

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**Механіко – технологічний факультет**

**Завідувач кафедри  
Тракторів і автомобілів**

Калінін Є.І.

(підпис)

(ПІБ)

**ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ**  
(назва кафедри)

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2025 р.

**ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ БАКАЛАВРА**

**на тему «Забезпечення ефективної експлуатації системи охолодження ДВЗ  
вантажних автомобілів на транспортних роботах»**

Спеціальність 208 «Агроінженерія»

**Гарант освітньої програми**

**К.т.н., доцент**

(науковий ступінь та вчене звання)

\_\_\_\_\_ (підпис)

(ПІБ)

Сівак І.М.

**Керівник дипломного проєкту бакалавра**

**К.т.н., доцент**

(науковий ступінь та вчене звання)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Колеснік І.В.

(ПІБ)

**Виконав**

\_\_\_\_\_ (підпис)

Браженко Анастасія Романівна

(ПІБ студента)

**КИЇВ – 2025**

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Механіко – технологічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Тракторів і автомобілів

д.т.н., професор \_\_\_\_\_ Калінін Є.І.

(науковий ступінь, вчене ваня) (підпис)

(ПІБ)

“ ” \_\_\_\_\_ 2024 р.

З А В Д А Н Н Я

на виконання дипломного проекту бакалавра студенту

**Браженко Анастасія Романівна**

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 208 «Агроінженерія»

(код і назва)

Тема дипломного проекту бакалавра на тему «Забезпечення ефективної експлуатації системи охолодження ДВЗ вантажних автомобілів на транспортних роботах»

затверджена наказом ректора НУБіП України від «26» листопада 2024 р. №2098 «С»

Термін подання завершеної роботи (проекту) на кафедру 19.05.2025

(рік, місяць, число)

**Вихідні дані до дипломного проекту бакалавра** Нормативно довідкова література. Види та характеристики системи охолодження ДВЗ.

**Перелік питань які потрібно розробити** \_\_\_\_\_

Вступ

1 Загальні характеристики систем охолодження тракторів та автомобілів

2 Розробка конструкції стенду для обслуговування радіаторів охолодження вантажних автомобілів

2.1 Технічне завдання

2.2 Технічна пропозиція

2.3 Конструкторські розрахунки основних елементів стенда, що розробляється

3 Технологічний процес перевірки радіатора

3.1 Призначення радіатора

3.2 Ремонт радіатора з латуні

3.3 Ремонт алюмінієвого радіатора

4 Безпека та екологічність стенду для обслуговування радіаторів охолодження вантажних автомобілів

4.1 Конструктивно-технологічна характеристика стенду обслуговування радіаторів охолодження вантажних автомобілів

4.2 Ідентифікація виробничо-технологічних та експлуатаційних професійних ризиків

4.3 Методи та технічні засоби зниження професійних ризиків

4.4 Забезпечення пожежної та техногенної безпеки

4.5 Розробка технічних засобів та організаційних заходів щодо забезпечення ПБ медично-радіаторного відділення

4.6 Організаційно-технічні заходи щодо запобігання пожежі

4.7 Забезпечення екологічної безпеки розглянутого технологічного процесу перевірки радіатора охолодження вантажного автомобіля

5 Розрахунок ефективності спроектованої конструкції

5.1 Визначення собівартості виготовлення

5.2 Визначення витрат на заробітну плату

5.3 Визначення витрат на утримання та експлуатацію обладнання

5.4 Визначення загальних витрат на виготовлення конструкції

Висновки

Список використаних джерел

Перелік графічного матеріалу

---

Загальні характеристики систем охолодження.

2. Конструкція стенду для обслуговування радіаторів охолодження.

Технологічний процес перевірки радіатора.

Безпека та екологічність стенду.

Розрахунок ефективності спроектованої конструкції.

6. Технічна пропозиція.

Висновки

---

Дата видачі завдання «\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 р.

**Керівник дипломного проєкту бакалавра** \_\_\_\_\_

( підпис )

(прізвище та ініціали)

Колеснік І.В.

**Завдання прийняв до виконання** \_\_\_\_\_

( підпис )

(прізвище та ініціали студента)

Браженко А.Р.

## РЕФЕРАТ

Загальний обсяг роботи становить 59 сторінку, що включають 10 рисунків, 12 таблиць, 19 літературних джерел, додаток.

У рамках випускної кваліфікаційної роботи бакалавра запропоновано розробку конструкції стенду для обслуговування радіаторів системи охолодження вантажних автомобілів.

Грунтуючись на великому переліку літературних джерел, а також проведеному аналізу вітчизняного та зарубіжного ринків, була спроектована конструкція стенду для обслуговування радіаторів охолодження вантажних автомобілів. Виконано складальні креслення конструкції. Виконано розрахунок ефективності спроектованої конструкції.

Кваліфікаційна робота складається із п'яти розділів.

У першому розділі наведено загальні характеристики систем охолодження тракторів та автомобілів.

У другому розділі запропоновано технічне завдання, технічну пропозицію на конструкцію, що розробляється, наведено конструкторські розрахунки.

У третьому розділі розглянуто призначення радіатора охолодження, ремонт радіаторів із латуні, алюмінію, а також складено технологічний процес його випробування.

У четвертому розділі розглянуто безпеку та екологічність стенду для обслуговування радіаторів охолодження вантажних автомобілів.

У п'ятому розділі проведено розрахунок ефективності проектованої конструкції.

Метою кваліфікаційної роботи є проектування конструкції стенду для обслуговування радіаторів охолодження вантажних автомобілів з метою зниження собівартості та трудомісткості виконання обслуговування радіаторів охолодження вантажних автомобілів.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі завдання:

- провести поглиблене опрацювання медично-радіаторного відділення;
- розробити технічне завдання, технічну пропозицію на конструкцію, що розробляється, і провести розрахунок елементів конструкції;
- розробити технологічний процес перевірки радіатора охолодження вантажного автомобіля;
- розглянути безпеку та екологічність стенду для обслуговування радіаторів охолодження вантажних автомобілів;
- провести розрахунок ефективності проекрованої конструкції.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
ЗАГАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМ ОХОЛОДЖЕННЯ ТРАКТОРІВ ТА АВТОМОБІЛІВ.....	11
РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ СТЕНДУ ДЛЯ ОБСЛУГОВУВАННЯ РАДІАТОРІВ ОХОЛОДЖЕННЯ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ.....	24
2.1 Технічне завдання.....	24
2.2 Технічна пропозиція.....	25
2.3 Конструкторські розрахунки основних елементів стенда, що розробляється.....	32
ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ПЕРЕВІРКИ РАДІАТОРА.....	38
3.1 Призначення радіатора.....	38
3.2 Ремонт радіатора з латуні.....	39
3.3 Ремонт алюмінієвого радіатора.....	40
БЕЗПЕКА ТА ЕКОЛОГІЧНІСТЬ СТЕНДУ ДЛЯ ОБСЛУГОВУВАННЯ РАДІАТОРІВ ОХОЛОДЖЕННЯ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ.....	42
4.1 Конструктивно-технологічна характеристика стенду обслуговування радіаторів охолодження вантажних автомобілів.....	42
4.2 Ідентифікація виробничо-технологічних та експлуатаційних професійних ризиків.....	43
4.3 Методи та технічні засоби зниження професійних ризиків.....	44
4.4 Забезпечення пожежної та техногенної безпеки.....	45
4.5 Розробка технічних засобів та організаційних заходів щодо забезпечення ПБ медично-радіаторного відділення.....	47
4.6 Організаційно-технічні заходи щодо запобігання пожежі.....	47
4.7 Забезпечення екологічної безпеки розглянутого технологічного процесу перевірки радіатора охолодження вантажного автомобіля.....	49
РОЗРАХУНОК ЕФЕКТИВНОСТІ СПРОЕКТОВАНОЇ КОНСТРУКЦІЇ.....	52
5.1 Визначення собівартості виготовлення.....	52
5.2 Визначення витрат на заробітну плату.....	53

5.3	Визначення витрат на утримання та експлуатацію обладнання.....	54
5.4	Визначення загальних витрат на виготовлення конструкції.....	55
	ВИСНОВОК.....	56
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	57
	ДОДАТКИ.....	59

## ВСТУП

У сучасних ринкових умовах значна увага приділяється зростанню та розвитку автотранспортного комплексу та, зокрема, ремонту та технічного обслуговування автомобільного транспорту.

Кожному автомобілю потрібне технічне обслуговування, пов'язане, перш за все, з умовами експлуатації транспортного засобу, якістю дорожнього полотна, дорожньо-транспортними пригодами, необхідністю сезонного обслуговування автомобілів.

Виконання своєчасного та якісного техобслуговування, ремонту та правильна експлуатація автомобіля в сукупності є факторами, що гарантують збереження працездатного стану автомобіля у процесі його експлуатації.

Використання технологічного обладнання у процесах технічного обслуговування та ремонту підвищує якість, продуктивність виконуваних робіт та безпеку праці персоналу, зменшує витрати на підтримку парку автомобілів у технічно справному стані [1].

Різноманітність конструкцій вузлів та агрегатів вітчизняних та зарубіжних автомобілів потребує різноманітного технологічного обладнання, що застосовується для технічного обслуговування автомобілів. На даний момент ринок технологічного обладнання представлений в основному моделями зарубіжного виробництва, що мають значну вартість, а наявне обладнання, що використовується в АТП, часто знаходиться в старому і зношеному стані.

Метою кваліфікаційної роботи є проектування конструкції стенду для обслуговування радіаторів охолодження вантажних автомобілів з метою зниження собівартості та трудомісткості виконання обслуговування радіаторів охолодження вантажних автомобілів.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі завдання:

- провести поглиблене опрацювання медично-радіаторного відділення;

- розробити технічне завдання, технічну пропозицію на конструкцію, що розробляється, і провести розрахунок елементів конструкції;
- розробити технологічний процес перевірки радіатора охолодження вантажного автомобіля;
- розглянути безпеку та екологічність стенду для обслуговування радіаторів охолодження вантажних автомобілів;
- провести розрахунок ефективності проектованої конструкції.

Таким чином, зростає роль інженерної професії, представники якої здатні провести аналіз та вибрати з усього різноманіття найбільш прийнятну модель технологічного обладнання, а також які мають знання та вміння з проектування технологічного обладнання для виготовлення в умовах автотранспортного підприємства.

## ЗАГАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМ ОХОЛОДЖЕННЯ ТРАКТОРІВ ТА АВТОМОБІЛІВ

Необхідність підвищення потужності двигунів тракторів та автомобілів, ефективність їх використання значною мірою визначаються системою охолодження. Підвищення потужності двигунів засноване на форсуванні їх за швидкісним та навантажувальним режимам. При цьому значно зростають теплові навантаження у двигунах. Серйозною перешкодою при підвищенні потужності двигунів є теплонапруженість основних вузлів та деталей двигунів.

Працюючи двигуна внутрішнього згорання на номінальному навантажувальному режимі частка корисного використання теплоти згорання палива становить 37 - 45%. Кількість теплоти, що залишилася, складають теплові втрати. Функції регульованого примусового відведення теплоти виконує система охолодження. Дослідження в галузі систем охолодження в основному носять експериментальний характер і від того, наскільки отримані результати досліджень відповідають реальним процесам залежать рішення, що приймаються конструкторами при розробці систем охолодження нових машин. У зв'язку з цим особливо важливо, щоб технічні рішення, що приймаються, були оптимальними, що дозволить забезпечити економію дорогих кольорових металів, звести до обґрунтованого мінімуму енерговитрати на привід водяного насоса і вентилятора.

Система охолодження істотно впливає на роботу двигуна. Від можливості системи охолодження забезпечувати заданий температурний режим залежать його ефективні показники. Показники системи охолодження визначаються конструкцією складових компонентів, узгодженістю цих показників між собою. Ряд агрегатів системи охолодження, що є приналежністю двигуна, розробляються при його проектуванні. До них відносяться сорочка охолодження, водяний насос, вентилятор та його привід. Інші агрегати системи розробляються під час проектування трактора та

автомобіля – радіатор, повітряний тракт, капот. Ця подвійна приналежність агрегатів системи охолодження вимагає узгодженості параметрів двигуна та системи охолодження. Порядок і методика узгодження двигуна із системою охолодження розглянуті нами у роботі [1].

Системи рідинного охолодження тракторів і автомобілів виконуються за однією схемою компонування, принцип роботи їх однаковий. Відмінність їх у тому, що компонування повітряного тракту трактора більш насичена, зокрема агрегатами, які не належать до системи охолодження. Це призводить до напруженої роботи повітряного тракту та пред'явлення до нього вищих вимог, які слід враховувати під час проектування. На роботу системи охолодження впливає і режим роботи двигуна, що визначається навантаженістю трактора та автомобіля. У тракторів режими роботи жорсткіші, вони нижчі робочі швидкості, виконувані роботи призводять до інтенсивного засмічення і забруднення охолоджуючих поверхонь радіатора. Автомобілі при виконанні в основному транспортних робіт мають великі транспортні швидкості, потік повітря, що набігає, також позитивно впливає на роботу системи охолодження.

Рідинні системи охолодження працюють за наявності теплообмінних апаратів типу «рідина – повітря» та двох теплоносіїв. Системи рідинного охолодження складніші в порівнянні з повітряними охолодними системами. Здатність рідинної системи охолодження забезпечувати регульований температурний режим, стабільність теплового стану двигуна, її надійність та інші переваги в порівнянні з повітряною системою охолодження забезпечили ширше її застосування на мобільній колісній та гусеничній техніці [1].

Рідинна система охолодження виконує ряд послідовних функцій - відібрання теплоти від стінок циліндрів, перенесення її до холодильника і розсіювання теплоти в навколишнє середовище. Від'єм теплоти та перенесення її до холодильника здійснюється рідким теплоносієм у рідинному контурі. Розсіювання теплоти холодильником здійснюється повітрям у повітряному контурі. Холодильник або радіатор є проміжною ланкою між контурами і об'єднує обидва контури в єдину систему, що охолоджує. Рідинний

контур утворюють канали та порожнини сорочки охолодження, внутрішні порожнини радіатора, шланги. Рух рідини в контурі примусовий та забезпечується водяним насосом. Повітряний контур поєднує порожнини і канали, якими просмоктується повітря від всмоктує сітки або облицювання до виходу його з-під капота моторного відділення. Повітряний контур можна розділити на передрадіаторну та моторну зони. Розділяючим елементом є радіатор. Рух повітря повітряному контурі здійснюється примусово вентилятором. Нагріте повітря після проходження радіатора видаляється за межі капота в довкілля і його місце засмоктуються нові порції повітря.

Структурна схема рідинної системи охолодження трактора класу 14 кН, за кількістю теплоносіїв структурна схема є двокомпонентною і включає такі основні елементи:

- рідинний контур, що включає сорочку охолодження, радіатор, водяний насос, розширювальний бачок, радіатор обігрівача, що включає рідинний контур для обігріву робочого місця оператора в кабіні. На ряді двигунів охолодна рідина системи використовується для охолодження надувного повітря та мастила;

- повітряний контур, що включає радіатор, вентилятор, дифузор, капот. На ряді машин потік повітря охолоджує мастило, робочу рідину кондиціонера, надувне повітря;

- засоби регулювання, що включають термостат, привод вентилятора із засобами регулювання частоти обертання або його відключення, а також примусово керовану шторку (жалюзі);

- засоби контролю температурного режиму охолоджувальної рідини та попередження оператора при перевищенні граничної температури рідини.

За кількістю структурних елементів, зв'язків між цими елементами, незважаючи на складність процесів, що відбуваються, система охолодження не є складною [1]. Агрегатний метод компоновання та формування дозволяють створювати різні схеми систем охолодження, що відрізняються функціональними параметрами та тепловою ефективністю. Системи

охолодження тракторів, автомобілів та інших мобільних машин виконуються за одним принципом функціонування та приблизно за однією структурною схемою шляхом варіації складових компонентів.

На мобільних машинах використовуються комбіновані системи охолодження. На відміну від інших систем охолодження – проточних, випарних, термосифонних, комбіновані системи охолодження замкнуті – теплоносій, що охолоджує, примусово циркулює по колу; закриті – відокремлені від атмосфери довкілля; працюють при надмірному тиску. Системи охолодження мають два режими роботи: перший – прогрів двигуна до робочої температури та другий – забезпечення теплового стану двигуна після прогріву. Режимність роботи системи забезпечується автоматично термостатом. Надлишковий тиск підвищує температуру кипіння теплоносія в рідинному контурі на  $7-10^{\circ}$  і знижує ймовірність пароутворення в системі при підвищених теплових навантаженнях. У системах охолодження тракторів та автомобілів перепад температури рідкого теплоносія не перевищує  $5-6^{\circ}$ . Це забезпечує тепловий стан двигуна в межах сприятливих для його ефективної та економічної роботи.

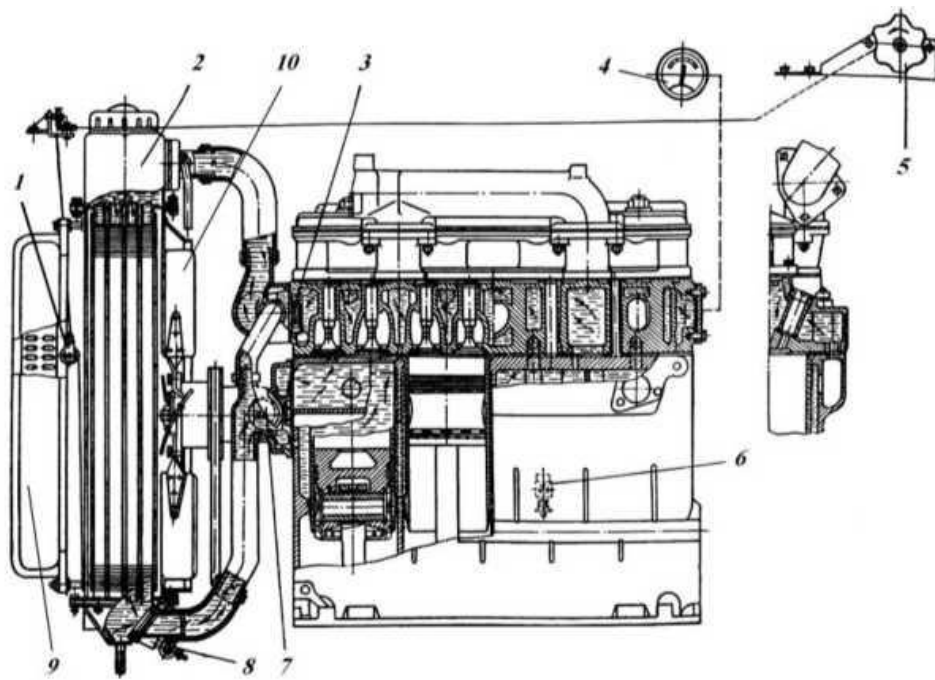
У рідинному контурі об'єм рідини постійний. Рідина із сорочки охолодження двигуна надходить у радіатор нагрітої, а в сорочку охолодження після проходження радіатора - охолодженою. Поворотна циркуляція рідини за контуром становить 4 – 16 разів на хвилину. Паровий клапан у пробці радіатора забезпечує постійний надлишковий тиск у системі вище атмосферного на  $0,044 - 0,049$  МПа. При охолодженні системи після зупинки двигуна в рідинному контурі повітряний клапан забезпечує тиск, що дорівнює атмосферному. Повітряний клапан регулюється тиск розрядження  $0,0078 - 0,0098$  МПа.

Повітряні контури комбінованої рідинної системи охолодження виконуються переважно за однією схемою. Охолодження рідкого теплоносія здійснюється у радіаторі, встановленому перед вентилятором. Між вентилятором та радіатором встановлюється напрямний кожух, що забезпечує

спрямованість потоку повітря. Оброблення трубок радіатора пластинами або стрічками утворює дрібні осередки, через які просмоктується повітря. Потік повітря, циркулюючи навколо трубок, що охолоджують, з теплоносієм, охолоджує його. Спосіб просмоктування повітря через серцевину радіатора має істотний недолік - ребра радіатора, дрібні осередки здатні інтенсивно забруднюватися. Схема приводу вентилятора безпосередньо від колінчастого валу двигуна, його компонування така, що радіатор встановлюється перед вентилятором. Для виключення забруднення осередків радіатора повітря в повітряний тракт засмоктується через комірчасті або інші сітки, решітки з прохідним перерізом до 3 мм, забезпечуючи фільтрацію повітря, що засмоктується.

Конструкції систем охолодження тракторів та автомобілів виконуються, як зазначалося раніше, за однією схемою, основна відмінність у компонуванні агрегатів системи. Всі трактори оснащуються дизельними двигунами, вони використовуються і на автомобілях, від ефективної потужності двигуна залежить конструкція системи охолодження. Режим роботи двигуна та умови експлуатації машини значною мірою визначають конструкцію системи охолодження.

Конструкція системи охолодження трактора класу 14 кН та модифікацій представлена на рисунку 1. Трактори оснащуються дизелями потужністю від 58,8 до 77 квт. Дизелі цього типорозмірного ряду за способом всмоктування повітря в циліндри поділяються на дизелі з природним всмоктуванням і турбонаддувні, охолодження мастила здійснюється повітряно-олійним радіатором (ПОР). У турбонаддувних дизелях застосовано струменеве охолодження поршнів та циліндрів оливою для зниження теплового навантаження на поршневу групу.



1 – шторка; 2 – водяний радіатор; 3 – термостат; 4 – показчик температури; 5 – привід керування шторкою; 6, 8 – зливний краник; 7 – водяний насос; 9 – масляний радіатор; 10 – вентилятор

Рисунок 1 – Система охолодження трактора класу 14 кН:

Рідинний контур системи складається з сорочки охолодження 1, що утворюється внутрішніми порожнинами блоку і головки, внутрішніми порожнинами охолодних трубок радіатора 2, 3, що підводить і відводить 4 патрубків. У рідинний контур можуть включатися порожнини та шланги розширювального бачка 9 і 10 радіатора для підігріву повітря на робочому місці оператора. Циркуляція рідини в контурі примусова та здійснюється відцентровим водяним насосом 5, що встановлюється на передній площині дизеля. Насос подає рідину у верхню порожнину сорочки охолодження до зони розташування камер згоряння. Рідина циркулює по порожнинах контуру навколо циліндрів і через вертикальні отвори в блоці та прокладці надходить у головку. Між головкою і верхнім бачком радіатора встановлено термостат 6. Одна порожнина на виході рідини з корпусу термостата з'єднана патрубком 7 з порожниною насоса, що всмоктує, інша - патрубком 3 з верхнім бачком радіатора. Термостат, залежно від температури рідини, автоматично здійснює

циркуляцію рідини по малому або великому колу. При закритому основному клапані термостата формується мале коло циркуляції рідини: головка блоку – термостат – насос – сорочка охолодження. Рідина при закритому основному клапані не надходить у водяний радіатор і забезпечується інтенсивний прогрів дизеля. При температурі рідини 70...73 °С основний клапан термостата відкривається, одночасно перепускний клапан прикриває вікно надходження рідини до водяного насоса, рідина починає циркулювати по великому колу - через радіатор. При температурі рідини 78...85 °С основний клапан повністю відкривається, перепускний повністю закривається, забезпечуючи циркуляцію потоку рідини тільки через радіатор.

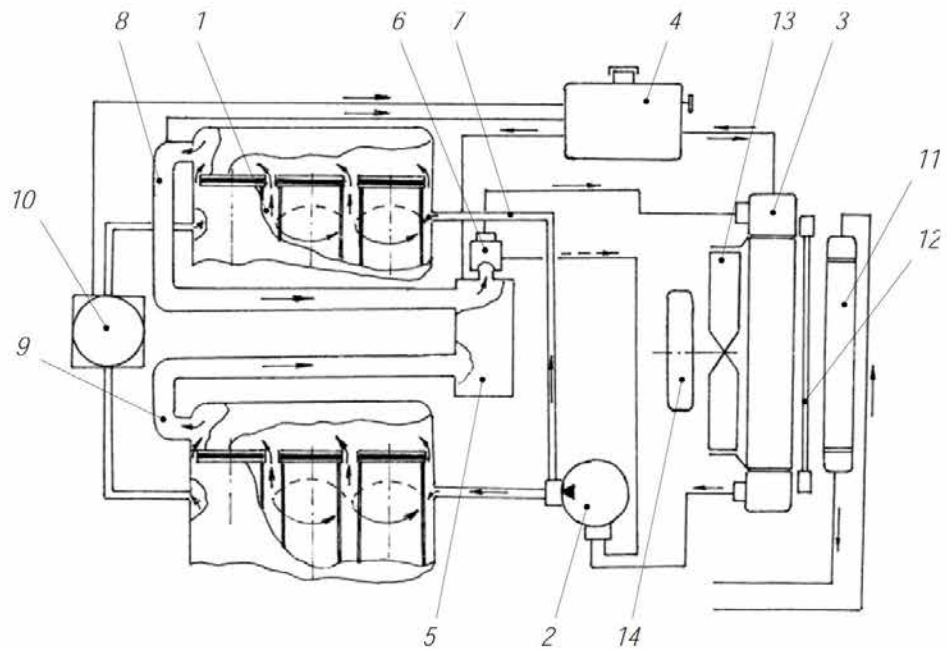
Радіатор 2 трубчасто-пластинчастий, 4-рядний встановлюється так, щоб трубки, що охолоджують, мали вертикальне положення. Трубки мають плоскоовальну форму в поперечному перерізі, виготовлені з латунної стрічки Л90 товщиною 0,15 мм. Зовнішні розміри трубок - велика вісь становить 18-0,3 мм, мала вісь - 3-0,12 мм. Прохідний переріз рідини через радіатор формується внутрішнім перерізом трубок. Під дією створюваного насосом тиску і гравітаційних сил рідина з верхнього бачка радіатора по трубках охолоджує надходить в нижній бачок і насосом 5 подається в сорочку охолодження.

Система охолодження тракторів з тяговим зусиллям 30 кН також виконана за класичною схемою компонування, відрізняється від системи охолодження трактора класу 14 кН водяним насосом і вентилятором підвищеної продуктивності, радіатором. У рідинному контурі застосовані два термостати з твердим наповнювачем, рідина, що охолоджує, до коробки термостатів надходить з водозбірної труби. У блоці двигуна в каналі сорочки охолодження встановлений трубчастий рідинно-масляний теплообмінник надходить з радіатора. Вентилятор 6-ти лопатевий, привід вентилятора містить автоматично керовану в'язкову муфту. Обертання вентилятора здійснюється клинковою передачею з пружинним автоматичним натягувачем від колінчастого

валу. Вентилятор в'язкістю муфтою автоматично вимикається при температурі рідини 78-85 °С. У повітряному тракті перед вентилятором монтується радіатор охолодження двигуна, радіатори охолодження повітря і кондиціонера.

Системи охолодження автомобілів немає істотного на відміну від систем охолодження тракторів. Відмінною особливістю автомобільних систем охолодження є застосування радіаторів трубчасто-стрічкового типу. В автомобільних системах охолодження широко застосовуються засоби автоматичного регулювання вентиляторів гідродинамічними, гідростатичними, електромагнітними муфтами, а також автономним електроприводом. Повітряний тракт автомобіля менш завантажений - перед водяним радіатором, як правило, не встановлюються інші теплообмінні апарати, моторне відділення тракту ретельніше відокремлено від навколишнього середовища, в тому числі і по нижній площині двигуна. На малюнку 1.4 наведено схему системи охолодження вантажного автомобіля, оснащеного дизельним двигуном. Система охолодження 2-режимна, що забезпечується двома термостатами і циркуляцією рідини після запуску по малому колу, минаючи радіатор, і після прогрівання по великому колу циркуляції через радіатор. Відмінність конструкції системи охолодження визначається конструкцією дизеля з V-подібним блоком циліндрів і відповідним компонованням агрегатів системи. Слід зазначити, що верхній бачок радіатора не має заливної горловини, паровий та повітряний клапани змонтовані у пробці на розширювальному бачку. Водяний насос відцентрового типу подає рідину у верхню частину блоку в зону розташування камер згоряння, привід клинопасової насоса, відокремлений від вентилятора. Вентилятор осьового типу 6-ти лопатевий змонтований на одній осі з колінчастим валом, привід вентилятора здійснюється гідромуфтою. Гідромуфта живиться від системи змащування двигуна, автоматично відключає вентилятор за допомогою термосилового датчика, автоматичний режим вентилятора здійснюється при температурі рідини 80-95 °С. Системи

охолодження легкових автомобілів за принципом дії не відрізняються від систем охолодження інших автомобілів, компонування їх виконується залежно від розташування та компонування двигуна.



1 – сорочка охолодження; 2 – водяний насос; 3 – трубчасто-стрічковий водяний радіатор; 4 – розширювальний бачок; 5 – розподільна коробка термостатів; 6 – термостати; 7 – патрубок; 8, 9 – розподільчі колектори; 10 – сорочка охолодження компресора; 11 - трубчасто-пластинчастий масляний радіатор; 12 – жалюзі; 13 – вентилятор; 14 – гідромуфта приводу вентилятора

Рисунок 2 – Схема системи охолодження вантажного автомобіля з дизельним двигуном:

Узагальнена модель рідинної системи охолодження двигунів тракторів, автомобілів та іншої мобільної техніки наступна. Рідинний контур закритий, у контурі допускається надлишковий тиск 0,15-0,16 МПа. Для виключення руйнування системи охолодження паровий клапан у пробці радіатора або розширювального бачка відкривається, коли тиск у системі перевищує атмосферний на 0,045-0,050 МПа. Повітряний клапан для виключення руйнування трубок після зупинки двигуна регулюється на тиск розрядження

0,008-0,01 МПа. В останні роки вода в якості теплоносія не застосовується, широко застосовуються низькозамерзні рідини типу «Тосол-А40» і «Тосол-А65», в холодних кліматичних зонах використовуються антифризи. Температура кипіння рідкого теплоносія внаслідок тиску в системі вище за атмосферний перевищує робочу температуру на 10–12°. У рідинний контур при використанні низько-замерзаючих рідин включається розширювальний бачок, формуючи розширювальний або дренажно-компенсаційний контури.

Дренажно-компенсаційний контур не впливає на температурний режим системи охолодження, але зменшує час прогріву до робочої температури рідини після запуску двигуна в 1,2-1,4 рази в порівнянні з комплектацією без бачка, збільшує витрату рідини водяного насоса на 1, 8-3,6% за рахунок підживлення насоса. Рідкісний контур забезпечений автоматично діючим термостатом, що зменшує час прогріву двигуна після запуску. Температура початку відкриття основного клапана 73-75 °С, при температурі 85-90 °С основний клапан повністю відкривається. Робоча температура теплоносія в системі охолодження становить 95 °С.

Система охолодження містить для охолодження рідини рідко-повітряний радіатор. На тракторах застосовуються переважно трубчасто-пластинчасті, на автомобілях – трубчасто-стрічкові радіатори. Компонування радіатора на машині визначається компонуванням моторного відділення, як правило, радіатор встановлюється по ходу зустрічного повітряного потоку, який утворюється під час руху машини. Робочим теплоносієм для відведення теплоти від радіатора є атмосферне повітря, яке просмоктується через радіатор примусово.

Повітряний тракт – його компонування та конструкція визначаються місцем встановлення двигуна та зовнішньою будовою моторного відділення машини. Трактори, як правило, мають винесений вперед двигун, який зверху та по сторонах прикритий капотом і знімними боками боковинами. Автомобілі як легкові, так і вантажні можуть мати різне розташування компонування двигуна. Спільним для всіх машин є компонування радіатора перед

вентилятором. Вентилятор використовується тільки осьового типу переважно з приводом від носіння колінчастого валу. На ряді автомобілів, як правило, легкових, використовується електричний або гідрооб'ємний приводи. На автомобілях широко застосовуються муфти та інші пристрої включення вентилятора або регулювання його частоти обертання. При цьому компоновочне розташування радіатора перед двигуном зберігається з тим, щоб повітря, що надходить в моторний відділення після радіатора, циркулював навколо поверхонь блоку двигуна. У повітряному тракті регулювання потоку повітря перед радіатором встановлюється шторка чи жалюзі.

Таким чином, як не парадоксально, принцип дії рідкого охолодження двигуна внутрішнього згорання тракторів, автомобілів та іншої мобільної техніки більш ніж 100 років залишається незмінним. Конструкція систем охолодження удосконалюється шляхом запровадження прогресивних складових компонентів. Якісні характеристики систем забезпечуються запровадженням нових вузлів чи агрегатів. Так нову якість системи отримано введенням термостата, вентилятора, що відключається, розширювального контуру, мастила двигуна та інших. Габаритні, масові та функціональні параметри систем охолодження не залишаються постійними, вони залежать і визначаються потужністю двигунів, що застосовуються на машинах. Наведені нижче дослідження систем охолодження будуть актуальні ще довгий час, тому що принципово нових технічних рішень і конструкцій рідинного охолодження двигунів не пропонується.

Одним із завдань у розвитку та вдосконаленні тракторів та автомобілів є реалізація таких технічних характеристик та споживчих властивостей, які могли б забезпечувати кінцевій продукції конкурентоспроможність на тривалий період на внутрішньому та зовнішньому ринках. Основними комплексними критеріями цих машин є зниження конструктивної маси, максимальна експлуатаційна потужність, мінімальна питома витрата палива, екологічна чистота, комфортні умови оператора та високе напруження на відмову. Конкурентоспроможність може бути забезпечена застосуванням

наукомістких компонентів, у тому числі нових схем компонування як машини в цілому, так і окремих складових; моторної установки - економічної, екологічно чистої за викидами шкідливих речовин з відпрацьованими газами та рівнем шуму; системи охолодження - екологічно чистої та ефективної в різних умовах експлуатації.

При розробці та вдосконаленні нової техніки широко застосовується метод аналогій, за допомогою якого на підставі знань про об'єкт, його показники та параметри, прогноуються параметри та показники нової або вдосконалюваної машини. Метод аналогій визначає накопичення знань, отриманих на основі досвіду про складові вже наявних машин.

Застосування аналогій і результат при створенні нової техніки багато в чому залежить від обсягу накопичених знань, методів оцінки та зіставлення відомих конструкцій, їх параметрів та показників. Метод аналогій не вимагає спеціальних наукових приладів і полягає у аналізі інформації. У цьому випадку досить володіти системним методом зіставлення, що дозволяє отримувати достовірні та оптимальні результати досліджень.

У подальшому приймемо як об'єкт досліджень системи охолодження гами універсально-просапних колісних тракторів потужністю 58,8-184 кВт. Система охолодження є складовою моторної установки, характеризується структурою і вхідними та вихідними впливами та їх зв'язками. Вона складається з сукупності складових, складених у певному порядку у взаємозв'язку, що представляє цілісну освіту. Сукупність складових елементів та способів їх об'єднання утворюють структуру системи охолодження [1].

Система охолодження, що розробляється або вдосконалюється, повинна бути функціонально працездатною, володіти технічними рішеннями, що забезпечують необхідні вихідні показники і надійність машини, на яку вона буде встановлена. Усі досліджувані у подальшому системи охолодження виконують одне призначення, характеризуються набором властивостей, що забезпечують задані вихідні показники. При аналізі приймається вибірка систем, які застосовуються на тракторах із заданим діапазоном потужності. Як

критерій вибору приймається номінальна потужність двигуна. Система охолодження взаємодіє з двигуном і навколишнім середовищем, схильна до впливу внутрішніх і зовнішніх факторів. Вплив цих факторів є визначальним на показники її функціонування.

Насправді є низка інших вимог, що визначаються умовами експлуатації, ергономічними та екологічними обмеженнями, наприклад, запобігання забруднення і замаслювання, зручність обслуговування системи та ін., проте вони не можуть бути оцінені цифровими показниками. Слід вважати, що наведені критерії об'єктивно оцінюють конструкцію, пристосованість її експлуатації, здатність забезпечувати тепловий режим двигуна загалом при сукупної комплексної оцінці параметрів.

## 2 РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ СТЕНДУ ДЛЯ ОБСЛУГОВУВАННЯ РАДІАТОРІВ ОХОЛОДЖЕННЯ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ

### 2.1 Технічне завдання

Стенд для обслуговування радіаторів охолодження вантажних автомобілів відноситься до галузі ремонтної техніки, зокрема до пристроїв для проведення діагностики, складальних та розбиральних робіт радіаторів вантажних автомобілів та призначений для виявлення дефектів, ремонту та перевірки до/після ремонту радіаторів або інших пустотілих виробів. Стенд може використовуватись для обслуговування радіаторів вантажних автомобілів та автобусів різних марок на СТО, АТП.

Стенд передбачає розташування усередині приміщення.

Можливість експорту стенду, що розробляється, в зарубіжні країни не передбачена.

Найменування та умовного позначення стенд не має.

Стенд для обслуговування радіаторів охолодження вантажних автомобілів повинен являти собою поворотну стійку з рукояткою, поворотну штангу з елементами кріплення радіатора, тягу, пристрій для підйому (домкрат) та ванну для занурення радіаторів.

При розробці компоувальної схеми стенду для обслуговування радіаторів охолодження вантажних автомобілів необхідно:

- з метою спрощення конструкції та скорочення собівартості її виготовлення, зручності та простоти можливого ремонту, необхідно максимально використовувати стандартні та уніфіковані покупні вироби відповідні вимогам державного стандарту приводні електродвигуни, автомобільні деталі та вузли, елементи кріплення, вузли та агрегати; і т.д.;
- для забезпечення безпечної роботи робітника, конструкція не повинна мати гострих кромek, задирок, всі кути повинні бути округлені;

– зовнішній вигляд повинен відповідати правилам технічної естетики та підкреслювати функціонал виробу. Композиційна рівновага забезпечується симетричним розташуванням елементів конструкції;

– конструкція стенду повинна мати достатню міцність, що виключає руйнування конструкції при виконанні будь-яких передбачених робіт з випробування газових балонів;

– має бути передбачена можливість подальшого рестайлінгу конструкції стенду з метою модернізації технічних та естетичних якостей;

– конструктивно стенд повинен легко розбиратися і збиратися для заміни або ремонту вузла, що вийшов з ладу.

У процесі експлуатації передбачити можливість щомісячного обслуговування та перевірки обладнання.

Стенд для обслуговування радіаторів охолодження вантажних автомобілів виготовити в одному примірнику.

У процесі експлуатації передбачити можливість щомісячного обслуговування та перевірки обладнання.

Передбачити термін окупності стенду – 3 роки.

Рекомендовані технічні характеристики стенда, що розробляється, наведені нижче:

- тип стенду .....стаціонарний;
- привід.....ручний;
- габаритні розміри (ДхШхВ) менше, мм.....1800x3000x1600;
- маса менше, кг .....300

## 2.2 Технічна пропозиція

Отримано завдання на розробку стенду для обслуговування радіаторів охолодження вантажних автомобілів.

Необхідною умовою розробки стенду для обслуговування радіаторів охолодження вантажних автомобілів є глибокий аналіз роботи стенду,

конструкцій існуючих аналогів та розроблених патентів, досліджень у галузі обслуговування радіаторів та техніки загалом.

Провівши аналіз представленого на ринку устаткування для обслуговування радіаторів, необхідно відзначити лише одну модель устаткування, представлену на продаж - це стенд Р-928 КРОН.

Стенд Р-928 (рисунок 2.1) призначений для проведення комплексних робіт з ремонту радіаторів будь-яких моделей, легкових, вантажних та спеціалізованої техніки. У комплект поставки входять: ванна, стіл робочий, шафа для газових балонів.

Усередині робочого столу встановлений компресор та насосна станція для випробувань радіатора стисненим повітрям та водою. Стіл обладнаний поворотними лещатами, тумбою та чотирма висувними ящиками.

Ванна, вбудована в пристрій, призначена для виявлення дефектів радіатора, а також для фінального випробування після ремонту. Разом з ванною, до її складу входить підйомно-поворотний механізм із захисним пристроєм та пульт управління. До складу пульта входить планшетний комп'ютер із сенсорним керуванням та кнопка аварійної зупинки.



Рисунок 2.1. – Стенд для обслуговування радіаторів Р-928

У шафі для балонів встановлюються балон із пропаном та киснем.

Стенд призначений для:

- проведення випробувань на відсутність протікання, тимчасових, втомних випробувань;
- розбирання/складання радіаторів;
- паяння, усунення протікання, заміни деталей радіаторів; заміни деталей радіаторів.

Технічні характеристики стенду представлені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики стенду Р-928

Показник	Значення
1	2
Напруга живлення,	380/50Гц
Потужність споживана м, кВт	1,2
Категорія виробу з капітальності	2 клас
Категорія виробу з довговічності	2 ступінь
Категорія виробу з пожежної безпеки	«А» з НПБ 105
Допустима температура експлуатації, °С	+ 5... +45
1	2
Термін служби до списання, років	10
Габарити, мм	
- ванна	1500x1586x970
- стіл верстат	1900x1200x970
- пульт керування	613x421, 5x648
- шафа для газових балонів	1000x570x2060
- всього стенду	4430x2307x2060
маса, кг	983

До основного недоліку цього стенду в першу чергу можна віднести високу вартість.

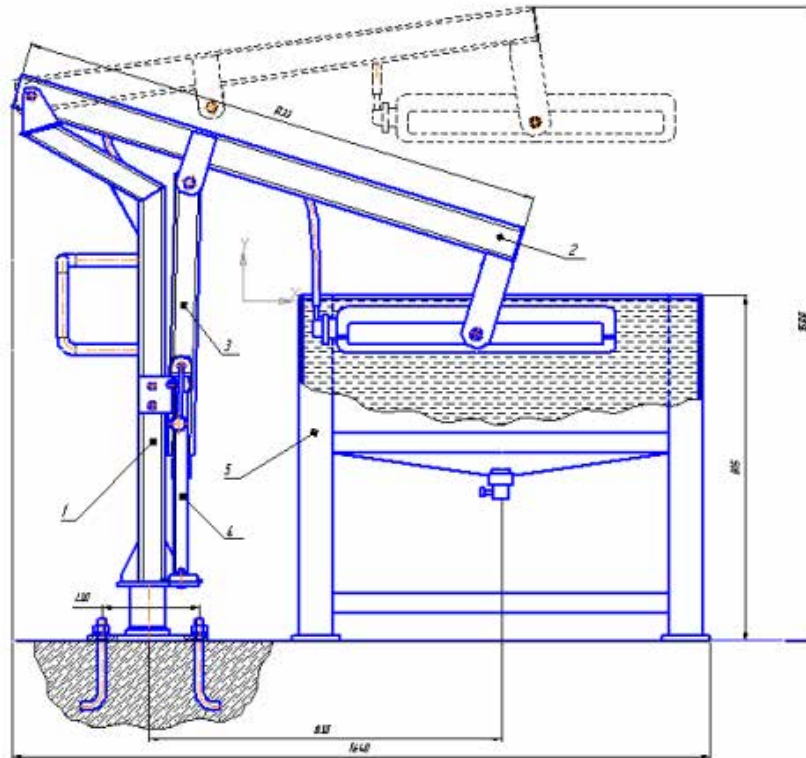
Відомий стенд для випробування радіаторів на герметичність моделі Р209. Стенд складається з ванни, що має горизонтальну перегородку у вигляді другого дна, до середньої частини якої приварена труба, маховика, встановленого на відкидній балці поворотної вилки, що фіксується пружним фіксатором, механізму підняття штока, який пов'язаний з кронштейном, а через вісь з поворотною вилкою, трубки, пов'язані з редуктором.

Недоліком наведеного вище стенду є те, що він не дозволяє усувати дефекти, виявлені під час перевірки радіатора на герметичність.

Відомо пристрій «Стенд для випробування та ремонту радіаторів» містить ванну, що має горизонтальну перегородку у воді другого дна, до середньої частини якої приварена труба, трубку, пов'язану з редуктором, маховик, встановлений на відкидній балці поворотної вилки, що фіксується пружинним фіксатором та з'єднаною через вісь з кронштейном, який закріплений на штоку, механізм підняття штока та верстат.

Недоліками є складність конструкції, громіздкість, мінімальна ефективність.

З урахуванням викладених у технічному завданні вимог, а також з урахуванням проведеного вище аналізу конструкцій стендів, пропонується наступний варіант компоновання стенду (рисунок 2.2).



1 – стійка поворотна з рукояткою; 2 – поворотна штанга з елементами кріплення радіатора, 3 – тяга; 4 – домкрат; 5 – ванна

Рисунок 2.2 – Компонувальна схема стенду для обслуговування радіаторів охолодження вантажних автомобілів

Досліджуваний радіатор опускається у ванну 5 і утримується в ній під час випробування за допомогою спеціальних кронштейнів.

Для забезпечення зміни води у ванні на днищі розташований зливний кран. Для заливки води використовують шланг, підключений до системи водопостачання підприємства.

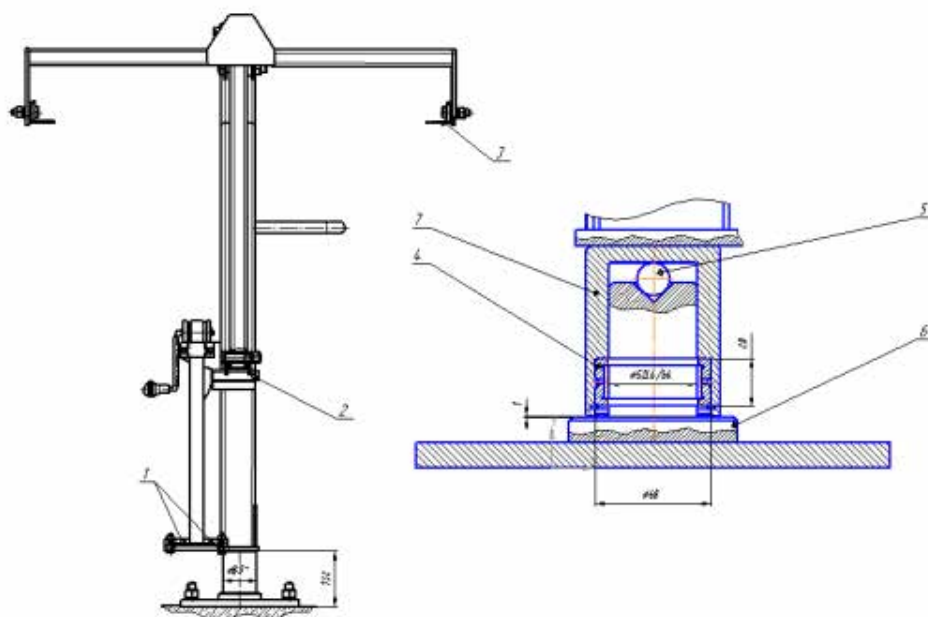
Радіатор закріплений у кронштейні через гвинти. Підйом / опускання радіатора відбувається за допомогою ручного гвинтового стоечного домкрата 4, рухома частина якого закріплена на тязі 3, а нерухома встановлена і зафіксована в нижній частині основи стійки та в середній частині за допомогою спеціальних притисків.

Пристрій та принцип роботи стійки показані нижче

При обертанні рукоятки домкрата за годинниковою стрілкою відбувається підйом поворотної штанги, при обертанні рукоятки проти годинникової стрілки опускання поворотної штанги і, радіатора, відповідно.

Поруч із ванною розташовується стіл для збирання-розбирання радіатора (на рисунку не показаний). Складальні роботи проводяться на стільниці столу, під стільницею розташовуються ящики з допоміжним обладнанням, у тому числі пневмостанція для наповнення радіатора, що випробовується повітрям.

Поворотна стійка стенда складається зі двох труб прямокутного перерізу зварених під кутом друг до друга. У нижній частині труба приварена до основи, на якій кріпляться притискний домкрат (рисунок 2.3), а також приварений корпус 7.



1 – притискачі домкрата нижні; 2 – затискач тяги; 3 – штанги кріплення домкрата; 4 – підшипник; 5 – кулька; 6 – опора; 7 – корпус

Рисунок 2.3 – Поворотна стійка стенду

Стойка у зборі обертається на опорі 6, яка має спеціальні напрямні проточки та посадкові місця, в яких встановлені підшипник 4 та кулька 5.

Домкрат, закріплений на стійці, рухомою частиною з'єднаний з затискачем 2, який закріплений на тязі переміщає поворотну штангу.

Стойка, фактично спирається на кульку 5, розташовану в проточці. Для зниження тертя та забезпечення підтримки при впливі бічних сил роль нижньої опори виконує роликівий підшипник 4, який разом з кулькою забезпечує безперешкодний поворот стійки щодо опори, закріпленої в підлозі приміщення.

Стойка та поворотна штанга з'єднані між собою у місці гойдання за допомогою зашплінтованого пальця (рисунок 2.4).

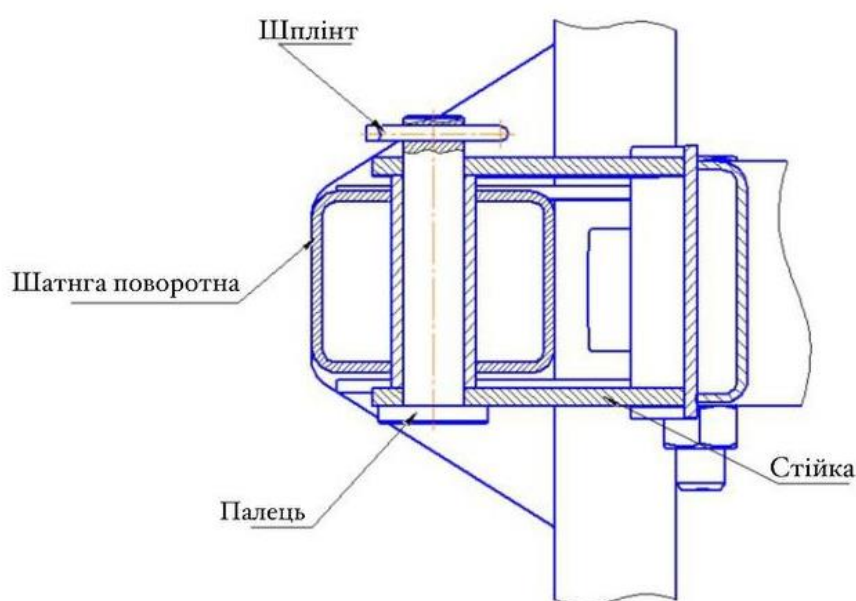


Рисунок 2.4 – Кріплення поворотної штанги на стійці

Порядок роботи на стенді для обслуговування радіаторів охолодження вантажних автомобілів: оператор за допомогою шланга здійснює заливку води у ванну, контролюючи при цьому рівень води за мітками на стінках. Переконається у справності пневмоапаратури стенду. Повертає стійку стенду за ручку до столу складальних робіт. Попередньо вимитий радіатор встановлюється на складальний стіл, в кронштейн, на який закріплюється гвинти. Випускний патрубок заглушується за допомогою дерев'яного затору, а до заливної горловини підводиться шланг зі стисненим повітрям.

За допомогою домкрата радіатор опускається у ванну з водою. Оператор здійснює контроль місць, звідки виходить повітря, піднімає радіатор із ванни, запаює місця проходження повітря та здійснює повторну перевірку аж до моменту усунення витоків.

Після закінчення робіт, радіатор знімається з кронштейна в послідовності, зворотній раніше вказаної. Для проведення додаткових складальних або розбиральних робіт радіатор переміщується на стіл для збирання/розбирання.

Конструкція стенду ергономічна, оскільки його обслуговування не пов'язане з особливими незручностями. Рукоятка домкрата і радіатор, що ремонтується, на столі складання/розбирання легкодоступні і знаходяться на рівні зігнутих в лікті руках оператора. Рукоятка пневмокрана подачі повітря в радіатор, розташована збоку, в безпечній для оператора зоні.

2.3 Конструкторські розрахунки основних елементів стенда, що розробляється

Для розробки конструкції стенду для обслуговування радіаторів охолодження вантажних автомобілів необхідно зробити низку конструкторських розрахунків елементів конструкції.

Для того щоб підняти-опустити радіатор необхідно докласти зусилля більшої ваги радіатора. З метою універсализації пристосування задамося максимальною силою, яку необхідно докласти до захоплення, приймаємо її рівною 200 Н.

Визначаємо силу, яку необхідно додати до рухомої частини домкрата (рисунок 2.5).

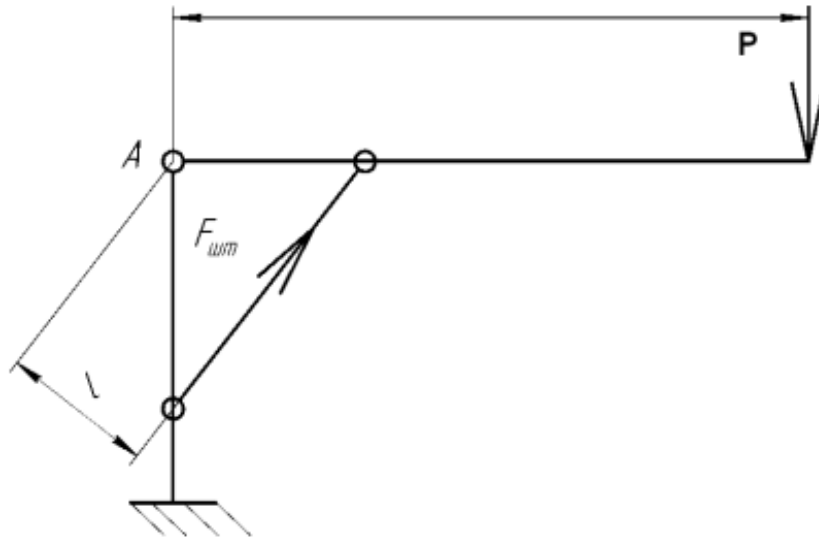


Рисунок 2.5 - Схема сил визначення зусиль на рухомий частини домкрата

Визначимо  $F_{шт}$  з умови [11]

$$\sum M_A = 0$$

де  $L$  - плече дії сили  $P$ , м ( $L=1,2$  м);

- плече дії сили на рухомій частині домкрата, м ( $l=0,38$  м).

Приймаючи за силовий підйомний пристрій стандартний гвинтовий стоячковий домкрат (рисунок 2.6). Даний домкрат простий і зручний в експлуатації, не вимагає спеціального догляду і забезпечує великий хід переміщення рухомої частини.



Рисунок 2.6 – Ручний гвинтовий стійковий домкрат

Вантажопідйомність домкрата не менше 500 кг (5000 Н). Отже, виходячи з результатів розрахунків попереднього пункту, такий домкрат повністю задовольняє умовам.

Розрахунок болта приводу тяги на зріз.

Проведемо розрахунок болта приводу тяги, з'єднаного із затискачем домкрата (рисунок 2.7).

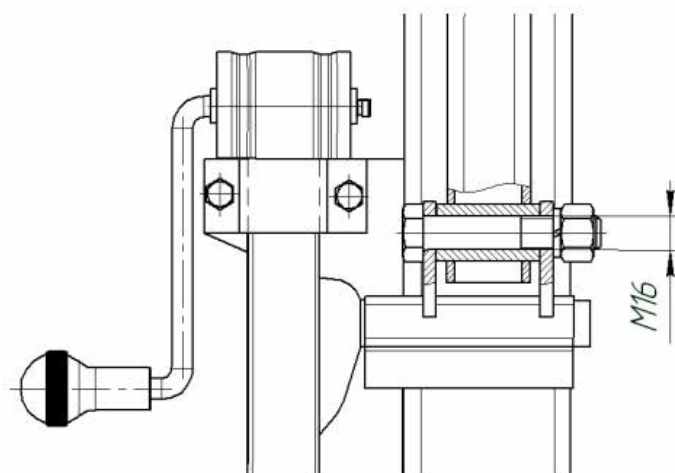


Рисунок 2.7 – Болт приводу тяги

Розрахуємо болт на зріз (рисунок 2.7), виходячи з умови міцності

$$\frac{F_{шт}}{F_{сп}} \leq \tau_{сп}$$

Площа зрізу болта:

$$F_{сп} = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

де  $d$  – діаметр болта ( $d=16$  мм).  
Для матеріалу болта  $[\sigma]=280$  МПа, звідки допустима напруга на зріз [11]:

$$[\tau_{сп}] = 0,6 \cdot 280 = 168 \text{ МПа}$$

Перетворюючи вищезгадані формули, отримуємо

$$d \geq \sqrt{\frac{4 \cdot F_{шт}}{\pi \cdot \tau_{сп}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 150 \cdot 10^3}{\pi \cdot 168 \cdot 10^6}} = 0,0027 \text{ м} = 2,7 \text{ мм}$$

Прийнятий із запасом по міцності діаметр болта  $d$  16 мм - умова міцності виконана

Розрахунок кронштейна на вигин.

Розрахуємо кронштейн поворотної штанги на вигин (рисунок 2.8)

Згинальна напруга визначається за формулою [8,9]:

$$\sigma_{згин} = \frac{M_{згин}}{W}$$

де  $M_{згин}$  - згинальний момент від сили, Н м;

– У небезпечному перерізі момент дорівнюватиме

$$M_{згин} = P \cdot (L - l) = 200 \cdot (1,2 - 0,32) = 176 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

М

о

М

е

н

т

о

п

о

р

у

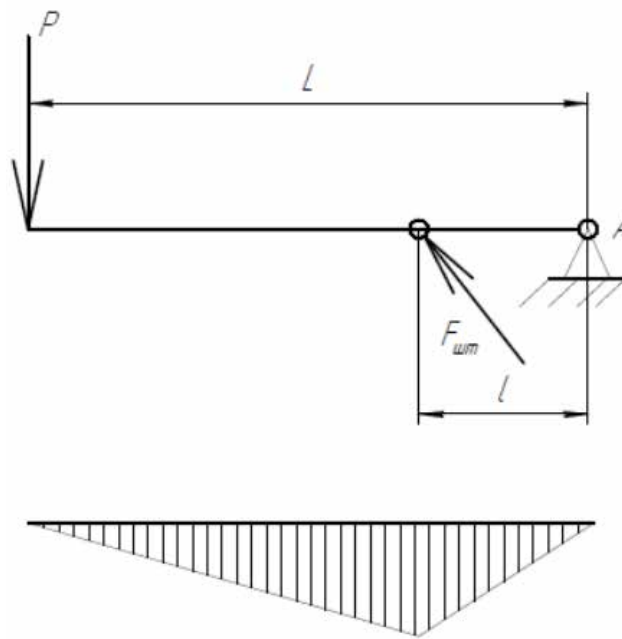


Рисунок 2.8 – Розрахункова схема для кронштейна

Кронштейн у своєму перерізі є прямокутником  $0,06\text{м} \times 0,012\text{м}$ .  
Визначимо момент його опору вигину.

Момент опору перерізу щодо нейтральної осі розраховується за формулою [11]:

$$W = \frac{bh^3}{6}$$

де  $b=0,06$  м – ширина перерізу;  
 $h=0,012$  м – висота перерізу.

Отримуємо:

$$W = \frac{0,06 \cdot 0,012^3}{6} = 1,44 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

$$\sigma_{згин} = \frac{M_{згин}}{W} = \frac{176}{1,44 \cdot 10^{-6}} = 122 \text{ МПа}$$

У

Для матеріалу кронштейна штанги - Сталь 15 - напруга, що допускається, на вигин  $[\sigma_{згин}] = 160 \text{ МПа}$  - умова міцності виконується, так як допустима напруга на вигин більше дійсного.

и Розрахунок гвинтів кріплення радіатора.

м

і

Визначимо силу  $R$ , яку необхідну прикласти до гвинта при його загвинчуванні до появи в стрижні (різьба М12) напруги, що дорівнює межі плинності.

Плече докладання сили:

$L = 150d$  - довжина сила  $F$  при якій напруга в стрижні болта досягає межі плинності:

$$L = 15 \cdot 0,012 = 0,18 \text{ м.}$$

$$F = \frac{\pi d_1^2 d_1^2 \sigma_m}{4} = 0,0106 \text{ м - внутрішній діаметр різьблення болта;}$$

$$\sigma_m = 100 \text{ МПа - межа плинності матеріалу болта.}$$

Отримуємо,

$$F = \frac{3,14 \cdot 0,0106^2 \cdot 100}{4} = 18,2 \text{ кН}$$

Максимально допустимий момент під час затягування.

$$M \approx 0,15 \cdot 18,2 \cdot 10^3 \cdot 0,0106 = 28,9 \text{ Н·м}$$

Визначимо максимальну силу  $R$ , яку допускається додати до гвинту:

0

$$R = \frac{M}{L}$$

$$R = \frac{28,9}{0,18} = 160,5 \text{ Н}$$

$d$

## ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ПЕРЕВІРКИ РАДІАТОРА

### 3.1 Призначення радіатора

Радіатор є поєднанням тонких трубок, між якими розташовані тонкі пластини. Принцип дії всієї системи охолодження досить простий: двигун має охолодну сорочку, в яку подається вода або антифриз. За рахунок високої теплопровідності матеріалів, що застосовуються при створенні всієї системи, тепло передається рідини, після чого вона відводиться до радіатора.

Радіатор має досить високий показник ємності, складається з великої кількості трубок. Розподіл конструкції на безліч невеликих секцій дозволяє суттєво підвищити площу зіткнення трубок із пластинами. При виготовленні цього елемента системи охолодження, застосовується алюміній невеликої товщини, за рахунок чого також істотно підвищується ступінь теплообміну.

Під час руху автомобіля радіатор охолоджується за рахунок потужного повітряного потоку. І також встановлюються додаткові вентилятори, які дозволяють суттєво підвищити ефективність охолодження конструкції.

Після того як температура робочої рідини була знижена, вона подається назад в сорочку двигуна, що охолоджує.

Застосування алюмінію та інших сплавів при виготовленні радіатора визначає те, що навіть несуттєвий механічний вплив може стати причиною появи течі або іншого дефекту. Надто низький рівень охолоджуючої рідини призводить до перегріву ДВЗ.

За рахунок нагрівання рідини в системі підвищується її тиск. При критичному значенні тиску може бути різкий викид антифризу, нагрітого до високої температури. У разі потрапляння рідини на відкриті ділянки шкіри призведе до травми.

Провести ремонт радіатора своїми руками можна лише за наявності певного набору інструментів. Це пов'язано з тим, що усунути механічний дефект, можна тільки запаяти отвір.

Типові несправності:

1. Засмічення трубок, що проводять. При застосуванні низькоякісного антифризу або брудної рідини є ймовірність того, що трубки засмічуються та перестануть пропускати рідину. Для вирішення подібної проблеми доведеться розібрати конструкцію та провести очищення.

2. Порушення герметичності гумових ущільнювачів також призводить до розглянутої проблеми. У деяких випадках можна клеїти ущільнювачі, в інших доведеться провести її повну заміну.

3. Порушення герметичності трубок, що проводять рідину до бачка радіатора. Пошкодження металу можна тільки запаяти. При цьому варто враховувати, що полагодити можна не всі дефекти, в деяких випадках доведеться проводити повну заміну елемента.

4. Утворення тріщин може бути пов'язане з неправильною експлуатацією транспортного засобу у зимовий період. Прикладом можна назвати випадок використання звичайної води або змішування з антифризом. При замерзанні звичайна рідина збільшується в обсязі, за рахунок чого відбувається деформація металу і може з'явитися текти.

5. Найчастіше конструкція отримує пошкодження внаслідок механічного впливу. Прикладом можна назвати легкий удар під час аварії, а також попадання великого каменю під час руху на великій швидкості. Усунути можна невеликі дефекти, навіщо знадобиться ремкомплект.

### 3.2 Ремонт радіатора з латуні

Якщо пластик можна швидко замінити, а всі гумові ущільнювачі заклеїти, то з ремонтом радіатора все набагато складніше: виправити механічне пошкодження можна лише за сильного нагрівання металу, після чого відбувається запаювання отворів. Як було зазначено, не всі дефекти можна усунути.

Визначившись із тим, де саме з'явилася текти, можна розпочати виконання роботи. Для цього знадобляться:

1. Паяльник із потужністю не менше 500 Вт.

2. Паяльна кислота.
3. Бура.
4. Шкірка для зачистки поверхні.
5. Припій.
6. Металева щітка для очищення поверхні.

Інструкція виконання роботи:

1. Для початку проводиться зняття радіатора з автомобіля.
2. Поверхня очищається від можливих забруднень різного типу.
3. Невеликі тріщини та інші дефекти мають бути попередньо зачищені.

Для видалення окису проводиться зачистка до моменту, поки метал не почне блищати, а поверхня буде однорідною.

4. Після підготовки поверхні її наноситься бура, паяльна кислота.

5. Припій, що застосовується, повинен рівномірно розподілятися по оброблюваній поверхні, для чого паяльник попереднього розігрівається до потрібної температури.

Відновити можна радіатор практично будь-якого автомобіля. При проведенні роботи варто враховувати, що всі дефекти мають бути розташовані на великій відстані від заводських швів. Це пов'язано з високим ступенем пластичності латуні - занадто висока температура може деформувати заводські шви, зробивши їх менш стійкими до тиску.

### 3.3 Ремонт алюмінієвого радіатора

Паяння алюмінієвих радіаторів практично неможливе в домашніх умовах. З цієї причини розглядається можливість відновлення невеликих ушкоджень шляхом застосування різного клею та герметиків.

Вибір клею і герметиків слід проводити в тому випадку, якщо дефект не більше 1 см. До особливостей складів, що застосовуються, віднесемо наступні моменти:

1. Спеціальний клей випускається у вигляді двох компонентів.

2. Перед застосуванням холодного зварювання рекомендується ретельно змішати два компоненти до отримання однорідної маси.

3. Відразу після отримання однорідної маси їй надається конічна форма, після чого речовина вдавлюється в утворену тріщину.

## БЕЗПЕКА ТА ЕКОЛОГІЧНІСТЬ СТЕНДУ ДЛЯ ОБСЛУГОВУВАННЯ РАДІАТОРІВ ОХОЛОДЖЕННЯ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ

### 4.1 Конструктивно-технологічна характеристика стенду для обслуговування радіаторів охолодження вантажних автомобілів

Паспорт безпеки – документ, що відповідає за безпеку продукції та за безпеку під час її виробництва, пакування, переробки, зберігання, транспортування та утилізації. Паспорт безпеки містить необхідну інформацію щодо характеристик виробу, необхідну для організації робіт із захисту персоналу та кінцевих споживачів від несприятливого впливу цього виробу на організм. Інформація, що міститься в документі, також необхідна для захисту співробітників підприємства від нещасних випадків на виробництві.

Паспорт безпеки є строго структурованим документом, всі положення та пункти якого описують конкретні дії, а також встановлюють вимоги безпеки щодо заявленої в документі продукції. Оскільки всі вироби та методи їх виготовлення досить сильно різняться, необхідно складати паспорт безпеки окремо для кожного виду продукції.

Мета складання паспорта безпеки – це надання споживачеві максимально повної інформації про те, яким саме чином даний товар чи обладнання необхідно зберігати та використовувати, як безпечно його утилізувати та що потрібно робити у разі його поломки. Паспорт безпеки повинен також відображати ще алгоритми роботи в ході технологічних процедур і повинен враховувати особливості конкретної галузі виробництва, щоб убезпечити працівників робочої групи, якою застосовується конкретна продукція.

У таблиці 4.1 наведено паспорт безпеки на стенд обслуговування радіаторів охолодження вантажних автомобілів [17].

Таблиця 4.1 – Паспорт безпеки на стенд для обслуговування радіаторів охолодження вантажних автомобілів

Найменування технологічного процесу	Найменування технологічної операції	Посада працівника, виконуючого технологічну операцію, процес	Список виробничо-технологічного обладнання	Список конструкційних видаткових матеріалів та речовин
Перевірка радіатора охолодження вантажного автомобіля	1 Підготовка радіатора 2 Випробування радіатора 3 Демонтаж радіатора	Слюсар-мідник 5-го розряду	Стенд для обслуговування радіаторів охолодження вантажних автомобілів, ріжкові ключі, викрутка, молоток	Дрігач, гідравлічна рідина

#### 4.2 Ідентифікація виробничо-технологічних та експлуатаційних професійних ризиків

Професійний ризик – це ймовірність заподіяння шкоди здоров'ю внаслідок впливу шкідливих та (або) небезпечних виробничих факторів при виконанні працівником обов'язків за трудовим договором.

Ідентифікація виробничо-технологічних та експлуатаційних професійних ризиків у процесі виробничої діяльності включає виявлення, виявлення та розпізнавання небезпечних та шкідливих виробничих факторів та встановлення їх тимчасових, кількісних та інших характеристик, які необхідні та достатні для формування комплексу запобіжних заходів, які забезпечать безпеку праці.

У таблиці 4.2 наведено ідентифікацію професійних ризиків під час використання стенду обслуговування радіаторів охолодження вантажних автомобілів [17].

Таблиця 4.2 – Ідентифікація професійних ризиків

Найменування виробничо-технологічної та/або експлуатаційно-технологічної операції	Найменування	Джерело походження
1	2	3
1 Підготовка радіатора	Фізичні: - задирки, відколи та шорсткість на поверхні радіатора; - недостатня освітленість робочої зони. Психофізіологічні: - перенапруга зорових аналізаторів; - монотонність праці	Стенд для обслуговування радіаторів охолодження вантажних автомобілів, радіатор охолодження
2 Випробування радіатора	Фізичні: - задирки, відколи та шорсткість на поверхні радіатора; - недостатня освітленість робочої зони; - підвищена вологість повітря; Психофізіологічні: перенапруга зорових аналізаторів; - монотонність праці	Стенд для обслуговування радіаторів охолодження вантажних автомобілів, радіатор охолодження, радіатор охолодження
3 Демонтаж радіатора	Фізичні: - задирки, відколи та шорсткість на поверхні радіатора; - недостатня освітленість робочої зони; - підвищена вологість повітря; Психофізіологічні: перенапруга зорових аналізаторів; - монотонність праці	Стенд для обслуговування радіаторів охолодження вантажних автомобілів, радіатор охолодження, радіатор охолодження

#### 4.3 Методи та технічні засоби зниження професійних ризиків

Перелік заходів щодо покращення умови та охорони праці та зниження рівнів виробничих ризиків встановлює роботодавець локальним нормативним актом, виходячи зі специфіки своєї діяльності.

У таблиці 4.3 наведено методи та засоби зниження впливу небезпечних факторів.

Таблиця 4.3 – Методи та засоби зниження впливу небезпечних факторів

Фактори	Організаційні методи та технічні засоби захисту, зниження, усунення	Використовувані ЗІЗ для працівників
Рухомі частини виробничого обладнання. Задирки, відколи та шорсткість на поверхні радіатора	Раціональне планування ділянки та розстановка технологічного обладнання, інструктажі (первинний, вступний), попереджувальні таблички, знаки, застосування сертифікованого обладнання та інструментів	Спеціальний захисний одяг (куртка, штани, фартухи, комбінезони, наруківники, рукавички, черевики з металевим носком)
Недостатня освітленість робочої зони	До засобів нормалізації освітленості виробничих приміщень робочих місць належать: джерела світла; освітлювальні прилади; світлові отвори	–
Підвищена вологість повітря	Облаштування механічного припливу в системі вентиляції повітря, застосування осушувача повітря	Захисні краги, рукавички
Підвищене значення напруги в електричному ланцюзі	Застосування пристроїв автоматичного контролю та сигналізації, захисного заземлення та занулення, пристроїв автоматичного відключення	–
Розумова перенапруга, перенапруга зорових аналізаторів; монотонність праці	Впровадження оптимальних режимів праці та відпочинку. Визначити додатковий короткий час для відпочинку у зручний для працівника чи бригади час. Тривалість і періодичність визначити з умов праці: монотонна робота – короткі перерви - від 2 до 5 хв за годину чи півгодини роботи. Дотримання естетичності виробництва	–

#### 4.4 Забезпечення пожежної та техногенної безпеки

Система пожежної безпеки (далі – ПБ) є переліком ефективних заходів та засобів досягнення захисту від виникнення пожежних ситуацій та усунення

шкоди від впливу пожежі на всіх етапах життєвого циклу підприємства та його об'єктів.

Організація ПБ на підприємстві є комплексом заходів, спрямованих на розробку та впровадження керівником наступних дій для профілактики та систематичного контролю:

Видання документа про організацію протипожежної безпеки на підприємстві для захисту від вогню будівель, приміщень та пожежонебезпечних областей, розташованих на території.

Вибір особи, яка відповідає за дотримання пожежної безпеки.

Затвердження інструкції пожежної безпеки на підприємстві засобами проведення спеціальних заходів відповідно до чинних нормативів безпеки.

Заходи протипожежної безпеки спрямовані на досягнення цілей:

- виключення пожежі;
- забезпечення безпеки людей;
- забезпечення безпеки матеріальних цінностей; одночасне забезпечення безпеки цінностей та людей.

У таблиці 4.4 наведено ідентифікацію класів та небезпечних факторів пожежі.

Таблиця 4.4 – Ідентифікація класів та небезпечних факторів пожежі

Ділянка, підрозділ	Обладнання, що застосовується	Клас пожежі	Небезпечні фактори пожежі	Супутні прояви факторів пожежі
Медницько-радіаторне відділення	Технологічне обладнання, що застосовується в радіаторно-медницькому відділенні.	А	Полум'я та іскри, підвищена температура навколишнього середовища, підвищена концентрація токсичних продуктів горіння та термічного розкладання	Осколки, що утворюються в процесі пожежі, частини будівель, що зруйнувалися, будівельних будівель, інженерних споруд, обладнання, технологічних установок

#### 4.5 Розробка технічних засобів та організаційних заходів щодо забезпечення ПБ медично-радіаторного відділення

Нормативні документи щодо пожежної безпеки класифікує всю пожежну техніку за призначенням, сфери застосування на такі типи як:

- системи, установки АПС (автоматична пожежна сигналізація), АУПГ (автоматична установка пожежогасіння), СОУЕ (системи оповіщення та управління евакуацією), пожежного зв'язку, автоматики;
- первинні: мобільні засоби пожежогасіння (всі види вогнегасників, пожежні крани, пожежний інвентар);
- пожежне обладнання;
- засоби індивідуального/групового самопорятунку (далі – ЗІС), захисту органів дихання;
- ручний, механізований інструмент.

Для забору води мобільними засобами пожежогасіння використовують гідранти, встановлені на мережах зовнішнього протипожежного водопостачання, пожежні водойми, резервуари, пірси, що є на територіях населених пунктів, промислових підприємств.

До підручних засобів гасіння пожежі належать:

- совкові, штикові лопати, за допомогою яких можна закидати пожежу піском, землею, дрібною галькою;
- сокири, ломи, багри. Даний інвентар, що використовується у господарстві, включаючи відра, входить до комплектації пожежного щита;
- ковдри, пледи, плащі, накидки від дощу, куртки із щільних натуральних тканин, якими можна, накинувши на вогнище пожежі, та його згасити, у т.ч. палаючий одяг на людині.

#### 4.6 Організаційно-технічні заходи щодо запобігання пожежі

У таблиці 4.5 наведено організаційно-технічні заходи щодо запобігання пожежі та забезпечення ПБ.

Таблиця 4.5 – Організаційно-технічні заходи щодо запобігання пожежі та забезпечення ПБ

Найменування технологічного процесу	Реалізовані організаційно-технічні заходи щодо запобігання пожежі та забезпечення ПБ	Пред'являються вимоги щодо забезпечення ПБ, ефекти, що реалізуються
Перевірка радіатора охолодження вантажного автомобіля	Наявність свідоцтва з ПБ на обладнання, що використовується, інструмент	Придбання обладнання, що має сертифікати якості та відповідності
	Навчання за заходами ПБ (протипожежний інструктаж, пожежно-технічний мінімум)	Своєчасне та регулярне проведення різних видів інструктажів під розпис
	Виконання регулярних та якісних планово-попереджувальних та ремонтних робіт, модернізація та оптимізація обладнання	Здійснення профілактики обладнання відповідно до заздалегідь розробленого графіка. Визначення наказом відповідального за своєчасне проведення профілактичних робіт
	Наявність передбачених законодавством табличок безпеки знаків, інформаційних	Знаки та інформаційні таблички безпеки, встановлені відповідно до нормативно-правових актів
	Розміщення технологічного обладнання не створює перешкод для евакуації персоналу та використання засобів пожежогасіння	Повинен бути забезпечений безперешкодний рух персоналу до евакуаційних виходів та засобів пожежогасіння
	Своєчасне оновлення засобів пожежогасіння	Засоби пожежогасіння завжди повинні бути у справному стані. Не допускається використання засобів пожежогасіння зі строком дії, що минув.
	Розробка плану евакуації під час пожежі відповідно до державного стандарту ГОСТ 12.2.143–2009	Наявність чинного плану евакуації, своєчасне розміщення планів евакуації у доступних для огляду місцях. Слід враховувати і вимоги до відстані між схемами: вона не повинна становити понад 60 метрів
	Виготовлення та розміщення засобів наочної агітації щодо забезпечення ПБ	Наявність засобів наочної агітації із забезпечення ПБ

#### 4.7 Забезпечення екологічної безпеки технологічного процесу перевірки радіатора охолодження вантажного автомобіля, що розглядається

У таблиці 4.6 наведено ідентифікацію екологічних факторів технологічного процесу перевірки радіатора охолодження вантажного автомобіля.

Таблиця 4.6 – Ідентифікація екологічних факторів технологічного процесу перевірки радіатора охолодження вантажного автомобіля

Технічний об'єкт, процес	Структурні складові технічного об'єкта, процесу	Антропогенний вплив технічного об'єкта на:		
		атмосфера	гідросферу	літосферу
Перевірка радіатора охолодження вантажного автомобіля	Стенд для обслуговування радіаторів охолодження вантажних автомобілів, ключі, викрутка, пристрої, виробничий персонал	Пил, випаровування	Не виявлено	Зношений спецодяг, ТПВ, упаковки запчастин, електроди, брухт чорних та кольорових металів

У таблиці 4.7 наведено розроблені заходи щодо зниження негативного антропогенного впливу процесу перевірки радіатора охолодження вантажного автомобіля.

Таблиця 4.7 – Розроблені заходи щодо зниження негативного антропогенного впливу процесу перевірки радіатора охолодження вантажного автомобіля

Технічний об'єкт, процес	Перелік заходів щодо зниження негативного антропогенного впливу на:		
	атмосфера	гідросферу	літосферу
Перевірка радіатора охолодження вантажного автомобіля	Використання фільтруючих елементів у витяжних шафах (парасольках), що є на ділянці. Періодичний контроль за параметрами повітря у робочій зоні	Утилізація та поховання викидів, скидів, відходів, стоків та опадів стічних вод з дотриманням заходів щодо запобігання забрудненню ґрунтів. Персональна відповідальність за охорону навколишнього середовища	Збір та складування відходів здійснюється у спеціальні закриті контейнери, бочки тощо, встановлені у спеціально відведених місцях. Зношений спеціальний одяг використовується як вторинна сировина при виробництві ганчірки. Відходи вивозяться відповідно до укладеного договору з регіональним оператором Самарської області

Висновок по розділу «Безпека та екологічність стенду для обслуговування радіаторів охолодження вантажних автомобілів.

У цьому розділі ВКР представлено технологічний паспорт стенду для обслуговування радіаторів охолодження вантажних автомобілів, в якому відображено:

- технологічні операції, перелік виробничо-технологічного обладнання, конструкційних витратних матеріалів та речовин (таблиця 4.1);
- ідентифікація виробничо-технологічних та експлуатаційних професійних ризиків щодо технологічного процесу перевірки радіатора охолодження вантажного автомобіля (таблиця 4.2);
- підбір ЗІЗ для працівників (таблиця 4.3);
- заходи щодо забезпечення ПБ у радіаторно-мідницькому відділенні, ідентифікація класу пожежі та небезпечних факторів пожежі, розробка засобів, методів та заходів забезпечення ПБ (таблиця 4.4, 4.5);

– екологічні фактори та заходи щодо забезпечення екологічної безпеки під час роботи на стенді для обслуговування радіаторів охолодження вантажних автомобілів» (таблиця 4.6, 4.7).

## РОЗРАХУНОК ЕФЕКТИВНОСТІ СПРОЕКТОВАНОЇ КОНСТРУКЦІЇ

### 5.1 Визначення собівартості виготовлення

Для того щоб визначити витрати на купівлю сировини та матеріалів, необхідних для виготовлення конструкції, скористаємося формулою (12) [19]

З метою упорядкування витрат на купівлю сировини та матеріалів зводимо дані до таблиці 5.1.

$$M = C_M \cdot Q_M \cdot \left(1 + \frac{43}{100}\right)$$

Таблиця 5.1 - Витрати на купівлю сировини та матеріалів

Матеріал (сировина)	Одиниця виміру	Необхідна кількість	Ціна	Сума
Сталь Ст45	кг			
Сталь Ст35	кг			
Швелер №16	м			
Швелер №14	м			
Швелер №20	м			
Труба ел/св п/ш 25	кг			
Гума	кг			
Грунтівка	кг			
Краска	кг			
Клей	кг			
Електроди для зварювання	кг			
Різне				
РАЗОМ:				
Витрати на транспортування та заготівлю: ВСЬОГО:				

Для того щоб визначити витрати на покупні вироби та напівфабрикати скористаємося формулою (13)

З метою упорядкування витрат на покупні вироби зводимо дані до таблиці 5.2.

$$P_{II} = C_i \cdot \eta_i \cdot \left(1 + \frac{13}{100}\right)$$

Таблиця 5.2 - Витрати на покупні вироби

Найменування покупного виробу	Кількість, шт.	Ціна за од.	Сума
Ручний гвинтовий стійковий домкрат			
Освітлювальні прилади			
Ванна для занурення радіатора			
Бак для робочої рідини			
Слюсарний стіл			
Паяльник			
Кріплення			
Метизи			
Різне			
ВСЬОГО:			

## 5.2 Визначення витрат на заробітну плату

Розрахунок витрат на заробітну плату виконаємо за формулою (14)

З метою упорядкування витрат на виплату основної заробітної плати зводимо дані до таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Витрати виплату зарплат

Тип операції, що виконується	Необхідний кваліфікаційний	Трудомісткість, чол-год.	Тарифна ставка	Заробітна плата
Заготівельна				
Токарна				
Фрезерна				
Зварювальна				
Свердлильна				
Складальна				
Фарбувальна				
Випробувальна				
			Разом:	
			Виплата премії:	
			Заробітна плата (основна):	

Розрахунок витрат на виплату додаткової заробітної плати виконаємо за формулою (15) [19]

де  $K_d$  - коефіцієнт доплат до годинного фонду,  $K_d=1,1$  [19].

Виконуємо підстановку раніше обчислених значень формулу (15)

=

3

0

$$Z_d = 3340,95 \cdot 1,1 = 334,09$$

Розрахунок витрат на відрахування ЄСП виконаємо за формулою (16)

О де  $K_C$  - коефіцієнт доплат до годинного фонду,  $K_C = 0,26$  [19].

с Виконуємо підстановку раніше обчислених значень формулу (16)

$$= O_c = (3340,95 + 334,09) \cdot 0,26 = 955,51$$

(

3 5.3 Визначення витрат на утримання та експлуатацію обладнання

о Розрахунок витрат на утримання та експлуатацію обладнання виконаємо за формулою (17)

з

Р де  $K_{об}$  - коефіцієнт, що враховує витрати на утримання та експлуатацію обладнання, приймаємо  $K_{об} = 1,04$  [19].

К Виконуємо підстановку раніше обчислених значень формулу (17)

$$P_{opr} = 3340,95 \cdot 1,04 = 3474,58$$

Розрахунок витрат на загальнопромислові потреби виконаємо за формулою (18)

б

Р де  $K_{opr}$  - коефіцієнт, що враховує загальнопромислові витрати, приймаємо  $K_{opr} = 1,5$ .

р Виконуємо підстановку раніше обчислених значень формулу (18)

$$P_{opr} = 3340,95 \cdot 1,5 = 5011,42$$

К Розрахунок витрат на роботу цеху (собівартість цехова) виконаємо за формулою (19)

$$o C_{ц} = 7620,73 + 33602 + 3340,95 + 334,09 + 955,51 + 3474,58 + 5011,42 = 56691,97$$

Розрахунок витрат на загальногосподарські витрати виконаємо за формулою (20)

о

Р

р

х

де  $K_{охр}$  - коефіцієнт, що враховує загальногосподарські витрати, приймаємо  $K_{охр}=1,6$ .

Виконуємо підстановку раніше обчислених значень формулу (20)

$$P_{охр}=3340,95 \cdot 1,6=5345,52$$

Розрахунок загальних витрат здійснимо за формулою (21)

С Виконуємо підстановку раніше обчислених значень формулу (21)

$$C_{ПР}=56691,97+5345,52=62037,49$$

Р Розрахунок витрат на позавиробничі потреби виконаємо за формулою (22)

=

Е де  $K_{позавир}$  - коефіцієнт, що враховує позавиробничі витрати, приймаємо  $K_{позавир}=0,05$ .

Н Виконуємо підстановку раніше обчислених значень формулу (22)

$$P_{ВН}=62037,49 \cdot 0,05=3101,87$$

С

н 5.4 Визначення загальних витрат за виготовлення конструкції

р Розрахунок загальних витрат на виготовлення конструкції стенду, купівлю матеріалів, виплату коштів виконаємо за формулою (23)

К

С Виконуємо підстановку раніше обчислених значень формулу (23)

$$C_{ПР}=62037,49+3101,87=65139,36$$

в Таким чином, орієнтовна вартість виготовлення спроектованого стенду обслуговування радіаторів охолодження вантажних автомобілів становить

в

С

П

Р

Р

В

Н

## ВИСНОВОК

Відповідно до поставленої мети, у рамках виконання ВКР було розроблено конструкцію стенду для обслуговування радіаторів охолодження вантажних автомобілів.

У процесі виконання роботи було вирішено такі задачі:

По-перше, виконано поглиблене опрацювання медичного - радіаторного відділення, визначено кількість персоналу, список обладнання та площу відділення.

По-друге, розроблено технічне завдання, технічну пропозицію на конструкцію, що розробляється, проведено конструкторські розрахунки елементів конструкції.

По-третє, розглянуто призначення радіатора охолодження, ремонт радіаторів з латуні, алюмінію та складено технологічний процес його випробування.

По-четверте, розглянуто безпеку та екологічність стенду для обслуговування радіаторів охолодження вантажних автомобілів.

По-п'яте, проведено розрахунок економічної ефективності проектованої конструкції.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Білоконь Я.Ю. Трактори та автомобілі: Підручник / Я.Ю. Білоконь, А.І. Окоча. – К.: Урожай, 2002. – 231 с.
- Міренський І.Г. Основи технології машинобудування. Навчальний посібник. – Харків: ХНАМГ, 2007. – 275 с.
- Червоний Б. І. Технологічне обладнання автотранспортних підприємств: навч. посіб. / Б. І. Червоний. - Рівне : НУВГП, 2005. - 212 с.
- Конспект лекцій з дисципліни «Основи розрахунків, проектування і експлуатації технічного обладнання» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня зі спеціальності 274 „Автомобільний транспорт” / Укл.: Авер'янов В.С., Скорняков Е.С., Кам'янське, ДДТУ, 2018. – 135 с.
- Анур'єв, В. І. Довідник конструктора-машинобудівника. у 3т. Т.1 / В. І. Анур'єв; за ред. І. Н. Жесткової. - 8-е вид., перероб. та дод., 2001. – 920 с.
- Канарчук В. Є., Лудченко О. О., Курніков І. П., Луйк І. А. Технічне обслуговування, ремонт та зберігання автотранспортних засобів: Підручник: у 3 кн. - К.: Вища шк., 1991. - Кн. 1. Теоретичні засади. Технологія. - 359 с.
- Тарара А.М. Проектування і конструювання об'єктів техніки: навчальний посібник / Тарара А.М.– К.: КОНВІ ПРІНТ, 2019. — 144 с.
- Тригуб О. А. Технологічне обладнання для обслуговування та ремонту автомобілів: навч. посіб. [Електронний ресурс] / О. А. Тригуб; М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси : ЧДТУ, 2021. – 187 с.
- Конструкторське проектування обладнання. Конспект лекцій [Електронний ресурс]: навчальний посібник / В. Ю. Щербина КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 83 с.
- Конспект лекцій з дисципліни „Організація автосервісу” для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня зі спеціальності 274 „Автомобільний транспорт” / Укладачі: В. Авер'янов, Д. Шматко – Кам'янське: ДДТУ, 2023. - 76 с.

Карнаух, С.Г. Деталі машин: курс лекцій для студентів технічних спеціальностей / С. Г. Карнаух, М. Г. Таровик. – Краматорськ: ДДМА, 2017. – 76 с.

Давідіч Ю. О. Конспект лекцій з дисципліни «Моделювання транспортних систем» / Ю. О. Давідіч, Г. І. Фалецька; Харків. нац. ун-т. міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 71 с.

Захарчук О.В. Технічне обслуговування і ремонт АТЗ: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / Олег Вікторович Захарчук. Луцьк: РВВ Луцького НТУ, 2015. – 140 с.

Коробочка О.М. Основи розрахунків, проектування і експлуатації технічного обладнання для автомобільного транспорту. / О.М. Коробочка, Е.С. Скорняков, О.О. Сасов. – Дніпродзержинськ: ДДТУ. – 2007 р. – 252 с.

Теорія механізмів і машин. Курс лекцій для студентів спеціальності «Динаміка і міцність машин» / Автор: к.т.н., доц. О.П. Заховайко. – К.: НТУУ "КПІ", 2010. – 243 с.

Конспект лекцій з дисципліни «Основи розрахунків, проектування і експлуатації технічного обладнання» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня зі спеціальності 274 „Автомобільний транспорт” / Укл.: Авер'янов В.С., Скорняков Е.С., Кам'янське, ДДТУ, 2018. – 135 с.

Екологічна та техногенна безпека промислових об'єктів та технологій: навчально-методичний посібник для студентів / А.Г. Мнухін, Ю.В. Куріс, Н.О. Мнухіна, О.Б. Матяшева, А.А. Гітуляр; Запоріж. держ. інж. акад. – Запоріжжя: ЗДІА, 2018. – 196 с.

Економіка організації і планування виробництва. Економіка і організація виробництва. Ч. 1. Економіка виробничого підприємства [Електронний ресурс]: навчально-наочний посібник для студентів усіх форм навчання / НТУУ «КПІ»; уклад. Т. В. Сакалош. – Київ: НТУУ «КПІ», 2012.

Методичні вказівки до виконання економічної частини бакалаврської роботи для студентів усіх форм навчання / уклад. Чернобровкіна С.В., Кучіна С.Е. – Харків : НТУ «ХПІ» 2021. – 16 с.

# ДОДАТКИ