

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
Факультет конструювання та дизайну**

УДК 631.32.147

**ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ  
Завідувач кафедри  
надійності техніки**

\_\_\_\_\_ **А.В.Новицький**

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2025 р.

**БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на тему:

**«РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ ДЛЯ ПЕРЕВІРКИ  
РАДІАТОРІВ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ЇХ РЕМОНТУ»**

**Спеціальність: 133 – галузеве машинобудування**

**Гарант освітньої програми**

**д.т.н., проф.**

**Булгаков В.М.**

**Керівник бакалаврської**

**кваліфікаційної роботи**

**к.т.н., доц.**

**Ружи́ло З.В.**

**Виконав:**

**Васильченко А.В.**

**Київ-2025**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**  
**Факультет конструювання та дизайну**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач кафедри надійності  
техніки к.т.н. доц.**

\_\_\_\_\_ **Новицький**

**А.В.**

**—1” вересня 2024 року**

**ЗАВДАННЯ**

**на виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи студентці**

**Васильченко Антон Віталійович**

Спеціальність **133** Галузеве машинобудування

Тема роботи: **«Розробка пристрою для перевірки радіаторів та технології їх ремонту»**, затверджена наказом по вузу від 16.12.2025 р. № 2265 «с»

**2. Термін здачі студентом завершеної роботи на кафедру 5.06.2025 р.**

**3. Вихідні дані для проекту:**

1. Технологічний процес ремонту радіаторів.
2. Результати науково-дослідних робіт по вивченню дефектів радіаторів по літературним джерелам
3. Завдання кафедри на дипломне проектування.

**4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які розробляються):**

Вступ

1. **Вихідні дані для проектування** (в т.ч. функціональне призначення, конструкція, технологія виготовлення та ремонту пошкоджених радіаторів).
2. **Технологічна частина проекту** (в т.ч. дослідження зносів та пошкоджень радіаторів, режим роботи ділянки, трудомісткість робіт по відновленню радіаторів, розрахунок показників ділянки).
3. **Конструкторська частина** (в т.ч. призначення та область застосування пристосування, технічна характеристика, будова і робота пристрою,).
4. **Охорона праці** (в т.ч. розрахунок освітлення та повітрообміну, розроблення заходів для поліпшення умов праці на ділянці по ремонту радіаторів).
5. **Економічна ефективність проекту.**

ВИСНОВКИ

ЛІТЕРАТУРА

#### **5. Перелік ілюстративного матеріалу**

1. МК/ОК розбирання радіатора трактора МТЗ-80.
2. Загальний вигляд пристрою для перевірки серцевин радіаторів.
3. Схема роботи пристрою.
4. Креслення оригінальних деталей пристрою.
5. Охорона праці (карта оперативного контролю).
6. Техніко-економічні показники проекту

**6. Дата видачі завдання 6.09.24**

**Керівник бакалаврської  
кваліфікаційної роботи**

**Ружи́ло З.В.**

**Завдання прийняв до виконання**

**Васильченко А.В.**

## **ВСТУП**

Україна по праву вважається аграрною державою з потужним потенціалом у сфері сільськогосподарського виробництва. Однак для ефективного функціонування аграрного сектору необхідно реалізувати комплекс додаткових заходів, серед яких чільне місце посідає впровадження сучасних механізованих та автоматизованих систем, а також новітніх науково-технічних досягнень у всі сфери агровиробництва. Особливу увагу слід приділити підвищенню рівня технічної готовності машинно-тракторного парку, що нині набуває особливої актуальності.

Всі господарські суб'єкти аграрного спрямування входять до складу агропромислового комплексу (АПК) України. В його ремонтній інфраструктурі функціонує значна кількість профільних ремонтних цехів та підприємств. Паралельно активно розвивається приватний сектор — з'являються нові сільськогосподарські фірми та господарства. У зв'язку з цим постає необхідність модернізації технологічних процесів у ремонтному виробництві, що дозволить у найближчій перспективі оновити обладнання ремонтних майстерень та привести їх у відповідність до сучасних стандартів і потреб. Потреба у високоякісному сервісі лише зростає.

Інтенсивний розвиток агросфери неможливий без забезпечення її сучасною, високопродуктивною технікою. Водночас така техніка, будучи складною і дорогою, не завжди демонструє очікувану надійність. Зі зростанням вартості машинного парку збільшуються й витрати на його обслуговування та відновлення. Це зумовлює потребу в мінімізації витрат на ремонт шляхом:

					<b>01.12.БКР.2265 с 16.12.24.052 ПЗ</b>			
<b>Змн.</b>	<b>Арк.</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дата</b>				
Розроб.		Васильченко			<b>ВСТУП</b>	<b>Літ.</b>	<b>Арк.</b>	<b>Акрушів</b>
Перевір.		Ружило					8	3
Реценз.						<b>НУБІП України, КД</b>		
Н. Контр.		Банний						
Затверд.								

- ❖ підвищення технологічного рівня і надійності як у виготовленні, так і в процесі відновлення техніки;
- ❖ запобігання передчасному зносу та аваріям шляхом ефективної діагностики й регулярного технічного обслуговування;
- ❖ підвищення ефективності праці та економного використання ресурсів у процесах обслуговування й ремонту.

Своєчасне виявлення несправностей, належне технічне обслуговування та якісний ремонт дозволяють суттєво продовжити експлуатаційний ресурс техніки та забезпечити її безвідмовну роботу у вирішальні періоди сільськогосподарського циклу. Подальші кроки мають бути спрямовані на розбудову сучасної ремонтно-обслуговуючої бази, оптимізацію виробничих потужностей, а також на поглиблення спеціалізації ремонтних робіт. Такі зміни сприятимуть скороченню часу простою техніки під час польових робіт та загальному підвищенню ефективності аграрного виробництва.

При плануванні обслуговування техніки слід враховувати її технічний стан, ступінь щорічного навантаження, а також інтервали регламентного обслуговування згідно з принципами планово-попереджувального підходу.

Таким чином, перспективи розвитку сільського господарства України значною мірою залежать від якісної організації технічного обслуговування, модернізації ремонтної інфраструктури та підготовки фахівців нової генерації. Значна частина відповідальності за ці процеси покладається не лише на органи державної влади, а й на майбутніх фахівців аграрної галузі, зокрема випускників Національного університету біоресурсів і природокористування України.

Метою цієї дипломної роботи є модернізація ремонтно-обслуговуючої бази сільськогосподарського товариства з обмеженою відповідальністю «Ясен Світ», що розташоване у Броварському районі Київської області. Основним завданням є поліпшення умов праці, забезпечення високої якості технічного

					<b>01.12.БКР.2265 с 16.12.24.052 ПЗ</b>	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

обслуговування машинно-тракторного парку як для потреб підприємства, так і для надання послуг іншим господарствам, а також підвищення продуктивності праці та розширення спектру ремонтних послуг.

Окремою складовою проєкту є розроблення пристрою для перевірки стану серцевин радіаторів тракторної і автомобільної техніки, що становить важливий елемент системи охолодження двигуна. Такий пристрій є актуальним і затребуваним рішенням для численних ремонтних майстерень, включаючи і зазначене підприємство.

					<b>01.12.БКР.2265 с 16.12.24.052 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

# 1. ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ

## 1.1. Загальна характеристика господарства і його виробничої діяльності.

Сільськогосподарське підприємство з обмеженою відповідальністю «Слава» було засновано у 2001 році на основі земельних паїв жителів населених пунктів Броварського району. Господарство розміщене в межах Київської області та орієнтоване переважно на вирощування зернових культур, а також — у менших масштабах — овочів, цукрових буряків і виробництво молочно-м'ясної продукції для реалізації державі.

Вигідне розташування СТОВ «Слава» забезпечує логістичну доступність — до ринків збуту 3–5 км, переважна частина транспортної мережі (понад 80%) має асфальтоване покриття. Завдяки цьому налагоджено сталий зв'язок із районними, обласними та столичними центрами (місто Київ розташоване на відстані близько 30 км).

Ґрунтово-кліматичні характеристики території досить різноманітні — від піщаних до слабогумусованих ґрунтів з переважанням лісостепового ландшафту та слабоопідзолених чорноземів. Клімат регіону характеризується як помірно вологий: середньорічна температура повітря становить +12°C, з максимумом до +30°C у липні-серпні та мінімумом до -20°C у січні. Тривалість безморозного періоду — близько 169 діб, середньорічна кількість опадів — у межах 480–560 мм.

					<b>01.12.БКР.2265 с 16.12.24.052 ПЗ</b>				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	У господарстві наявний до 24 тракторів, 14 вертолітів, 16 комбайнів, 16 одиниць автопідприємства, а також				
Розроб.	Перевір.	Результат	Результат	Результат			11	21	
Реценз.					<b>Вихідні дані для проектування</b>				
Н. Коорд.	Банний				<b>01.12.БКР.2265 с 16.12.24.052 ПЗ</b>				
Зверд.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<b>КД 12</b>				

іншу сільськогосподарську техніку. Структура сільськогосподарських культур, що вирощуються на підприємстві, а також показники врожайності та обсяги валового збору відображено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1.

Структура посівних площ СТОВ «Слава»

Назва культури	Площа, га	Урожайність, ц/га	Валовий збір, ц
Зернові загалом	1125	35,8	4032,5
у т.ч. озимі зернові	565	42,7	2412,5
Пшениця озима	500	45,0	2250,0
Жито озиме	65	25,0	162,5
Ярі зернові	560	28,9	1620,0
Ячмінь ярий	300	35,0	1050,0
Овес ярий	30	33,0	99,0
Кукурудза на зерно	50	40,0	200,0
Просо	10	16,0	16,0
Гречка	120	10,0	120,0
Горох	50	27,0	135,0
Цукровий буряк	100	400,0	4000,0
Соняшник	50	10,0	50,0
Соя	50	15,0	75,0
Ріпак озимий	150	10,0	150,0
Кукурудза на зел. корм	170	380,0	6460,0
Буряк кормовий	30	300,0	900,0
Однорічні трави (всього)	196	—	—
— на сіно	40	25,0	100,0
— на зелену масу	156	120,0	1872,0
Озимі трави на з/к	50	—	—

Багаторічні трави	100	–	–
— на сіно	50	30,0	150,0
— на зелений корм	50	250,0	1250,0

Загальна площа земельних угідь СТОВ «Слава» становить 2500 гектарів, з яких 1971 га відведено під сільськогосподарське використання. Таким чином, частка орних земель у структурі землекористування підприємства перевищує 78%, що свідчить про високий рівень інтенсивного використання ресурсного потенціалу території.

У сфері тваринництва впродовж останніх років спостерігається тенденція до скорочення поголів'я. На сьогодні загальне поголів'я худоби перевищує 800 одиниць, з яких найбільшу частку становить велика рогата худоба. Детальні відомості щодо кількості тварин у розрізі видів наведено нижче в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2

Склад поголів'я тварин у СТОВ «Слава»

Вид тварин	Кількість голів
Велика рогата худоба (ВРХ)	470
З них — корови	200
Свині	180
Вівці	75
Коні	25
Птиця (кури, гуси, індички)	50

Узагальнюючи, можна зазначити, що тваринницька галузь у СТОВ «Слава» є диверсифікованою, проте її інтенсивність помірна, з домінуванням скотарства. У перспективі для підвищення прибутковості господарство може або наростити обсяги тваринництва, або спеціалізуватися на окремих напрямках, наприклад, інтенсифікувати молочне виробництво, свинарство або розвивати кооперацію в птахівництві.





Таблиця 1.3.

## Перелік тракторів та автомобілів СТОВ «Слава»

Категорія	Моделі техніки	Кількість шт.
Трактори	Т-150К	3
	Т-150	3
	ЮМЗ-6Л	2
	МТЗ-82	4
	John Deere	2
	МТЗ-80	2
	Т-16М	2
	Valmet	2
	Т-25А	2
Автомобілі	КамАЗ	4
	ЗІЛ-130	2
	ГАЗ-52-04	3
	ГАЗ-53А	3
	Нива	2

У технічному оснащенні СТОВ «Слава» представлено значну кількість комбайнової та сільськогосподарської техніки, що забезпечує повний цикл агротехнічних робіт — від підготовки ґрунту до збору врожаю. Комбайни, сівалки, плуги, культиватори, борони, обприскувачі та інша техніка згруповані відповідно до їх функціонального призначення. Це дозволяє ефективно організовувати роботу у стислі агрономічні терміни.

Комбайновий парк господарства охоплює як сучасні машини (зокрема «John Deere» — 2 од.), так і вітчизняні моделі, такі як «Дон-1500» (3 од.), «КСК-100» (2 од.), «КС-2,6» (2 од.), що свідчить про спроби поєднати імпорتنу надійність з наявним ремонтпридатним ресурсом.

Щодо ґрунтообробної техніки, у господарстві наявні різні моделі плугів (ПЛП-4-35, ПЛП-5-35, ПЛН-3-35, ПЛН-6-35), що забезпечує можливість адаптації до різних типів ґрунтів. Сівалки різного призначення (СЗ-3,6, СПЧ-6, СЧПЧ-8, СО-4,2) дозволяють ефективно проводити посівні роботи з урахуванням особливостей окремих культур.

Нижче подано зведену таблицю технічного оснащення господарства.

Таблиця 1.4.

Перелік комбайнів та сільськогосподарських машин господарства.

					<b>01.12.БКР.2265 с 16.12.24.052 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Категорія машин	Модель	Кількість, шт.
Комбайни	John Deere	2
	КСК-100	2
	КС-2,6	2
	Дон-1500	3
	БМ-6	2
	КС-6Б	2
	ККП-3	2
	КПК-2	1
Сівалки	СЗ-3,6	5
	СПЧ-6	1
	СЧПЧ-8	1
	СО-4,2	1
Плуги	ПЛП-4-35	5
	ПЛП-5-35	2
	ПЛН-3-35	6
	ПЛН-6-35	1
Культиватори	КРН-4,2	5
	КРН-5,6	1
	КПС-4	2
Борони	БЗТС-1	30
	БЛШ-2,3	1
	БДТ-7	1
Граблі тракторні	ГВК-6	2
Волокуші	ВТУ-10	2
Копновози	КНУ-11	5
Зернопогрузчики	ЗСП-60	2
Оприскувачі	ОПВ-1200	5





Аналізуючи наявний парк сільськогосподарської техніки в «Слава», слід зазначити, що машинно-тракторний комплекс господарства представлений достатньо широким спектром агрегатів, які охоплюють повний цикл польових і допоміжних робіт. Наявність техніки забезпечує можливість виконання більшості агротехнічних операцій у межах запланованих термінів, що є позитивним чинником для стабільного функціонування господарства.

Особлива увага приділяється логістиці паливно-мастильного забезпечення. Господарство має власний паливозаправний пункт, оснащений сучасними заправними установками (КЕД-40-05, КЕР-40-1,0, М-367), що сприяє ефективній організації процесів заправки та зберігання ПММ із мінімальними затратами часу та ресурсів. Це дозволяє оперативно забезпечувати техніку необхідними матеріалами без залучення сторонніх сервісів або ризику збоїв у польовий період.

Оцінка ефективності використання машино-тракторного парку на основі техніко-економічних показників (табл. 1.5) свідчить про перевищення

					<b>01.12.БКР.2265 с 16.12.24.052 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

фактичного середньодобового наробітку умовного еталонного трактора відносно нормативних значень. Це свідчить про інтенсивну експлуатацію наявної техніки, що з одного боку, демонструє високий рівень завантаження, а з іншого — вказує на потенційне перенавантаження машин і ризику порушення агротехнічних строків виконання робіт.

Крім того, особливої уваги потребує технічне забезпечення тваринницької галузі господарства. Трактори, залучені до виконання завдань у цій сфері, мають значно вищі показники навантаження, що вимагає перегляду внутрішнього розподілу техніки й оновлення застарілих одиниць.

Таблиця 1.5.

## Техніко-економічні показники використання МТП СТОВ «Слава»

№ з/п	Показники	Одиниці виміру	Кількість	
			фактично	нормати
1.	Річне завантаження	Нормо-зміни	201	
2.	Сумариний річний об'єм механізованих робіт	Ум.ет.га	80660	
3.	Кількість ум.ет. тракторів	Ум.ет.га	19,5	48
4.	Середньодобовий наробіток на 1 ум.ет. трактор	Ум.ет.га	8,2	
5.	Щільність виконання механізованих робіт	Ум.ет.га/га	15,5 /1840	1600
6.	Наробіток на один фізичний трактор за рік: Т-150К Т-150	Ум.ет.га	1840 1440	1600 1350
7.	Наробіток на один еталонний трактор	Ум.ет.га	1585	1400
8.	Коефіцієнт змінності	%	1,2	
9.	Коефіцієнт використання тракторного парку	%	0,9	0,85
10.	Коефіцієнт технічної готовності	%	0,76	

1.3. Стан і можливі напрямки удосконалення ремонтно-обслуговуючої бази, технології, організації, планування технічного обслуговування і ремонту машин в господарстві.

З розвитком технічного переоснащення аграрного виробництва, впровадженням високопродуктивної техніки та переходом до комплексної механізації, зростає і значущість ремонтної інфраструктури господарств. Підвищення ефективності функціонування ремонтної бази стає одним із ключових факторів стабільного забезпечення агропроцесів. У цьому контексті особливої ваги набувають сучасні станції технічного обслуговування, які обслуговують приватні, акціонерні та кооперативні агропідприємства, оснащені інноваційним ремонтним обладнанням.

В умовах СТОВ «Слава» функціонує центральна ремонтна майстерня (ЦРМ), що включає чотири основні сектори:

- сектор ремонту та технічного обслуговування сільськогосподарської техніки, до складу якого входить пункт ТО, навіси для ремонту, склад матеріалів із вантажною зоною та майданчик для миття;
- сектор довгострокового зберігання техніки, де розміщуються трактори, спеціалізовані машини, обладнання загальногосподарського призначення;
- сектор обслуговування автомобільного транспорту із теплими боксами для зберігання;
- сектор обігу паливно-мастильних матеріалів, оснащений ємностями відкритого типу, пристроями для зливу та заправки.

Попри наявну інфраструктуру, ремонтна база має низку недоліків. У господарстві поки що повністю не впроваджено планово-попереджувальну систему технічного обслуговування, що призводить до нерегулярного виконання регламентних робіт. Частина обсягів ремонту автомобілів і

					<b>01.12.БКР.2265 с 16.12.24.052 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

складних вузлів передається до районних сервісних центрів через технічну недостатність власної майстерні.

У структурі ЦРМ відсутні окремі важливі дільниці, зокрема:

- вузол миття та очищення агрегатів;
- діагностичний пункт;
- дільниця ремонту паливної апаратури;
- випробувальна станція для двигунів;
- зона фарбування;
- дільниця з проведення бляхарських та відновлювальних робіт.

Поточний ремонт техніки відбувається за тупиковою схемою: після миття агрегати оглядаються, демонтуються та ремонтуються або на місці, або в майстерні. Частина відновлених запчастин повертається в обіг, решта – замінюється новими зі складу, що ведеться згідно з оформленими обліковими відомостями.

Попри зусилля з удосконалення, обмежений перелік спеціальних пристосувань, стендів і діагностичного обладнання стримує якість та швидкість проведення ремонтних операцій. Наприклад, у майстерні відсутні спеціалізовані установки для діагностики та ремонту радіаторів. Фарбування техніки здійснюється вручну, переважно в гаражі, що негативно позначається на довговічності експлуатації.

У зв'язку з частішими випадками капітального ремонту тракторів та автомобілів з'явилась гостра потреба в оновленні технологічного обладнання, розширенні функціоналу майстерні та створенні повного циклу ремонтних процесів. ремонт паливної апаратури;

- ремонт обладнання, в тому числі бляхарські роботи;
- випробування двигунів;
- фарбування машин.

Виходячи з цього в майстерні необхідно впроваджувати обладнання для проведення вищезазначених робіт.

					<b>01.12.БКР.2265 с 16.12.24.052 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Таблиця 1.6. Перелік основного технологічного обладнання ЦРМ СТОВ «Слава»

№ з/п	Найменування обладнання	Марка	Кількість,
1	Молот пневматичний	–	1
2	Токарний верстат	1К62	1
	Вертикально-свердлильний	2А135	1
	Настільно-свердлильний	НС-12А	3
	Фрезерний верстат	–	1
3	Газозварювальний апарат	АСК-167	1
4	Кран-балка	–	1
5	Мийна машина	ОМ-5360	1
6	Компресорна установка	СО-76	2
7	Точильний апарат	ТА-255	3

У процесі демонтажу й збирання агрегатів у СТОВ «Слава» використовується обмежена кількість спеціальних пристроїв і стендів, що негативно впливає як на продуктивність, так і на якість виконання розбирально-складальних операцій. Ремонт силових агрегатів здебільшого здійснюється власними силами механізаторів під наглядом майстра-наладника та механіка майстерні, а після завершення ремонтних робіт двигуни обкатуються безпосередньо на техніці.

Водночас одним із проблемних напрямів залишається відсутність повноцінної дільниці фарбування. Через це більшість вузлів та агрегатів після ремонту експлуатуються або зберігаються без захисного лакофарбового покриття, що прискорює їхнє зношення та корозію. Автомобілі фарбують переважно на відкритих майданчиках поблизу гаража, зазвичай перед проходженням технічного огляду.

					<b>01.12.БКР.2265 с 16.12.24.052 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Щодо сезонного зберігання сільськогосподарської техніки, то господарство має відповідну інфраструктуру. На тракторній бригаді облаштовано площадки з твердим покриттям і навіси для техніки, яка тимчасово не використовується. зернозбиральні комбайни після завершення жнив проходять очистку, миття й розміщуються на зберігання в ангарних приміщеннях, що забезпечує мінімальний вплив атмосферних чинників і сприяє збереженню їхньої працездатності до наступного сезону.

### 1.3. Задачі дипломного проектування.

Мета дипломного проектування полягає в інтеграції, закріпленні та поглибленні теоретичних знань, здобутих під час навчання за обраною спеціальністю, із подальшим їх практичним застосуванням для вирішення реальних виробничо-технічних, економічних і наукових завдань.

Тематика дипломного проекту обрана на підставі попереднього техніко-економічного аналізу функціонування ремонтно-обслуговуючої бази господарства. Проведене дослідження підтвердило, що центральна ремонтна майстерня (ЦРМ) СТОВ «Слава» відіграє ключову роль у забезпеченні технічного обслуговування та ремонтів машинно-тракторного парку. Однак її технічне оснащення є недостатнім для ефективного виконання всіх необхідних ремонтних процесів, особливо в умовах зростання вимог до надійності та оперативності технічного сервісу в сільському господарстві.

З огляду на виявлені проблеми, темою дипломного проекту визначено: «Технічне переоснащення ремонтно-обслуговуючої бази СТОВ «Слава» Броварського району Київської області з розробкою бляхарської дільниці».

Основні завдання, що вирішуються в межах проекту, включають:

- комплексне представлення характеристик господарства, наявного машинно-тракторного парку та діючої ремонтної інфраструктури;

					<b>01.12.БКР.2265 с 16.12.24.052 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

- аналітичне обґрунтування можливих напрямів модернізації ремонтної бази та пошук оптимальних рішень для її вдосконалення;
- визначення обсягу річних робіт з урахуванням перспективної структури техніки та потреб господарства в технічному обслуговуванні й ремонтах;
- розроблення раціонального організаційного режиму роботи ремонтної майстерні, підбір сучасного обладнання та побудова оптимальної технологічної компоновки;
- проектування технічного пристрою для перевірки серцевин радіаторів після виконання ремонтних робіт;
- оцінка умов праці на ділянці з погляду дотримання норм охорони праці, технічної безпеки та ергономічних вимог;
- проведення техніко-економічного обґрунтування проектних рішень з метою встановлення їх ефективності, доцільності впровадження та потенційного впливу на загальні виробничі показники підприємства.- Обґрунтувати організаційний режим ремонтної майстерні, провести підбір обладнання і розробити технологічну компоновку майстерні.

Розробити пристосування для перевірки серцевин радіаторів після їх ремонту.

Провести аналіз робочих місць ділянки за критеріями технічної безпеки.

Виконати техніко-економічне обґрунтування проекту.

					<b>01.12.БКР.2265 с 16.12.24.052 ПЗ</b>	Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2. 2КОНСТРУКТИВНО - ТЕХНОЛГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМИ ОХОЛОДЖЕННЯ АВТОТРАКТОРНИХ ДВИГУНІВ

### 2.1. Система охолодження.

#### 2.1.1. Призначення системи охолодження.

Система охолодження відіграє ключову роль у забезпеченні стабільного температурного режиму роботи двигуна. Її основне завдання — регулювання тепловідведення від найбільш термічно навантажених елементів, які нагріваються внаслідок тертя або контакту з високотемпературними газами, що утворюються в процесі згоряння паливної суміші.

Оптимальний тепловий стан силової установки, який коливається в межах 85–95 °С, підтримується саме за рахунок ефективного функціонування системи охолодження. Вона своєчасно відводить надлишкове тепло від елементів двигуна й передає його в навколишнє середовище, переважно через повітря або рідину. Температура робочих газів у циліндрах під час функціонування двигуна може досягати 1800–2000 °С. Частина цього тепла використовується для створення корисної роботи, інша ж — виводиться через охолоджувальне середовище.

Справна система охолодження забезпечує оптимальний тепловий баланс, необхідний для стабільної і довготривалої роботи двигуна. Якщо ж допускається його переохолодження, то це призводить до зростання втрат на тертя, зниження потужності агрегата, а також до конденсації пари пального на

	холодних деталей. Утворені краплі змивають мастильну плівку з поверхонь						
Змн.	Циліндрів, що приймає дані						
Розроб.	Васильченко					Літ.	Арк.
Перевір.	Ружило						21
Реценз.							26
Н. Контр.	Банний					НУБІП України. КД	
Затверд.							

**01.12.БКР.2265 с 16.12.24.052 ПЗ**

рошення деталей і потребує частішої заміни масла.

Конструктивно-  
технологічна  
характеристика системи  
охолодження

У свою чергу, перегрів двигуна знижує ефективність наповнення циліндрів паливоповітряною сумішшю, викликає надмірне випаровування і вигорання мастила. Як наслідок, зростає ризик заклинювання поршнів у циліндрах і навіть плавлення вкладишів підшипників, що призводить до серйозних пошкоджень двигуна.

У системах охолодження двигунів у якості теплоносія застосовуються м'які води (дистильована, дощова, тала) або спеціальні низькозамерзаючі рідини — зокрема антифризи та тосол. Останні, як правило, містять від 40 до 65 % етиленгліколю та відповідно від 60 до 35 % дистильованої води, з додаванням спеціальних присадок, які зменшують утворення піни й запобігають корозійним процесам у системі.

Як альтернативні охолоджувальні суміші можуть також використовуватись водно-спиртові або спирто-гліцеринові склади, які забезпечують прийнятні температурні та антикорозійні властивості.

Для зменшення утворення накипу на внутрішніх поверхнях елементів системи охолодження рекомендується використовувати воду з низьким вмістом солей жорсткості, зокрема кальцію. За відсутності такої — воду необхідно попередньо пом'якшити хімічним або фізико-хімічним способом, аби уникнути утворення вапняних відкладень, які можуть знижувати ефективність тепловідведення..

### 2.1.2 Будова системи охолодження.

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

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

					<b>01.12.БКР.2265 с 16.12.24.052 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

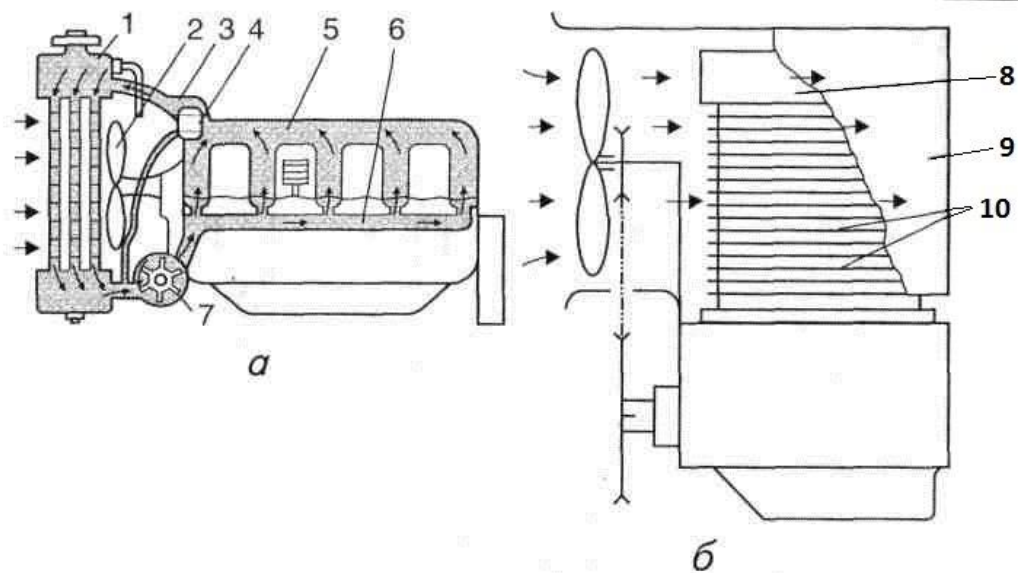


Рисунок 2.1 - Принципові схеми систем охолодження двигунів

Рідинні системи охолодження поділяються на: відкриті; закриті. Відкрита система охолодження має пряме з'єднання з навколишнім середовищем, тоді як закрита (рис. 2.1 а), що використовується у сучасних силових установках, — лише періодично сполучається з атмосферою через спеціальні клапани, розташовані в кришці радіатора або розширювальному бачку. У закритих охолоджувальних системах підвищується температура кипіння охолоджувальної рідини, що зменшує її випаровування. Окрім цього, циркуляція рідини здійснюється примусово.

Для повітряних систем охолодження (рис. 2.1 б) характерна безпосередня передача тепла в атмосферу. Необхідна інтенсивність тепловідведення забезпечується за допомогою охолоджувальних ребер 10, вентилятора 2 та рефлектора 9. Потік охолоджувального повітря може регулюватися. Така система є простою за конструкцією та в обслуговуванні, забезпечує швидке нагрівання двигуна після запуску, має невелику масу.

Надалі розглядатимемо лише рідинну систему охолодження.

До її складу входять:

- водяна оболонка блока та головки циліндрів;

						Арк.
						28
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<b>01.12.БКР.2265 с 16.12.24.052 ПЗ</b>	

- насос відцентрової дії;
- термостат;
- радіатор із компенсаційним бачком;
- вентилятор;
- з'єднувальні патрубки та шланги.

Водяна сорочка двигуна являє собою сукупність численних каналів у блоці та головці блока циліндрів, якими циркулює охолоджувальна рідина.

Відцентровий насос забезпечує примусову циркуляцію рідини по сорочці охолодження двигуна та по всій системі. Його привід здійснюється за допомогою пасової передачі від шківів колінчастого вала двигуна. Натяг паса регулюється.

Термостат служить для стабілізації оптимального теплового стану двигуна. При запуску холодного агрегата термостат залишається закритим, і охолоджувальна рідина циркулює лише по малому колу, що сприяє швидкому нагріванню. Коли температура системи охолодження перевищує 80–85 °С, термостат автоматично відкривається, і частина рідини направляється в радіатор для охолодження. При ще вищій температурі термостат відкривається повністю, забезпечуючи рух рідини по великому колу з активним охолодженням.

Радіатор виконує функцію охолодження рідини, яка проходить крізь нього, за рахунок повітряного потоку, що створюється під час руху автомобіля або за допомогою вентилятора. У конструкції радіатора передбачено велику кількість трубок і пластин, що формують значну площу тепловідведення.

Компенсаційний бачок забезпечує компенсацію змін об'єму та тиску рідини при коливаннях температури — під час її нагрівання та охолодження.

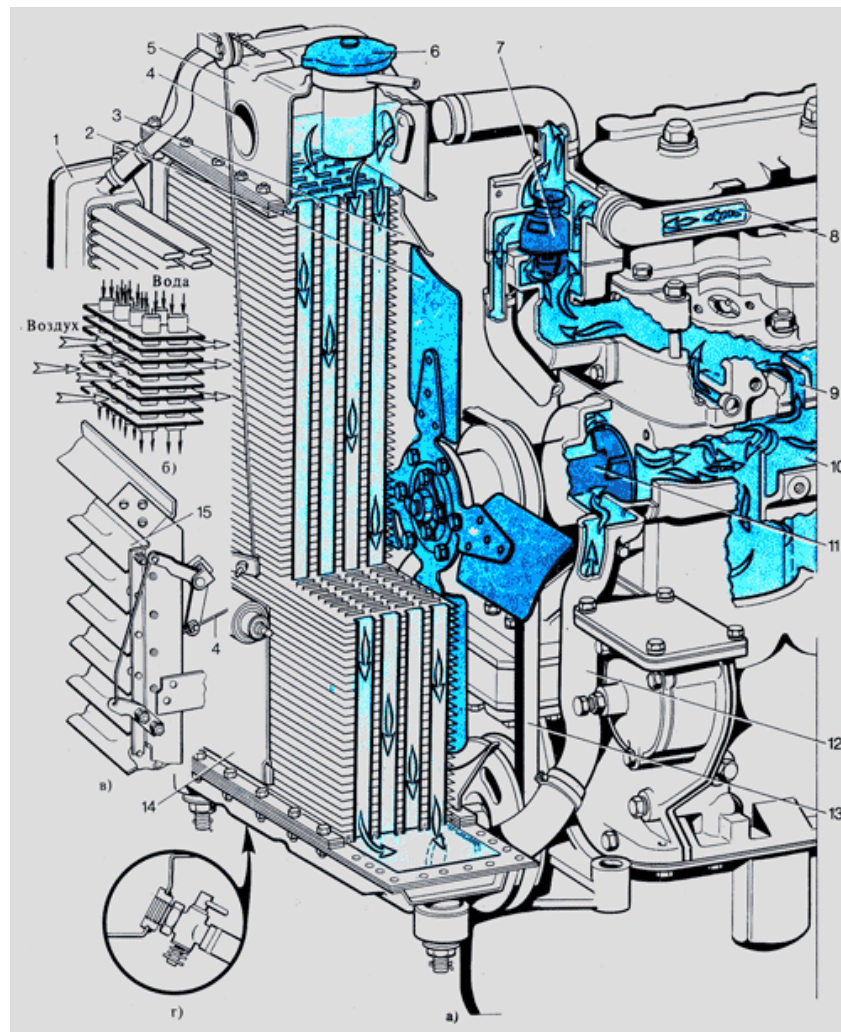
Вентилятор призначений для примусового збільшення повітряного потоку через радіатор під час руху транспортного засобу, а також для охолодження, коли автомобіль знаходиться у нерухомому стані з працюючим двигуном.

						Арк.
					<b>01.12.БКР.2265 с 16.12.24.052 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<b>01.12.БКР.2265 с 16.12.24.052 ПЗ</b>	29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

Використовуються два різновиди вентиляторів: постійно задіяний, який приводиться в дію пасовою передачею від шківів колінчастого вала, та електровентилятор, що вмикається автоматично, коли температура охолоджувальної рідини досягає приблизно 100 °С.

Патрубки та гнучкі шланги забезпечують з'єднання охолоджувальної сорочки двигуна з термостатом, насосом, радіатором та компенсаційним бачком.

До складу системи охолодження двигуна входить також радіатор обігрівача, який нагріває повітря, що подається в салон транспортного засобу. Температура повітря в салоні регулюється за допомогою спеціального крана, яким водій змінює інтенсивність потоку рідини, що проходить через радіатор обігрівача.



## Рисунок 2.2 – Система охолодження двигуна

- а – пристрій;
- б - схема руху води і повітря;
- в - жалюзі радіатора;
- г - зливний краник;
- 1 - радіатор мастильної системи;
- 2 – вентилятор;
- 3 - кожух вентилятора;
- 4 – трос;
- 5 – радіатор;
- 6 - кришка заливної горловини;
- 7 – термостат;
- 8 - водовідвідна труба пускового двигуна;
- 9 - канал, що направляє потік води;
- 10 - водорозподільний канал;
- 11 - водяний насос;
- 12 - патрубок водяного насоса;
- 13 - ремінь приводу вентилятора;
- 14 – шторка;
- 15 - пластина жалюзі.

### 2.1.3. Принцип роботи системи охолодження.

Під час обертання колінчастого вала обертовий момент через приводний пас передається на шків вала насоса, приводячи його в дію. При цьому крильчатка захоплює охолоджувальну рідину, яка надходить через шланг і патрубок з радіатора, і подає її в сорочку охолодження. Там рідина охолоджує нагріті елементи. Якщо двигун ще не прогрітий і температура рідини нижча за 75–80 °С, охолоджувальна рідина циркулює по малому колу циркуляції:

								Арк.
								Арк.
								32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<b>01.12.БКР.2285 &amp; 16.12.24.052 НЗ</b>			31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

- водяний насос – водяна сорочка – перепускні отвори термостата (оскільки основний клапан термостата закритий) – водяний насос.

Після прогріву двигуна до температури понад 80 °С термостатичний клапан відкривається повністю, і рідина починає рух по великому колу циркуляції:

- водяний насос – водяна сорочка – клапан термостата – верхній патрубок – радіатор – нижній патрубок – водяний насос.

## 2.2 Радіатор

### 2.2.1. Принцип роботи радіатора.

Без запуску «серця» — двигуна автомобіля — транспортний засіб втрачає свою мобільність і перетворюється на безкорисний шмат металу. Усі елементи в автомобілі тісно взаємопов'язані, й кожна система не може функціонувати окремо від інших. Одну з ключових ролей у безперервній роботі двигуна виконує радіатор, який є невід'ємною його складовою частиною (рисунок 2.3).



## Рисунок 2.3 - Радіатор охолодження

Рушійні процеси, які забезпечують рух автомобіля, стартують у двигуні внутрішнього згоряння (ДВЗ). За участю електричної іскри паливна суміш у середині ДВЗ самозаймається, внаслідок чого в циліндрах утворюється теплова енергія. Вона трансформується в механічну, яка й створює обертовий момент, необхідний для приведення автомобіля в рух. Під час роботи двигун розігрівається до надзвичайно високих температур — достатніх, аби обігріти два житлові будинки середнього розміру. Перевищення робочої температури призводить до перегріву двигуна, що може спричинити його вихід з ладу. Щоб запобігти подібним поломкам, існує спеціально передбачена система охолодження двигуна, ключовим елементом якої є радіатор.

У двигуні внутрішнього згоряння радіатор виконує функцію теплообмінника, який з'єднує два контури системи охолодження. Найчастіше використовуються трубчасто-пластинчасті та трубчасто-стрічкові конструкції. Також застосовуються алюмінієві радіатори: вони мають меншу вартість і вагу, однак за рівних умов (розміри, площа теплообміну тощо) поступаються за тепловіддачею та довговічністю. Радіатор укомплектований трубчасто-стрірковою мідно-латунною серцевиною з двоходовим горизонтальним рухом рідини (правий бачок поділено на дві секції). До листопада 1988 року на автомобілях встановлювалися радіатори з двома рядами охолоджувальних трубок та латунними штампованими бачками. У пізніших моделях автомобілів передбачені радіатори з одним рядом трубок збільшеного перерізу й пластиковими бачками. Радіатори системи охолодження бувають різноманітної конструкції. Найпоширенішими є стрічкові та пластинчасті. Пластинчасті радіатори, які мають нижчі показники тепловіддачі та більшу масу в порівнянні зі стрічковими, поступово виходять із застосування.

### 2.2.2. Будова радіатора.

					<b>01.12.БКР.2265 с 16.12.24.052 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Радіатор складається з трьох основних елементів: серцевини, верхнього і нижнього бачків та елементів кріплення.

Серцевина радіатора виготовляється з окремих вертикальних трубок, між якими розміщені поперечні горизонтальні пластини, або з гофрованих плоских трубок, які проходять на всю товщину радіатора. Кінці трубок впаяні у верхній і нижній бачки. Між трубками встановлені тонкі латунні поперечні пластини, що збільшують площу теплообміну серцевини та водночас підвищують жорсткість конструкції радіатора. У верхній і нижній бачки впаяні патрубки для підключення радіатора до охолоджувальної сорочки двигуна, а у верхній бачок додатково вмонтована горловина для заливання охолоджувальної рідини в систему. У цю горловину впаяно верхній кінець паровідвідної трубки, нижній кінець якої виведено під радіатор.

Заливна горловина герметично закривається кришкою, яка ізолює внутрішній об'єм системи охолодження від зовнішнього середовища. Така система належить до типу закритих. У кришці радіатора розміщено два клапани: паровий та повітряний.

Під час роботи двигуна водяний насос забезпечує циркуляцію рідини по колу через сорочку охолодження, патрубки, шланги та радіатор. Протікаючи через сорочку охолодження блоку та головки, охолоджувальна рідина поглинає тепло зі стінок циліндрів та камер згоряння, охолоджуючи їх. Нагріта рідина надходить через верхній патрубок і шланг у радіатор, де через стінки трубок віддає тепло навколишньому повітрю. Охолоджена рідина з радіатора через нижній шланг знову повертається до двигуна.

Рівень охолоджувальної рідини в радіаторі регулюється за допомогою жалюзі, які змінюють ступінь доступу зовнішнього повітря до нього. Температуру рідини контролюють за допомогою термометра. Скидання рідини з системи здійснюється через зливні краники, розташовані в нижній частині радіатора та в сорочці охолодження блоку.

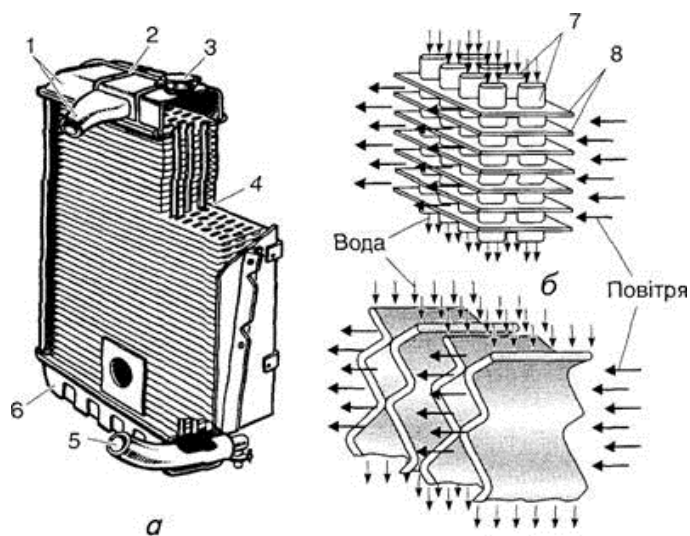


Рисунок 2.4 – Радіатор та його серцевини

а - будова;

б - трубчаста серцевина;

в - пластинчаста серцевина;

1- верхній бачок із патрубком;

2 - паровідвідна трубка;

3 - заливна горловина з пробкою;

4 - серцевина;

5 - патрубок із зливальним краником;

6 - нижній бачок;

7 - трубки;

8 - поперечні пластини

Патрубки бачків через прогумовані шланги сполучають радіатор з сорочкою охолодження блока циліндрів. Заливна горловина радіатора герметично закривається пробкою (рис.2.5), в яку встановлено випускний (паровий) і перепускний (повітряний) клапани.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

01.12.БКР.2265 с 16.12.24.052 НЗ

Арк.  
Арк.  
35  
36

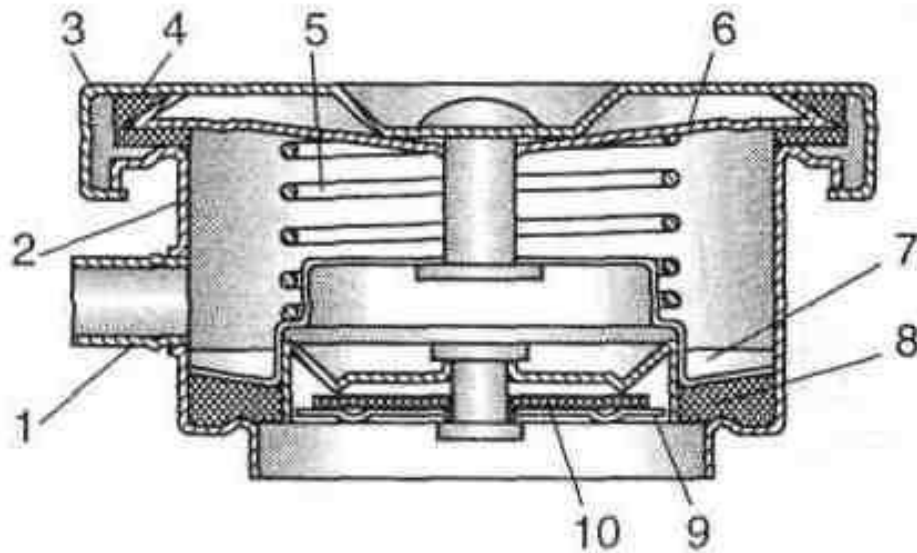


Рисунок 2.5 - Пробка радіатора

- 1 - патрубок для приєднання трубки до розширювального бачка;
- 2 - горловина радіатора;
- 3 - кришка пробки;
- 4 - прокладка кришки;
- 5, 6 - пружини відповідно випускного клапана та кришки;
- 7, 9 - відповідно випускний і перепускний клапани;
- 8, 10 - прокладки відповідно випускного й перепускного клапанів

## 2.3 Паровий та повітряний клапани

### 2.3.1. Принцип роботи парового та повітряного клапанів.

Горловина радіатора герметично закривається кришкою, у якій вмонтовано два клапани: паровий та повітряний. Паровий клапан спрацьовує автоматично лише при підвищенні тиску в системі охолодження понад

					<b>01.12.БКР.2265 с 16.12.24.052 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

0,04 МПа (0,4 кгс/см<sup>2</sup>), що спричиняє підвищення температури кипіння рідини до 105–110 °С. Повітряний клапан відкривається та пропускає повітря в систему у разі зниження тиску на 0,04–0,07 кгс/см<sup>2</sup> внаслідок охолодження рідини, тим самим запобігаючи сплющуванню трубок радіатора під впливом атмосферного тиску.

### 2.3.2. Будова парового та повітряного клапанів.

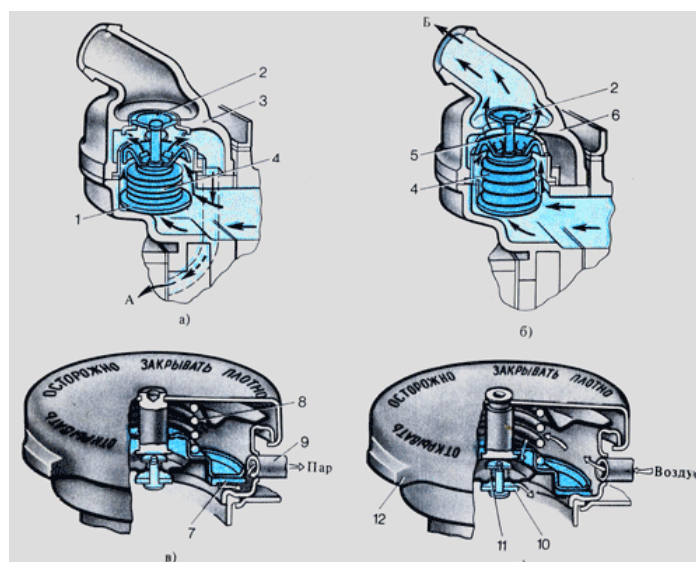


Рисунок 2.6 – Термостат (а, б) і паровий клапан (в, г)

- а - основний клапан закритий;
- б - основний клапан відкритий;

- в - відкритий паровий клапан;
- г - відкритий повітряний клапан;
- А - напрям потоку води в водяний насос;
- Б - напрям потоку води в радіатор;
- 1 – корпус;
- 2 - основний клапан;
- 3 - бічний (допоміжний) клапан ;
- 4 - гофрований стакан;
- 5 - шток ;
- 6 - коробка термостата ;
- 7 - паровий клапан ;
- 8 - пружина парового клапана;
- 9 – паровідвідна трубка;
- 10 - повітряний клапан;
- 11 - пружина повітряного клапана;
- 12 - кришка заливної горловини радіатора.

## **2.4 Термостат**

### **2.4.1. Принцип роботи термостата.**

Під час першого запуску двигуна температура охолоджувальної рідини відповідає температурі навколишнього середовища. Щоб скоротити час прогріву силового агрегата, термостат перекриває потік охолоджувача до радіатора, спрямовуючи його від насоса по так званому малому колу — виключно через сорочку охолодження двигуна.

Із підвищенням температури двигуна термостат відкриває клапан, спрямовуючи потік нагрітої охолоджувальної рідини по великому колу — підключаючи основний радіатор системи охолодження. У закритому положенні термостат забезпечує циркуляцію рідини через охолоджувальну

					<b>01.12.БКР.2265 с 16.12.24.052 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

сорочку по малому колу. Відкритий термостат перенаправляє рідину до радіатора.

І навпаки: при зниженні температури клапан термостата замикається, перенаправляючи потік охолоджувача знову по малому колу, минаючи головний радіатор. Наприклад, це відбувається, коли після руху в режимі «старт-стоп» у заторі автомобіль із гарячим двигуном виїжджає на відкрите шосе або коли водій вмикає обігрівач салону, підключений до системи охолодження.



Рисунок 2.7 - Термостат

У межах температури охолоджувальної рідини 80–95 °С клапан термостата перебуває в проміжному стані, і лише частина рідини направляється в радіатор. Ступінь відкриття основного клапана забезпечує поступове змішування охолодженої в радіаторі рідини з гарячою. Саме так здійснюється регулювання робочої температури двигуна в межах заданого температурного діапазону, що дозволяє підтримувати ефективну роботу системи опалення салону, забезпечує більш повне згоряння паливної суміші, зниження токсичності відпрацьованих газів та збільшення моторесурсу двигуна.

					<b>01.12.БКР.2265 с 16.12.24.052 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

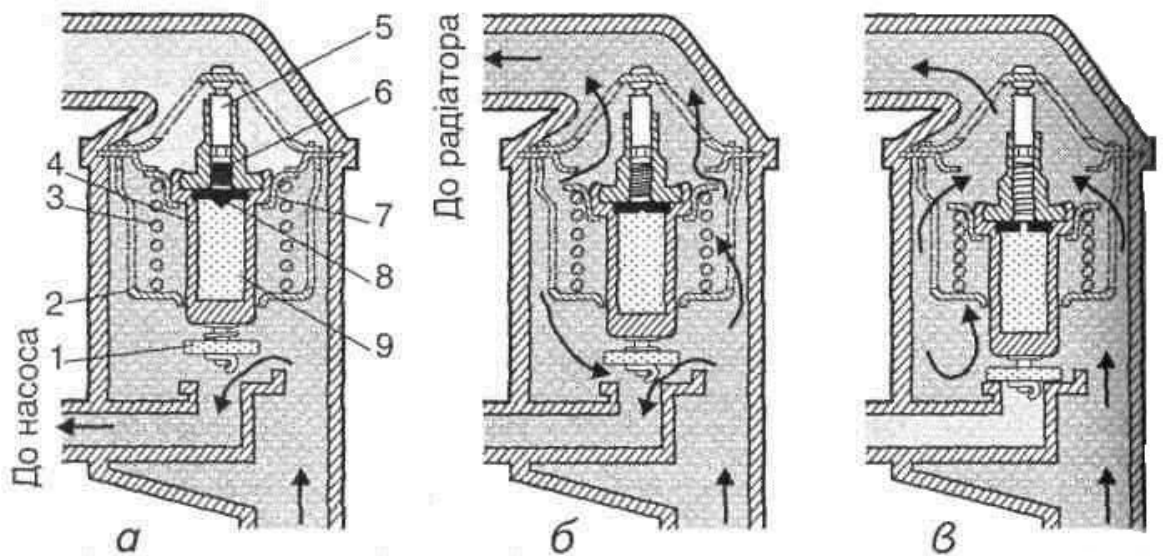


Рисунок 2.8 - Схема роботи термостата

а - циркуляція рідини по малому колу під час прогрівання холодного двигуна;  
 б - циркуляція по малому та великому колам (початкове відкриття клапана);  
 в - циркуляція по великому колу (повне відкриття клапана, двигун прогріто до нормальної температури).

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

У процесі функціонування автомобільної або тракторної техніки нерідко виникають різні порушення у роботі системи охолодження. Найпоширенішими з них є відмови, пов'язані з несправністю радіатора. До основних типових ушкоджень цього вузла відносяться: утворення накипу на внутрішніх стінках трубок та резервуарів; механічні пошкодження трубчастих елементів і пластин, що призводять до втрати герметичності; витік охолоджуючої рідини в місцях стику окремих частин радіатора; деформація або злам елементів кріплення; тріщини у металевих бачках із чавуну, латуні чи інших сплавів; а також забруднення простору між пластинами, що погіршує тепловіддачу. Щоб мінімізувати ймовірність виникнення подібних дефектів, необхідно своєчасно

					<b>01.12.БКР.2265 с 16.12.24.052 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

виконувати регламентне технічне обслуговування, оперативно здійснювати ремонтні операції та обов'язково використовувати якісні охолоджувальні рідини, рекомендовані заводом-виробником у технічній документації.

Частотність повторної появи певного дефекту визначається на основі розрахунку за такою формулою:

$$K_{ПД} = N_{Д} / N \quad (2.1)$$

де,  $N_{Д}$  – число деталей, що мають даний дефект;

$N$  – загальне число деталей, що підлягали обстеженню.

Коефіцієнт придатності деталей до відновлення визначається за формулою:

$$K_{ГБ} = N_{В} / N_{Д} \quad (2.2)$$

де,  $N_{В}$  – число деталей одного найменування, призначених після дефектування придатними до відновлення;

$N_{Д}$  - число деталей одного найменування, що підлягають дефектуванню.

Аналіз технічного стану ремонтного фонду, проведений на основі даних Інституту технологічного сервісу, дозволив виокремити основні види дефектів радіаторів і дати їм характеристику. Усі дефекти систематизовано за відповідними елементами конструкції, а також представлено їх кількісну характеристику в таблиці 2.1.

Для виявлення пошкоджень радіатора необхідно заглушити патрубки, після чого через один з них подати стиснене повітря під тиском 1,0 кгс/см<sup>2</sup>. Далі радіатор занурюється у ванну з водою — наявність повітряних бульбашок свідчить про розгерметизацію, яку усувають шляхом пайки виявлених дефектів.

Якщо пошкодження спостерігається в місці з'єднання корпусу радіатора з пластиковими бачками, рекомендується обережно підігнути фіксувальні лапки плоскогубцями. Якщо це не забезпечує герметичності, слід відкрутити лапки, зняти бачок і прокладку. За умови збереження еластичності прокладки та

					<b>01.12.БКР.2265 с 16.12.24.052 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

відсутності візуальних пошкоджень, її слід змастити герметиком з обох боків, встановити на місце, притиснути бачок струбциною та знову підігнути лапки. Після збирання обов'язково провести перевірку герметичності. У разі неможливості відновлення вузла радіатор підлягає заміні.

Найпоширенішим дефектом водяного насоса є витік рідини по стику. Це зумовлено втратою герметичності ущільнювального кільця, яке з часом зношується. У такому випадку необхідна або заміна ущільнювача, або його встановлення на герметик із обов'язковим очищенням прилягаючих поверхонь насоса і блоку.

Щодо термостата, то його функціонування полягає у відкриванні потоку охолоджувальної рідини до радіатора після досягнення певної температури. Після переходу межі повного відкриття (вказано на корпусі або в технічному паспорті) уся рідина направляється через радіатор, мале коло при цьому перекривається. Робочим елементом термостата виступає температурно-чутливий елемент, який розширюється при нагріванні. Типові несправності поділяються на три основні категорії:

- а) клапан не відкривається або відкривається із запізненням;
- б) термостат відкривається занадто рано, не забезпечує повного прогріву або не закривається взагалі;
- в) механічні пошкодження елемента.

У першому випадку — відсутність відкривання — призводить до швидкого перегріву двигуна, тоді як радіатор залишається холодним або лише частково прогрітим. Через обмежену кількість рідини в малому колі і слабкий теплообмін з навколишнім середовищем двигун закипає за короткий час.

У другому випадку — передчасне відкриття — симптоми найчастіше проявляються в холодну пору року. У місті при малих швидкостях усе працює коректно, але на трасі температура двигуна падає пропорційно до зниження зовнішньої температури, іноді до 50 °С.

					<b>01.12.БКР.2265 с 16.12.24.052 ПЗ</b>	Арк.
						42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Механічна несправність термостата, яка зустрічається рідше, призводить до значного збільшення часу прогріву двигуна. Знайти термостат не складно — він розташований під кришкою у вузлі, до якого під'єднується нижній шланг радіатора. Під час монтажу необхідно дотримуватись правильного положення термостата: на його широкій частині зазвичай є маркування або табличка виробника. Кришка ущільнюється кільцем. Допускається встановлення старого термостата після перевірки, за умови нанесення герметика та очищення всіх сполучуваних поверхонь.

Таблиця 2.1

Основні види дефектів радіаторів

Компонент радіатора	Характер дефекту	Причини виникнення	Коеф. повторюваності	Коеф. придатності до ремонту	Спосіб усунення дефекту
Серцевина (трубчасті, гофровані тощо)	Відкладення накипу, мікротріщини, порушення герметичності	Відсутність регламентного обслуговування, агресивне середовище	0.5 / 0.6 / 0.2	0.8 / 0.8 / 0.9	Промивка кислотними та лужними розчинами, пайка, заглушення, гільзування, «холодне» зварювання
Верхній	/ Накопичення	Закипання ОР,	0.5 / 0.4 / 0.5	0.8 / 0.9 / 0.9	Електродугове

Компонент радіатора	Характер дефекту	Причини виникнення	Коеф. повторюваності	Коеф. придатності до ремонту	Спосіб усунення дефекту
нижній бачки	відкладень, тріщини, підтікання в місцях з'єднання	монтажні ушкодження, неякісний склад охолоджувача			зварювання (чавун), пайка (латунь), підтягування болтів
Охолоджувальні пластини	Вм'ятини, деформації, забруднення між пластинами	Механічні пошкодження, вплив навколишнього середовища	0.6 / 0.5	0.7 / 0.8	Вирівнювання пластин, зовнішнє миття, очищення стисненим повітрям
Кріпильні елементи	Тріщини, вигини, злам	Помилки при монтажі, удари	0.3	0.9	Виправлення деформацій, зварювання (дугове або газове)
Кришка з пароповітряним клапаном	Заклинювання клапанів, знос пружини, втрати еластичності прокладки	Бруд, відкладення, старіння гумових елементів	0.2	0.7	Продування повітрям, заміна ущільнення та пружини

## 4. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ

### 4.1. Технологія ремонту радіаторів.

Для стабілізації робочої температури двигуна внутрішнього згорання застосовується система охолодження, ключовим елементом якої є радіатор. Саме він забезпечує автоматичне підтримання температурного режиму у встановлених межах. У процесі експлуатації, внаслідок корозійних процесів та механічних навантажень, відбувається порушення герметичності трубок серцевини радіатора, що щорічно потребує технічного втручання на 10% машинного парку, особливо з урахуванням віку техніки.

Як і будь-який інший вузол автомобіля, радіатор має обмежений ресурс використання. З часом він засмічується продуктами зносу, забрудненнями із системи охолодження, зазнає впливу агресивних речовин, що застосовуються на дорогах взимку (особливо в нижній частині корпусу), піддається пробоям від каміння та пошкодженням унаслідок дорожньо-транспортних пригод.

При виявленні несправності радіатора існує два основні варіанти дій: його заміна або відновлення. Крім того, пошкодження можуть бути наслідком несправності допоміжних компонентів системи охолодження — насоса,

					<b>01.12.ВКР.2265 е 16.12.24.052 ПЗ</b> кришки радіатора або розчинувальна річчина.			
	температурного	датчика,						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Басильченко				Звичайно, заміна радіатора є технічно найнадійнішим рішенням, однак сучасні			
Перевір.	Ружило							
Реценз.					Технологічна частина проекту			
Н. Контр.	Банний				НУБІП України, КД			
Затверд.								

ремонтні технології дозволяють досягти повного функціонального відновлення при витратах на 30–50 % нижчих, ніж придбання нового агрегата. У випадку імпортованих автомобілів термін постачання оригінального радіатора може сягати 30 днів, тоді як професійний ремонт здатен повернути радіатор до експлуатації всього за добу. Гарантійний ресурс відновленого радіатора зазвичай становить від 6 до 12 місяців.

Варто зазначити, що не всі методи ремонту є однаково ефективними. Деякі кустарні способи, зокрема використання герметиків для внутрішнього усунення течі, не тільки малоефективні, а й можуть завдати суттєвої шкоди всій системі охолодження. Вони закупорюють не лише місце витоку, а й звужують прохідні канали, порушуючи тепловіддачу в усьому радіаторі та спричиняючи забивання каналів у двигуні й патрубках, що згодом потребує складної і дорогої очистки або навіть заміни всього вузла.

Пайка або заглушування окремих трубок — це тимчасові заходи, які дозволяють лише відкласти основний ремонт, наприклад, дістатися до СТО або дочекатися доставки нового компонента. Аналогічно, очищення радіатора хімічними кислотними засобами не є бажаним. Такі речовини майже не забезпечують повного відновлення теплообміну, натомість ушкоджують прокладки та ущільнення, завдаючи шкоди всій системі охолодження.

Найбільш ефективним способом ремонту радіатора вважається заміна серцевини — процедури, за якої відновлюється не лише пошкоджений сегмент, а й повністю оновлюється структура сот. Якщо бачки не зазнали ушкоджень, вони зберігаються, а результатом ремонту є фактично новий радіатор за значно нижчою ціною.

едостатня ефективність охолодження за справної роботи інших елементів системи або втрата охолоджувальної рідини без явних ознак витоку часто

					<b>01.12.БКР.2265 с 16.12.24.052 ПЗ</b>	Арк.
						62
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

свідчать про несправності саме в радіаторі. Причини можуть бути різні: забиті зовнішні соти через забруднення повітря (пух, пил, комахи), або ж значні внутрішні відкладення, які знижують тепловіддачу. Це часто трапляється при використанні звичайної (недистильованої) води або неякісного антифризу.

Рекомендовано застосовувати лише сертифіковані охолоджувальні рідини і регулярно проводити очищення радіатора в умовах технічного центру з відповідним обладнанням. У літній період особливу увагу слід приділяти чистоті серцевини радіатора. У разі її забруднення необхідно проводити очистку за допомогою водяного струменя або стисненого повітря, спрямованого 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
	Несправний термостат	Замініть
	Засмічені канали для протоки охолоджуючої рідини	Прочистіть
	Несправний водяний насос	Відремонтуйте або замініть
Корозія	Домішки в охолоджуючої рідини	Замініть

Для моніторингу стану системи охолодження на панелі приладів передбачено температурний індикатор, який відображає рівень нагріву

охолоджувальної рідини. Робочий діапазон температури охолоджувача під час експлуатації двигуна має знаходитись у межах 80–95 °С.

## **4.2. Розбирання радіатора.**

Для зняття радіатора необхідно послідовно виконати такі дії:

Злити охолоджувальну рідину з радіатора. Для цього потрібно відкрити кришку компенсаційного бачка, послабити хомут, що фіксує відвідний шланг на нижньому патрубку радіатора, і зняти шланг. У результаті з системи зіллється охолоджувач із самого радіатора, компенсаційного бачка, з'єднувальних шлангів і частково з сорочки охолодження двигуна.

Від'єднати електричні дроти, що йдуть до датчика увімкнення електровентилятора, а також до самого електродвигуна вентилятора.

Від'єднати підвідний шланг та з'єднувальні трубки, які з'єднують радіатор із компенсаційним бачком.

Зняти напрямні кожуха, які слугують для підведення повітря до радіатора: верхній, правий, лівий та нижній.

Щоб демонтувати верхній кожух, необхідно обережно вивести його зі спеціальних утримуючих пазів. Для демонтажу правого і лівого кожухів слід відстібнути фіксатори (на правому – три, на лівому – два) і також вивести їх із пазів. Щоб зняти нижній кожух, потрібно відкрити болти, якими він кріпиться до радіатора.

У випадку, якщо радіатор обладнаний латунними бачками, потрібно відкрити чотири болти кріплення і зняти радіатор у зборі з кожухом та електровентилятором.

Для виконання цих операцій використовують ріжкові й накидні ключі, а також хрестову та пряму викрутки.

## **4.3. Обладнання та існуючі способи ремонту радіаторів.**

До обладнання, яке використовується для обслуговування і ремонту автомобільних радіаторів, належать різноманітні технічні пристосування й інструменти. Насамперед це засоби для попередньої очистки деталей від зовнішніх забруднень. Зовнішню поверхню елементів радіатора очищують водою під тиском, після чого продувають стиснутим повітрям. У разі деформації охолоджувальних пластин їх виправляють вручну за допомогою правилки.

Якщо система охолодження не була попередньо очищена від накипу, сам радіатор промивають безпосередньо на дільниці технічного обслуговування. Для цього його занурюють у ванну з 4% розчином соляної кислоти з додаванням інгібітора ПБ–5 (до 3 г/л). Температура розчину має становити 50–70°C, а тривалість промивання — 10–15 хвилин. Далі слідує промивання в розчині лугу (СМС) і у чистій воді. Після цього здійснюють перевірку герметичності на спеціальному стенді під тиском 0.10–0.15 МПа. За відсутності обладнання серцевину занурюють у ванну з водою, подаючи повітря ручним насосом у кожен трубку окремо. За наявності бульбашок визначають точне місце пошкодження.

Якщо дефекти виявлено у трубках зовнішніх рядів, їх зазвичай запаюють за допомогою припою типу ПОС–30. При пошкодженні трубки у внутрішньому ряді пайка виконується з обох боків. Припускається заглушування до 5% трубок, решту — підлягає повній заміні. Щоб витягти трубку, її відпоюють від опорних і охолоджувальних пластин струменем гарячого повітря (500–600°C), що подається через змійовик, закріплений на паяльній лампі. Після розплавлення припою трубку витягають спеціальними пасатижами із заокругленим язичком, який відповідає внутрішньому перерізу трубки.

В якості альтернативного методу для відпоювання трубок може застосовуватись розжарений до 700–800°C шомпол або струм від зварювального трансформатора. Нові трубки вставляють на місце старих,

						Арк.
						Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<b>01.12.БКР.2265 с 16.12.24.052 ПЗ</b>	64
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<b>01.12.БКР.2265 с 16.12.24.052 ПЗ</b>	65

розвальцьовують і запаюють за допомогою спеціального паяльника тим самим припоєм (ПОС–30), використовуючи хлористий цинк як флюс.

Окрім повної заміни, існує технологія відновлення трубок методом гільзування. Для цього краї старої трубки в опорних пластинах попередньо розгиняють плоским вортком, далі через трубку протягують ножеподібний шомпол із розширенням на кінці. В отриманий отвір вставляють нову трубку-гільзу та припаюють по обох кінцях до опорних пластин.

Після ремонту серцевину радіатора повторно перевіряють на герметичність. Встановлено обмеження щодо кількості заміненних і загільзованих трубок: для тракторів і комбайнів вона не повинна перевищувати 20% від загальної кількості трубок, а для автомобілів — не більше 25%.

Тріщини в чавунних бачках радіаторів усувають електродуговим способом, використовуючи біметалеві електроди або прут ПАНЧ–11. Можна застосовувати також газове зварювання латунними прутками або припоями ЛОК і ЛОМНА. У випадку бачків із латуні дефекти усувають паяльними методами — або безпосереднім запаюванням, або через накладання латунних латок за допомогою припою ПОС–30.

Ремонт масляних радіаторів аналогічний до ремонту водяних, але з використанням припою ПМЦ, що застосовується під час газового зварювання.

У разі незначного пошкодження радіатора в дорозі допускається використання так званого "холодного зварювання". Але цей метод слід розглядати лише як тимчасовий захід, і після прибуття до сервісної майстерні необхідно провести повноцінний ремонт відповідно до викладених вище методик.

#### **4.4. Збірка радіатора.**

Монтаж радіатора необхідно здійснювати у зворотній послідовності відносно процесу його демонтажу. Після встановлення важливо дотримуватися

					<b>01.12.БКР.2265 с 16.12.24.052 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

технологічної послідовності заправки системи охолодження робочою рідиною через заливну горловину компенсаційного бачка.

Рекомендовано виконувати заправку у два етапи. Спочатку слід залити охолоджувальну рідину до рівня заливної горловини бачка. Далі необхідно запустити двигун і дати йому попрацювати на холостому ході протягом приблизно п'яти хвилин. Цей етап потрібен для видалення залишків повітря, що можуть залишатися в системі після ремонту або обслуговування.

Після зупинки двигуна виконується доливання рідини до необхідного рівня, після чого закривається пробка компенсаційного бачка. Останній контрольний огляд рівня охолоджувальної рідини проводиться вже на повністю охолодженому двигуні. При температурі навколишнього середовища в межах 15–20°C правильний рівень рідини має бути в межах від зварного шва компенсаційного бачка до 10 мм нижче цього шва. Такий підхід гарантує стабільну роботу системи охолодження та попереджає можливі перегріву двигуна.

					<b>01.12.БКР.2265 с 16.12.24.052 ПЗ</b>	Арк.
						67
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## **5. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ.**

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

У процесі експлуатації мобільної техніки аграрного призначення — зокрема тракторів, автомобілів і самохідних комбайнів — з різних технічних причин можуть виникати збої у роботі системи охолодження. Однією з найбільш поширених технічних проблем є зниження працездатності водяного радіатора, що обумовлюється як експлуатаційним зношенням, так і фізико-хімічними чинниками. Найтипівішими дефектами, які зумовлюють зниження ефективності роботи радіаторів, виступають накопичення накипу на внутрішніх поверхнях трубок, мікротріщини в зонах з'єднання трубок з опорними пластинами та локальні підтікання охолоджувальної рідини.

Ефективний ремонт цих дефектів вимагає не лише усунення фізичних пошкоджень, а й обов'язкової діагностики на герметичність після виконання відновлювальних робіт. Відсутність якісного контролю може призвести до

повторних відмов під час подальшої експлуатації техніки, особливо в умовах підвищеного термічного навантаження.

У цьому контексті актуальною є задача проектування універсального, простого та надійного пристосування для перевірки герметичності серцевин водяних радіаторів, що застосовуються у різних видах сільськогосподарської техніки. Запропонована в межах дипломного проєкту конструкція відповідає зазначеним вимогам і має низку технологічних переваг.

Перевірка герметичності здійснюється за допомогою подачі стисненого повітря під тиском 0,11–0,15 МПа з одночасним зануренням випробовуваної серцевини радіатора у водяну ванну. Час тестування становить до 2 хвилин, протягом яких не повинні фіксуватись бульбашки повітря в зонах потенційного пошкодження.

На відміну від складних стаціонарних конструкцій, що вимагають тривалої підготовки та трудомісткого закріплення випробовуваного елемента, розроблене пристосування вирізняється простотою монтажу та експлуатаційною зручністю. Основні елементи конструкції — змінні ущільнювальні вставки, напрямні, балка та напірний балон — забезпечують адаптивність пристрою до різних типів і розмірів серцевин. Виготовити пристосування можна з доступних матеріалів у стандартній ремонтній майстерні господарства без потреби у складному обладнанні.

~~Конструктивна універсальність дає змогу застосовувати пристрій для~~

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	01.12.БКР.2265 с 16.12.24.052 ПЗ				
Розроб.	Застосовування	Змінних вставок			дозволяє оперативно адаптувати обладнання				
Перевір.	Ружило				Конструкторська		67	9	
Консульт.					Частина проєкту				Арк.
Н. Контр.	Банний				01.12.БКР.2265 с 16.12.24.052 ПЗ				КД 68
Затверд.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

конкретного типу радіатора без необхідності зміни основної збірки. Усе це в комплексі забезпечує скорочення тривалості діагностичних процедур і підвищення ефективності ремонтно-діагностичних робіт.

Таким чином, упровадження пристосування у практику ремонту водяних радіаторів сприятиме не лише підвищенню надійності систем охолодження, а й зниженню витрат на обслуговування техніки в сільськогосподарському виробництві.

### 5.3. Технічна характеристика виробу.

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

Таблиця 5.1.

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 / ширина / висота	1450 / 1080 / 200
4.	Тиск повітря при випробуванні, МПа	0,11 – 0,15
5.	Маса пристрою, кг	70
6.	Категорія машин, для яких можливе використання пристрою	трактори всіх марок, автомобілі всіх марок, зерно-, силосо- та бурякозбиральні комбайни

### 5.4. Будова та принцип роботи пристрою.

Загальне компонування розробленого пристосування наведено на рисунку 5.1, а також деталізовано на відповідному аркуші графічної частини дипломного проекту. Основу конструкції становлять дві напрямні (поз. 6), до яких жорстко фіксуються балка (поз. 7) і напірний балон (поз. 1), що відіграє роль опорного елемента у випробувальному циклі. Уздовж напрямних передбачено можливість лінійного переміщення втулок (поз. 3), що дає змогу швидко адаптувати пристосування під різні розміри серцевин радіаторів, які підлягають перевірці на герметичність.

До рухомих втулок приєднуються скоби (поз. 9) за допомогою шарнірних з'єднань, що створює умови для підйому всього пристрою разом із встановленою серцевиною радіатора із використанням електричної талі або іншого вантажопідіймального механізму.

На поверхнях напірного балона та рухомої балки (поз. 2) встановлюються змінні ущільнювальні елементи — гумові вставки, які підбираються з урахуванням розмірів та конструктивних особливостей серцевини радіатора. Вони забезпечують щільне прилягання випробуваного вузла, що є необхідною умовою для точного визначення герметичності. Завдяки такому рішенню пристосування може бути застосоване для перевірки радіаторів різних типів і модифікацій.

Скоби (поз. 9), що кріпляться до рухомих втулок за допомогою шарнірних з'єднань, дають змогу зручно переміщувати пристрій разом із установленою серцевиною. Для транспортування може бути використане підіймальне обладнання, зокрема електрична таль, що полегшує маніпуляції з важкими або габаритними елементами системи охолодження.

							Арк.
						<b>01.12.БКР.2265 с 16.12.24.052 ПЗ</b>	Арк. 70
						<b>01.12.БКР.2265 с 16.12.24.052 ПЗ</b>	59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

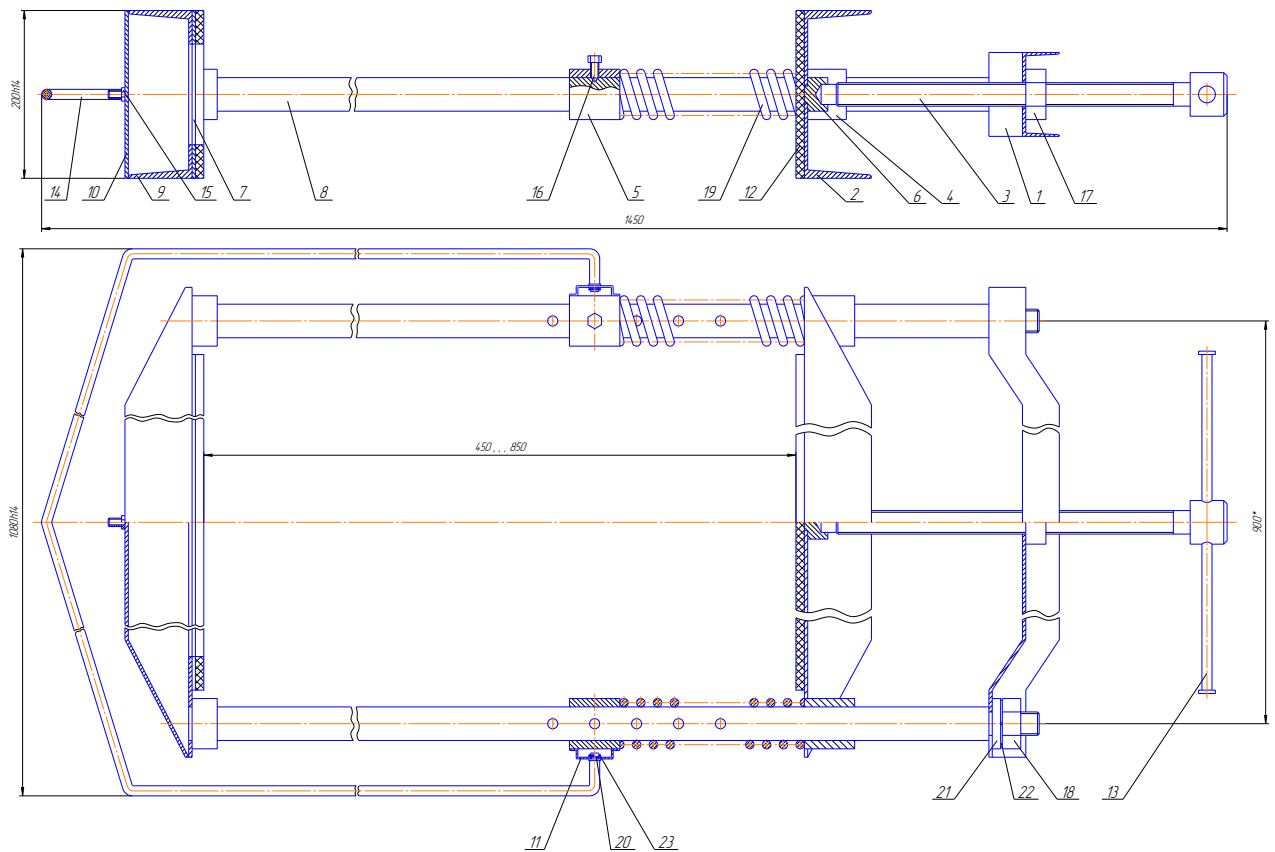


Рис. 5.1. Будова пристрою для перевірки серцевин радіаторів на герметичність

Серцевина, що підлягає перевірці, фіксується між напірним балоном (поз. 1) та рухомою балкою (поз. 5) шляхом закручування гвинта (поз. 8). Після завершення випробування або для звільнення вузла гвинт послаблюється, внаслідок чого рухома балка повертається у вихідне положення під дією пружин (поз. 4). Останні впираються одним кінцем у втулки (поз. 3), зафіксовані на напрямних, а іншим — у рухому балку, забезпечуючи її зворотній хід.

Алгоритм функціонування пристосування передбачає такі послідовні дії:

- на монтажному столі встановлюють серцевину радіатора та фіксують її між ущільнювальними елементами напірного балона і рухомої балки;
- за допомогою електроталі пристрій разом із закріпленою серцевиною переміщують у ванну, наповнену водою;

- у внутрішні канали серцевини подають стиснене повітря під тиском 0,11–0,15 МПа через отвір у напірному балоні;
- протягом 1–2 хвилин спостерігають за можливим виходом повітря: появлення бульбашок на поверхні води сигналізує про наявність витoku;
- після завершення випробування дефектні серцевини направляють на ділянку ремонту, а герметичні — передають на подальше збирання готового радіатора.
- Функціональна схема пристосування для перевірки герметичності наведена на відповідному аркуші графічної частини проєкту.

### **5.5. Розробка технологічного процесу зняття, розбирання та перевірки радіатора трактора МТЗ - 82 в умовах ремонтної майстерні.**

Проєктування технологічних процесів здійснюється відповідно до вимог єдиної системи конструкторської документації (ЄСКД) та єдиної системи технологічної документації (ЄСТД), із урахуванням положень, уточнень і обмежень, викладених у чинних керівних технічних матеріалах і галузевих стандартах.

При розробці маршрутного процесу проводимо скорочене описування всіх технологічних операцій у маршрутну карту в послідовності їх виконання без вказування переходів і технологічних режимів.

Під час формування маршрутного технологічного процесу використовується скорочений опис усіх основних операцій, які послідовно заносяться до маршрутної карти без деталізації переходів і параметрів режимів обробки.

У виробничих умовах центральної ремонтної майстерні (ЦРМ) демонтаж, розбирання та перевірка радіатора передбачає виконання таких технологічних операцій:

					<b>01.12.БКР.2265 с 16.12.24.052 ПЗ</b>	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- демонтаж приводу рульового механізму в зборі;
- від'єднання нагнітального, зливного та всмоктувального трубопроводів гідросистеми рульового управління;
- зняття шлангів відвідного та підвідного патрубків водяного радіатора;
- демонтаж підвідної і зворотної труб масляного радіатора;
- зняття кожуха вентилятора;
- демонтаж приводу та елементів шторки радіатора в зборі;
- зняття водяного і масляного радіаторів у комплекті;
- встановлення радіатора на стенд для подальшого розбирання;
- демонтаж масляного радіатора;
- зняття верхнього та нижнього бачків із серцевини водяного радіатора;
- демонтаж стійок радіатора та пускового краника з нижнього бачка;
- встановлення серцевини радіатора в пристосування для перевірки та проведення випробування на герметичність;
- очищення бачків та серцевини шляхом виварювання.

На основі цього технологічного процесу розроблено маршрутну карту та структурну схему розбирання радіатора, які відображені у графічній частині дипломного проєкту.

- зняти привід рульового механізму в зборі;
- зняти нагнітальний, дренажний і всмоктувальний маслопровід гідросистеми рульового керування;
- демонтувати шланги відводного і підвідного патрубків водяного радіатора;

### **5.6. Розрахунок на міцність основних деталей та збірних одиниць пристосування.**

					<b>01.12.БКР.2265 с 16.12.24.052 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

### 5.6.1. Розрахунок на міцність нерухомої балки.

На нерухому балку через гвинт діє сила  $P$  ( $P=1680\text{Н}$ ), яка виникає в результаті тиску повітря на площадку рухомої балки. Схематично балка представлена на рис. 5.2.

Визначимо опорні реакції в точках А і В.

$$A = B = P/2 \quad (5.1.)$$

$$A = B = 1680/2 = 840 \text{ Н.}$$

Згинаючий момент  $M$  знаходимо:

$$M = - 1/8 P x \quad (5.2.)$$

де,  $x$  – місце умовного перерізу балки.

$$\text{При } x = 0 \quad M = 0;$$

$$\text{При } x = L/2 = 0,9\text{м} \quad M = 189 \text{ Нм.}$$

Визначимо момент опору балки при згині.

$$W = M_{\max} / [\sigma]_{\text{н}} \quad (5.3.)$$

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

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

$$[\sigma]_{\text{н}} = \sigma_{\text{гр}} / n \quad (5.4.)$$

де,  $\sigma_{\text{гр}}$  – гранична напруга;

$n$  – коефіцієнт запасу міцності;

Рис. 5.2. Схема та епюри силового розрахунку балки.

$$\sigma_{\text{гр}} = 1,2 \sigma_{\text{т}} \quad (5.5.)$$

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

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

					<b>01.12.БКР.2265 с 16.12.24.052 ПЗ</b>	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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 міцностними характеристиками повністю задовольняє умовам міцності.

### 5.6.2. Розрахунок діаметра гвинта.

Гвинт завантажений зовнішньою стискаючою силою  $P$  ( $P = 1680\text{Н}$ ). Затяжка відсутня. Напряга виникає після прикладення робочого навантаження. При дії осьової сили  $P$  має місце умова міцності, що визначається за формулою (3.7.).

$$\sigma_p = 4P / \pi d_1^2 = [\sigma]_p \quad (5.7.)$$

					<b>01.12.БКР.2265 с 16.12.24.052 ПЗ</b>	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де,  $d_1$  – внутрішній діаметр різьби гвинта;

$[\sigma]_p$  – допустима напруга розтягу – стиску.

$$[\sigma]_p = \sigma_T / [n] \quad (5.8.)$$

де,  $[n]$  – коефіцієнт запасу.

Для сталі 40, з якої передбачається виготовлення гвинта при коефіцієнті запасу 3 і  $\sigma_T = 3400 \text{ Н/м}^2$   $[\sigma]_p$  знаходимо:

$$[\sigma]_p = 3400 / 3 = 1133 \text{ Н/м}^2.$$

Визначимо внутрішній діаметр різьби підставивши значення у вираз (3.7.):

$$d_1 = \sqrt{\frac{4P}{[\sigma]_p \pi}} = \sqrt{\frac{4 * 1680}{3,14 * 2,6}} \approx 25 \text{ мм}$$

Для гвинта приймаємо різьбу з великим кроком М – 30 х 3,5, у якої  $d_1 = 26,2 \text{ мм}$ .

Проводимо перевірку з умови міцності:

$$\sigma_p = 4 * 1680 / 3,14 * 2,6 = 823 \text{ Н/м}^2 = [\sigma]_p.$$

Перевірка показала, що вибраний діаметр гвинта відповідає умові міцності при дії заданого навантаження з трьохкратним коефіцієнтом запасу міцності.

					<b>01.12.БКР.2265 с 16.12.24.052 ПЗ</b>	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		