартості основних виробничих фондів.....	81
6.2.	Розрахунок собівартості умовного ремонту.....	82
6.2.1.	Розрахунок фонду заробітної плати.....	82
6.3.	Визначення потреби в ремонтних матеріалах та запасних частин ...	84
6.4.	Визначення кошторису загально – підприємницьких витрат.....	86
6.4.1.	Складання калькуляції собівартості ремонту машин.....	87
6.5.	Техніко-економічні показники.....	87
6.5.1.	Фондовіддача.....	88
	ВИСНОВКИ.....	91
	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	92

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України



## ВСТУП

У будь-якої машини, незалежно від того, працює вона, простоє чи транспортується, змінюються фізико-механічні і геометричні параметри деталей. Одночасно знижується техніко-економічні показники конструкції в цілому і настає момент, коли подальша її експлуатація неможлива або стає економічно недоцільною. Тому у процесі експлуатації машина потребує технічного обслуговування з метою підтримання її технічного стану, а також ремонту для відновлення цих якостей, коли експлуатація стає неможливою.

Відомо, що при нормальній інтенсивності використання основні агрегати тракторів виробляють закладений конструкцією ресурс через 3-4 роки при розрахунковому строку служби 10 років і більше. Створювати ж техніку, яка не потребуватиме ремонту весь період експлуатації, економічно не вигідно, та і досягти цього у недалекому майбутньому неможливо.

Як показують дослідження та практика, з одного боку, ремонту сільськогосподарської техніки уникнути технічно неможливо, а з другого - він економічно доцільний. Адже більшість зношених деталей має високу залишкову вартість: при їх відновленні витрачаються у 20-30 разів менше металу і матеріалів, ніж при виготовленні нових. Наприклад, понад 90% деталей, віднесених до категорії повністю непридатних до подальшої роботи, мають знос всього 0,1-0,3 мм по діаметру, тобто втратили менше 0,5-0,1% маси, і після відновлення 65-75% їх загальної кількості практично можна використати вдруге.

Ефективне використання усіх видів ремонтних робіт і технічного обслуговування сільськогосподарської техніки із застосуванням прогресивних технологій може бути забезпечене широко розвинутою системою наукових, виробничих та інших структур.

Тому необхідно створювати та постійно удосконалювати ремонтно-обслуговуючу базу сільського господарства.

Переорієнтація економічної політики України на ведення ринкових відносин і розвиток різних форм власності в усіх галузях народного господарства неминуче зумовили зміни і в структурі існуючої ремонтно-обслуговуючої бази, в її організації, управлінні, технології виробництва, ремонті і

обслуговуванні сільськогосподарської техніки. Для суттєвого підвищення рівня її технічного обслуговування та ремонту виявилися необхідними,

щонайменше дві умови: по-перше, технічне обслуговування і ремонт повинні розглядатись не як щось другорядне, а як невід'ємна частина, певна стадія

процесу механізації сільськогосподарського виробництва, по-друге,

взаємовідносини між виробником та споживачем сільськогосподарської техніки повинні будуватись на основі пріоритетності споживача.

Саме тому тема проекту присвячена відновленню колінчастих валів в умовах майстерні загального призначення.

Таким чином, ефективне функціонування ремонтно-обслуговуючої бази сільського господарства в Україні забезпечить можливість безперервної і економічної експлуатації сільськогосподарської техніки і обладнання.

Метою даної магістерської роботи є дослідити технологічний стан,

розробити технологічний процес ремонту автотракторних радіаторів, та

розробити пристрій для перевірки серцевини радіаторів, що в свою чергу полегшує виявлення підтікання.

# 1. КОНСТРУКТИВНО - ТЕХНОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РАДІАТОРІВ АВТОТРАКТОРНИХ ДВИГУНІВ

## НУБІП України

### 1.1. Система охолодження двигуна

Система охолодження забезпечує оптимальну температуру роботи двигуна. Без такого «кондиціонера» автомобіль далеко не заїде: мотор без охолодження перегрівається і виходить з ладу. Для нормальної роботи потрібен адекватний тепловий режим, і інженери продумали всі дрібниці, щоб якомога ефективніше вирішити цю задачу.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Рис 1.1. Загальний вигляд системи охолодження двигуна внутрішнього згоряння

НУБІП України

## 1.2. Будова системи охолодження.

В автомобільних двигунах застосовують такі системи охолодження (рис.1.1):

- рідинну (здебільшого);
- повітряну (рідше).

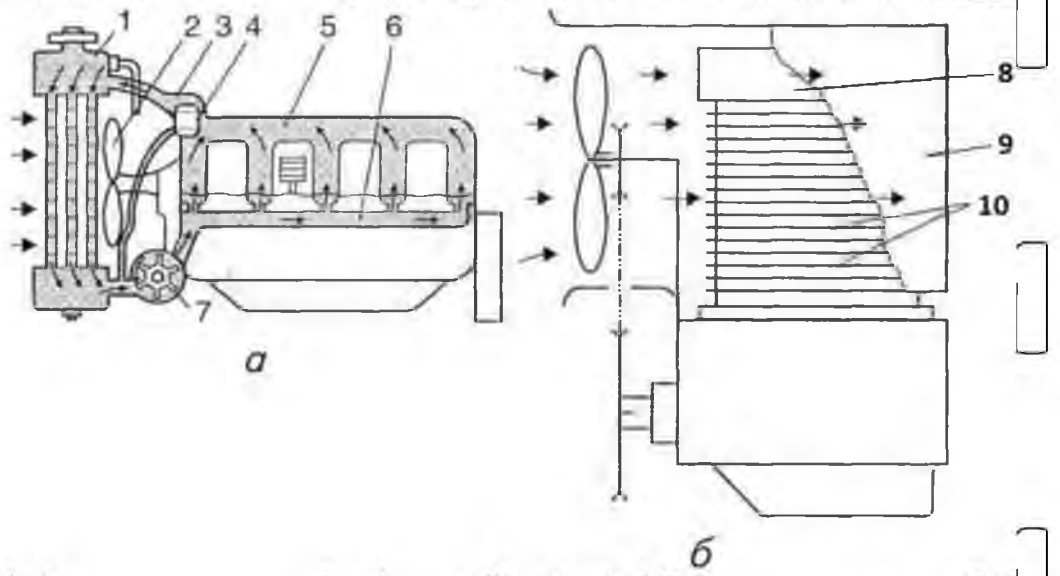


Рисунок 1.2 - Принципові схеми систем охолодження двигунів

Рідинні системи охолодження бувають: відкриті, закриті. Відкрита система безпосередньо сполучається із зовнішньою атмосферою, а закрита (рис. 1.2

а), що використовується в сучасних двигунах, здійснюється періодично через спеціальні клапани в радіаторі або кришці розподільного бака. У закритих системах охолодження температура кипіння охолоджувальної рідини підвищується і вона менше випаровується. Крім того, циркуляція рідини відбувається примусово.

Повітряні системи охолодження (рис. 1.2 б) характеризуються прямою передачею тепла в атмосферу. Необхідна інтенсивність нагріву досягається за допомогою охолоджувальних ребер 10, вентилятора 2 і рефлектора 9.

Витрата охолоджуючого повітря регулюється. Система проста в конструкції та експлуатації, забезпечує швидкий прогрів двигуна після запуску і має невелику вагу.

Недоліки повітряної системи охолодження: високе енергоспоживання для роботи вентилятора; шум; нерівномірність тепловіддачі по висоті циліндра.

Нижче ми розглянемо тільки рідинну систему охолодження.

Система опалення складається з

- піддону системи охолодження блоку циліндрів і головки блоку

циліндрів;

відцентрового насоса;

- термостат

- радіатора з розширювальним бачком

- вентилятор

- з'єднувальні трубки і шланги.

Система охолодження двигуна складається з ряду каналів у блоці та головці циліндрів, якими циркулює охолоджуюча рідина.

Відцентровий насос проганяє охолоджуючу рідину через піддон

системи охолодження двигуна і по всій системі. Насос приводиться в дію

ремінною передачею від останнього ведучого шківів двигуна. Натяг ремня

можна регулювати.

Термостат призначений для підтримки постійного оптимального

теплового режиму двигуна. Коли холодний двигун запускається, тепла

маса вимикається, і вся рідина циркулює лише по малому колу, щоб швидко

прогріти двигун. Коли температура в системі охолодження піднімається

вище

80 - 85° термостат автоматично відкривається, і частина рідини надходить в

радіатор для охолодження. При високих температурах термостат

відкривається повністю і вся гаряча рідина спрямовується у велике коло для

активного охолодження.

Радіатор використовується для охолодження циркулюючої в ньому рідини за допомогою повітряного потоку, що створюється двигуном або вентилятором. Радіатор має велику кількість трубок і "пр'я", які утворюють велику площу поверхні охолодження.

Розширювальний бачок необхідний для компенсації зміни об'єму і тиску охолоджуваної рідини під час нагрівання і охолодження.

Вентилятор призначений для сильного збільшення потоку повітря, що проходить через радіатор автомобіля, і використовується для створення повітряного потоку при працюючому двигуні, коли автомобіль стоїть на місці.

Використовуються два типи вентиляторів. Вентилятор безперервної дії, що приводиться в дію ремінною передачею від щіквіа відбору потужності, і електричний вентилятор, який автоматично вмикається, коли температура охолоджувальної рідини досягає близько 100 градусів.

Шланги і труби з'єднують охолоджуючу рідину двигуна з бачком, насосом, радіатором і розширювальним бачком. До системи охолодження двигуна також входить радіатор опалювача, який нагріває повітря, що подається в салон автомобіля. Температура повітря в салоні регулюється спеціальним клапаном, який збільшує або зменшує потік води через радіатор опалювача.

### 1.3 Радіатор

#### 1.3.1. Принцип роботи радіатора.

Система охолодження забезпечує оптимальну температуру роботи двигуна. Без такого «кондиціонера» автомобіль далеко не заїде: мотор без охолодження перегрівається і виходить з ладу. Для нормальної роботи потрібен адекватний тепловий режим, і інженери продумали всі дрібниці, щоб якомога ефективніше вирішити цю задачу.



Рис. 1.3 - Радіатор охолодження

В системі охолодження радіатор двигуна виконує роль основного теплообмінника: по його трубах проходить нагрітий антифриз, охолоджуючись потоком повітря. Для цієї мети радіатор розміщують в передній частині кузова, відразу за радіаторною решіткою, де можна використовувати зустрічний потік повітря від час руху. А для випадків, коли машина рухається по пробкам (повільно), за радіатором встановлюється вентилятор, що дає примусовий обдув. Таким чином, антифриз, проходячи через «стільники», охолоджується до температури 80-90°C, що забезпечує оптимальну роботу двигуна.

В найперших тракторах та автомобілях використовувалася система охолодження з природною конвекцією: нагрітий антифриз (тоді застосовували

просту воду) проходив по своєму шляху за рахунок різниці температур: більш гаряча рідина має меншу щільність, а більш холодна – велику. За рахунок цієї різниці антифриз вільно проходив системою. Зараз, з розвитком швидкостей руху та навантажень на двигун, збільшується і потреба в охолодженні, тому антифриз циркулює за допомогою насоса, що забезпечує швидкість пересування по системі. Змінився і радіатор охолодження двигуна: крім трубок, на ньому з'явилися і ребра (пластинки) для більш якісного теплообміну. Але сам принцип залишився тим самим: гарячий антифриз надходить в верхню частину радіатора, проходить до низу, остигаючи по шляху, і знову надходить у систему охолодження.

Рис. 1.4. Схема потоків рідини в радіаторі: одноходовий (звичайний) - зліва, і триходовий (праворуч)

### 1.3.2. Види радіаторів

Радіатори відрізняються методом збору, матеріалом корпусу і додаткових компонентів.

В перших радіаторах компоненти з'єднувалися механічним шляхом.

Така збірка досить дешева за собівартістю: для процесу не потрібно ні дороге устаткування, ні особливі технологічні потужності. Слабкою ланкою таких



радіаторів були стики: були потрібні прокладки ущільнювачів, стійкі до антифризу і перепадів температур.

В перших моделях трубки були круглими в перерізі; недорогими, але з недостатнім коефіцієнтом тепловіддачі. Надалі радіатори стали робитися з овальних (сплюснутих) в перерізі трубок, які за рахунок більшої площі набагато краще охоплювали антифриз.

Наступне покоління радіаторів – мідні паяні, дорожчі порівняно зі збірними, але при цьому міцніші і краще віддають тепло. До того ж в зварних радіаторах не потрібні прокладки, крім місць з'єднання металевої частини з пластиковим бачком. Ще одним плюсом мідних конструкцій є можливість їх ремонтувати: пошкодження можна запаяти і використовувати радіатор далі.

У зв'язку з подорожчанням міді виробники стали використовувати більш дешевий алюміній.

Алюмінієві зварні – суцільнометалеві, із застосуванням новітніх методів зварювання, дуже міцні і надійні. Недолік такого радіатора можна побачити тільки в порівнянні з мідним: все ж таки алюміній гірше віддає тепло, але за рахунок площі охолодження нові радіатори цілком справляються з покладеним на них завданням.

В даний час практично всі випущені радіатори робляться з алюмінію, оскільки ціни на мідь ростуть, роблячи її нерентабельним матеріалом. Алюмінієві радіатори відрізняються високою міцністю, що дозволяє ставити їх в автомобілі з потужними двигунами, але при цьому дуже складно ремонтуються: аргонне зварювання, необхідне для запаювання пробоїн і тріщин, може виявитися неефективним, тому що у трубок товщина стінок менша за 1 мм.



Рис. 1.5. Схема пластинчастого дворядного (зліва) і стрічкового трирядного (праворуч) радіаторів

### 1.3.3. Конструкція радіатора

Основними елементами радіатора є бачки і сполучні трубки, що знаходяться між ними. Бачки радіатора можуть розташовуватися з боків або зверху і знизу, залежно від моделі. Антифриз надходить в радіатор зверху і, опускаючись вниз, охолоджується.

Бачки робляться як пластиковими, так і металевими. Пластик легше і дешевше, але при пошкодженні вже не ремонтується. А метал, хоч має більш високу вартість, при необхідності можна «реанімувати» – заварити або запаяти тріщину або пробитий отвір.

Серцевина радіатора виготовляється з окремих вертикальних трубок, між якими розташовані поперечні горизонтальні пластини, або з гофрованих плоских (на всю товщину радіатора) трубок. Кінці трубок впаяні у верхній і нижній бачки. Між трубками встановлено тонкі латунні поперечні пластини, які збільшують поверхню охолодження серцевини і водночас підвищують жорсткість радіатора. У нижній і верхній бачки впаяно патрубків для з'єднання радіатора із системою охолодження двигуна, а у верхній бачок ще й горловина

для заливання охолодної рідини в систему. У цю горловину вляяно верхній кінець паровідвідної трубки; нижній кінець її виведено під радіатор.



Рис. 1.6. Конструкція радіатора:

1. Бачок радіатора.
2. Охолоджувач рідини АКПП.
3. Прокладка.
4. Радіатор системи охолодження.
5. Бічна сполучна скоба.
6. Підстава каркаса.
7. Бачок олійного радіатора.
8. Олійний радіатор.
9. Віско-муфта вентилятора.
10. Вентилятор.

Для поліпшення теплообміну між трубками розташовуються додаткові елементи – пластини (в старих моделях) або алюмінієві гофровані смужки-стрічки (в сучасних радіаторах). Саме стрічкова конструкція поєднує в собі міцність і хорошу тепловіддачу, тож більшість радіаторів виготовляються за цією технологією.

## Технічні вимоги

Для нормальної роботи радіатор повинен відповідати досить високим вимогам:

- Стійкість до корозії – антифризи містять агресивні речовини, які роз'їдають метал, приводячи радіатор в непридатність (етиленгліколь з часом набуває властивостей кислоти). Чим вища якість радіатора, тим довше він буде чинити опір окисленню;

- Герметичність під тиском. При проведенні випробувань на радіатор подається тиск 15 атм., що перевищує критичні показники при перегріванні антифризу;

- Віброміцність. Вібрація – один з ворогів техніки, а в рухомих автомобілях уникнути її неможливо. Радіатор повинен зберігати цілісність при вібрації 5-35 Гц, яка може виникати при русі по розбитій дорозі і роботі двигуна в режимі високого навантаження;

- Стійкість до перепадів температур. Робочий режим радіатора варіюється від -30 до +100°C, причому зміни температури можуть відбуватися досить швидко. І метал, і всі шви повинні без шкоди витримувати такі коливання;

- Стійкість (якість) прокладок. Всі використовувані прокладки, що контактують з охолоджувальною рідиною, виготовлені із стійких до реактивів матеріалів, що не втрачають свої властивості під впливом агресивного хімії;

- Міцність на продавлювання – опірність зовнішнім впливам, що є однією з найпоширеніших причин пошкодження радіатора.

Залежно від конструкції, радіатор системи охолодження може доповнюватися окремими відсіком для охолодження оливи АКПП – така система дозволяє ефективно використовувати обдування радіатора, виконуючи дві функції одночасно. У технічних характеристиках зазвичай вказано, призначений

радіатор для додаткового охолодження трансмісійної оливи, або на АКПП доведеться встановлювати окреме охолодження.

Для автомобілів, в яких встановлений кондиціонер, потрібно підбирати відповідний радіатор: він буде трохи тоншим, а кріплення зроблені в розрахунку на дещо більшу відстань до передньої стінки.

#### Заходи покращення ефективності роботи радіатора

- Конструкція радіатора: кількість рядів, форма трубок, структура. Як правило, радіатори роблять дво- або трирядними, залежно від вільного місця в підкапотному просторі. Зрозуміло, що чим більше рядів – тим

краще охолодження, але і вага, і товщина радіатора будуть відповідно більшими. Форма трубок давно вже робиться овальною (сплющеною), що забезпечує більш якісний обдув повітрям, а значить, і охолодження.

І, звичайно, гофра з тонкого металу, яка допомагає відводити тепло, теж має значення: пластинчасті радіатори поступово відходять у минуле, поступаючи місцем стрічковим;

- Додаткове обдування вентилятором. «Карлсон», як його називають автолюбители, робиться з електричним приводом, оснащеним функцією увімкнення при підвищенні температури антифризу. Таким чином,

додаткове охолодження однаково ефективно працює і на замській порозі, і в міських заторах;

- Чистота. Встановлений в самій передній точці радіатор збирає на себе всю зустрічну бруд: пил, дрібні камінчики, вихлоп автомобілів, що йдуть попереду водянні бризки, мух і метеликів, сухі листочки... Якщо не стежити за чистотою радіатора, шар бруду на ньому сяє парі сантиметрів, що ніяк не сприяє ефективному охолодженню. Фахівці рекомендують періодично чистити решітку радіатора від сміття самостійно або в автосервісі.

В основному вибір йде між мідно-латунними і алюмінієвими, кожен з яких має свої переваги: мідь краще віддає тепло і підлягає ремонту, а алюміній

легший, довговічніший і дешевший. Питання грошей часто має вирішальне значення: якщо алюмінієвий радіатор може прослужити 10-12 років (у мідного термін експлуатації на пару років менше), то немає сенсу переплачувати за більш дорогий матеріал – багато хто на одній машині стільки не їздить. З іншого боку, економити на якості теж не потрібно: китайські радіатори живуть 3-4 роки і ремонту не підлягають взагалі.

Вага радіаторів відрізняється істотно: близько 5 кг алюмінієвий проти 15 кг мідного – значна різниця, особливо для малолітражних автомобілів.

З упевненістю можна сказати: краще орієнтуватися не на матеріали виготовлення, а на сумісність з автомобілем, якість і репутацію виробника. Всі сучасні радіатори виконують свої функції на «відмінно», якщо дотримуватися правил експлуатації.

#### 1.4. Аналіз дефектів радіаторів, що виникають в процесі експлуатації.

Під час експлуатації автомобіля або трактора в системі охолодження можуть виникати різні несправності. Найпоширенішою з них є вихід з ладу радіатора. Основними дефектами радіаторів є відкладення накипу на внутрішніх стінках бачків і трубок, пошкодження трубок і пластин при порушенні правил гігієни, підтікання робочої рідини в місцях з'єднання частин радіатора, пошкодження деталей кріплення, тріщини в чавунних, латунних та інших бачках, скупчення бруду в порожнині пластин. Для запобігання виникненню певних дефектів необхідно проводити своєчасне технічне обслуговування, ремонт і використовувати якісні робочі рідини відповідно до інструкції.

Коефіцієнт повторюваності дефектів визначається за формулою

$$K_{ПД} = N_{Д} / N \quad (2.1)$$

Тут  $N_{Д}$  – кількість даних з даним дефектом;

$N$  – загальна кількість деталей, що підлягають спостереженню.

Коефіцієнт відновлення даних визначається за наступною формулою.

$$K_{ДБ} = N_{Б} / N_{Д} \quad (2.2)$$

Тут  $N_{Б}$  – кількість даних з однаковими характеристиками, які визнані придатними для відновлення після виявлення дефекту,

$N_{Д}$  – кількість реквізитів кредиту, які були визнані дефектними.

Дослідження стану ремонтного фонду за даними Інституту технічного півмісяця дозволило виявити основні види дефектів та їх характеристики

Основні види дефектів радіаторів, згруповані за секціями та їх кількісні характеристики, наведені в таблиці 1.1.

Для виявлення дефектів необхідно перекрити патрубки і подати стиснене повітря під тиском  $1,0 \text{ кгс/см}^2$  в один з патрубків. Потім занурте радіатор у водяну баню. При виявленні будь-яких відхилень загерметизуйте пошкодження.

Якщо є дефект у з'єднанні між основою радіатора та бачками радіатора, за допомогою плоскогубців обережно стисніть кріплення бачків у місці дефекту. Якщо це не усунуло нерівність, за допомогою викрутки відігніть кріпильні виступи банки і зніміть бачок і гумову прокладку. Якщо прокладка все ще еластична і немає механічних пошкоджень, зробіть позначки з обох боків втулок, встановіть їх на місце, притисніть бак до основи струбциною і акуратно зігніть різьбу плоскогубцями, після чого перевірте прилягання.

Якщо усунути протікання не вдається, замініть радіатор.

Механічна несправність. Ця несправність викликана відносно довгим терміном служби двигуна. Знайти місцезнаходження теплоносія легко - він завжди знаходиться під кришкою і трубкою, через яку входить нижній шланг радіатора. При встановленні терморегулятора його необхідно правильно зорієнтувати. У широкій частині кришки знаходиться прямокутна пластина, іноді з маркуванням виробника. Кришка закривається кільцем. Її цілком можна встановити, поклавши стару перед інсталяцією. Звичайно, перед установкою всі поверхні повинні бути ретельно очищені.

Таблиця 1.1

## Основні види дефектів радіаторів

Найменування деталі радіатора	Дефекти	Причини виникнення дефектів	Коеф. повторності дефекту	Коеф. придатності для відновлення	Спосіб усунення дефекту
Серцевина радіатора (трубчасті, пластинчасті і інші)	Відкладання накипу на внутрішній поверхні трубок, їх пошкодження, тріщини, порушення герметичності.	Несвоєчасне технічне обслуговування, не якісна робоча рідина, не якісне виготовлення деталей, удари.	0.5 0.6 0.2	0.8 0.8 0.9	Промивка трубок розчином соляної кислоти з добавкою інгібітора і дугом; своєчасне ТО згідно інструкції; запаявання тріщин або ж заглушування трубок, заміна трубок; гільзування; застосування холодного зварювання.
Нижній і верхній бачки радіатора	Накип на внутрішніх стінках резервуарів, тріщини резервуарів, не герметичність з'єднань.	Несвоєчасне ТО, закипання робочої рідини і не якісний її склад, механічні пошкодження при монтажу.	0.5 0.4 0.5	0.8 0.9 0.9	Електродуговим зварюванням біметалевим електродом, якщо резервуар чавунний або пайкою, якщо резервуар виготовлений із латуні; підтягнути болти кріплення.
Пластини	Деформація пластин, накопичування бруду в міжпластинному просторі.	Удари, пошкодження при монтажу, забрудненість умов експлуатації.	0.6 0.5	0.7 0.8	Рихтування пластин правилкою; наруге миття водою і продувка стиснутим повітрям.
Кріпильні деталі	Деформація, тріщини, злом.	Удари, пошкодження при монтажу.	0.3	0.9	Рихтування, заварювання електродуговою або газовою сваркою.
Кришка з пароповітряним клапаном	Заїдання парового і повітряного клапану	Накопичення бруду і відкладень, вихід з ладу пружини або прокладки	0.2	0.7	Продувка стиснутим повітрям, заміна пружини і прокладки.

## 1.5. Задачі магістерської роботи.

Мета магістерської роботи - розробити технологічний процес ремонту автотракторних радіаторів та розробити пристрій для перевірки серцевини радіаторів, що в свою чергу полегшує виявлення підтікання.



Тема магістерської роботи обґрунтована на основі проведеного техніко-економічного аналізу.

В задачу входить:

- Провести аналіз та дати характеристику господарства і його виробничої діяльності;

- Розкрити фізичну суть та дати кількісну характеристику пошкоджень радіаторів;

- Розробити технологічне планування ділянки для ремонту радіаторів;

- Розробити пристосування для перевірки серцевин радіаторів;

- Провести патентний пошук.

- Розглянути заходи по охороні праці на ділянці ремонту радіаторів;

- Виконати техніко-економічне обґрунтування проєкту;

## 2. ПОШКОДЖЕННЯ РАДІАТОРА, СПОСОБИ ЇХ ВИЯВЛЕННЯ ТА МЕТОДИ УСУНЕННЯ.

### 2.1. Пошкодження радіатора.

Ознакою поломки радіатора є поява протікання: капожка антифризу під машинною насторожить будь-якого водія і змусить звернутися за діагностикою. Другий дзвіночок – перегрів двигуна, що може призвести до дорогого капітального ремонту. У цих випадках винуватцем проблеми може бути не тільки радіатор, але і інші компоненти системи охолодження.

Рис. 2.1. Вид забрудненого радіатора

Порушення герметичності радіатора може відбутися з кількох причин:

- механічне пошкодження через аварію;
- потрапляння на радіатор камінчиків і гілок, які мають досить велике прискорення, щоб пробити з'єднувальні трубки;

Рис. 2.2. Механічні пошкодження радіатора

- корозія металевих частин, що виникає через використання неякісного антифризу або простої води;
- протікання патрубків через ослаблення сполучних хомутів;
- розходження швів через вібрації і природне зношення;
- тріщини бачків радіатора – одна з «хвороб» пластикових деталей;
- накип і відкладення в радіаторі, які забивають трубки;

Рис. 2.3. Накип радіатора

замерзання охолоджувальної рідини всередині радіатора.

Сучасні алюмінієві радіатори практично не підлягають ремонту. Запаювання їх обійдеться в ту ж суму, що і придбання нового, а значить, ремонт має сенс тільки на рідкісних або дуже дорогих моделях. В інших випадках краще дотримуватися профілактичних заходів, щоб радіатор послужив якомога довше.

- покупка якісних виробів від європейських виробників;
- використання хорошого антифризу, який не залишає нашарувань на «сотах» і в інших частинах системи охолодження;

своєчасний долив антифризу і заміна в разі необхідності (як і інші технічні рідини, він випаровується і деградує з часом);

- підбір радіатора відповідно до технічними характеристиками автомобіля, щоб при монтажі не було перекосів, ділянок напруги і зайвої вібрації;
- установка захисту на радіаторну решітку автомобіля, що в разі знижує ймовірність попадання всередину каменів і комах;
- періодичне ТО радіатора і всієї системи охолодження.

## 2.2. Заходи профілакти пошкоджень радіаторів

Найпростіший спосіб збільшити термін нормальної експлуатації радіатора – періодично прибирати бруд з зовнішніх «сот» і відкладення на внутрішніх стінках порожнин.

Для промивання системи охолодження (з попутним заміною антифризу) необхідно:

- Дочекатися повного охолодження двигуна і зниження тиску в системі охолодження.
- Злити в окрему ємність антифриз через кран в нижній частині радіатора. Стан злитої рідини буде показником забрудненості системи: якщо антифриз чистий, то і всередині немає нальоту та іржі. Якщо ж в

антифризі є бруд, осад або він «неправильного» кольору – систему охолодження краще промити.

- Залити дистильовану воду (саме дистильовану, інакше замість промивання можна отримати добрячу порцію накипу!) Для більшого ефекту в воду можна додати трохи (кілька грам) некіслотного засобу від накипу, спеціалізованого або навіть і побутового. Агресивні засоби від накипу можуть пошкодити пластикові частини системи, спровокувати появу корозії на металевих елементах. Завести двигун на 15-20 хвилин.

- Злити воду з миючим засобом, залити чисту воду і знову завести машину. Повторювати промивку до тих пір, поки вода, що зливається з радіатора, не стане абсолютно прозорою.

- Відкрити кришку радіатора і залити свіжий антифриз. Завести двигун, щоб усунути повітряні пробки, при цьому рівень антифризу трохи знизиться. Долити до потрібного рівня і закрити кришку.

Щоб помити радіатор зовні, його необхідно демонтувати. Зазвичай очищення проводять струменем води (не дуже сильним, щоб не пошкодити стільники), м'якою щіткою і неагресивним миючим засобом. Видаливши

«шубу», що наросла на радіаторі, можна в рази поліпшити його тепловіддачу, а значить, і ефективність системи в цілому.



Рис 2.4. Очищення радіатора

### 2.3. Побутові способи ремонту радіаторів

Бажання заощадити може стати відмінним джерелом доходу для продавців всіляких засобів для самостійного ремонту. Історії відомі випадки, коли самостійне лагодження радіатора принесло відчутну користь, але це скоріше виключення з правил: насправді для ремонту потрібна хороша техніка, якісні матеріали та, звичайно, професійні навички.

При виявленні протікання радіатора автовласники нерідко намагаються провести ремонт власноруч, наприклад, придбаним за 50 гривень «холодним зварюванням». Є і більш екзотичні рецепти: засипати в систему охолодження суху гірчицю або тютюновий порошок, вилити туди сире яйце. Теоретично, рослинний порошок повинен набрякнути і «заклеїти» місце протікання, а яєчний білок – згорнутися від високої температури і послужити своєрідною пробкою. Судячи з результатів, такі рецепти активно поширюються тими самими майстрами, які потім пропонують послуги з прочищення і ремонту

радіаторів. Адже ясчному білку ніхто не пояснює, де саме йому потрібно згорнутися, і, крім запалювання, доведеться робити ще і повну чистку.

Рис. 2.5 Вигляд відріновленого радіатора з застосуванням сухої гірчиці

Те ж стосується і покупних герметиків, які відрізняються від домашніх рецептів тільки ціною.

Ремонт подібними засобами, крім витраченого часу і сил, небезпечний, непередбачуваними наслідками: багато матеріалів, які використовуються в якості латок, не витримують високих температур, і при нагріванні до 90-100°C стають м'якими, після чого поступово відшаровуються. Крім того, в місці ремонту залишається мікротріщини, в яких буде утворюватися корозія, а значить, розмір отвору буде поступово збільшуватися.

### 3. ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

#### 3.1. Визначення річного обсягу робіт на технічне обслуговування і ремонт МТП.

Для того, щоб визначити характер та обсяги ремонтів і технічного обслуговування (РТО) для підтримання машин та обладнання в належному стані, необхідно розрахувати середньорічну кількість ремонтів і технічного обслуговування для заданого типу і марки машин та визначити вид ремонтних робіт, що виконуються на ремонтному підприємстві.

Річна кількість капітальних ремонтів визначається за наступною формулою:

Для тракторів і меліоративних машин:

$$K_p = K_m \cdot \text{Ч Окр} \cdot \text{ЧР1} \cdot \text{ЧР2} \quad (3.1)$$

Для автомобілів, причепів та напівпричепів:

$$K_{cr} = K_m \cdot \text{С Окр} \cdot \text{ТР3} \cdot \text{ТР4} \cdot \text{ТР5} \quad (3.2)$$

Для комбінованих та самохідних лісозаготівельних машин:

$$K_{cr} = K_m \cdot \text{CFRFR7} \quad (3.3)$$

Металорізальні верстати, ковальсько-пресове обладнання:

$$K_{cr} = K_m \cdot \text{Ч Окр} \quad (3.4)$$

Тут  $K_m$  - кількість верстатів, кількість ОВФ даного типу;

$K_p$  - коефіцієнт охоплення капітальним ремонтом за рік;

$\text{П1}, \text{П2}, \dots, \text{П7}$  - поправочні коефіцієнти;

$\text{П1} = 1,06$  - враховує специфіку експлуатації;

$\text{П2} = 1,0$  - середній вік автопарку та тракторного парку;

$\text{П3} = 1,15$  - категорія дорожніх умов;

$\text{П4} = 1,15$  - склад автопоїзда;

$\text{П5} = 0,91$  - природно-кліматичні умови агровиробництва;

$\text{П7} = 1,15$  - загальні умови експлуатації.



Загальна річна трудомісткість капітального ремонту тракторів, землерийних і меліоративних машин, візків, складних і самохідних лісозаготівельних машин, металорізальних верстатів, ковальсько-пресового обладнання та ремонтно-технологічного устаткування розраховується за

формулою

$$T_{кр} = [K_{кр}] \cdot T_{кр} \quad (3.5)$$

для всіх машин, крім автомобілів;

$$T_{кр} = [K_{кр}] \cdot T_{кр} \cdot П3 - П4 \cdot П5 \quad (3.6)$$

для автомобілів, причепів та напівпричепів;

Тут  $[K_{кр}]$  - ціла кількість КТЗ.

$T_{кр}$  - трудомісткість одного КР для фермерських господарств, людино-годин.

Річна планова кількість поточних ремонтів тракторів та меліоративної

техніки:

тракторів та меліоративної техніки

(3.7)

комбінованих та самохідних лісозаготівельних машин:

$$K_{рп} = K_{м-П9-П12} - [K_{кр}] \quad (3.8)$$

Комбіновані машини:

$$K_{рс} = K_{м-П9-П12} \quad (3.9)$$

Лісозаготівельні машини:

$$K_{fm} = K_{м-П10-П13} \quad (3.10)$$

металорізальні верстати та ковальсько-штампувальне обладнання:

$$K_{рс} = K_{м} - (1 - O_{cr} - O_{sr}) \quad (3.11)$$

ремонтно-обслуговуюче обладнання:

$$K_{пн} = K_{м} - (1 - O_c) \quad (3.12)$$

де,  $E_e$  - плановий середньорічний наробіток машини, людино-годин.

$П_{то-3}$  - періодичність технічного обслуговування-3;

$Т_{то-3}$  - 960 людино-годин.

$П9, П10, П12, П13$  - коригувальні коефіцієнти:

наявність в парку машин з гарантійним терміном експлуатації

$$P_9 = 0,86; P_{10} = 0,87$$

перелік зношених машин

$$P_{12} = 0,86; P_{13} = 0,87$$

Відповідно, загальна річна трудомісткість планових поточних ремонтів тракторів і меліоративних машин визначається за формулою

$$K_{\text{ср}} = K_{\text{м}} \cdot O_{\text{ср}} \quad (3.13)$$

Тут  $K_{\text{ср}}$  - коефіцієнт охоплення для техніки, що підлягає середньому ремонту.

Середньорічна трудомісткість визначається за формулою

$$T_{\text{ср}} = [K_{\text{ср}}] \cdot T_{\text{ср}} \quad (3.14)$$

Тут  $T_{\text{ср}}$  - нормативна трудомісткість середнього ремонту, людино-годин.

Річна кількість ТО-1, ТО-2, ТО-3 для кожної марки тракторів та будівельної техніки визначається за формулою

$$K_{\text{ТО-3}} = \frac{K_H \cdot B^{\Gamma}}{B_{\text{ТО-3}}} - K_{\text{КР}} \quad (3.15)$$

$$K_{\text{ТО-2}} = \frac{3 K_H \cdot B^{\Gamma}}{4 B_{\text{ТО-3}}} \quad (3.16)$$

$$K_{\text{ТО-1}} = \frac{3 K_H \cdot B^{\Gamma}}{4 B_{\text{ТО-3}}} \quad (3.17)$$

де,  $B_{\text{ТО-3}} = 960$  мото.-год.

$B_{\text{ТО-2}} = 240$  мото.-год.

$B_{\text{ТО-1}} = 60$  мото.-год.

Сумарна річна трудомісткість для ТО-1, ТО-2, ТО-3 тракторів і землерийних машин визначається за формулою:

$$T_{\text{ТО-3}} = [K_{\text{ТО-3}}] \cdot T_{\text{ТО-3}} \quad (3.22)$$

$$T_{\text{ТО-2}} = [K_{\text{ТО-2}}] \cdot T_{\text{ТО-2}} \quad (3.23)$$

$$T_{\text{ТО-1}} = [K_{\text{ТО-1}}] \cdot T_{\text{ТО-1}} \quad (3.24)$$

де,  $T_{то-3}$ ;  $T_{то-2}$ ;  $T_{то-1}$  - трудомісткість одного ТО для господарства, люд.-год.  
Сумарна річна трудомісткість для ТО-2, ТО-1 автомобілів і причепів визначається по формулі:

$$T_{то-2} = [K_{то-2}] T_{то-2} \cdot P_3 \cdot P_4 \cdot P_5 \quad (3.25)$$

$$T_{то-1} = [K_{то-1}] T_{то-1} \cdot P_3 \cdot P_4 \cdot P_5 \quad (3.26)$$

де,  $T_{то-2}$  і  $T_{то-1}$  – трудомісткість одного ТО для господарств, люд./год.

$P_3$ ,  $P_4$ ,  $P_5$  – поправочні коефіцієнти враховуючи

$P_3 = 1,15$  – категорію дорожніх умов;  
 $P_4 = 1,15$  – склад автопоїзду;  
 $P_5 = 0,91$  – природньо-кліматичні умови експлуатації.

Річне число ТО-1 і ТО-2 по кожній марці зернозбиральних комбайнів

визначається по формулі:

$$K_{то-1} = K_m \cdot 3 \quad (3.27)$$

$$K_{то-2} = K_m \cdot P_9 \cdot P_{12} - [K_{кр}] \quad (3.28)$$

Сумарна річна трудомісткість визначається по формулі:

$$T_{то-2} = [K_{то-2}] \cdot T_{то-2} \quad (3.29)$$

$$T_{то-1} = [K_{то-1}] \cdot T_{то-1} \quad (3.30)$$

де,  $T_{то-2}$ ,  $T_{то-1}$  – трудомісткість одного ТО для складних машин.

## 3.2. Планування роботи ремонтної майстерні.

### 3.2.1 Обґрунтування схеми технологічного процесу поточного ремонту машин.

На основі аналізу стану ремонтно-обслуговуючої бази ремонтної майстерні доцільно удосконалити схему технічного процесу поточного ремонту лісогосподарської техніки.

При розподілі заходів будемо спиратися на останні досягнення в галузі ремонту машин з урахуванням агрегатно-вузлового методу ГОІР (поточного ремонту) машин і лісогосподарського обладнання. Процес технологічного ремонту починається з очищення машин від бруду та біологічних залишків, зливу відпрацьованого мастила.

Після миття та часткового розбирання машина доставляється до ремонтно-складального цеху. У цьому відділенні є два потоки. Один проходить вздовж РМ, інший має тупикову схему розташування машин і вузли миються в мийних баках і розбираються за допомогою верстатів.

Вимиті вузли та деталі відправляються у відповідні цехи для дефектації, ремонту та випробувань.

Тобто перед ремонтом оцінюється технічний стан деталей, порівнюється з технічними вимогами і робиться висновок про їх подальше використання. У ремонтній майстерні планується встановити стенди, придбати інструменти та пристосування для виробування та регулювання вузлів і агрегатів.

Після цього машини розбираються на вузли та агрегати. Відповідно до рішення організації, в РТП планується ремонт окремих вузлів та агрегатів.

Відремонтовані машини доставляються до заправно-намотувального цеху.

Техніка заправляється паливом, маслом та іншими технічними рідинами.

Всі вузли, агрегати і системи відремонтованої установки перевіряються і налагоджуються.

Потім, за необхідності, машини знову розгерметизуються і перемотуються на майданчику поруч з ремонтним цехом.

3.2.2 Визначення складу виробничих і допоміжних дільниць РМ та вибір основного ремонтно-технологічного обладнання.

Структура ремонтної майстерні та склад виробничих і допоміжних дільниць визначаються на основі технологічного процесу ремонту машин та існуючих типових проектів ремонтних підприємств.

Як правило, ремонтні майстерні для колгоспів і радгоспів включають наступні відділення: зовнішньої очистки та мийки, технічного обслуговування та діагностики, ремонтно-складальне, ремонту двигунів, ремонту та регулювання паливної апаратури, ремонту електрообладнання, зарядки акумуляторних батарей, ремонту лісогосподарської техніки, ковальсько-зварювальне та слюсарно-механічне.

Проектом також передбачено шиномонтаж та маркування дільницю. Передбачено приміщення для зберігання запасних частин та інструментів. Для визначення складу основного технологічного обладнання візьмемо за основу

- технологічний процес ремонту;
- трудомісткість окремих видів робіт або процесів.

До складу основного технологічного обладнання повинні входити діагностичні стенди, зварювальне обладнання, мийні машини, металорізальні верстати, стенди для демонтажно-монтажних робіт. Для визначення трудомісткості конкретної ремонтної роботи використовуємо наступну

формулу:

$$T_i = 0,01 T_{рт} \cdot \chi_i; \quad (3.31)$$

Тут  $T_{рт}$  - річна трудомісткість ремонту РМ, людино-години;

$\chi_i$  - відсоток таких робіт у річній трудомісткості.

Найбільш трудомісткими є ремонтно-складальні роботи - 2275 людино-годин, монтаж і регулювання - 4194 людино-годин та перевірка і випробування - 953 людино-годин.

### 3.2.3 Визначення кількості працівників ремонтної майстерні.

Всі працівники ремонтної майстерні поділяються на наступні групи в залежності від виконуваних ними робіт і завдань: виробничі робітники, допоміжні робітники, інженерно-технічні працівники.

До виробничих робітників відносяться: слюсарі-ремонтники, мийники, верстатники, ковалі, зварювальники, лудильники, електрики та інші.

Допоміжні робітники включають машиністів, завідувачів складами, підсобних робітників та прибиральників.

Інженерно-технічні працівники включають начальника цеху, нормувальника та техніка з ремонту.

Для визначення чисельності виробничих робітників скористаємося розрахунковим методом. Кількість робітників визначаємо в залежності від

обсягу та виду ремонтних робіт за наступними формулами:

$$P_{д\dot{л}}^{л} = \frac{T_{д\dot{л}}}{\Phi_{П.Р.} * K} \quad (3.32)$$

$$P_{д\dot{л}}^{ск} = \frac{T_{д\dot{л}}}{\Phi_{Д.Р.} * K} \quad (3.33)$$

де,  $P_{д\dot{л}}^{л}$  і  $P_{д\dot{л}}^{ск}$  - явочна і списочна кількість робітників;

$T_{д\dot{л}}$  - трудомісткість робіт по окремій дільниці чи робочому місцю,

люди-год.

$\Phi_{П.Р.}$ ,  $\Phi_{Д.Р.}$  - номінальний і дійсний фонд часу роботи робітників,

год.

$K$  - планових коефіцієнт перевиконання норм виробітку.

Приймаємо  $P_{сп} = 8$  чол.

Чисельність допоміжних робітників складає 10% від чисельності основних виробничих робітників. Для нашої майстерні  $P_{доп.} = 1$  чоловік.

Чисельність інженерно-технічних працівників, службовців, молодшого обслуговуючого персоналу приймаємо відповідно 8%, 2%, 2% від суми

виробничих і допоміжних робітників, і розраховуємо по формулі:

$$P_{тр.} = (P_{сп.} + P_{доп.}) * 0,08 \quad (3.34)$$

$$P_{сп.} = (P_{сп.} + P_{доп.}) * 0,02 \quad (3.35)$$

$$R_{\text{мол.}} = (R_{\text{сп.}} + R_{\text{доп.}}) \cdot 40,02 \quad (3.36)$$

де  $R_{\text{ітр.}}$ ,  $R_{\text{сп.}}$ ,  $R_{\text{мол.}}$  – чисельність відповідно інженерно-технічних працівників, службовців і молодшого обслуговуючого персоналу.

Тоді отримаємо:

$$R_{\text{ітр.}} = (8+1) \cdot 40,08 = 1;$$

$$R_{\text{сп.}} = (8+1) \cdot 40,02 = 1,$$

$$R_{\text{мол.}} = (8+1) \cdot 40,02 = 1.$$

Приймаємо;  $R_{\text{ітр.}} = 1$  чол.;  $R_{\text{сп.}} = 1$  чол.;  $R_{\text{мол.}} = 1$  чол.

Загальний штат працюючих ремонтної майстерні буде складати:

$$PPM = R_{\text{ск}} + R_{\text{доп}} + R_{\text{ітр}} + R_{\text{сл}} + R_{\text{мол}} \quad (3.37)$$

$$P_{\text{ЦРМ}} = 8 + 1 + 1 + 1 + 1 = 12 \text{ чоловік.}$$

### 3.2.4. Визначення потрібної кількості ремонтно-технологічного

обладнання для дільниці.

Для визначення потрібної кількості та типу технологічного обладнання скористаємось даними технології ремонту техніки для даної майстерні та трудомісткістю окремих видів робіт по дільницях. Розрахувати необхідно кількість основного обладнання, на якому будуть виконуватись найбільш трудомісткі роботи.

Кількість метало ріжучих верстатів розраховуємо за формулою:

$$S_{\text{овр.м}} = \frac{T_{\text{овр.м}} \cdot K_{\text{м}}}{\Phi_{\text{д.о.}} \cdot \eta_{\text{с}}} \quad (3.38)$$

де  $T_{\text{овр.м.}}$  – річна трудомісткість метало ріжучих верстатів, люд.-год.;

$K_{\text{н}}$  – коефіцієнт нерівномірності завантаження підприємства.

$$K_{\text{н}} = 1,0 \dots 1,3;$$

$\eta_{\text{с}}$  – коефіцієнт використання обладнання даного типу,  $\eta_{\text{с}} = 0,86 \dots 0,9$ ;

$\Phi_{\text{д.о.}}$  – дійсний фонд часу роботи обладнання,

$\Phi_{н.р.} = 2070$  год.;

$\Phi_{д.о.} = 0,96 \Phi_{н.р.}$  ЧС

де С – коефіцієнт змінності, С=1;

$\Phi_{д.о.} = 0,96 \cdot 2070 \cdot 1 = 1987$  год.

Тоді для визначення токарних верстатів маємо:

$$S_{\text{обр.м}} = \frac{739 \cdot 1.1}{1987 \cdot 0.88} = 0.46$$

Приймаємо один токарний верстат.

Кількість зварювальних апаратів визначаємо по формулі:

$$S_M = \frac{T_{10}}{\Phi_{д.о.} \cdot m_{p,10}} \quad (3.39)$$

де тр.зв. – кількість робітників зварювальників.

Тоді:

$$S_m = \frac{555}{1987 \cdot 1} = 0.27$$

приймаємо для відділення 1 зварювальний апарат.

### 3.2.5. Загальне планування виробничих будівель, технологічне планування дільниць цеху.

Для розрахунку виробничої площі цеху можна використовувати питому площу на 1 робітника; на 1 робоче місце, розрахувати площу, зайняту обладнанням і використовувати коефіцієнт перерахунку; питому площу на 1 ремонт.

Залежно від специфіки відділення або дільниці та обладнання, ці методи можна використовувати в різних комбінаціях. Для визначення виробничих площ зовнішньої мийки, ремонтно-складальної дільниці, а також дільниць діагностики, розливу та пакування ми використовуємо формулу, яка враховує площу, зайняту машинами та обладнанням:

$$S_{\text{діст.}} = (F_{об} + F_m) \delta, \quad (3.40)$$



де  $\delta$  - коефіцієнт, що враховує робочу зону та проходи;

$F_{об}$  - площа, зайнята обладнанням, м<sup>2</sup>,

$F_{м}$  - площа, зайнята машинами, м<sup>2</sup>.

Щоб визначити площу інших частин, скористайтеся формулою:

$$S_{дст.} = F_{об} \cdot \delta, \quad (3.41)$$

В даному випадку беремо площу обладнання з урахуванням робочої зміни та заїзду.

### 3.2.6 Перевірка схеми технологічного процесу ремонту машин.

При технічному переоснащенні центральної ремонтної майстерні підприємства застосовуються сучасні методи ремонту, в тому числі агрегатно-вузлові методи обслуговування машин і устаткування, підйомно-транспортне обладнання, а також трудомісткі процеси.

Технічний процес ремонту починається з очищення двигуна від бруду і пилу, зовнішньої мийки, зливу відпрацьованого масла, продувки порожнини картриджа стисненим повітрям.

Після миття та часткового розбирання машина направляється на ремонтно-складальну дільницю, де організовано дві ремонтні смуги: Смуга для важких автомобілів, яка проходить по всій довжині цеху, і смуга з тупиками для легких автомобілів вагою до 3 тонн, які встановлюються на робочі стійки за допомогою 3,5-тонного крана. Узли та агрегати, що надходять на складально-мийну дільницю, мийуться в мийних машинах і ваннах для миття деталей і розбираються.

Вимиті узли та деталі відправляються на відповідну дільницю для ремонту та випробувань. Попередньо оцінюється технічний стан кожного вузла і агрегату та приймається рішення про можливість подальшого використання, необхідність ремонту або видалення як непридатних для подальшого використання або ремонту. Відремontовані компоненти або нові компоненти направляються на ремонтно-складальну дільницю для проведення

складально-монтажних робіт. На ремонтно-складальній дільниці агрегат збирається, обмотується і регулюється на стендах.

В процесі складання необхідно контролювати правильність і надійність кріплення агрегатів, вузлів і деталей. На машину можна встановлювати тільки попередньо перевірені вузли, агрегати і деталі.

Повністю або частково зібрані машини на машинних коліях переміщують по майданчику за допомогою пристрою ОПТ-136 на коліях з тупиковим рухом машини. Всі ремонтні роботи виконуються в задалегідь визначеному місці і відповідно до наряду-допуску.

Відремонтowana машина доставляється на пост з паливом і маслом з розподільчого контуру. Перевіряється спільна робота вузлів і агрегатів, машина змащується і заправляється паливом. Пакування здійснюється на майданчику поблизу майстерні.

Таблиця 3.1

Річна виробнича програма ЦРМ

№ зп	ВИДИ РОБІТ	Трудомісткість	
		Люд/год	%
1.	ПР автомобілів і причепів	1629,9	12,4
2.	ТО автомобілів і причепів	1128Д	8,5
3.	ПР тракторів	1667	12,6
4.	ТО тракторів	939,8	7,1
5.	ПР і ТО лісгосп. маш. машин	1313,1	9,9
6.	ПР і ТО рем. майстерень	481	3,7
7.	ТО нафтосховищ	129	1

8.	Усунення відказів	1533	11,6
9.	Виготовлення деталей	613	4,7
10.	Виготовлення інструменту	306,6	2,3
11.	Інші затрати	511	3,8
ВСЬОГО:		12134,2	92

### 3.2.7. Розподіл ремонтно-обслуговуючих дій майстерні по видах робіт.

Центральний цех підприємства планує виконати роботи загальною трудомісткістю 13 184 людино-років.

Для визначення виду робіт трудомісткість визначається за формулою:

$$T_i = 0,01 T_p X_i \quad (3.42)$$

де,  $T_p$  - річна трудомісткість робіт з ОМД, люд/рік;

$X_i$  - відсоток видів робіт від річної трудомісткості.

### 3.2.8. Розподіл робіт з ремонту та технічного обслуговування в майстернях за видами ремонтних операцій.

Розподіл робіт з ремонту та технічного обслуговування в майстерні за видами робіт наведено в Додатку А. Як бачимо, розподіл трудомісткості за видами робіт є одним з важливих завдань технічної частини проекту. Від

точності цього розподілу залежить розробка штату ремонтного підприємства,

а також точність подальших розрахунків для визначення кількості працівників, обладнання та площі майданчика.

Найбільш трудомісткими є монтажні-складальні роботи, а також механічні та ремонтні роботи.

# НУБІП України

3.3. Розрахунок трудомісткості, технічного оснащення та обладнання робочих місць дільниці жерсті.

# НУБІП України

# НУБІП України

Річна трудомісткість робіт розподіляється по декількох місяцях року, щоб забезпечити технічну готовність машин до початку відповідних

польових робіт і збалансувати загальне завантаження цеху. При розподілі

робіт по місяцях року враховуються наступні вимоги

# НУБІП України

- трудомісткість ремонту транспортних засобів розподілена на даний момент

рівномірно розподілена на 12 місяців;

- 80% поточної трудомісткості ремонту тракторів рівномірно

# НУБІП України

заплановано на осінньо-зимовий період, 20% поточної трудомісткості ремонту двигунів цієї групи рівномірно розподілено на весняно-літній період

- 30% трудомісткості технічного обслуговування тракторів планується виконувати рівномірно в осінньо-зимовий період, а 70% - у весняно-літній

період;

# НУБІП України

- ремонт різних типів комбайнів та сільськогосподарської техніки наразі планується використовувати рівномірно за умови, що вони повинні бути в

технічній готовності за 20 днів до початку відповідних польових робіт.

Для тракторів ремонт зосереджені в першому та четвертому кварталах (80%), а технічне обслуговування в основному проводиться в другому та третьому кварталах (70%).

# НУБІП України

Визначимо середньорічну кількість працівників за формулою:

$T_c = P_{cp} \cdot \text{осіб (3.43)}$   
де,  $T_c$  – загальна річна трудомісткість робіт у цеху, год/год;

$F_n$  – номінальний річний фонд робочого часу,  $F_n = 2070$ ;

$P_{cp} = 13184 = 6,4 \text{ осіб (3.44)}$

Детальна інформація про працівників на кожній дільниці наведена в Додатку Б.

Кількість працівників на одну станцію визначається за формулою:

$(3.45)$   
де  $t_{rp}$  – річна трудомісткість жерстяної дільниці згідно з планом завантаження цеху, год/год;  $t_{rp} = 1790 \text{ дн/рік}$ ;

$F_{dp}$  – дійсний фонд робочого часу працівників, років;

$N_{rp} = 1790 = 1$

1840  
Приймаємо одного працівника.  
Кількість обладнання для дільниці визначається за формулою:

$(3.46)$

де  $T_{rp}$  – річна трудомісткість жерстяної дільниці згідно з планом завантаження цеху, год/год;  $T_{rp} = 1790 \text{ робочих годин/рік}$ ;

$F_{фч}$  – фактичний фонд часу роботи, рік;

$t_{trp}$  – кількість працівників дільниці шиноремонту.

$N_{rp} = 1790 = 1$

1840 - 1  
Ми отримали один стенд для ремонту радіаторів. Перелік та розташування додаткового обладнання для робочого місця лудильника наведено в презентаційних матеріалах.

Виробнича площа майстерні включає площі, зайняті технічним обладнанням, робочими місцями, в тому числі верстаками, слюсарними верстаками, верстаками-верстаками, верстаками-верстаками,

комплектуючими виробами, розташованими біля робочих місць і обладнання, а також проходами.

Площа для бляхарського цеху розраховується за наступною формулою:

$$F_d = (F_{obl} + F_m) \cdot b \quad (3.47)$$

де  $F_{від}$  - площа, зайнята рослинами,  $m^2$ ;  $F_{від} = 8 \text{ м}^2$ ;

$F_m$  - площа, зайнята технікою,  $m^2$ ;  $F_m = 2$ ;

$b$  - коефіцієнт, що враховує зони та проходи,  $b = 3,5$ .

Для жерстяної дільниці виробнича площа дорівнює

$$F_{wd} = (8 + 2) \cdot 3,5 = 35 \text{ м}^2.$$

Згідно з типовим проектом приймемо  $F_{від} = 36 \text{ м}^2$

3.4 Технічне планування дільниці та розрахунок виробничої площі цеху з урахуванням переміщення технічного обладнання.

В основу розробки покладено вимоги технологічного процесу, що передбачає раціональне розміщення всіх підрозділів з метою мінімізації часу і ресурсів, що витрачаються на транспортування вантажів і раціональну організацію людських потоків.

При розробці плану приміщення вирішуються наступні питання: визначення габаритних розмірів будівлі, раціональне розміщення відділів, вибір інструментарію

#### 4. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

##### 4.1. Технологія ремонту радіаторів.

Система охолодження використовується для підтримки робочої температури двигуна. Радіатор є важливим компонентом системи охолодження двигуна внутрішнього згоряння, який підтримує робочу температуру в автоматичному режимі. В процесі експлуатації корозія та механічні пошкодження можуть призвести до пошкодження трубок радіатора. Залежно від віку, до 10% автомобільного парку потребують щорічного ремонту.

Кожен компонент автомобіля має обмежений термін служби. Це стосується і автомобільного радіатора. Автомобільні радіатори забиваються сміттям з системи охолодження двигуна, піддаються впливу агресивних агентів зимової їзди (особливо помітно в нижній частині радіатора), пробиваються камінням або пошкоджуються в аваріях.

У разі пошкодження радіатора автомобіля є два основних варіанти.

Замінити радіатор на новий або відремонтувати наявний радіатор.

Радіатори також можуть бути пошкоджені через несправність одного з елементів системи охолодження (помпа, датчик температури, пробка радіатора або розширювального бачка).

Звичайно, заміна радіатора на новий - найкращий варіант з точки зору якості та надійності. Однак сучасні методи ремонту радіаторів дозволяють досягти практично повного відновлення радіатора за ціною до 30-50% меншою, ніж купівля нового радіатора.

Крім того, термін поставки нового радіатора для деяких імпортованих моделей автомобілів може становити до 30 днів, тоді як відремонтувати радіатор можна всього за 1 день. Гарантійний термін на відремонтований радіатор становить від 6 до 12 місяців, в залежності від пошкодження.

На жаль, не всі методи ремонту автомобільних радіаторів є ефективними. Крім того, деякі "традиційні" методи усунення течі радіатора не тільки неефективні, але й шкідливі для системи охолодження в цілому.

Використання спеціальних кристалів, які є пристроями, що зупиняють протікання радіатора зсередини, може зупинити протікання на короткий проміжок часу, перекривши доступ охолоджуючої рідини до радіатора.

Але при цьому герметик закупорює не лише пошкоджену частину радіатора, а й весь радіатор, скорочуючи термін його служби. Що ще

гірше, мікроб також засмічує всю систему охолодження, двигун і всі труби. Це призводить до необхідності більш ретельного і дорогого очищення системи із заміною основного радіатора.

Пайка і заглушення труб ураженого пристрою також не є панацеєю. Це лише спосіб тимчасово зупинити протікання. Наприклад, щоб дістатися до місця основного ремонту або дочекатися доставки нового радіатора.

Також не рекомендується прочищати засмічений радіатор сильними хімічними засобами на основі кислот. Більш того, на практиці бажаного результату (очищення і відновлення нормальної ефективності охолодження двигуна) ніколи не досягається. Такі склади на основі

кислот сильно пошкоджують ущільнювачі і завдають значної шкоди загальному стану системи охолодження двигуна.

Основним і найефективнішим способом ремонту радіатора є заміна його серцевини. При цьому замінюється не тільки пошкоджена частина сот радіатора, але і всі стільники. Збираються тільки радіаторні бачки (якщо вони не пошкоджені), в іншому випадку після ремонту ми маємо практично новий радіатор, який не поступається за своїми якостями новому оригінальному радіатору.

Недостатнє охолодження при справній роботі інших компонентів системи охолодження, втрата антифризу при відсутності витоків також є ознаками несправного радіатора. Це може бути пов'язано з декількома причинами: засмічення сот радіатора. Дрібні мухи, ворсинки від молі та



квітів, дорожній пил - все це може забити стільники радіатора при тривалій експлуатації і перешкоджати належній тепловіддачі. Наступний за поширенням тип порушення - наявність великої кількості відкладень на внутрішній поверхні радіатора. Це пов'язано з використанням в якості теплоносія звичайної (недистильованої) води або якогось антифризу.

Тому рекомендується щорік використовувати тільки якісні теплоносії і при необхідності проводити чистку радіатора у відповідній установці.

Влітку слід перевіряти чистоту серцевини радіатора. Якщо він забруднений, його слід очистити струменем води або стисненого повітря, спрямованим на серцевину з боку вентилятора.

Таблиця 4.1

Основні несправності та методи їх усунення.

Несправність	Можлива причина	Метод усунення
Перегрів двигуна	Недостатній рівень охолоджуючої рідини	Долейте охолоджуючу рідину
	Витік охолоджувальної рідини	Відремонтуйте
	Засмічено простір між пластинами радіатора	Прочистіть
	Пошкоджено кришка радіатора	Замініть
	Несправний вентилятор радіатора	Відремонтуйте
Корозія	Несправний термостат	Замініть
	Засмічені канали для протоки охолоджуючої рідини	Прочистіть
	Несправний водяний насос	Відремонтуйте або замініть
	Домішки в охолоджуючої рідини	Замініть

Для контролю за роботою системи на панелі приладів є показник температури охолоджувальної рідини. Нормальна температура охолоджувальної рідини під час роботи двигуна повинна бути в межах 80-95°C.

#### 4.2 Зняття радіатора

Для зняття радіатора виконайте наступні операції

Злийте охолоджуючу рідину з радіатора, відкрутивши кришку розширювального бачка, послабте затискний хомут відповідного патрубку на нижньому патрубку радіатора і зніміть патрубок. Це дозволить злити охолоджуючу рідину з радіатора, бачка, з'єднувальних шлангів і частково з охолоджувальної кромки двигуна.

2. Від'єднайте кабелі від датчика вимкнення електровентилятора та електродвигуна електровентилятора.

3. Від'єднайте від радіатора підвідний шланг і шланги, що з'єднують радіатор з розширювальним бачком.

4. Зніміть верхній, правий, лівий і нижній напрямні подачі повітря радіатора.

5. Щоб зняти верхню кришку, вийміть її зі спеціальних пазів; щоб зняти праву та ліву кришки, відпустіть спеціальні засувки (три праворуч і дві ліворуч) і витягніть кришку з пазів; щоб зняти нижню кришку, відкрутіть гвинти, що кріплять її до радіатора.

6. Щоб зняти радіатор з латунними бачками, відкрутіть 4 гвинти, що кріплять радіатор, і зніміть радіатор разом з корпусом і електровентилятором.

Для зняття радіатора використовуйте гайки, гайкові ключі, хрестоподібну викрутку та звичайну викрутку.

4.3 Існуюче обладнання та методи ремонту радіатора.

Обладнання для ремонту радіаторів може включати в себе кілька типів пристроїв та обладнання.

Перш за все, це інструменти для очищення деталей від бруду. Бруд видаляється шляхом ручного миття водою та продування стисненим повітрям.

При необхідності нагрівальні пластини розгладжують праскою. Якщо система охолодження двигуна не була попередньо очищена від нальоту, радіатор необхідно очистити в майстерні. Для цього його промивають у ванні 4% розчином соляної кислоти з додаванням інгібітора ПБ-5 у кількості 3 г/л.

Температура розчину 50-70 °С, час промивання 10...15 хв. Потім радіатор промивають у розчині лугу КМЦ у воді і перевіряють на гідрометрію в приладі для випробування серцевини радіатора (тиск 0,10...0,15 МПа). За відсутності приладу серцевину поміщають у водяну баню, ручним насосом подають повітря в кожен трубку і спостерігають за місцем пошкодження.

Якщо виявлено пошкодження трубок у зовнішніх рядах, їх герметизують зварюванням ПОК-30. Трубки внутрішнього ряду герметизуються з обох боків. Допускається заглушати до 5% труб, решта підлягає заміні. Для цього трубки нагрівають від нагрівальних і охолоджувальних пластин за допомогою гарячого повітря, нагрітого до 500...600 С, пропущеного через змійовик, прикріплений до паяльної лампи. Гаряче повітря направляє через трубку радіатора. Коли приій розплавиться, трубку виймають за допомогою спеціальних щипців з язичком, який за розміром і формою підходить до отвору в трубці.

Для повторного зварювання трубок можна використовувати або піч, нагріту до 700...800 °С, або пропускати через них електричний струм від нагрітого транспондера.

Замінені трубки припаюються до пластин опору за допомогою спеціального паяльника з паяльною пастою ПОС-30, використовуючи хлористий цинк як флюс.

Крім заміни пошкоджених трубок, існує метод їх ремонту шляхом згиначання. Для цього кінці трубок, які знаходяться на опорних пластинах, спочатку загинають спеціальним плоским валиком. Потім всю трубку розщеплюють, протягуючи через неї за допомогою лебідки відповідну котушку з розвальцьованим кінцем на кінці. Нова труба вставляється в розвальцьовану трубу і приварюється до кінця опорних пластин.

Після ремонту серцевину радіатора перевіряють, щоб переконатися, що вона гармонійно поєднується з серцевиною радіатора так само, як і до ремонту. У радіаторах, придатних для збору, кількість нових труб і гільз не повинна

перевищувати 20% від загальної кількості труб у випадку тракторів і легкових автомобілів, і 25% - у випадку вантажних автомобілів.

Тріщини в чавунних бачках радіаторів ремонтують електродуговим зварювальним апаратом з використанням біметалевого електродуги або прутка ПАНЧ-11, газозварювальним апаратом з використанням латунних прутків або зварними швами ЛОК і ЛОМНА.

На латунних баках тріщини і розриви зазвичай ремонтують паянням припосом ПОС-30 або флюсом.

Ремонт масляних радіаторів аналогічний ремонту водяних радіаторів. L

Установку радіатора виробляти в зворотній послідовності. Заправку охолоджуючої рідини слід проводити через заливну горловину компенсаційного бачка. Заправку рекомендується здійснювати в 2 етапи:

залити рідину до рівня заливної горловини, пустити двигун і дати йому попрацювати 5 хв на холостому ходу, щоб видалити з системи залишки повітря; долити рідину до необхідного рівня і закрити пробку компенсаційного бачка. Остаточний рівень рідини перевіряється при холодному двигуні. При температурі 15-20°C її рівень в компенсаційному бачку повинен бути в межах від зварного шва до 10 мм нижче його.

#### **4.5 Система автоматизованого проектування.**

##### **4.5.1 Теоретичні передумови.**

САПР-людино-технічна система, яка лежить в основі підготовки вир-тва і дозволяє на базі ЕОМ автоматизувати ряд ф-цій з метою покращання якості проектування та зменшення затрат часу на його виконання.

Існуючі на ринку системи САПР можна умовно розділити на три класи:

- 1) системи вищого класу ("важкі")
- 2) системи середнього класу
- 3) системи легкого класу ("низького").

До "важкого" класу систем належать інтегровані (повнофункціональні) системи, такі як Unigraphics, EUCLID, ProEngineer, CATIA та деякі інші. Ці системи дозволяють здійснювати повний цикл автоматизації виробництва, охоплюючи всі етапи від розробки дизайну до виводу готової продукції. Вони

ідеально підходять для моделювання надскладних виробів і створення інструкцій зі складання. Ці системи включають в себе модулі, в тій чи іншій мірі, в повному обсязі:

- Моделювання;
- створення конструкторської документації
- створення фотореалістичних зображень просторових моделей
- розрахунок напружено-деформованого стану моделі
- механічний і динамічний аналіз механізмів
- тепловий розрахунок;

- технічна підготовка виробництва;
- моделювання процесу
- створення форм і прес-штампів
- управління проектами виробів;
- інтерфейси з іншими системами тощо.

Комп'ютерне проектування, як науково-технічна дисципліна, відрізняється від простого використання МО в процесах проектування. Він займається питаннями побудови систем, а не набором спеціалізованих додатків.

Людина, яка працює з комп'ютером, змушена приймати рішення в 19 разів швидше, ніж при традиційній роботі. Протягом першої години роботи за екраном продуктивність інженера падає на 30-40%, а протягом другої - на 70-80%. Однак автоматизоване проектування забезпечує

- принципovu можливість проектування нових антенних систем;
- вищу продуктивність, ніж при традиційному нематематичному проектуванні об'єктів середньої складності.

Основними показниками проектування є

НУБІП України

- якість проєктованих об'єктів
- матеріальні витрати
- умови проєктування;
- кількість людей, залучених до проєктування.

НУБІП України

Основне завдання САПР - допомогти проєктувальнику підвищити якість і продуктивність процесу проєктування, а не замінити його.

САПР здійснює процес проєктування з оптимальним розподілом ролей між користувачем і САПР і забезпечує максимально можливу автоматизацію всіх етапів і процедур процесу проєктування.

НУБІП України

Таким чином, завдання автоматизованого проєктування можна сформулювати наступним чином

- Скорочення термінів проєктування;
- Підвищення якості проєктування та технічної оснащеності виробництва;

НУБІП України

- Зменшення вартості проєктування;
- Істотне розширення класу проєктів, які є принципово здійсненними через їх складність.

НУБІП України

Щоб вирішити проблему WOM, її потрібно формалізувати (привести до стандартної форми). Зазвичай формалізація асоціюється з комунікацією завдання, що не завжди доречно.

НУБІП України

Формалізація проєктної задачі важлива для її вирішення в WOM. По-перше, формалізуються рутинні завдання, які не вимагають значних творчих зусиль від інженерів, наприклад, процедури створення конструкторської документації: форми креслень, графіків, алгоритмічних схем, таблиць з'єднань. Далі формалізуються завдання аналізу спроєктованого об'єкта. В основному це досягається за допомогою моделювання, розвитку теорії та методів автоматизованого проєктування. Однак існують творчі завдання, для

НУБІП України

яких не існує методів формалізації. Наприклад, завдання, пов'язані з вибором принципів побудови та організації об'єкта, синтезом схем та інструкцій з

необмеженої кількості варіантів. Крім того, не виключена можливість знаходження нових, досі невідомих рішень.

Існує велика група завдань, які знаходяться між рутинними і творчими завданнями. Для них можлива (або доцільна) лише часткова формалізація, завдання параметричної оптимізації об'єкта за відсутності чітко визначених вимог до початкових параметрів ЗП.

В САПР перша група задач (рутинна) зазвичай вирішується в СППР без втручання людини в процес розв'язання, тобто СППР використовується в пакетному режимі.

Друга група задач (частково формалізовані) вирішується в МД за активної участі людини, тобто МД використовується в інтерактивному режимі.

Слід зазначити, що інтерактивний режим може бути кращим для деяких рутинних завдань, якщо втручання в процес розрахунку на певному етапі може прискорити отримання результату, наприклад, за рахунок пропуску ряду невигідних варіантів розрахунку.

Поступово конструкція виробу переходить з третьої групи до другої, а потім до першої групи. Таким чином, дизайн продукту залишатиметься автоматизованим. Людина буде відігравати в ньому активну роль.

Автоматизоване проектування (без участі людини) може з'явитися лише в якійсь окремій підсистемі в рамках загальної системи Технічне (робоче) проектування. Проводиться ретельне вивчення всіх схем, конструкцій і технічних рішень, зафіксованих в технічному проекті або додатку системи.

Крім цих стадій, проектування виробів, що випускаються серійно, включає також стадії виготовлення, випробування дослідних зразків (пілотних серій) і контролю проекту за результатами випробувань.

Вирішення економічних і технічних завдань проектування є основною метою САПР.

На етапі НДДКР застосовуються спеціальні автоматизовані системи наукових досліджень (АСНД) та експериментів, які використовують багато

апаратних елементів і програмне забезпечення САПР. Загалом ці системи вважаються незалежними.

Розрізняють bottom-up і top-down проектування, тобто проектування знизу вгору і зверху вниз. Крім того, в технічній літературі процес проектування поділяють на три етапи: системотехнічний, схемотехнічний і технічний.

#### 4.5.1 Конструювання гакової підвіски за допомогою програми КОМПАС-3D

Почнемо конструювання з кришки обсадної колони. Для цього створимо

"деталь" в меню "Новий файл", виберемо площину орієнтації, намалеємо ескіз деталі та додамо їй об'єм за допомогою функції "витиснути".

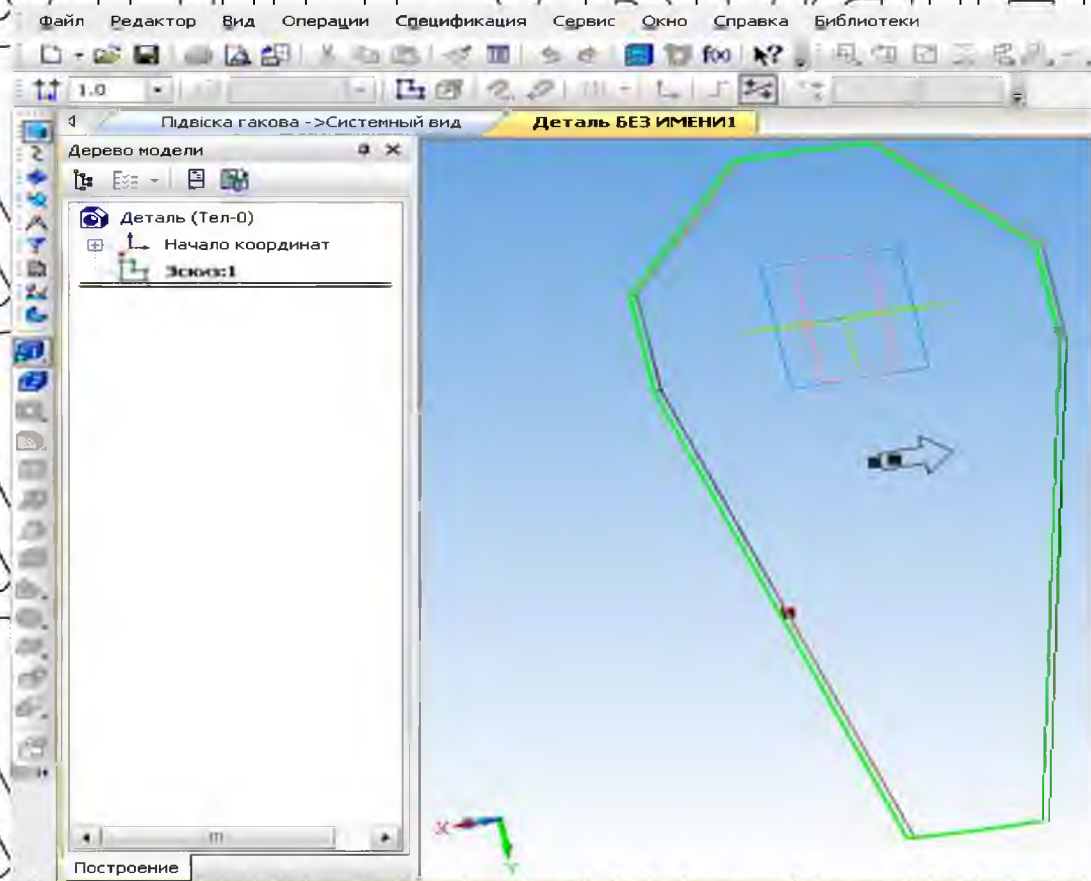


Рисунок 4.1.

Одержимо деталь виду:



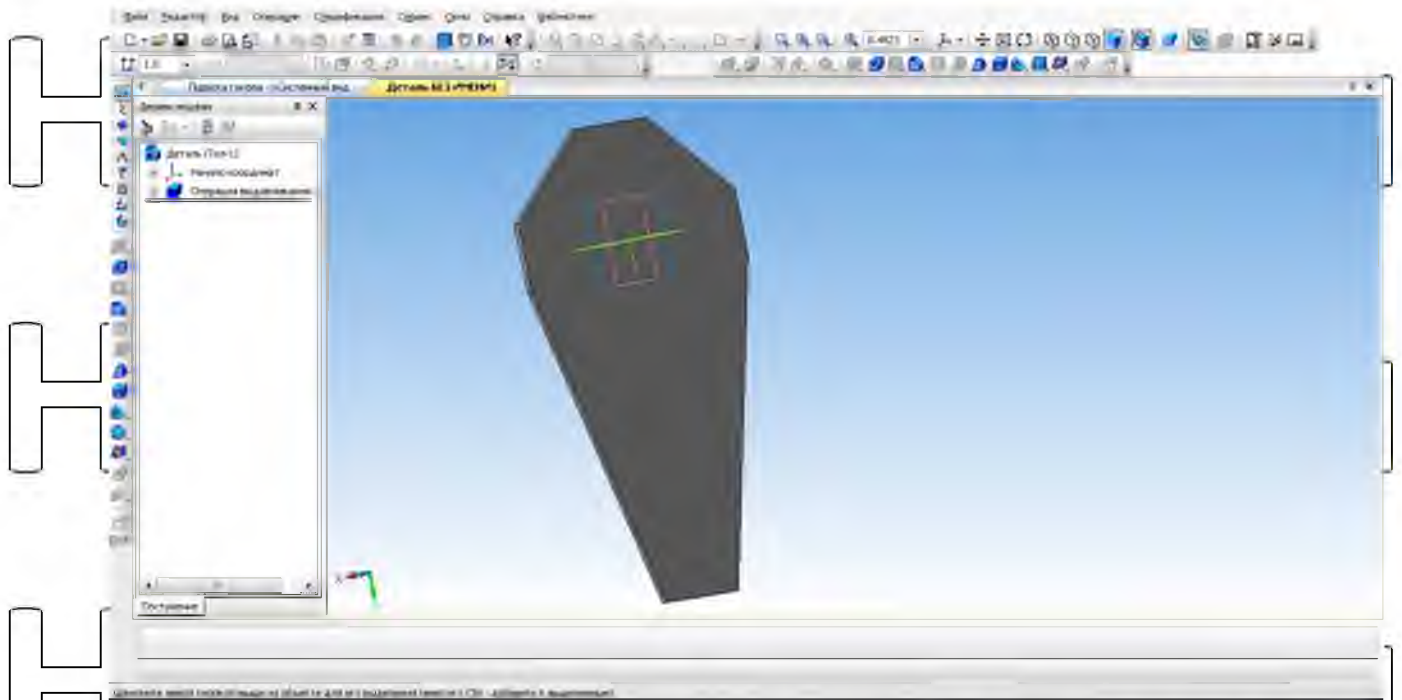


Рисунок 4.2.

Побудуємо деталь «зміцнююча пластина»: створюємо «деталь» в меню «новий документ», вибираємо площину орієнтації, креслимо ескіз деталі, надаємо об'єму за допомогою функції «видавлювання». Маємо:

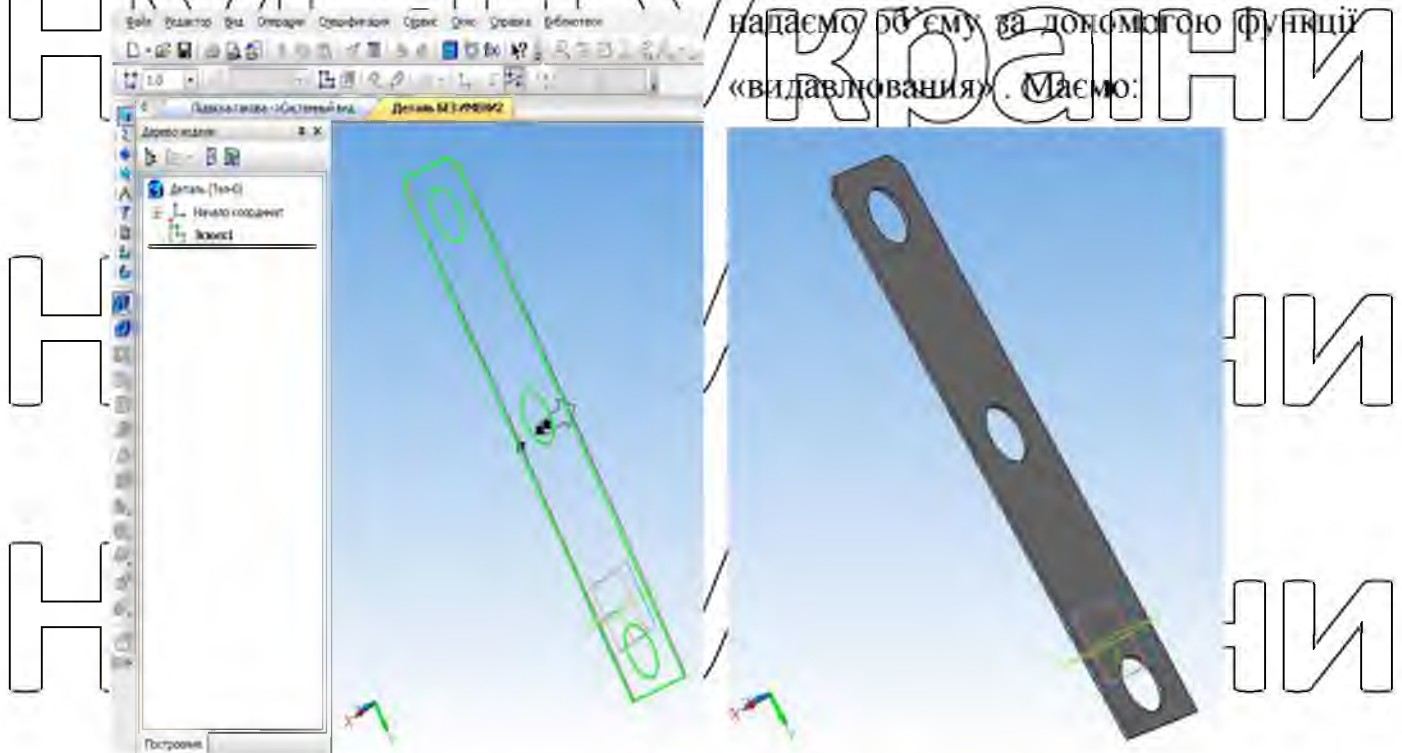


Рисунок 4.3.

Почнемо будувати деталь «гак»: створюємо «деталь» в меню «новий документ», обираємо площину орієнтації, креслимо ескіз деталі, надаємо об'єму за допомогою функції «видавлювання».

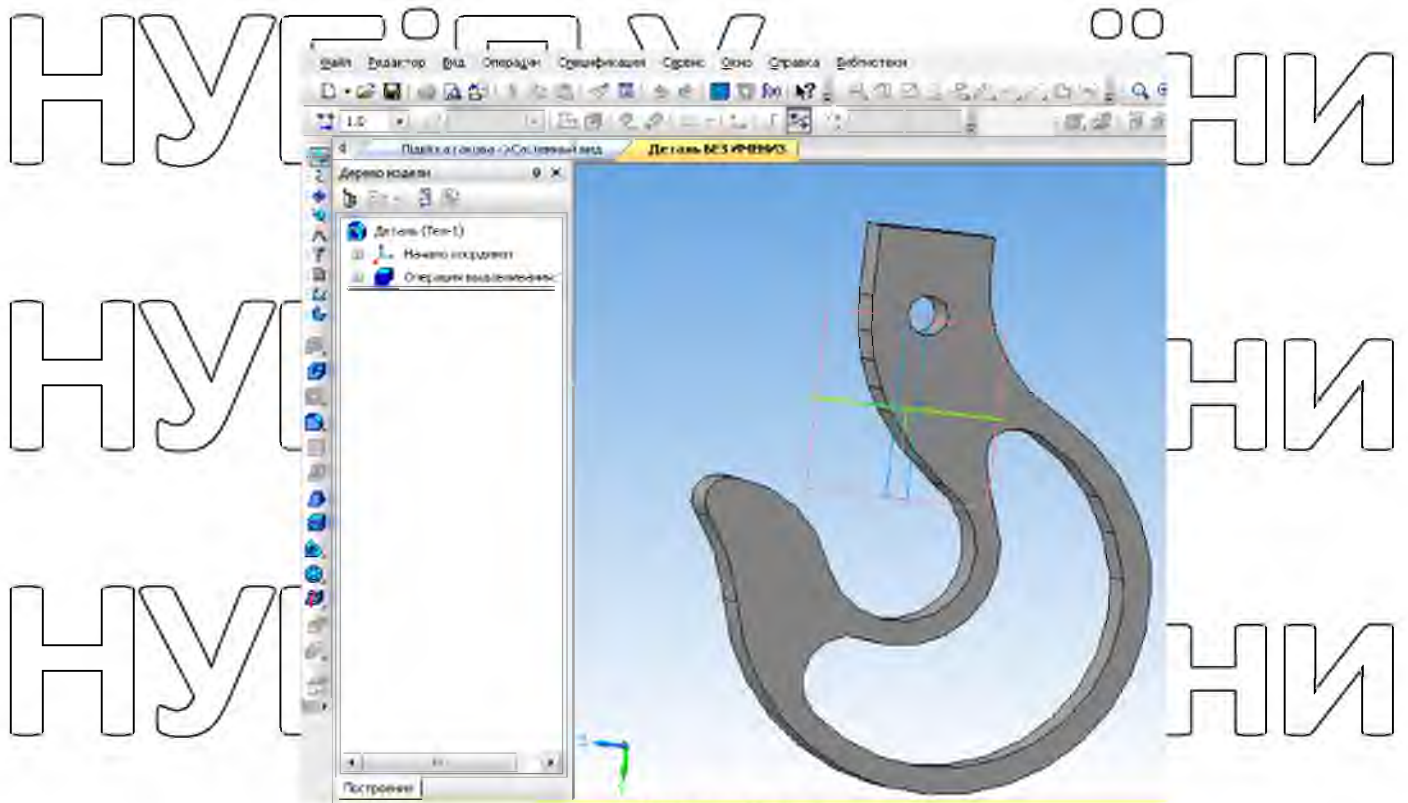


Рисунок 4.4.

Для заповнювання вуха така використаємо на панелі інструментів, у закладці «донеміжна геометрія» функцію «віддалена площина».

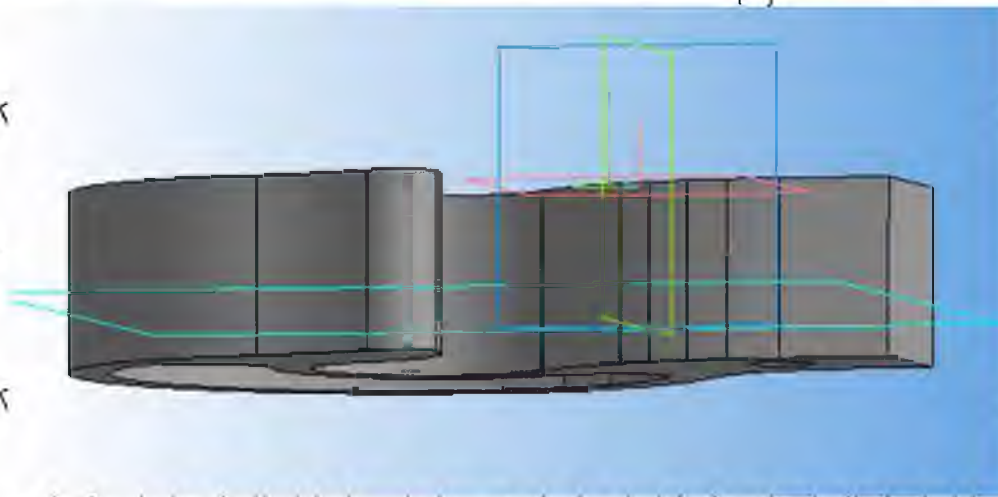


Рисунок 4.5.

Виділимо отриману площину, креслимо ескіз заповнювання, надаємо об'єму за допомогою функції «видавлювання». Одержимо:

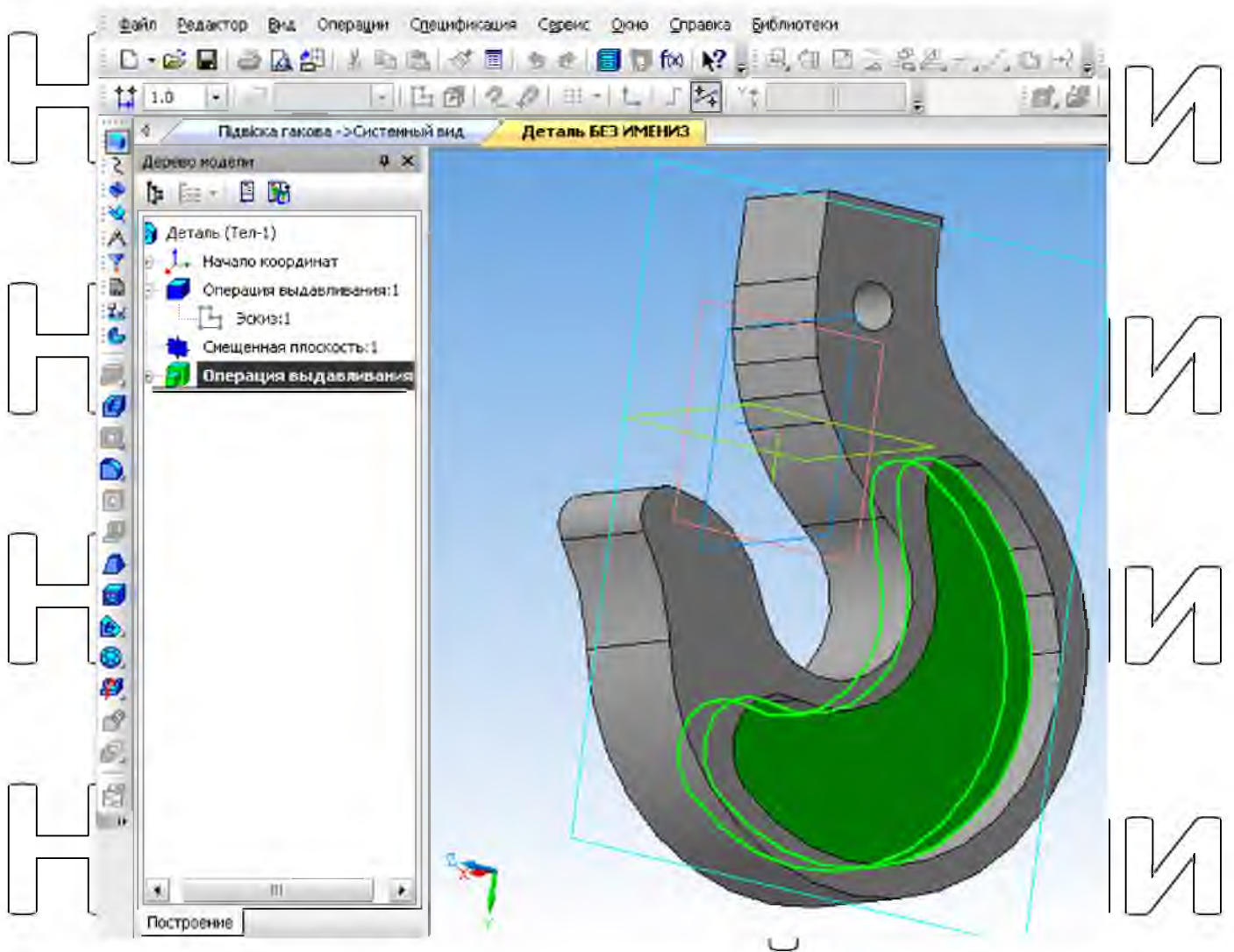


Рисунок 4.6.

Продовжимо побудову деталі «гак». Обираємо площину під виділення шийки гаку, креслимо ескіз шийки, вибираємо функцію «видавлювання», видавлиємо на задану довжину. Отримуємо:

НУБІП України

НУБІП України

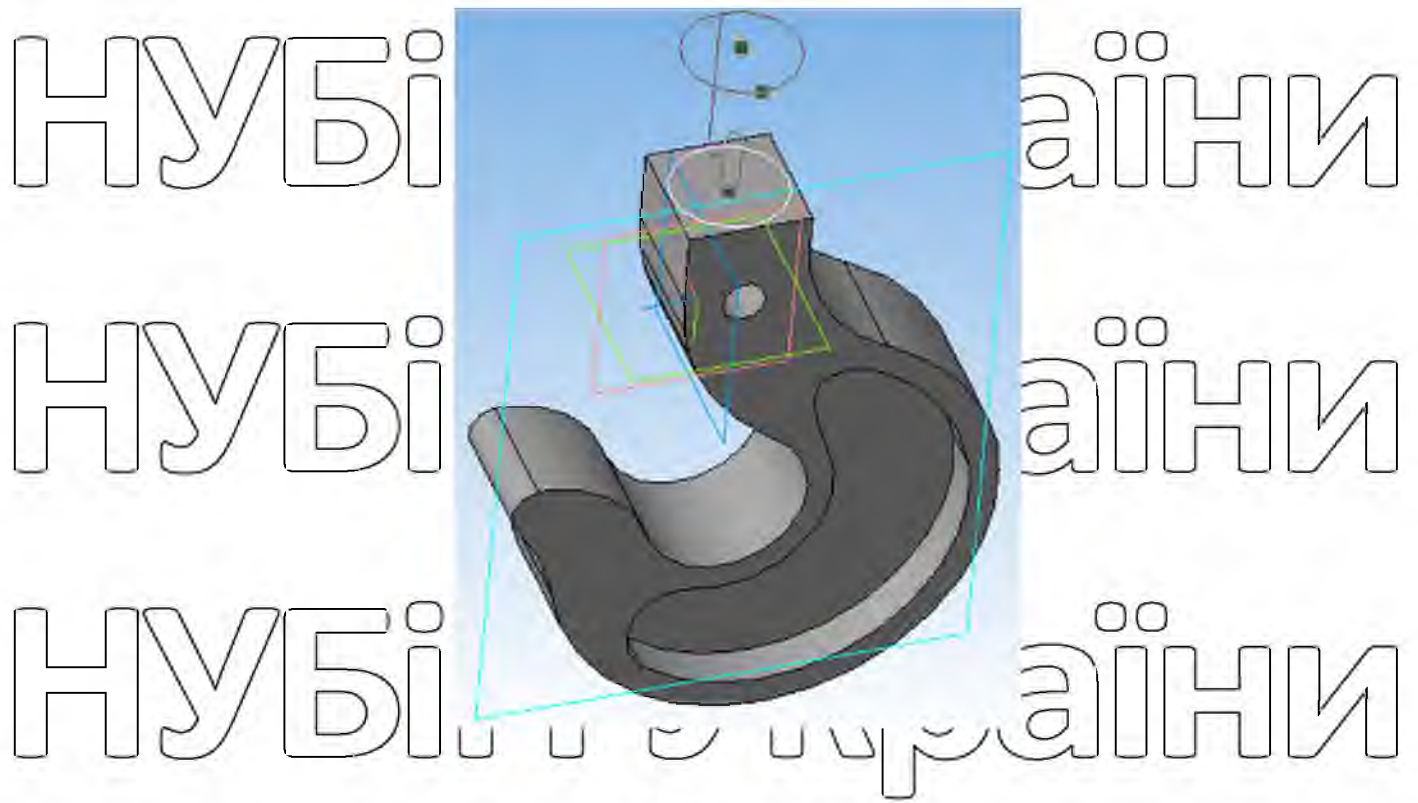


Рисунок 4.7.

Для продовження побудови шийки, знов, виділимо задану площину, креслимо ескіз вала, видавліємо:

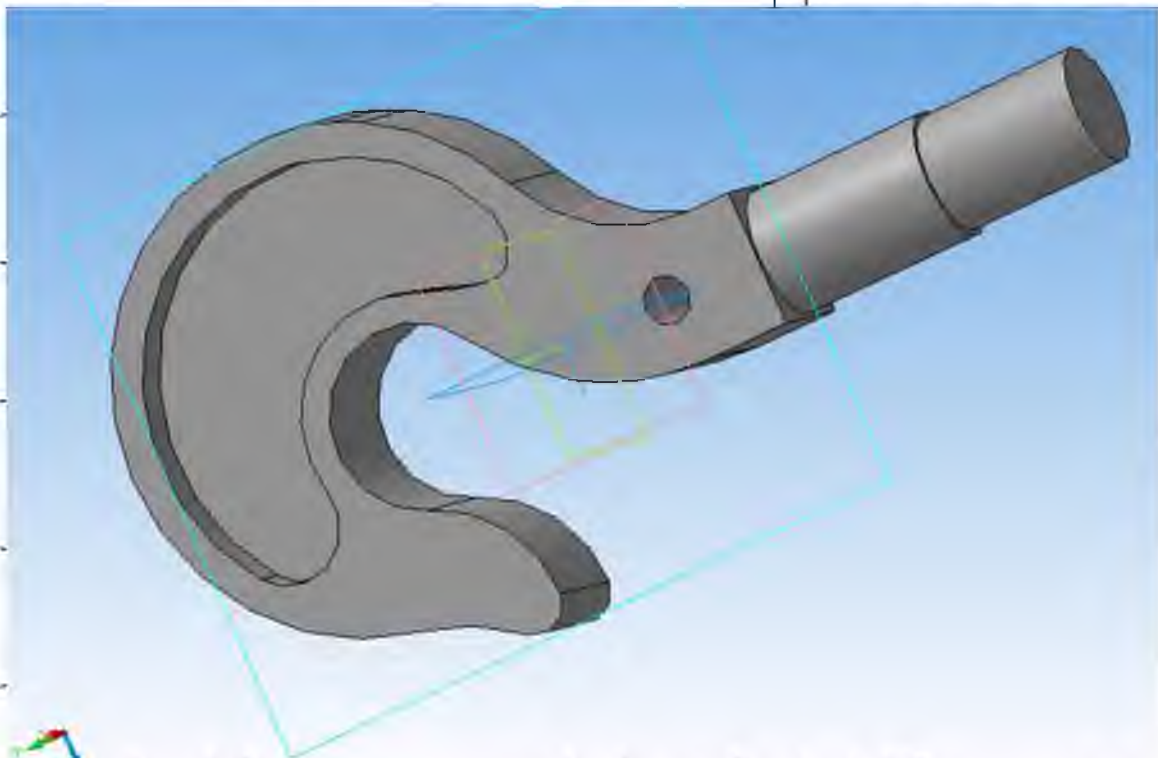


Рисунок 4.8.

Для утворення фаски на кінці шийки вала, робимо наступне:  
виділимо грань під фаску, активуємо , в закладці «редагування деталі»  
операцію «фаска», задаємо параметри, ввід – отримання заданої фаски:

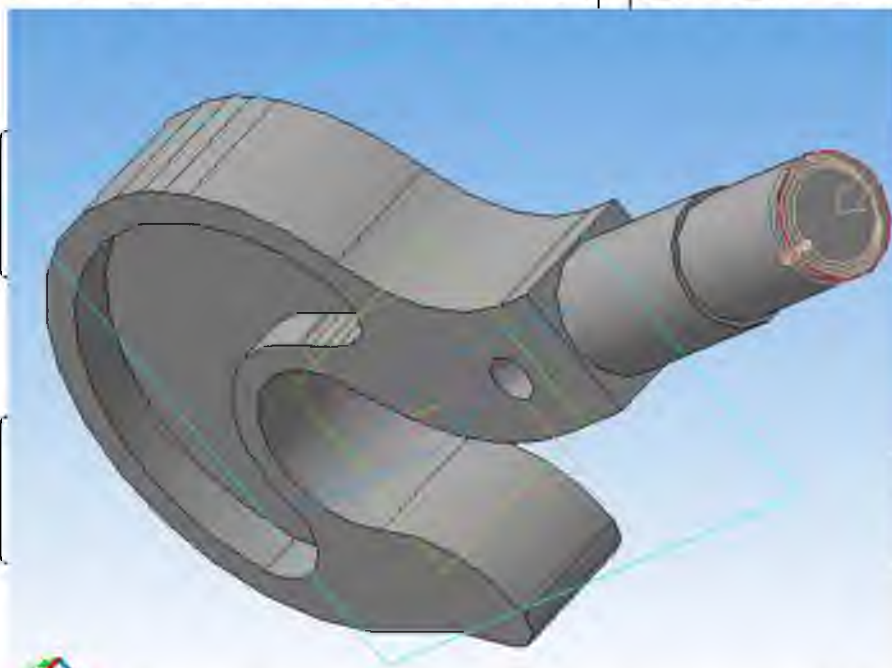


Рисунок 4.9.

Сдержали деталь «так».

Переходимо до створення нової деталі, а саме до «вісь фіксування гака».

В меню «новий документ» обираємо «деталь», обираємо площину, креслимо  
ескіз, видавлюємо:

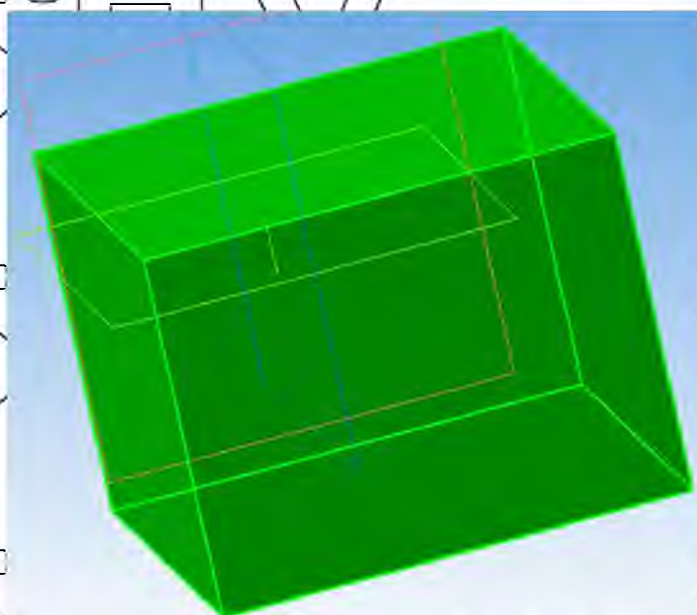


Рисунок 4.10.

Для отримання місця під гніздо підшипника, обираємо верхню площину корпусу, креслимо ескіз вирізання, отримуємо отвір за допомогою функції «вирізання видавлюванням». Цю операцію повторюємо двічі

Отримуємо:

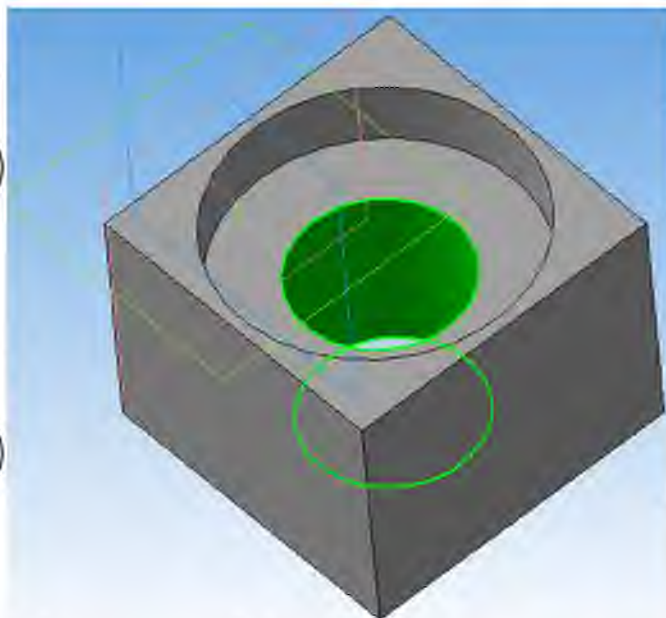


Рисунок 4.11.

Для побудови осей (під фіксування в корпусі) : виділяємо бокову площину, креслимо ескіз видавлювання, видавлюємо. Отримуємо:

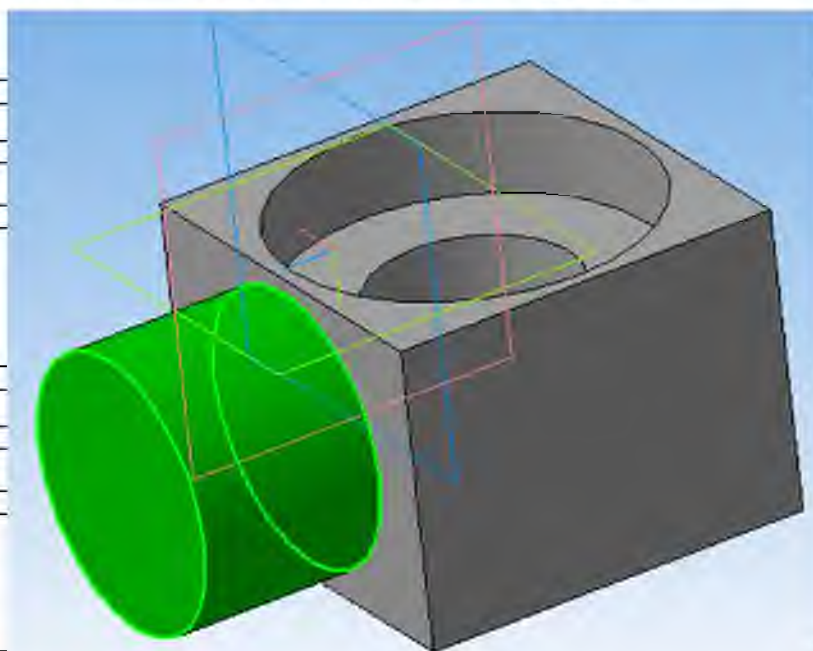


Рисунок 4.11.

Для побудови фаски, робимо наступне: виділяємо грань під фаску, активуємо функцію «фаска», задаємо параметри, звід – створення фаски.

Отримуємо:

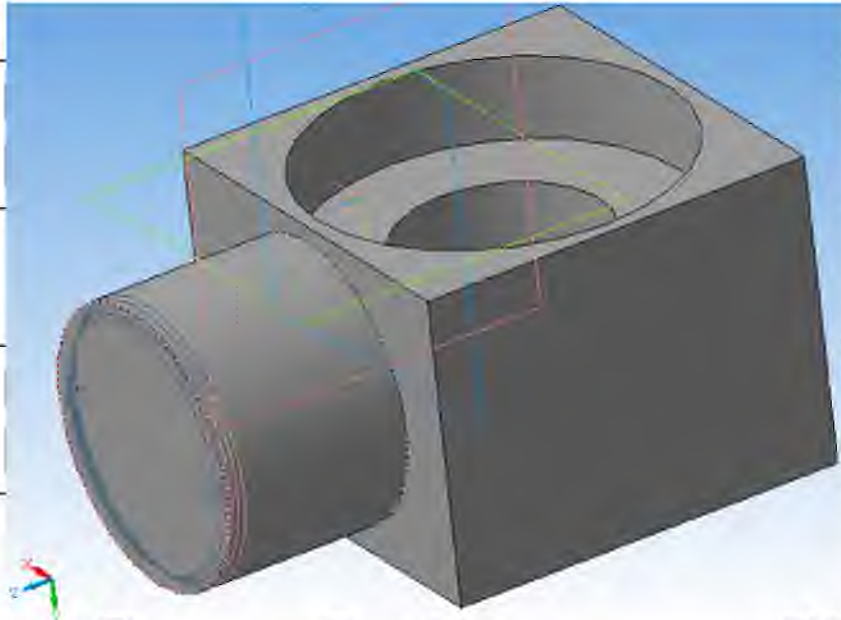


Рисунок 4.12.

Щоб скоротити час на побудову осі з другого боку, проводимо наступне: у вкладці «допоміжна геометрія» активуємо функцію «додаткова площина», орієнтуємо її у просторі, за допомогою параметрів настройки, розташовуємо її по середині поверхнини, виділяємо створену вісь (у «дереві побудови») і щойно створену площину, активуємо функцію «дзеркальний масив», звід.

Одержуємо:

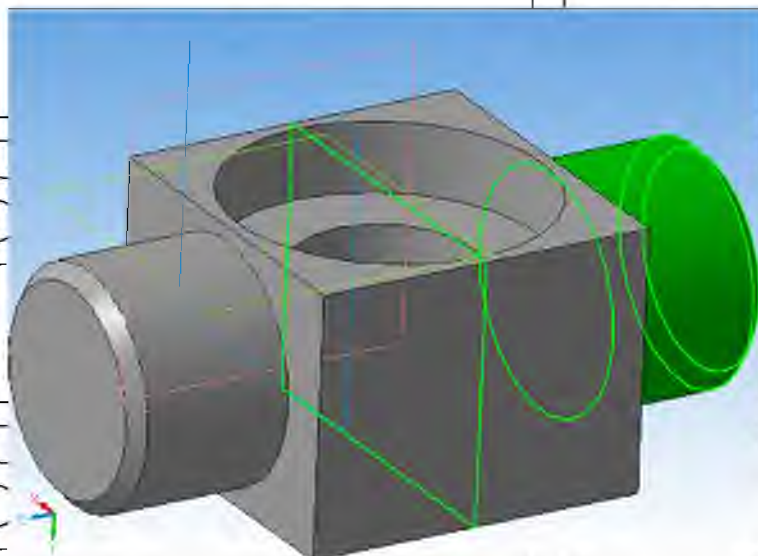


Рисунок 4.13.

Переходимо до побудови деталі «площина зчінного пристосу»: в меню «новий документ» обираємо «деталь», виділяємо площину орієнтації, креслимо ескіз, видавлюємо:

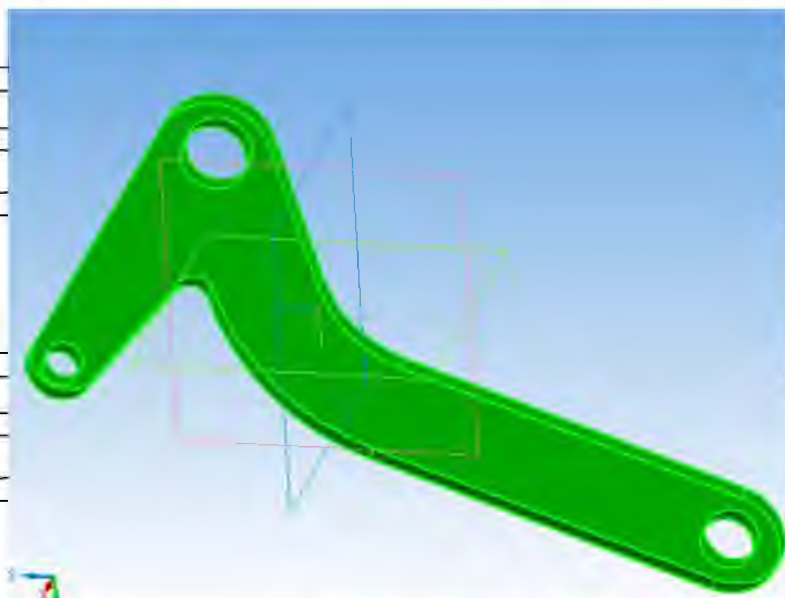


Рисунок 4.14.

Для створення збірки корпусу, робимо в меню «новий документ» обираємо «збірка», в кладці «операція» вибираємо «добавити компонент з файлу», додаємо шойно створенні деталі, орієнтуємо їх відносно одне одного. Отримаємо:

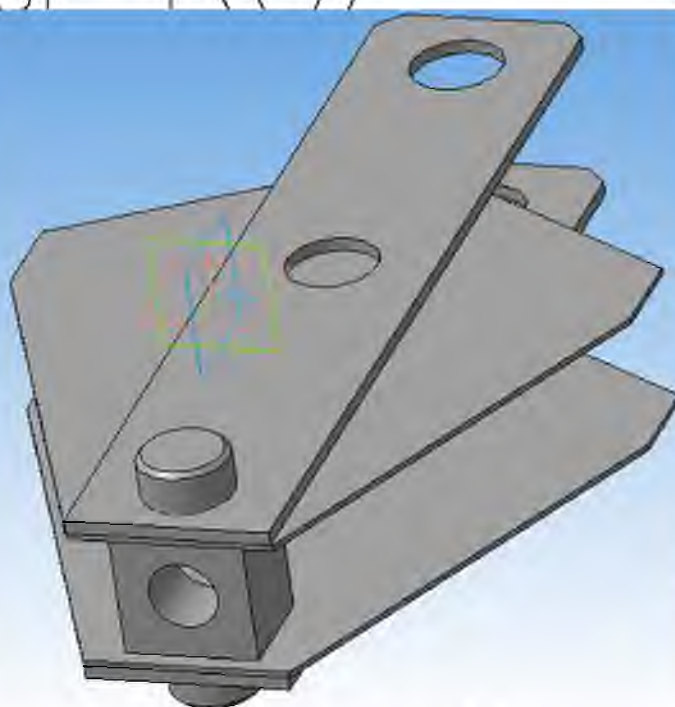




Рисунок 4.15.

Продовжимо побудову збірки «підвісного гаку»: в закладці «операція» обираємо «добавити компонент з файлу» - додаємо необхідні деталі, для вставки стандартних виробів (гайки, болти, шпильки і т.д), заходимо в закладку «сервіс» обираємо «менеджер бібліотек», додаємо необхідні стандартні вироби. Орієнтуємо деталі в просторі, відносно одне одного, за допомогою інструментів в закладці «спрощення». Отримаємо:

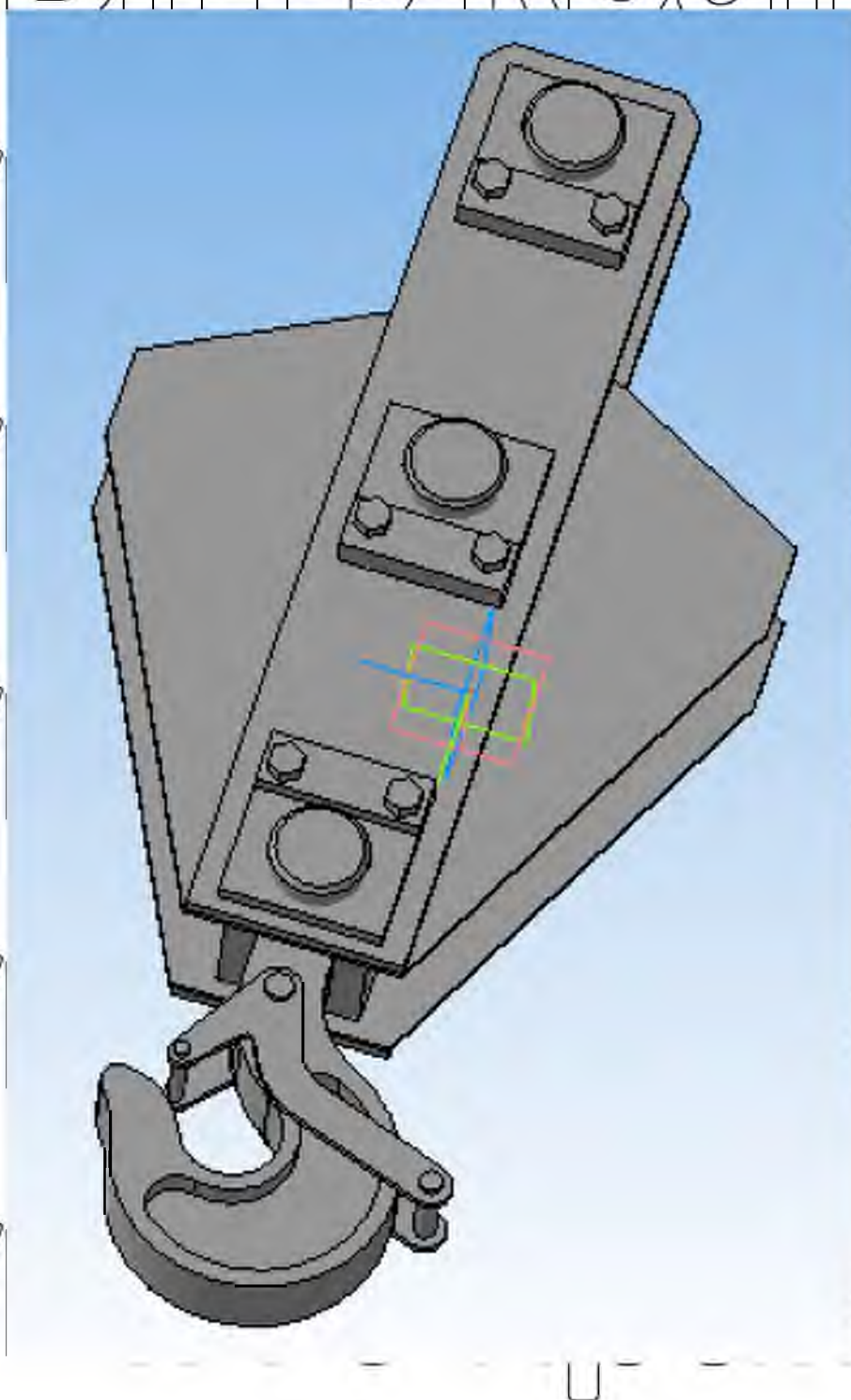


Рисунок 4.16.

#### 4.6. Патентний пошук

Щоб уникнути порушення авторських прав та випадкових запозичень, ми провели патентний пошук за існуючими способами ремонту радіаторів.

Було знайдено авторське свідоцтво, яке наведено в додатку 1. В результаті аналізу реєстраційної форми було визначено, що аналогів немає.

Матеріали за темою, розробленою в магістерській роботі, підготовлені для подачі заявки на авторське право.

#### 4.7 Заходи з охорони праці та безпеки життєдіяльності під час ремонту радіаторів.

Це комплекс відповідних заходів і методів виконання робіт, які забезпечують збереження здоров'я працівників у процесі праці, створення безпечних умов праці, що забезпечують високу продуктивність, роботу без травм, аварій і професійних захворювань. Цього можна досягти лише шляхом суворого дотримання всіх норм і правил охорони праці, розробки та впровадження заходів щодо запобігання виробничому травматизму та професійним захворюванням, удосконалення організації праці.

Контроль за виконанням заходів, спрямованих на охорону праці, покладено на профспілкові організації.

З метою запобігання порушенням на виробництві кожна компанія розробляє та доводить до відома кожного працівника відповідні правила техніки безпеки та протипожежної безпеки.

Усі нові працівники проходять первинний інструктаж з охорони праці, який є першим етапом навчання з охорони праці в компанії. Другим етапом навчання є стажування на робочому місці, метою якого є ознайомлення працівника з безпечними методами роботи у сфері його спеціалізації та на робочому місці, де він буде працювати.

Керівництво підприємства повинно забезпечити своєчасне та якісне проведення інструктажів і навчання працівників безпечним методам і прийомам роботи.

Пояснення повинні надаватися під час вступного інструктажу:

- Основні принципи закону про промислову безпеку та гігієну праці;

- правила внутрішнього трудового розпорядку підприємства, правила поведінки на території, у виробничих і побутових приміщеннях, а також значення попереджувальних знаків, плакатів і вивісок

- особливості умов праці на відповідній ділянці та заходи щодо

запобігання нещасним випадкам;

- Вимоги до працівників щодо дотримання правил особистої гігієни та виробничої санітарії на підприємстві;

- Норми та правила використання спецодягу, спецвзуття та засобів

захисту;

- Порядок повідомлення про нещасні випадки на виробництві;

- вимоги пожежної безпеки.

Програма інструктажу з безпечних прийомів і методів на робочому місці

включає

- Загальне ознайомлення з технологічним процесом на робочому місці;

- Ознайомлення з роботою обладнання, пристроїв, захисних і запобіжних пристосувань, а також з використанням засобів індивідуального захисту (запобіжних пристроїв);

- Порядок підготовки до роботи (перевірка справності обладнання, пускових пристроїв, змінних пристроїв, пристосувань та інструментів);

- Вимоги до правильної організації та утримання робочого місця;

- основні правила безпеки при виконанні робіт, які повинні виконуватися

цим працівником індивідуально і спільно з іншими працівниками.

Слюсар з ремонту автомобілів повинен вміти надавати першу медичну допомогу при нещасних випадках, ураженнях електричним струмом до прибуття швидкої допомоги або передачі потерпілого в медичний заклад.

Професійні тромбози є наслідком недоліків в організації праці, нехтування правилами безпеки та відсутності належного контролю за їх дотриманням.

Технічне обслуговування і ремонт повинні проводитися в спеціально відведених місцях (постах) із застосуванням пристроїв, обладнання та монтажно-складального інструменту, призначених для певного виду робіт.

Інструменти, що використовуються на постах ТО і ТР, повинні бути справними. Не дозволяється застосовувати гайкові ключі зі зношеними

гранями і невідповідними розмірами, використовувати важелі для збільшення зусилля затягування різьбових з'єднань, а також зубила і молотки для цієї мети.

Рукоятки викруток, напилків і ножів повинні бути виготовлені з дерева або дерев'яних матеріалів і не мати отворів. Дерев'яні ручки повинні мати металеві стопорні кільця для запобігання розколюванню.

Для огляду транспортних засобів використовувати тільки безпечні прожекторні лампи напругою 36 В із захисними сітками. Під час роботи в оглядових каналах напруга ламп не повинна перевищувати 12 В.

Транспортний засіб, встановлений на землі, повинен стояти протягом усього часу огляду.

**ТО і ТР автомобіля необхідно проводити на непрацюючому двигуні, за винятком випадків, коли робота двигуна необхідна для технічного процесу цієї операції (наприклад, для регулювання кута випередження запалювання).**

**При розбиранні автомобіля важке обладнання необхідно транспортувати за допомогою підйомно-транспортних засобів, обладнаних запобіжними пристроями, що забезпечують повну безпеку при виконанні робіт. Забороняється піднімати або вивішувати автомобіль за буксирні гаки. Забороняється: піднімати вантажі, маса яких перевищує**

**допустиму для даного механізму; демонтувати, встановлювати і транспортувати машини, коли вони з'єднані тросами і канатами без спеціального захисту. Демонтаж і монтаж супортів повинен проводитися**

після встановлення під шасі (кузовом) спеціальних Поверхня заголовків документів повинна мати таку форму, щоб унеможливити защемлення вантажу, що піднімається (автомобіля, машини).

Ознайомтеся із заходами пожежної безпеки. Не створюйте умов для виникнення пожежі в транспортному засобі:

- Не допускайте забруднення двигуна паливом і маслом;
- допускати протікання паливопроводів, баків і пристроїв паливної системи;

- Промивати двигун бензином;

- Палити біля паливних баків і арматури паливної системи;

- Нагрівати двигун відкритим полум'ям.

Забороняється користуватися відкритим вогнем у гаражах - стоянках і приміщеннях для технічного обслуговування автомобілів:

- Користуватися відкритим вогнем, паяльними лампами в місцях скупчення легкозаймистих і горючих рідин;

- Мити або чистити кузов, деталі або техніку бензином, мити руки і чистити одяг бензином, палити;

- Зберігання легкозаймистих рідин у більшій кількості, ніж це необхідно;

- Тримайте кришки паливних баків відкритими;

- утримувати проходи в чистоті;

Своєчасне виявлення пожежі та оперативне повідомлення пожежної охорони є головною умовою успішної боротьби з вогнем.

Медницько-Бляхарський район є одним з районів з найбільш небезпечними умовами праці. Це пов'язано з особливостями роботи на ділянці, зокрема, при зварювальних роботах виділяються токсичні гази, які необхідно видаляти за допомогою примусової штучної вентиляції.

Робота з листовим металом часто пов'язана з високою точністю і тому вимагає достатнього природного і штучного освітлення.

При виконанні робіт з листовим металом необхідно приділяти пильну увагу виробам, які часто мають гострі краї та загострені кінці. Робота без належних знань та засобів індивідуального захисту може призвести до пошкодження одягу і часто до порізів.

Крім того, на об'єкті є ряд електроприладів (електрообігрівач, паяльник, паяльник, праска, праска тощо), тому за станом ізоляції необхідно постійно стежити.

На будівельному майданчику є ванни з кислотними та лужними розчинами. В таких умовах необхідно забезпечити достатню вентиляцію приміщення, захисний одяг і рукавички для робітників, розмістити попереджувальні знаки біля обладнання та поруч розмістити кран з проточною водою.

## 5. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА РОБОТИ

### 5.1. Призначення і область застосування пристрою для перевірки серцевин радіаторів.

Під час експлуатації тракторів, автомобілів і лісозаготівельних машин система охолодження може виходити з ладу з різних причин. Однією з найпоширеніших причин несправності системи охолодження є вихід з ладу радіатора водяного охолодження. Згідно з нормами технічної документації, основними дефектами, що викликають несправності радіатора, є засмічення трубок радіатора і негерметичність в місцях пошкодження і в місцях з'єднання трубок з опорними пластинами.

В процесі ремонту радіатора ці дефекти відносно легко усунути, але після ремонту необхідно провести перевірку серцевини радіатора для виявлення витоків.

Конструкторська частина даного дипломного проекту присвячена розробці пристрою, що дозволяє в умовах ремонтної майстерні приватного,

сільськогосподарського або акціонерного товариства проводити перевірку герметичності серцевин радіаторів водяного охолодження тракторів, автомобілів і самохідних зернозбиральних комбайнів будь-яких модифікацій в процесі проведення як поточного ремонту, так і ремонту для усунення специфічних несправностей в системі охолодження цих машин.

Розробка та використання такого пристрою дозволить більш ефективно проводити ремонт системи охолодження машин, що використовуються в сільськогосподарському виробництві.

### 5.2 Обґрунтування та опис конструкції обраного пристрою.

Герметичність сердечників водяних радіаторів перевіряють стисненим повітрям під тиском 0,11...0,15 МПа в посудині під тиском 0,15 МПа на водяній бані. Час випробування становить приблизно 1... 2 хвилини. За цей час не повинно бути виявлено витoku повітря в місцях з'єднання з опорними плитами або через стінки труб.

Існує кілька конструкцій пристроїв для випробування радіаторних сердечників як повітрям, так і рідиною (водою). Однак, основним недоліком існуючих конструкцій пристроїв для випробування сердечників радіаторів є складність конструкції пристрою, що часто вимагає значних витрат часу на встановлення сердечника в пристрій.

Запропонований в дипломному проекті пристрій простий у виготовленні, може бути виготовлений практично в будь-якій майстерні і не потребує використання дорогих матеріалів. Пристрій є універсальним. Завдяки змінним вставкам пристрій можна використовувати для випробування водяних радіаторів всіх типів машин, що використовуються в сільськогосподарському виробництві. Крім того, конструкція приладу значно скорочує час, необхідний для випробування серцевин радіаторів, в порівнянні з існуючими приладами.

### 5.3. Технічна характеристика виробу.

# НУБІП УКРАЇНИ

Основні технічні показники пристосування для перевірки серцевин радіаторів зведено в таблицю 5.1.

Таблиця 5.1.

# НУБІП УКРАЇНИ

Технічна характеристика пристосування для перевірки серцевин радіаторів.

№ п.п.	Назва показника	Значення показника
1.	Тип пристрою	переносний
2.	Конструкція	збірно-зварна
3.	Габаритні розміри, мм	
	- довжина	1450
	- ширина	1080
4.	- висота	200
	Тиск повітря при випробуванні, МПа	0,11...0,15
5.	Вага, кг	70
6.	Машин, радіатори яких можна перевіряти	трактори всіх марок, автомобілі всіх марок, комбайни зернозбиральні, силосозбиральні, бурякозбиральні

# НУБІП УКРАЇНИ

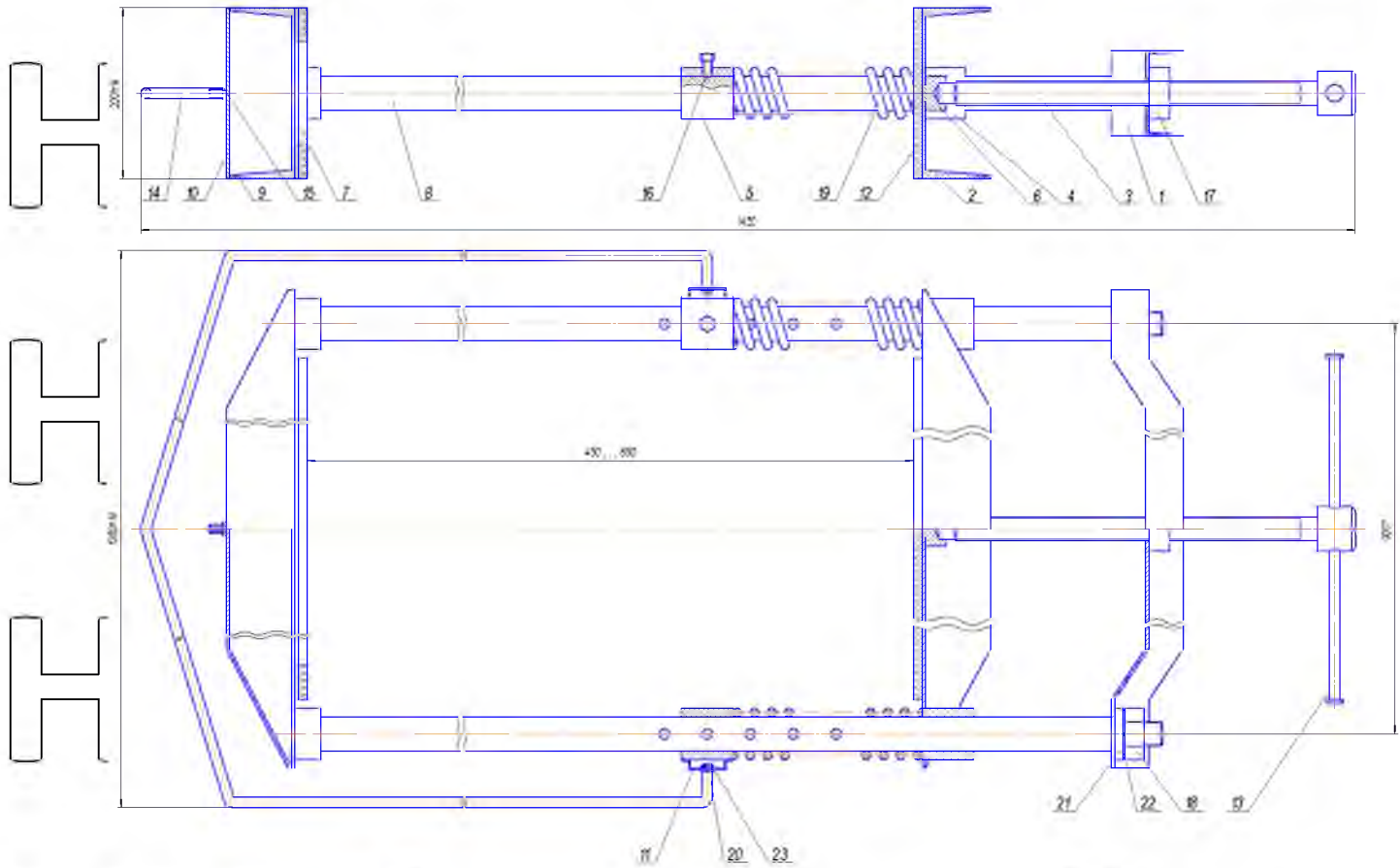
## 5.4. Будова та принцип роботи пристрою.

Загальний вигляд пристрою наведено на рис. 3.1., та на листі графічної частини проекту. Пристрій складається з двох направляючих 6, до яких нерухомо прикріплена балка 7 і напірний балон 1. Рухомі втулки 3 переміщуються по направляючих в залежності від розміру радіатора,

# НУБІП УКРАЇНИ



# серцевина якого випробується. До втулок 3 шарнірно кріпиться скоба 9, 3а



# Рис. 5.1. Будова пристрою для перевірки серцевин радіаторів на герметичність

Пристрій і тестовий kern переміщуються за допомогою електричної галі. Змінні гумові вставки 2, які використовуються в залежності від розміру радіатора, прикріплені до напірного циліндра і рухомої балки 2.

Сердечник, що випробується, затискається між притискним циліндром 1 і рухомою балкою 5 поворотом гвинта 8. При відпусканні гвинта 8 рухома балка відходить від сердечника за рахунок розпрямлення пружин 4,

# НУБІП України

які одним кінцем спираються на стопорні втулки 3, а іншим - на рухому балку 5.

НУБІП УКРАЇНИ

Пристрій працює наступним чином

- серцевина радіатора встановлюється на монтажний стіл і затискається між притискним циліндром і рухомою балкою;

НУБІП УКРАЇНИ

- пристрій з серцевиною за допомогою електричної талі опускається у водяну баню;

- стиснене повітря з тиском  $0,11 \dots 0,15$  МПа подається до серцевини

радіатора через напірний балон і утримується протягом приблизно 1-2

НУБІП УКРАЇНИ

хвилин;

- місця виходу повітря позначаються бульбашками, що з'являються на поверхні води:

- Після випробування серцевина радіатора відправляється в ремонт,

якщо виявлено негерметичність, або передається на стенд для складання

НУБІП УКРАЇНИ

радіатора, якщо серцевина герметична.

Схема роботи пристрою наведена на аркуші в графічній частині проекту.

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

### 5.5. Розробка технологічного процесу демонтажу, розбирання та

НУБІП УКРАЇНИ

капітального ремонту радіатора трактора МТЗ-82 в умовах ремонтної майстерні

# НУБІП України

# НУБІП України

Технологічні процеси розроблені відповідно до вимог стандартів ESCD

# НУБІП України

і ECTD, а також з урахуванням доповнень, пояснень і обмежень, викладених в технічних керівних матеріалах і галузевих стандартах.

При розробці маршрутного процесу ми робимо короткий опис всіх технологічних операцій в маршрутній карті в послідовності їх виконання без

зазначення технологічних переходів і режимів.

# НУБІП України

В контексті CRM процес розбирання, зняття та огляду радіатора складається з наступних операцій

- розбирання приводу рульового механізму в зборі

- демонтаж масляної, зливної та всмоктувальної магістралей системи

# НУБІП України

рульового керування;

- зняття щлангів з впускного і випускного патрубків водяного радіатора

- Знімаємо впускний і випускний щланги масляного радіатора;

- Знімаємо кожух вентилятора;

# НУБІП України

# НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

- Зніміть вузол керування заслінкою радіатора та саму заслінку радіатора;

- Зніміть водяний і масляний радіатори в зборі;

- Помістіть радіатор у кронштейн для зняття;

НУБІП України

- зняти масляний радіатор

- Зніміть верхній і нижній бачки радіатора;

- зніміть стійки радіатора та зніміть пусковий кран нижнього бачка

водяного радіатора;

НУБІП України

- Встановіть радіатор у випробувальне пристосування та виконайте перевірку на герметичність;

- Зварювання бачків і сердечників водяного радіатора.

Для цього технологічного процесу були розроблені дорожня карта та структурна схема розбирання радіатора, які наведені в графічній частині

НУБІП України

проекту.

НУБІП України

# НУБІП України

5.6. Розрахунок на міцність основних деталей та вузлів пристрою.

# НУБІП України

5.6.1. Розрахунок на міцність нерухомої балки.

# НУБІП України

# НУБІП України

На нерухому балку через болт діє сила  $P$  ( $P = 1680\text{Н}$ ), яка виникає в результаті тиску повітря на платформу рухомої балки.

Визначити опорні реакції в точках А і В.

$$A = B = P/2$$

# НУБІП України

$$A = B = 1680/2 = 840\text{ Н.}$$

Згинаючий момент  $M$  знаходимо:

$$M = - 1/8 P x$$

(5.2.)

де,  $x$  – місце умовного перерізу балки.

При  $x = 0$

$$M = 0,$$

При  $x = L/2 = 0,9\text{м}$

$$M = 189\text{ Нм.}$$

Визначимо момент опору балки при згині.

# НУБІП України

$$W = M_{\max} \times [ \sigma ]_{\text{д}}$$

(5.3.)

де,  $W$  – момент опору,  $\text{см}^3$ ;

$[ \sigma ]_{\text{д}}$  – допустима напруга на згин,  $\text{Н/см}^2$ ;

$$[\sigma]_n = \sigma_{gr} / n \quad (5.4.)$$

де,  $\sigma_{gr}$  – гранична напруга;  
 $n$  – коефіцієнт запасу міцності;

$$\sigma_{gr} = 1,2 \sigma_T \quad (5.5.)$$

де,  $\sigma_T$  – границя повзучості (для сталі Ст 3  $\sigma_T = 2500 \text{ Н/см}^2$ ).

$$\sigma_{gr} = 1,2 * 2500 = 3000 \text{ Н/см}^2.$$

$$n = n_1 * n_2 * n_3 \quad (5.6.)$$

де,  $n_1$  – коефіцієнт, що враховує ступінь точності розрахунків,

$n_1 = 2$ ;

$n_2$  – коефіцієнт, що враховує пластичність матеріалу,  $n_2 = 1,5$ ;

$n_3$  – коефіцієнт, що враховує ступінь відповідальності деталі,

$n_3 = 1,1$ .

$$n = 2 * 1,5 * 1,1 = 3,3$$

Тоді,

$$[\sigma]_n = 1,2 * 2500 / 3,3 = 910 \text{ Н/см}^2.$$

Момент опору балки

$$W = 5670 / 910 = 6,2 \text{ см}^3.$$

Для виготовлення балки використовуємо швелер №10 по ГОСТ 2591–88 з сталі Ст 3 ДСТУ 2651–94 у якого

$$W_y = 6,46 \text{ см}^3.$$

З умови міцності (3.1.)

$$\sigma_{max} = 5670 / 6,46 = 878 = [\sigma]_n.$$

Балка з вибраного матеріалу та розмірів за своїми міцнісними характеристиками повністю задовольняє умовам міцності

## 5.6.2. Розрахунок трубки радіатора на міцність

Розрахунок трубки радіатора виконуємо як розрахунок тонкостінного резервуара, елементи якого працюють за плоского напруженого стану. Для спрощення розрахунку товщини стінки прямокутний переріз трубки замінюємо на еквівалентний йому круглий. Скористаємося формулою: [1], 4.3

$\sigma = pD / t \geq (3.22) 59$  де  $p$  – тиск рідини всередині трубки, Па. Зважаючи на особливості роботи автомобільного радіатора приймаємо  $p = 0,125 \text{ МПа} = 0,125 \cdot 10^6 \text{ Па}$ ;  $D$  – діаметр еквівалентної трубки круглого поперечного перерізу, м;  $[\zeta]$  – допустима напруга на розтяг і стиск, Па. Згідно даних довідкових видань допустима напруга для латуні становить  $[\zeta]_{\text{латунь}} = 100 \cdot 10^6$

Па; для алюмінієвого сплаву  $[\zeta]_{\text{алюм}} = 50 \cdot 10^6 \text{ Па}$ . Визначимо діаметр трубки радіатора еквівалентного круглого поперечного перерізу. Оскільки в реальній конструкції існуючого радіатора товщина трубки  $t = 2 \text{ мм}$ , ширина  $b = 10 \text{ мм}$ , а довжина кола  $l = 2 R D$ .  $k = \pi = \pi$  Довжина перерізу трубки прямокутного

поперечного перерізу (її периметр) становить  $(2 \cdot 10 \cdot 2) \cdot 10^{-3} \text{ м} = 0,04 \text{ м}$ . Для визначення діаметру трубки еквівалентного круглого поперечного перерізу прирівняємо периметри трубок круглого і прямокутного поперечного перерізу. Тоді  $k \cdot t \cdot l = 1$ , або  $3 \cdot 24 \cdot 10^{-3} = \pi D$ , звідки  $3 \cdot 24 \cdot 10^{-3} / \pi = D$

м. Для латунної трубки, підставивши у формулу (3.1) числові значення відповідних величин, отримаємо:  $[1] 4,13 \cdot 10^3 ( ) 4 \cdot 100 \cdot 10^3 / (0,125 \cdot 10^6 \cdot 7,64 \cdot 10^{-3}) \geq \sigma$ . Для трубки із алюмінієвого сплаву  $[1] 8,26 \cdot 10^3 ( ) 4 \cdot 50 \cdot 10^6 / (0,125 \cdot 10^6 \cdot 7,64 \cdot 10^{-3}) \geq \sigma$

. Як бачимо, і для трубок з латуні, і для трубок із алюмінієвого сплаву товщина трубки вибирається не із умови забезпечення міцності конструкції, а із умови практичного виготовлення (технології виготовлення) трубки певної товщини.

3.4 Розрахунок витрат палива при роботі двигуна в діапазоні низьких температур. Для оцінки ефективності використання палива при виконанні транспортної роботи використовують витрата палива на одиницю транспортної роботи (Q) - відношення фактичної витрати палива до виконаної транспортної роботи [47]. Питома витрата палива розраховується за формулою  $g_e = 1000 \text{ Гт} / N_e$ , (3.1) де  $N_e$  - ефективна потужність двигуна.

Висловимо  $N_e$  через рівняння балансу потужності

$$N_e = N_\psi + N_\omega + N_J + \eta_{tr} P = v(P_\psi + P_\omega + P_J) / \eta_{tr} \quad (3.2) \quad \text{Тоді}$$

$G = g_e N_e / (1000 \eta_{tr}) = g_e v (P_\psi + P_\omega + P_J) / \eta_{tr}$  (3.3) Годинна витрата палива впливає на величину шляхових витрат:  $Q_L = 1000 \text{ Гт} / (3600 \rho_t v)$ , (3.4) де  $\rho_t$  - щільність палива. Виразивши  $G$  через  $g_e$  отримаємо:

$$Q_L = g_e N_e / (3600 \rho_t \eta_{tr}) = g_e v (P_\psi + P_\omega + P_J) / (3600 \rho_t \eta_{tr}) \quad (3.5)$$

Формула (3.5) називається рівнянням витрати палива. Згідно ГОСТ 20306-85 оціночними показниками паливної економічності є: - контрольна витрата палива (КВП); - витрата палива в магістральному їздовому циклі на дорозі (ВПЗМЦ); - витрата палива в міському їздовому циклі на дорозі (ВПМЦ); - витрата палива в міському циклі на стенді (ВПМЦС); - паливна характеристика усталеного режиму

двигуна (ПХ); - паливно-швидкісна характеристика на горбистій дорозі (ПШХ). Дані оціночні показники не нормують. При роботі на дизельному паливі витрата визначається Змч. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 78 08-

12.ДП.17.3 – 70.03.04.000 ПЗ За рівняння 3.5 характеристик автомобіля маємо:

$g_e = 258 \text{ гкВт/год}$ ,  $N_e = 59 \text{ кВт}$ ,  $\rho_t = 850 \text{ кг/м}^3$  Приймаємо середню швидкість руху транспортного засобу  $v = 35 \text{ км/год}$ . Для розрахунку ККД трансмісії  $\eta_{tr}$  скористаємося формулою 3.6:  $\eta_{tr} = \eta_1 \eta_2 \eta_x$  (3.6) де  $\eta_1$ ,  $\eta_2$  - ККД циліндричних і конічних шестерень трансмісії,  $n_1$ ,  $n_2$  - число пар шестерень відповідно,  $\eta_x$  - ккд дорівнює 0,96 З технічних характеристик трансмісії ЗиЛ-

150 знаходимо при русі транспортної машини на останній транспортній швидкості  $n_1 = 5$ ,  $n_2 = 2$ ,  $\eta_1 = 0,84$ ,  $\eta_2 = 0,82$ . [7]  $\eta_{tr} = 0,845 \cdot 0,822 \cdot 0,96 = 0,88$  Для визначення загальної витрати палива необхідно обчислити значення сил опору



коченню ( $P_w + P_o + p_j$ ). Сила опору дороги:  $P_w = G(f \cos \alpha + \sin \alpha) \approx G(f+1)$  (3.7)

де  $G$  - повна маса транспортного засобу, приймаємо для транспортного засобу з причепом  $G$  рівне 11000 кг або 110000 Н,  $f$  - коефіцієнт опору коченню, що

залежить від покриття дороги, перевезення вантажів здійснюється по сухій, битій, ґрунтовій дорозі  $f$  дорівнює 0,03. Рух приймаємо рівномірним, прямолінійним.  $P_w = 11000 \cdot (0,03 + 1) = 11,33$  кН Сила опору повітря  $P_o = k_o F v^2$

(3.8) де  $k_o$  - коефіцієнт опору повітря, для автопоїздів приймається близько 0,9;  $F$  - площа лобового опору транспортного засобу, для Зил-130 становить

приблизно 5,3 м<sup>2</sup>, Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 79 08-12.ДП.17.3 -

70.03.04.000 ПЗ  $v = 35$  км / год.  $= 9,7$  м/с  $P_o = 0,9 \cdot 5,3 \cdot 9,7^2 = 4,64$  кН Сила опору

інерції трансмісії  $P_j = m J$ , (3.9) де  $m$  - маса транспортного засобу 4100 кг,  $J$  - прискорення транспортного засобу,  $J = 6,79$  кН. Загальна витрата палива при

виконанні транспортної роботи автомобилем складе:

$Q_L = 258(11,33 + 4,64 + 6,79) / 36 \cdot 850 \cdot 0,88 = 21,8$  кг / год З урахуванням наявних

досліджень роботи двигуна на всіх режимах навантаження визначаємо:

$Q_L = 19,7$  3,5 Розрахунки на міцність 3.5.1 Розрахунок продуктивності насоса

Розрахунок проводиться в такій послідовності: • розбивається трубопровідна

мережа системи на ділянки з різними максимальними витратами; •

Розраховується діаметр кожної ділянки трубопроводу; •

Вибирається фактичний діаметр трубопроводу; • визначаються сумарні втрати напору в

трубопроводах при різних витратах; • вибираються необхідні насоси; •

будується поєднана характеристика трубопроводу і насосів системи.

Розрахунковий діаметр трубопроводів визначається за основними ділянок

трубопроводів за формулою:  $d = 3600 / 4 \rho \max p W_p Q$  (3.10) Змн. Арк. № докум.

Підпис Дата Арк. 80 08-12.ДП.17.3 - 70.03.05.001 ПЗ де  $Q \max$  - максимальна

подача рідини, мм/год.;  $W_p$  - розрахункова швидкість перекачування рідини,

мм/с. Для напірного трубопроводу швидкість перекачування приймаємо 0,1

м/с, для всмоктується - 0,3 м/с. Залежно від прийнятої продуктивності подачі

рідини визначені діаметри на ділянці і уключені по ГОСТу 8732-78. Ці

показники дані в таблиці 3.3. Таблиця 3.3 - Вибір трубопроводів системи №

Найменування Продуктивність подачі рідини м<sup>3</sup> /год. Значення діаметра трубопровода по ГОСТ 8732-78, мм 1 Податочний колектор 12,0 7,9 2,0 2 Всмоктуючий колектор 12,0 9,3 2,5 3 Розподільний трубопровод 12,0 7,9 2,0 4

Витратний трубопровод 9,0 5,9 5,0 Сумарні втрати напору рідини визначаються виходячи з умови подачі рідини через найбільш віддалену точку

за формулою:  $H_{\text{нобщ}} = H_{\text{тр}} + H_{\text{м}} + H_{\text{фн}} + H_{\text{г}} + H_{\text{заг}} + P_{\text{к}} + \Delta Z$ , м, (3.11) де  $H_{\text{тр}}$  - втрати на тертя в трубопроводі, м;  $H_{\text{м}}$  - місцеві втрати в трубопроводі і арматурі (10% від  $H$ );  $H_{\text{фн}}$  - втрати у фільтрах;  $H_{\text{г}}$  - втрати в регуляторі, м;  $H_{\text{заг}}$  - загальні втрати в радіаторі, м;  $P_{\text{к}}$  - максимальне кінцевий тиск, приймається рівним 0,3

МПа (3 кгс/см<sup>2</sup>);  $\Delta Z$  - різниця відміток осі насоса, приймаємо 0,3 м. Втрати напору на тертя в трубопроводах визначаються для максимальної сумарної довжини, прийнятої 1,5 м, умовно для діаметра D20 за формулою:  $H_{\text{тр}} = i \cdot \text{сум}$ ,

(3.12) де  $i$  - гідравлічний нахил. Результати розрахунків для різних значень витрати наведені в таблиці 3.4. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 81 08-12. ДП. 17.3 - 70.03-05.001 ПЗ Таблиця 3.4 - Результати розрахунків

Подача рідини м<sup>3</sup> /год. Число насосів, шт.  $H_{\text{тр}}$ , м  $H_{\text{м}}$ , м  $H_{\text{фн}}$ , м  $H_{\text{г}}$ , м  $H_{\text{заг}}$ , м  $P_{\text{к}}$ , м  $\Delta Z$ , м  $H_{\text{нобщ}}$ , м 4,5 6,0 9,0 12,0 18,0 1 1 1 2 2 0,13 0,21 0,42 0,90 1,80 0,01 0,01 0,02

0,03 0,06 1,0 1,0 1,0 1,5 1,5 2,0 2,0 2,0 3,0 3,0 3,5 3,5 3,5 3,5 3,5 3,0 3,0 3,0 3,0 3,0

0,3 0,3 0,3 0,3 0,3 0,86 10,02 10,24 12,23 13,16 Для забезпечення максимальної продуктивності системи 12,0 м<sup>3</sup> /год приймаємо 2 насоса марки 130-1307010-Б4 [12]. 3.5.2 Розрахунок кріплення кронштейна підгрівача Метою розрахунку є визначення напружень і коефіцієнта запасу міцності в різьбовому з'єднанні

кріплення кронштейна. Матеріал нарізного пальця: - сталь 20 ГОСТ 1050-88,  $\sigma_T = 750$  МПа;  $\sigma_1 = 5$  МПа. Діаметр різьблення M16 × 1,5. З'єднання затягується моментом затяжки  $M_3 = 170$  Н • м. Для визначення коефіцієнта

тертя скористаємося даними тензометричних вимірювань з'єднання при моменті затягування  $M_3 = 285$  Н • м, згідно з яким встановлено величину напруги в різьбові частині [12].  $\sigma_1 = 501,6$  МПа та  $\tau_1 = 350$  МПа. Коефіцієнт

тертя на торці гайки визначається за формулою:  $\mu_T = 3 \cdot 1,2 \cdot 3 \cdot 1,6 \cdot d \cdot M \cdot H \cdot \dots \cdot \sigma = 0,3$

$\sigma \cdot H \cdot \tau$  (3.13) де  $M_3$  - момент затяжки, Н • м;  $H$  -



автомобільних двигунів. Для розрахунку елементів системи охолодження необхідно таку величину - кількість теплоти (Дж/с), яку необхідно відвести від двигуна в охолоджувальне середовище. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк.

$$84 \text{ 08-12.ДП.17.3} - 70.03.06.000 \text{ ПЗ } Q_{ж} = q_{ж} \cdot NeN, \text{ або } Q_{ж} = QT \cdot q_{ж} \quad (3.20)$$

де:  $Q_{ж}$  - питома кількість теплоти, Дж/(кВт·с);  $NeN$  - ефективна потужність, кВт;  $q_{ж}$  - коефіцієнт відносного відводу теплоти  $q_{ж} = 0,32 \cdot QT$  - кількість теплоти, введеної в циліндр, Дж/с.  $3600 \cdot T \cdot IT \cdot G \cdot H \cdot Q^* =$  де:  $GT$  - годинна витрата палива, кг/год;  $HI$  - нижча теплота згорання палива, Дж/кг. На

статистичних даних для різних типів двигунів питома кількість теплоти  $q_{ж}$

[Дж/(кВт·с)] складає: - карбюраторні двигуни — 800... 1200; - дизелі — 630...

1000. Для орієнтовних розрахунків чотиритактних двигунів кількість теплоти (Дж/с) може бути підрахована за емпіричною формулою, в залежності від

$$\text{параметрів двигуна. [17], } 1+2-1 = * * * * \alpha \cdot m \cdot m \cdot Q_{ж} \cdot C \cdot i \cdot D \cdot n \quad (3.21) \text{ де: } C = 0,41$$

$\div 0,47$  — коефіцієнт пропорційності;  $i$  - кількість циліндрів;  $D$  - діаметр циліндра, см;  $n$  - частота обертання колінчастого валу, об/хв;  $\alpha$  - коефіцієнт надлишку повітря;  $m = 0,6...0,7$  - показник ступеня. Основні параметри

підігрівача системи охолодження автомобільного двигуна • поверхня охолодження радіатора  $F_p$  ( $m^2$ ), яка омивається повітрям; • фронтальна

поверхня в радіаторі  $F_{ф.р.}$  ( $m^2$ ); • глибина радіатора  $l$  (м) - відстань між передньою і задньою стінками його решітки по ходу повітря  $l = 0,06...0,15$  м;

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 85 08-12.ДП.17.3 - 70.03.06.000 ПЗ •

коефіцієнт компактності радіатора  $\phi$  - відношення поверхні, що охолоджує, до об'єму радіатора,  $\phi = F_p / F_{ф.р.}$   $\phi = 600...900 \text{ м}^2 / \text{м}^3$ ; коефіцієнт ребрення  $\psi$  -

відношення площі поверхонь, які омиваються повітрям і рідиною  $\psi = 3...6$ .

Кількість рідини (кг/с), циркулюючої в системі охолодження за одиницю часу визначають за формулою:  $G_{ж} = Q_{ж} / (c_{ж} \cdot \Delta T_{ж}) \quad (3.22)$  де:  $c_{ж}$  -

теплоємність циркулюючої рідини: - для води  $c_{ж} = 4,178 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$ , - для

етиленгліколевих сумішей  $c_{ж} = 2,093 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$ ;  $\Delta T_{ж} = 5...10$  - перепад

температури рідини, що охолоджує, в радіаторі, К; Поверхня охолодження

радіатора  $(\text{м}^2 / \text{л})$ ,  $FR = QЖ K T_{ж.ср} - T_{в.ср}$  (3.23) де:  $K$  – повний коефіцієнт теплопередачі,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \text{град})$ ;  $T_{ж.ср} = (T_{ж.вх} + T_{ж.вих}) / 2 = 353...368$  – середня температура рідини у радіаторі,  $\text{К}$ ;  $T_{в.ср} = (T_{в.вх} + T_{в.вих}) / 2 = 323...328$  –

середня температура повітря, що проходить через радіатор,  $\text{К}$ . Повний коефіцієнт теплопередачі  $K$  залежить від багатьох факторів: конструкції радіатора (трубок, ребер, якості паяння), швидкості рідини і повітря.  $1 / (1/\alpha Ж + \delta/\lambda + \alpha В)$  (3.24) де:  $\alpha Ж$  – коефіцієнт тепловіддача від рідини до стінки трубки радіатора,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \text{К})$ ;  $\delta$  – товщина стінки трубки,  $\text{м}$ ;  $\lambda$  – коефіцієнт теплопровідності металу трубок радіатора,  $\text{Вт}/(\text{мК})$ ; Змн. Арк. № докум.

Підпис Дата Арк. 86 08-12. ДП.17.3 70.03.06.000 ПЗ  $\alpha В$  – коефіцієнт тепловіддача від стінок трубок радіатора до повітря,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \text{К})$ . Можна приймати  $K [\text{Вт}/(\text{м}^2 \text{К})]$ : - для карбюраторних двигунів 140...180; - для дизелів 80...100. Для тих існуючих конструкцій систем рідинного охолодження питома

поверхня охолодження радіатора і питома ємкість системи охолодження (л/кВт), визначається з формули:  $\lambda Ж VЖ N_{ен} \nu = (3.25)$  де:  $VЖ$  – повна ємкість системи (л), мають такі значення: - для вантажних автомобілів  $\rho f = 0,136 + 0,313$ ;  $VЖ = 0,613 + 0,354$ ; - для сільськогосподарських машин  $\rho f = 0,204 + 0,408$ ;  $VЖ = 0,272 + 0,816$ . Кількість теплоти, що відводиться від двигуна  $QЖ$  і

передається через охолоджувальну рідину, повітря, що охолоджує, в радіаторі  $QВ$ , приймають рівним. У цьому випадку витрата повітря через радіатор  $(\text{м}^3/\text{с})$   $V = QВ / (\rho В c \Delta T В)$  (3.26) де:  $QВ$  – кількість теплоти, що відводиться від радіатора повітрям, що охолоджує:  $QВ = QЖ$ ,  $\text{Дж}/\text{с}$ ;  $\rho В c = 1000$  – теплоємність повітря,  $\text{Дж}/(\text{кг К})$ ;  $\Delta T В = T_{в.всх} - T_{в.вх} = 20...30$  – перепад температури повітря в радіаторі,  $\text{К}$  ( $T_{в.вх} = 313 \text{К}$ );  $\rho В$  – щільність повітря при середній його температурі в радіаторі,  $\text{кг}/\text{м}^3$ .  $10 / (1 + 0,6 \rho В / \rho В Т В ср \rho = \dots$

(3.27) де:  $\rho о$  – атмосферное тиск,  $\text{МПа}$ ;  $RВ = 287$  – питома газова постійна для повітря,  $\text{Дж}/(\text{кг-К})$ ;  $T В.ср. = 323...328$  – середня температура повітря, що

проходить через радіатор,  $\text{К}$ . Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 87 08-12. ДП.17.3 70.03.06.000 ПЗ Теплофізичні параметри води при середній температурі: • щільність  $\rho о = 969,2 \text{ кг}/\text{м}^3$ ; • питома теплоємність  $c о = 4,2$

94

кДж/(кг·К); • коефіцієнт теплопровідності  $\lambda_{\omega} = 0,6718 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ ; • коефіцієнт кінематичної в'язкості  $\nu_{\omega} = 0,355 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ ; • число Прандтля  $Pr_{\omega} = (\rho_{\omega} c_{p\omega} \nu_{\omega})/\lambda_{\omega} = 2,151$ . Середня швидкість води, за попередньою оцінкою,  $\omega_{\omega} = 0,51 \text{ м/с}$ . Повітря, що охолоджує:  $T_{в1} = 308 \text{ К}$ ;  $T_{в2} = 328 \text{ К}$ ;  $\Delta T_{в} = 20 \text{ К}$ ;  $T_{в, ср} = 318 \text{ К}$ . Теплофізичні параметри повітря при середній температурі без

урахування вологості: • щільність (при  $p_0 = 0,101 \text{ Мпа}$ )  $\rho_{в} = 1,11 \text{ кг/м}^3$ ; • ізобарна питома теплоємність  $c_{рв} = 1,005 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$ ; • коефіцієнт теплопровідності  $\lambda_{в} = 2,79 \cdot 10^{-2} \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ ; • коефіцієнт кінематичної в'язкості  $\nu_{в} = 17,455 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ ; • число Прандтля  $Pr_{в} = (\rho_{\omega} c_{p\omega} \nu_{\omega})/\lambda_{\omega} = 0,6979$ . Середня

швидкість повітря з урахуванням руху машини на нижчій передачі, по попередніх оцінках,  $\omega_{в} = 15,4 \text{ м/с}$ . Кількість теплоти, яку необхідно відвести від двигуна в навколишнє середовище:  $Q = q_{охл} N_e = 920 \cdot 75 \text{ Дж/с} = 69000$

Дж/с де:  $q_{охл}$  - питома кількість теплоти. Для дизельних двигунів  $q_{охл} = 800 - 1200 \text{ Дж}/(\text{кВт}\cdot\text{с})$ . Приймаємо  $q_{охл} = 920 \text{ Дж}/(\text{кВт}\cdot\text{с})$ . Масова витрата повітря через радіатор  $G_{в} = Q/(c_{рв} \Delta T_{в}) = 6900/(1005 \cdot 20) \text{ кг/с} = 3,43 \text{ кг/с}$ .

Масова витрата води через радіатор  $G_{\omega} = Q/(c_{\omega} \Delta T_{\omega}) = 69000/(4200 \cdot 6) \text{ кг/с} = 2,73 \text{ кг/с}$ . Число Рейнольда для води  $Re_{\omega} = \omega_{\omega} d_{\omega} \rho_{\omega} / \mu_{\omega} = 0,51 \cdot 0,00402 / (0,355 \cdot 10^{-6}) = 5775$ . Коефіцієнт тепловіддачі з боку охолоджувальної рідини  $Z_{мн}$ .

Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 88 08-12. ДП. 17.3 - 70.03.06.000 03  $\alpha_{\omega} Nu_{\omega} \lambda_{\omega} d_{\omega} = \sqrt{17,88 \cdot 0,6718 / (0,00402 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}))} = 2989 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ . Необхідна площа поверхні радіатора  $F = Q/(\kappa \Delta T) = 69000 / (101,2 \cdot 38,14) \text{ м}^2 = 17,75 \text{ м}^2$ .

Коефіцієнт компактності радіатора  $\kappa_{кп} = F/(BHL) = 17,75 / (0,76 \cdot 0,59 \cdot 0,07) 1/\text{м} = 5761/\text{м}$ . Коефіцієнт використання об'єму трубного пучка  $\kappa_{у} = Q/(V \Delta T) = 69000 / (0,0314 \cdot 38,4) \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{К}) = 57261 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{К})$ . Втрати тиску повітря в радіаторі  $\Delta p = 0,5 \xi_{рв} \rho_{в} \omega_{в}^2 = 0,5 \cdot 5,6 \cdot 1,11 \cdot 15,4^2 \text{ Н/м}^2 = 737 \text{ Н/м}^2$ .

Удосконалюючи систему охолодження автомобільного двигуна внутрішнього згорання проведемо попередній її розрахунок. Проте даний розрахунок є

перевірочним і ведеться в першому наближенні з тим, щоб зберегти геометричні, теплові і інші параметри основних деталей системи охолодження максимально уніфікуючи її з існуючою конструкцією у разі

доопрацювання. При розрахунку системи охолодження двигуна початковою величиною є кількість що відводиться від нього в одиницю часу тепла  $Q_2$  (ккал/год.). Ця кількість може бути визначене з рівняння теплового балансу,

або (орієнтування) на підставі експериментальних даних. У даному проекті використовуємо другий варіант, на підставі експериментальних даних,

вибираючи коефіцієнти і емпіричні дані припускаючи найбільш напружений тепловий режим роботи. Як циркулюючу охолоджуючу рідину, приймаємо етиленгліколеву незамерзаючу суміш (антифриз). Таким чином, кількість

тепла що відводиться від двигуна в одиницю часу:

$$Q_2 = q_2 \cdot N_e \cdot \tau = 860 \cdot 85,0232 \cdot 1,36 = 99443,135 \text{ ккал/год.} \quad (3.28) \text{ де } q_2 = 860$$

ккал/(к.с.·год.) — кількість тепла, що відводиться від двигуна, для дизельних ДВЗ зазвичай  $q_2 = 830,860$  ккал/(к.с.·год.);  $N_e = 85,0232$  кВт — найбільша

потужність двигуна. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 89 08-12.ДП.17.3 –

70.03.06.000 ПЗ Знаходимо кількість рідини (кгс/ч), циркулюючої в системі

$$\text{охолодження за одиницю часу } 99443,135 \text{ Г} = 39777,254 \text{ [ ( ) ] } [0,5 \cdot 5] \text{ Q et t } \varpi \varpi$$

$$\varpi \varpi \varpi = = = ' ' \text{ — кгс/год.} \quad (3.29) \text{ де } z = 0,5 \text{ ккал/(кгс} \cdot \text{°C)} \text{ — теплємність}$$

циркулюючої рідини;  $t_1 - t_2 = 5 \text{ °C}$  — різниця температур що входить і

виходять з радіатора. Величину поверхні охолодження радіатора в першому

наближенні ( $F_D$ ) з достатньою точністю визначимо по простій формулі і

$$\text{порівняємо з тією, що існує (} F_D = 20 \text{ м}^2 \text{): } F_p = f_p \cdot N_e \cdot \tau = 0,17 \cdot 85,0232 \cdot 1,36 = 19,66$$

$$\text{м}^2 \quad (3.30) \text{ де } f_p = 0,17 \text{ м}^2 / \text{к.с. — цитома поверхня охолодження радіатора,}$$

$f_p = 0,1,0,23 \text{ м}^2 / \text{к.с.}$  для дизельних двигунів. Як видно з розрахунків

$F_p = 19,66 \text{ м}^2$  и  $F_D = 20 \text{ м}^2$ , відносна різниця 2%. Ємкість системи

$$\text{охолодження залишимо колишньою, тобто } V = 12 \text{ л. Зразкова кількість}$$

$$\text{повітря, що проходить через радіатор: } G_L = 205 \cdot N_e \cdot \tau = 205 \cdot 85,0232 \cdot 1,36 = 22868$$

кгс/год. (3.31) Розрахункова продуктивність водяного насоса:  $G_{в.н.} = G / \text{в.н.} =$

$$39777,254 / 0,85 = 46796,7694 \text{ кгс/год.} \quad (3.32) \text{ де } \text{в.н.} = 0,85 \text{ — коефіцієнт, що}$$

враховує можливість прориву рідини між крильчаткою і корпусом насоса.

Необхідна на привід водяного насоса потужність:  $\text{в.н.} \cdot \text{в.н.} \cdot h_{\text{мех}} \cdot G_{\text{н}}$

$$46796,7694 \cdot 7 \cdot 0,7355 \cdot 0,7355 \cdot 1,716 \cdot (75 \cdot 3600) = 75 \cdot 3600 \cdot 0,65 \cdot 0,8 \cdot \square \square \square \square \approx \square$$

НУБІП України  
насосом натиск;  $\eta = 0,65$  — гідравлічний ККД;  $\eta_{\text{мех}} = 0,8$  — механічний ККД  
водяного насоса. Враховуючи, що параметри системи охолодження що  
розраховується і дійсної, можна прийняти як рівні, а отже конструктивно  
доцільно застосовувати засіб попереднього підігріву охолоджувальної рідини  
перед початком пуску двигуна.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України



### 3.5. Розрахунок трубки радіатора на міцність

Розрахунок трубки радіатора виконуємо як розрахунок тонкостінного резервуара, елементи якого працюють за плоского напруженого стану. Для спрощення розрахунку

товщини стінки прямокутний переріз трубки замінюємо на еквівалентний йому круглий. Скористаємося формулою:  $\sigma_{pD} t \geq (3.22) 59$  де  $p$  – тиск рідини всередині трубки, Па.

Зважаючи на особливості роботи автомобільного радіатора приймаємо  $p = 0,125 \text{ МПа} = 0,125 \cdot 10^6 \text{ Па}$ ;  $D$  – діаметр еквівалентної трубки круглого поперечного перерізу, м;  $[\zeta]$  – допустима напруга на розтяг і стиск, Па.

Згідно даних довідкових видань допустима напруга для латуні становить  $[\zeta]_{\text{латунь}} = 100 \cdot 10^6 \text{ Па}$ , для алюмінієвого сплаву  $[\zeta]_{\text{алюм}} = 50 \cdot 10^6 \text{ Па}$ .

Визначимо діаметр трубки радіатора еквівалентного круглого поперечного перерізу. Оскільки в реальній конструкції існуючого радіатора

товщина трубки  $t = 2 \text{ мм}$ , ширина  $b = 10 \text{ мм}$ , а довжина кола  $l = 2 R D$ .  $k = \pi = \pi$

Довжина перерізу трубки прямокутного поперечного перерізу (її периметр) становить  $(2 \cdot 10 + 2 \cdot 2) \cdot 10 = 24 \cdot 10^{-3} \text{ тр м} = 0,024 \text{ м}$ . Для визначення діаметру

трубки еквівалентного круглого поперечного перерізу прирівняємо периметри трубок круглого і прямокутного поперечного перерізу. Тоді  $k_{tr} l = 1$ , або  $3 \cdot 24$

$10^{-3} = \pi D$  м, звідки  $D = \frac{3 \cdot 24 \cdot 10^{-3}}{\pi} = 2,31 \cdot 10^{-2} \text{ м} = 23,1 \text{ мм}$ . Для латунної трубки,

підставивши у формулу (3.1) числові значення відповідних величин,

отримаємо:  $[\zeta]_{\text{латунь}} \cdot 4 \cdot 100 \cdot 10^6 \cdot 0,125 \cdot 10^6 \cdot 7,64 \cdot 10^{-4} \cdot 3 \cdot 6 \cdot 6 \cdot 6 \cdot 3 \cdot 10^{-3} \text{ м} \cdot p D t = \dots \geq \sigma$ . Для трубки із алюмінієвого сплаву  $[\zeta]_{\text{алюм}} \cdot 4 \cdot 50 \cdot 10^6 \cdot 0,125 \cdot 10^6 \cdot 7,64 \cdot 10^{-4} \cdot 3 \cdot 6 \cdot 6 \cdot 6 \cdot 3 \cdot 10^{-3} \text{ м} \cdot p D t = \dots \geq \sigma$ .

Як бачимо, і для трубок з латуні,

і для трубок із алюмінієвого сплаву товщина трубки вибирається не із умови забезпечення міцності конструкції, а із умови практичного виготовлення

(технології виготовлення) трубки певної товщини.