


ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ІНЖЕНЕРІЇ, ТРАНСПОРТУ ТА АРХІТЕКТУРИ
Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства


Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи бакалавра


на тему: «Ремонт та відновлення корпусу масляного насосу
двигуна Д-240»

Шифр КРБАТТАМ 25. 24439.000. ПЗ

Галузь знань:	<u>27 Транспорт</u>
Напрямок підготовки (спеціальність):	<u>274 «Автомобільний транспорт»</u>
Рівень вищої освіти:	<u>Перший бакалаврський</u>
Освітньо-професійна програма	<u>Автомобільний транспорт</u>

Виконав: студент 4-го курсу, група АТ-21-1  Олег СОЛОВІЙОВ

Керівник к.т.н., доц. каф ТАМ.  Володимир ГОНЧАР

До захисту допускаю:
зав. кафедри ТАМ д.т.н., проф.  Олександр ДИХА

16 06 2025 р.

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії, транспорту та архітектури

Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства

Освітній рівень бакалавр

Спеціальність 274 «Автомобільний транспорт».
Спеціалізація «Автомобільний транспорт»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ТАМ



Диха О.В.

22 березня 2025 року

ЗАВДАННЯ

НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Олегу Соловійову

Прізвище, ім'я, по батькові

1. Тема роботи: *Ремонт та відновлення корпусу масляного насосу двигуна Д-240*

керівник роботи: Гончар Володимир Антонович, к.т.н., доц. каф. ТАМ.

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, воєне звання

Затверджено наказом університету від 7.02 2025 р. № 26

2. Строк подання студентом проекту (роботи) на кафедру 10.06.2025 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) *Матеріали переддипломної практики.*

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

- 1. провести літературний огляд із проблеми;*
- 2. розглянути особливості умов змащування і експлуатації масляного насосу двигуна Д-240.*
- 3. для відновлення внутрішньої поверхні застосовувати хромування у холодному тетрахроматному електроліті з використанням ультразвукового поля.*

4. розглянути методи підвищення зносостійкості окремих деталей масляного насоса, включаючи поверхневе зміцнення та термохімічну обробку.

5. Перелік графічного матеріалу (презентація):

Розробити презентацію у вигляді слайдів з розкриттям питань відповідно до мети роботи.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання березня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Провести літературний огляд із проблеми	3.05.20245	вик
2	розглянути особливості умов змащування і експлуатації масляного насосу двигуна Д-240.	15.05.2025	вик
3	для відновлення внутрішньої поверхні застосовувати хромування у холодному тетрахроматному електроліті з використанням ультразвукового поля.	20.05.2025	вик
4	Оформлення роботи	1.06.2025	вик
5	Захист роботи	18.06.2024	

Студент

Підпис



Ініціали, прізвище

О.М. Соловійов

Керівник роботи

Підпис



Ініціали, прізвище

В.А. Гончар

РЕФЕРАТ

Студент гр. АТ-21-1 Соловйов Олег Михайлович

Структура та обсяг пояснювальної записки. Дипломна робота на тему **«Ремонт та відновлення корпусу масляного насосу двигуна Д-240»** складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, який налічує 19 найменування, розміщених на 3 сторінках, та одного додатку розміщеного на 10 сторінках. Роботу викладено на 65 сторінках, з них 70 сторінок основного тексту, на яких розміщено 8 рисунків і 11 таблиць.

Сучасне машинобудування вирізняється зростаючими вимогами до проектування та виготовлення нових машин, обладнання або інженерних конструкцій. Це зумовлено великою різноманітністю умов їхньої експлуатації, потребою підвищення навантажувальної здатності технічних систем, зростанням швидкостей і прискорень рухомих робочих органів, а також високими вимогами до надійності та якості сучасних транспортних, технологічних, будівельних та інших машин і механізмів.

Метою даної роботи є визначення найбільш раціонального способу відновлення деталей масляного насоса.


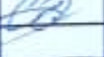


Завдання роботи:

1. провести літературний огляд із проблеми;
2. розглянути особливості умов змащування і експлуатації масляного насоса двигуна Д-240.
3. для відновлення внутрішньої поверхні застосовувати хромування у холодному тетрахроматному електроліті з використанням ультразвукового поля.
4. розглянути методи підвищення зносостійкості окремих деталей масляного насоса, включаючи поверхневе зміцнення та термохімічну обробку.

Перелік ключових слів: насос, знос, корпус, відновлення.

Зміст

ВСТУП	6
1 ОПИС УМОВ РОБОТИ	8
1.1 Технічні умови та ремонт деталей масляного насоса	8
1.2 Вибір способів усунення дефектів деталей масляного насоса	13
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	16
2.1 Будова масляного насосу двигуна Д-240	16
2.2 Вибір способу усунення дефектів картера масляного насосу	19
2.3 Особливості електролітичного осадження хрому	22
2.4 Хромування в холодному тетрахроматному електроліті	25
2.5 Хромування в ультразвуковому полі	27
2.6 Розробка технологічного процесу відновлення картера масляного насосу	29
2.7 Вимоги до деталей після нанесення гальваношару металу	33
2.8 Механічна обробка після хромування картера	35
2.9 Вибір способів зміцнення шестерні масляного насосу	37
2.10 Матеріал шестерні, її термообробка	38
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	51
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	53
Додатки	55

КРБАТТАМ 25. 24439.000. ПЗ				
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат
		Соловйов		
		Гончар		
		Бабак		
		Духа		
Ремонт та відновлення корпусу масляного насосу двигуна Д-240				
		Літ	Арк.	Акрюшів
		5	65	ХНУ група АТ 21-1

ВСТУП

Високоєфективне використання в сільському господарстві тракторів, автомобілів, зернозбиральних комбайнів, тваринницьких машин, а також інших сільськогосподарських механізмів, знарядь та обладнання можливе лише за умови забезпечення високої якості їх виготовлення, раціональної експлуатації та своєчасного технічного обслуговування і ремонту. Систематичне і регулярне проведення технічного обслуговування машин, механізмів, знарядь та супутнього обладнання, а також своєчасне виявлення і усунення несправностей шляхом якісного ремонту техніки, гарантують її постійну готовність до роботи та забезпечують високу техніко-економічну ефективність виконання різних виробничих операцій.

Отже, ефективне та продуктивне використання в аграрному секторі нових і відремонтованих технічних засобів, зокрема тракторів, автомобілів, комбайнів та інших видів машин, безпосередньо залежить від їхньої конструкційно-технологічної (тобто заводської) надійності та експлуатаційної (господарської) довговічності.

У процесі активної експлуатації сільськогосподарської техніки, вузли та деталі агрегатів зазвичай працюють у складних і жорстких умовах постійного контакту з агресивним середовищем, пилом, абразивами й вологою, що призводить до інтенсивного зносу та корозійного руйнування поверхонь. За статистичними даними, в переважній більшості випадків (приблизно 80–90%) вихід з ладу рухомих вузлів машин обумовлений саме зносом, тоді як лише 10–20% – руйнуванням деталей. У зв'язку з цим виникає нагальна потреба у вжитті ефективних заходів, спрямованих на радикальне підвищення зносостійкості вузлів тертя.

В сучасному машинобудуванні постійно відбувається процес модернізації та вдосконалення як самих машин, так і окремих їхніх

					<i>КРБАТТАМ 25. 24439.000. ПЗ</i>	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

конструктивних елементів, зокрема вузлів тертя. Цей безперервний процес включає дві ключові стадії:

1. пошук, вибір і впровадження конструктивних або технологічних рішень, що дозволяють підвищити зносостійкість машинних елементів;

2. розрахункова та експериментальна оцінка ефективності впроваджених методів удосконалення, спрямованих на підвищення довговічності, надійності, зносостійкості та міцності окремих вузлів.

Саме ці дві логічні й взаємопов'язані стадії були покладені в основу при розробці комплексу методів підвищення ресурсу та довговічності деталей і вузлів системи мащення дизельного двигуна Д-240.

					<i>КРБАТТАМ 25. 24439.000. ПЗ</i>	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ОПИС УМОВ РОБОТИ

1.1 Технічні умови та ремонт деталей масляного насоса

Процес дефектації корпусу масляного насоса починають із ретельного зовнішнього огляду. У першу чергу перевіряють відсутність тріщин, зламів, пробоїн, а також оцінюють загальний стан різьби у всіх монтажних та з'єднувальних отворах. При виявленні хоча б одного з вищевказаних дефектів, у залежності від його характеру та ступеня небезпечності, корпус помічають спеціальною фарбою для подальшого вибракування або відновлення. Якщо ж фіксуються незначні дефекти, такі як забоїни, викришування металу або зірвані нитки різьби, то в таких випадках передбачено проведення ремонту або відновлення пошкодженої ділянки.

За допомогою нутроміра або каліброваної пробки відповідного діаметра проводиться контроль зносу бічних поверхонь гнізд, призначених для встановлення нагнітаючих шестірень. Для цього заміряють діаметр гнізд; зношені бічні поверхні позначають також фарбою як непридатні для подальшої експлуатації без ремонту.

Знос торцевих поверхонь гнізд під шестірні визначають шляхом замірювання глибини в декількох (двох-трьох) точках за допомогою глибиноміра або аналогічного вимірювального інструменту.

Щільність посадки осей ведених шестірень і втулок перевіряють методом легкого обстукування, оцінюючи реакцію на механічний вплив. Посадку установочних штифтів перевіряють вручну, з використанням слюсарних або ручних тисків, обладнаних губками з м'якого металу, аби уникнути пошкодження деталей.

					<i>КРБАТТАМ 25. 24439.000. ПЗ</i>	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Обстукуванням також визначають натяг у з'єднанні валика з шестірнею. Якщо натяг відсутній, виконують контроль зносу спряжених поверхонь шестерні та валика, оцінюючи знос посадкових ділянок.

У разі, якщо посадка валика в шестерні залишається нормальною, перевіряють знос безпосередньо їхніх робочих поверхонь. Зокрема, на валу заміряють знос шийок, призначених для втулок корпусу або кришки, а також поверхонь, які взаємодіють із ведучою шестірнею радіаторної секції. Замірюють також стінки шпонкових пазів — за допомогою кінцевих мір або спеціалізованих калібрів.

Далі, мікрометром або скобою перевіряють знос торцевих поверхонь самих шестерень, а також зубів по висоті. Для цього заміряють висоту шестерні та її зовнішній діаметр за допомогою штангензубоміра

Для шестерень масляних насосів, які мають непарну кількість зубів, зовнішній діаметр перевіряють за допомогою спеціальних контрольних калібрів. У разі перевищення допустимих норм зносу по торцевій поверхні або висоті зубів, шестерні підлягають ремонту. Якщо відновлення недоцільне або неможливе — їх остаточно вибраковують і відправляють в утиль.

Якщо хоча б одна з робочих поверхонь вала виявиться зношеною понад допустимі межі, вал також або ремонтується, або вибраковується згідно з технічними вимогами.

Таблиця 1.1. Дефекти корпусу масляного насоса

№ дефекту	Назва дефекту	Метод чи прилад контролю
1	Знос поверхонь, спряжуваних з шестернями	Глибиномір
2	Знос отворів	Мікрокатор
3	Тріщини	Лупа
4	Жолоблення	Щупи

Дефектація кришки масляного насоса.

У першу чергу під час дефектації кришки масляного насоса здійснюють ретельну перевірку на наявність тріщин, обломів, а також оцінюють загальний стан різьби в монтажних і з'єднувальних отворах. Особливу увагу приділяють щільності посадки втулок і осей ведених шестірень, адже саме в цих місцях найчастіше з'являються ознаки зношення в процесі експлуатації. Після цього переходять до визначення ступеня зносу робочих поверхонь, а також виявлення короблення привалочної поверхні, що безпосередньо контактує з корпусом насоса.

Втулки і осі ведених шестірень, які мають ослаблену або ненадійну посадку, підлягають обов'язковому видаленню з кришок з метою подальшого ремонту або заміни. На самій кришці за допомогою відповідних вимірювальних приладів виконують замір зносу внутрішніх поверхонь втулок для валиків, робочих поверхонь осей ведених шестірень, отворів під установочні штифти, а також місць прилягання торцевої поверхні кришки до нагнітаючих шестірень.

Короблення привалочної поверхні кришки перевіряють на спеціальній перевірочній плиті, використовуючи щуп відповідної товщини. Допустиме значення короблення, а також місцевого зносу не повинно перевищувати 0,05 мм. У разі перевищення цього значення деталь підлягає ремонту або заміні. [1-3]

Дефектація ведучої шестерні в зборі з валом.

Процес дефектації починають із зовнішнього візуального огляду для оцінки технічного стану деталей у зборі, зокрема звертають увагу на відсутність пошкоджень або деформацій різьбової частини валика під гайку кріплення шестерні привода масляного насоса. Якщо різьби мають забоїни, викришування або зірвані нитки, то їх обов'язково відновлюють шляхом нарізання нової різьби або застосування ремонтних втулок.

					<i>КРБАТТАМ 25. 24439.000. ПЗ</i>	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Наступним етапом є перевірка стану робочих поверхонь зубів шестерні, а також її торцевих поверхонь. У випадку виявлення тріщин, відколи зубів, значного викришування або пошкодження матеріалу, шестерня вважається непридатною до подальшої експлуатації та вибраковується. Якщо ж на торцевих поверхнях спостерігаються кільцеві риси чи помітне стирання, то шестерню позначають спеціальним маркером або фарбою для подальшого направлення на ремонт або шліфування.

Аналіз дефектів шестерні наведені в табл. 1.2.

Таблиця 1.2. Дефекти шестерні, вимоги до відремонтованої деталі

Код деталі	№ дефекту	Назва дефекту	Метод чи прилад контролю	Граничний знос, мм
2	1	Знос Ø10,688...10,800	Пробка	0,012
2	2	Знос по ширині 30,015...30,050	Мікрометр	0,035
2	3	Знос Ø30,800...30,875	Мікрометр	0,075
2	4	Знос бічної поверхні зуба	Штангенциркуль ШЦ-П	0,15

Дефектація веденої шестерні в зборі з втулкою (втулками).

Процедура дефектації веденої шестерні має деякі відмінності від дефектації ведучої. Основна різниця полягає в тому, що при зносі отвору під втулку, який перевищує встановлене допустиме значення, шестерню не бракують одразу, а направляють на ремонт із подальшим відновленням посадочного місця. Оцінюють також знос робочих поверхонь зубців та торців шестерні, а в разі перевищення допустимих меж зношення проводять або ремонт, або заміну шестерні.

Дефектація пружин, мастилоприймачів та трубок, які відводять мастило.

					<i>КРБАТТАМ 25. 24439.000. ПЗ</i>	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Під час дефектації пружин спочатку заміряють їх довжину у вільному, незавантаженому стані. Оцінюється також наявність погнутості, ступінь бічного зносу витків, а також відхилення від перпендикулярності опорних витків, що може негативно впливати на пружинні характеристики.

Пружини повинні безперешкодно, під дією власної ваги, проходити крізь свої гільзи. Їхню пружність перевіряють ізусиллям: до 100 Н — за допомогою приладу МИП-101, а при значенні понад 100 Н — на приладах МИП-100-2 або КИ-040А відповідно до стандарту ГОСНИТИ. Бічний знос витків не повинен перевищувати 0,3 мм — це контрольований параметр.

При дефектації мастилоприймачів особливу увагу приділяють цілісності сітки. Наявність проривів, тріщин на усмоктувальній трубці, а також у місцях її з'єднання з фланцем — є підставою для вибракування деталі. Трубки перевіряють на герметичність упродовж 0,5...1,0 хвилини за допомогою повітря (у воді) або технічної рідини під тиском 0,3...0,4 МПа. При цьому не допускається ні просочування повітря, ні витікання рідини через з'єднання.

Для трубок нагнітальних секцій насоса перевірку здійснюють протягом 1 хвилини під тиском 1,0 МПа рідиною. Трубки радіаторних секцій підлягають перевірці повітрям або рідиною протягом 0,5...1,0 хвилини під тиском 0,5 МПа. Будь-яка поява бульбашок або слідів витікання рідини є неприйнятною. Температура робочої рідини при випробуванні має бути в межах 15...25 °С.

У тих трубок, кріплення яких здійснюється за допомогою натискних втулок, додатково визначають технічний стан розвальцьованої частини. Її товщина має бути не менше 1 мм. При цьому не допускаються тріщини, забоїни або інші видимі механічні дефекти. Максимально допустима глибина вм'ятин — не більше 2 мм.

Також у процесі дефектації мастилоприймачів і відвідних трубок проводять контроль за правильністю просторового розміщення елементів кріплення (фланців, кронштейнів, розвальцьованих кінців) за допомогою

					<i>КРБАТТАМ 25. 24439.000. ПЗ</i>	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

спеціальних шаблонів, що імітують базові посадочні площини на корпусі насоса та дизельному блоці. У разі необхідності проводять рихтування трубок для усунення відхилень.

1.2 Вибір способів усунення дефектів деталей масляного насоса

При виборі способів підвищення зносостійкості корпуса необхідно ретельно враховувати такі важливі чинники:

-матеріал корпуса, його точний хімічний склад, структура та фізико-механічні властивості, що впливають на зношування;

-умови експлуатації корпуса, зокрема характер навантаження, тип і жорсткість посадки, ступінь навантаженості, габаритні розміри та складність геометричної форми;

-допустимі межі деформацій корпуса, а також зниження його поверхневої твердості й опору втомі під дією циклічних навантажень у реальних умовах;

-термічну обробку корпуса, його наявну твердість на поверхні, а також можливість відновлення цих властивостей після проведення ремонтних або зміцнювальних заходів;

-загальну продуктивність процесу зміцнення, рівень його трудомісткості, а також економічну доцільність підвищення зносостійкості з урахуванням усіх стадій технологічного процесу — підготовчих, основних і завершальних операцій.

Основна вимога, яку слід дотримуватись при підвищенні зносостійкості корпуса, полягає у забезпеченні наступних параметрів:

-відповідності розмірів і допустимої шорсткості відновлюваних або зміцнюваних поверхонь згідно з технічними умовами;

					<i>КРБАТТАМ 25. 24439.000. ПЗ</i>	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

-досягнення необхідного рівня твердості відновлених поверхонь для забезпечення ресурсу роботи вузла;

-суцільності нанесеного зміцнюючого шару без пор, тріщин чи непроварів, що могли б знизити експлуатаційні властивості;

-високої міцності зчеплення напиленого або наплавленого шару з базовим (основним) металом корпусу для запобігання його відшаруванню під навантаженням.

Розміри деталей, а також допустимі норми їх зношення, зокрема деталей масляного насоса, наведено у табл. 1.3. Ці показники мають бути чітко дотримані під час дефектації та прийняття рішень про ремонт або заміну елементів.[4-6]

Таблиця 1.3. Розміри деталей та допустимий знос

Параметри	Розміри, мм
Діаметр шестірень	0,850...30,875
Припустимий діаметр шестірень	30,8
Радіальний зазор між зубами шестірні та стінкою корпусу	0,063... 0,100
Припустимий радіальний зазор	0,14
Висота шестірень	30,015... 30,050
Припустима висота шестірень	30,0
Торцевий зазор між шестірнями і корпусом	0,050... 0,124
Припустимий зазор в нагнітаючій секції	0,16
Коловий зазор в зачепленні зубів шестірень	0,085... 0,265
Діаметр опорних шийок ведучого вала	10,988...10,000
Припустимий діаметр ведучого вала	10,98
Діаметр втулок в корпусі насоса під опорні шийки вала	12,03...12,06
Припустимий діаметр втулок	12,07

Діаметри вала ведучої шестерні та осі веденої шестірні	10,688...10,700
Припустимий діаметр осі	10,68
Діаметр втулки веденої шестірні	12,03...12,06
Припустимий діаметр втулки веденої шестірні	12,08

У табл. 1.4 наведені припустимі до використання способи відновлення дефекту №1 корпусу масляного насоса

Таблиця 1.4. Способи усунення дефекту №1 корпусу масляного насоса

№ дефекту	№ способу усунення дефекту	Спосіб усунення дефекту	Мін h нарощеного шару, мм	Макс h нарощеного шару, мм	Макс твердість, HRC
1	2	Наплавлення в CO ₂	0,8	1,2	54
1	3	Вібродугове наплавлення	0,3	2	56
1	4	Хромування електролітичне	0,01	0,4	65

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Будова масляного насосу двигуна Д-240

Масляний насос, що застосовується в змащувальній системі дизельного двигуна Д-240, є шестерінчастого типу (рис. 2.1) з високою надійністю конструкції. У дію він приводиться безпосередньо від колінчастого вала через спеціальну пару зубчатих коліс, які забезпечують надійну та стабільну передачу обертового моменту.

Насос функціонує наступним чином. У картері 4 (рис. 2.1, а) розміщені ведуче 8 та ведене 9 зубчасті колеса. Під час їх обертання в порожнині 14 створюється помітне розрідження за рахунок виходу зубів із зачеплення та звільнення простору, який раніше займали зубці у западинах. У цей момент мастило інтенсивно засмоктується крізь сітчастий фільтр мастилоприймача 3, заповнює западини між зубами і в замкнутих об'ємах, утворених зубами та внутрішніми стінками картеру, переноситься в нагнітальну порожнину 15. На рис. 2.1 напрям переміщення масла позначено стрілками.

У нагнітальній порожнині мастило видавлюється із западин завдяки входженню зубів у повторне зачеплення. При цьому нові порції масла безперервно нагнітаються в основну змащувальну систему під необхідним робочим тиском.

Для забезпечення надійної та стабільної роботи змащувальної системи, продуктивність подачі насосом навмисно перевищує середню потребу дизеля, що створює запас на випадок зниження тиску або підвищення витрати масла.

Масляний насос двигуна Д-240 закріплений на кришці першого корінного підшипника. Два штифти 2 (рис. 2.1) забезпечують точне центрування і правильну установку картеру для гарантованого зачеплення

					<i>КРБАТТАМ 25. 24439.000. ПЗ</i>	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ведучого колеса 11 з зубчастим колесом, встановленим на колінчастому валу. До картеру 4 насоса приєднані нагнітальна трубка 1 та мастилоприймач 3, оснащений захисним сітчастим фільтром.

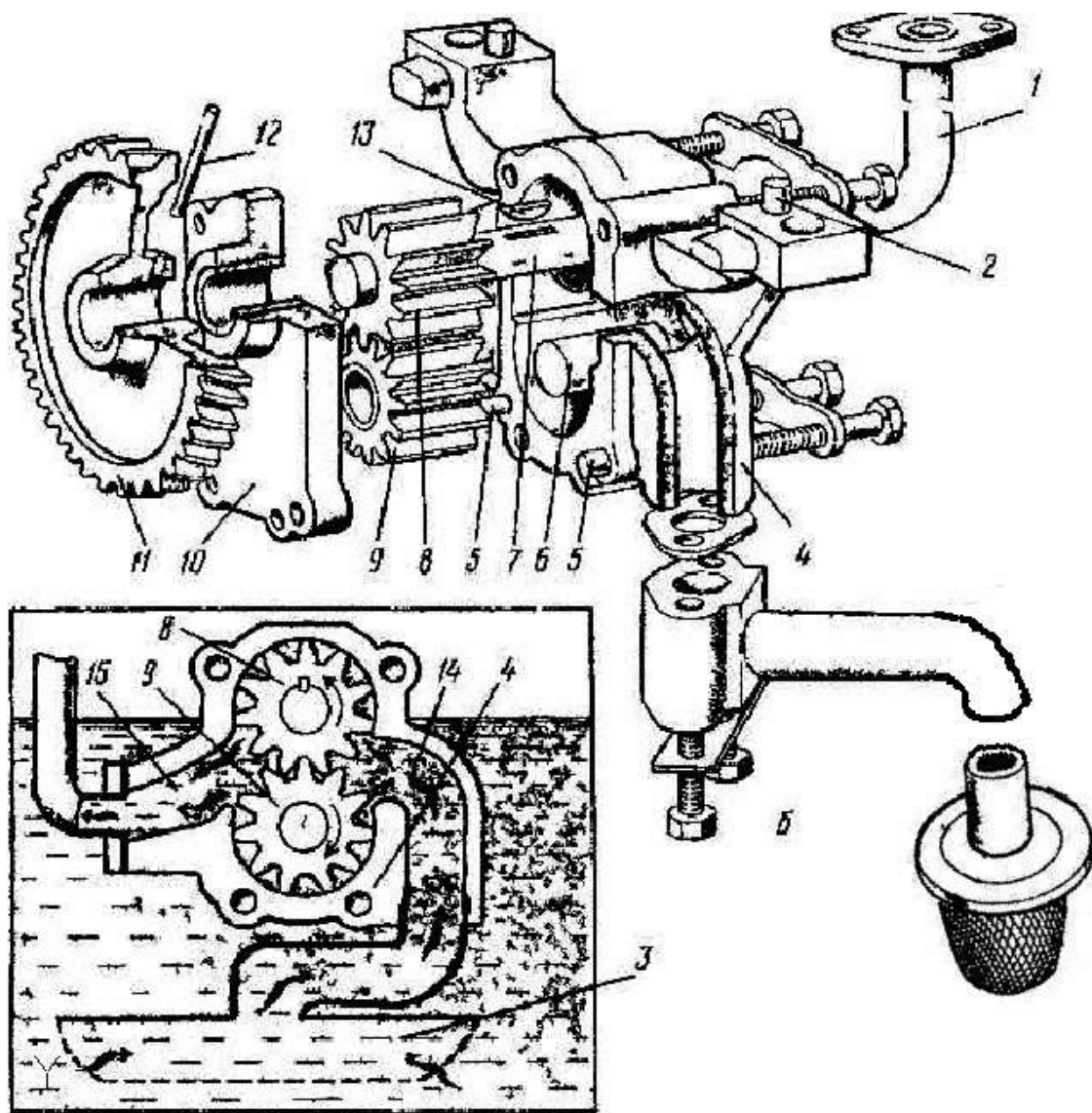


Рис.2.1. Схема роботи та масляний насос дизеля Д-240:

1 – нагнітальна трубка; 3 – мастилоприймач; 2 та 5 – штифти; 4 – картер;
6 – вісь; 12 – штир; 7 – вал; 8 та 9 – ведуче та ведене зубчасті колеса; 11 – зубчасте колесо приводу; 10 – кришка; 13 – шпонка; 15 – нагнітальна порожнина 14 – всмоктуюча порожнина;

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБАТТАМ 25. 24439.000. ПЗ

Арк.

17

Ведуче зубчасте колесо 8 шпонкою 13 надійно закріплене на валу 7, який обертається у двох бронзових втулках, запресованих в картері 4 і в кришці 10. Співвісність цих втулок забезпечується спеціальними настановними штифтами 5, причому отвори для штифтів обробляються одночасно у зібраному стані. Через це розукомплектовувати кришку та картер насосу не дозволяється, щоб не порушити їх точне взаємне розташування. Ведене зубчасте колесо 9 обертається на осі 6, яка жорстко запресована в корпусі картеру.

Картер насосу та кришку з'єднують між собою міцними болтами, які забезпечують надійне стягування всіх складових частин. Герметичність з'єднання гарантується завдяки ретельній механічній обробці й шліфуванню поверхонь прилягання, що дозволяє уникати будь-яких витоків мастила. Висока точність виготовлення всіх деталей насосу забезпечує мінімальні зазори по торцях зубчастих коліс, що, у свою чергу, ефективно запобігає зворотному витoku масла з нагнітальної порожнини у всмоктуючу частину.

На рис. 2.2 представлено складальне креслення масляного насоса, який встановлюється на двигун Д-240. Це креслення наочно демонструє взаємне розташування основних елементів, що дозволяє краще зрозуміти принцип роботи та конструктивні особливості даного агрегату.

					<i>КРБАТТАМ 25. 24439.000. ПЗ</i>	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

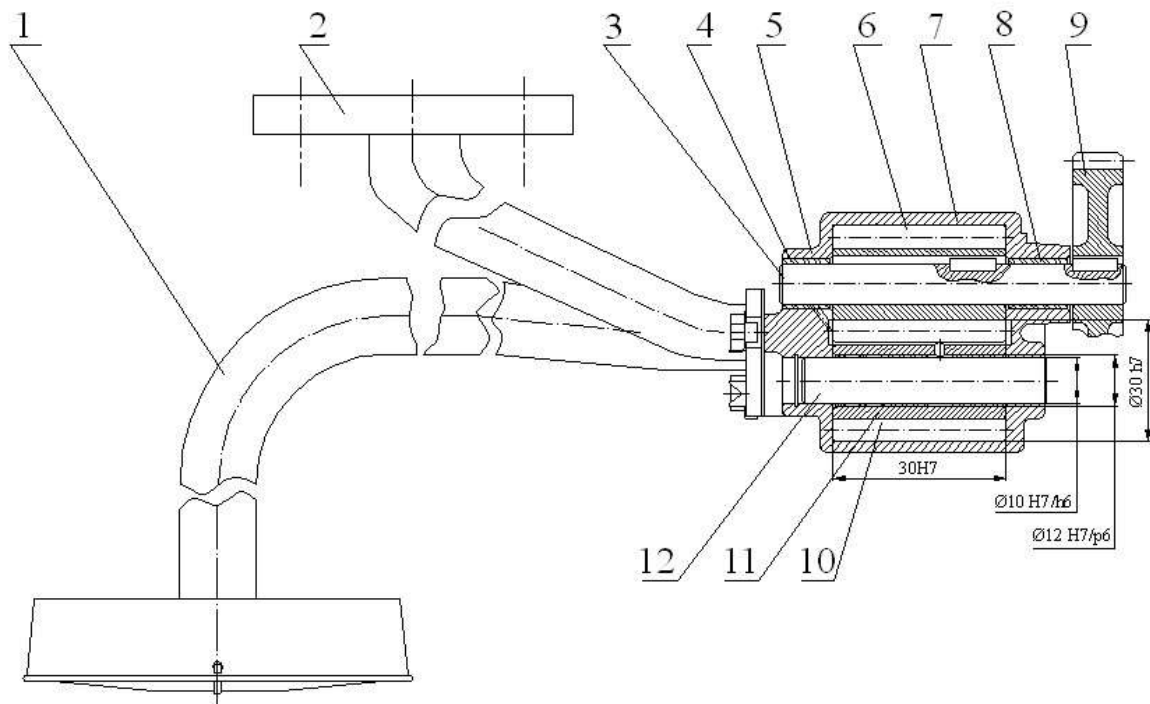


Рис.2.2. Складальне креслення насоса двигуна Д-240:

1 – мастилоприймач; 3 – вал; 2 – патрубок вивідний; 5 – кришка; 4 – втулка вала; 7 – картер; 8 – втулка; 6 – шестерня ведуча; 9 – колесо зубчасте; 11 – втулка; 10 – колесо зубчасте ведена; 12 – вісь.

2.2 Вибір способу усунення дефектів картера масляного насосу

Для обґрунтованого вибору оптимального способу усунення дефекту №1 картера масляного насоса доцільно використати ефективну систему управління базами даних. Це дозволяє значно підвищити точність і швидкість аналізу інформації.

Для формування запитів користувачу доступні три основні режими: Конструктор, SQL і Таблиця. Режими Конструктора та SQL є взаємопов'язаними: будь-які зміни, зроблені в одному з них, автоматично

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

відображаються в іншому. При переході в режим Таблиці можна переглядати кінцеві результати виконаного запиту у зручному вигляді.

Запити в такій базі можна формувати також програмним шляхом. При цьому існують два можливих варіанти реалізації:

запуск безпосередньо SQL-команд; для цього необхідно створити змінну рядкового типу та запустити її за допомогою відповідної макрокоманди RunSQL;

використання вбудованих об'єктів доступу до даних, таких як DAO або ADO.

У середовищі Microsoft Access створено спеціальну базу даних (БД), до якої увійшли наступні таблиці:

2.1. Основні деталі масляного насоса;

2.2. Дефекти картера масляного насоса, а також вимоги до відремонтованої деталі;

2.5. Способи усунення дефекту №1 картера масляного насоса.

Згідно із запитом на вибірку з табл. 2.4, оптимальним способом усунення дефекту №1 картера масляного насоса визначено електролітичне хромування (див. табл. 2.1), яке відповідає встановленим технічним вимогам до якості ремонту.

Таблиця 2.1. Вибір способу усунення дефекту

Назва деталі	Назва дефекту	Спосіб усунення дефекту
Картер	Знос поверхонь, спряжуваних з шестернями	Хромування електролітичне

Таким чином, для ефективного відновлення внутрішніх поверхонь картера масляного насоса застосуємо електролітичне хромування (рис. 2.5). За допомогою цього способу наростимо необхідні шари хрому, а після цього

виконаємо їх точне шліфування до повного виведення слідів зносу, дефектів та досягнення правильної геометричної форми поверхні. Важливо, щоб шорсткість відновлених поверхонь становила не більше Ra 2,5, що відповідає нормативним вимогам.

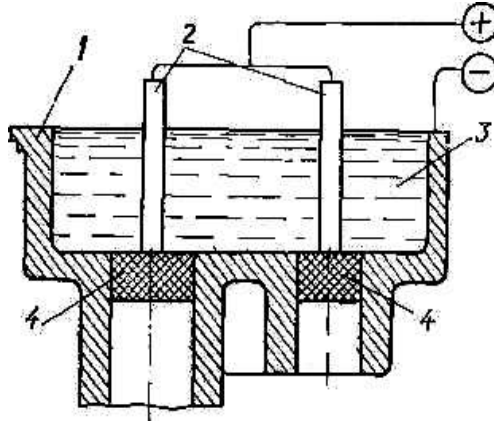


Рис. 2.5. Ескіз електролітичного нарощування поверхні картера:

1 – картер; 3 – електроліт; 2 – аноди; 4 – гумові пробки.

Після завершення операцій з відновлення, масляний насос обов'язково піддається обкатуванню на спеціалізованому стенді при нормальній частоті обертання ведучого вала з дотриманням стабільних режимів:

обкатування без створення тиску у масляній магістралі триває чотири хвилини;

обкатування при номінальних тисках у системі виконується протягом трьох хвилин.

Після завершення обкатки обов'язково виконується регулювання запобіжного клапана згідно з інструкцією. Далі проводиться визначення фактичного подавання масляного насоса відповідно до режимів, що встановлені у діючих технічних умовах. Це дозволяє переконатися в повній працездатності вузла після ремонту.

					<i>КРБАТТАМ 25. 24439.000. ПЗ</i>	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3 Особливості електролітичного осадження хрому

Шар металу хромом характеризується високою хімічною стійкістю, значною термостійкістю, здатністю до пасивування на повітрі, а також високою стійкістю в умовах тропічного клімату. Він має схильність до утворення тріщин у вигляді сітки, а також нерівномірний розподіл по оброблюваній поверхні. Основними видами хромових покриттів (залежно від режиму електроосадження) є: молочне, блискуче, матове та чорне.

Блискучий хромований шар має високу твердість у межах HV 700...800 одиниць. Пори в такому шарі металу практично відсутні, що покращує його захисні властивості. Пористий хромовий шар має таку ж твердість, як і блискучий, але додатково має здатність утримувати змазку в порах металевого шару, що покращує його експлуатаційні характеристики.

Молочний шар металу має електротвердість у межах HV 400...500, його легше полірувати в порівнянні з блискучим хромом, що знижує трудомісткість обробки. Чорний хромовий шар вирізняється дуже високою світлопоглинальною здатністю. Його зносостійкість залишається на рівні блискучого хрому, однак корозійна стійкість у два рази вища. Такий шар містить приблизно 56 % Cr, 0,4 % Ni, 0,1 % C, 1,25 % H та понад 26 % кисню. Коефіцієнт відбиття для чорних хромових покриттів становить 3,0...3,5.

Для отримання твердого хромового покриття (матового або блискучого типу) хром наносять пошарово. На шар, що має мікротріщини, накладають новий, який перекриває ці тріщини, створюючи суцільне зміцнене покриття. Напруження стиску в хромовому шарі виникає при товщині понад 50 мкм. При роботі деталей у змінних навантаженнях такі шари можуть знижувати (до 70%) міцність, особливо вуглецевих сталевих деталей.

Основними причинами зниження міцності є: крихкість основного металу через проникнення атомарного водню, власні напруження покриття,

					<i>КРБАТТАМ 25. 24439.000. ПЗ</i>	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

неоднорідність структури тощо. На відміну від багатьох інших металевих покриттів, для хромових спостерігається виражена залежність між зниженням границі витривалості і товщиною шару. При збільшенні товщини шару від 30 до 150 мкм витривалість може знизитися з 28 % до 15 %. Крім того, зі зростанням катодної щільності струму від 25 до 100 А/дм² границя витривалості падає ще більш різко.

Для осадження блискучого хрому на сталі з обов'язковим підшаром міді чи нікелю рекомендується використовувати спеціальний електроліт, який містить (г/л): ангідрид хромовий — 200...400, добавку Лімеда Х80 — 10...20; температура електроліту повинна становити 18...50 °С, катодна щільність струму $i_k = 2...70$ А/дм², швидкість осадження хрому — 0,1...0,7 мкм/хв. Як аноди використовуються електропровідні матеріали — переважно сплав свинець-олово щільністю 93 г/см³.

Для одержання безпористого, блискучого хрому високої якості застосовують інший електроліт (г/л), у якому підтримується температура в межах 60...65 °С, при катодній щільності струму $i_k = 20...25$ А/дм² та швидкості осадження приблизно 0,1 мкм/хв. Аноди при цьому виготовляють зі сплаву Рb-Sn щільністю 90 г/см³ або з чистого свинцю марки СО. Такий електроліт класифікується як саморегулюючий — концентрація іонів (SO₄)²⁻ в ньому підтримується автоматично за рахунок обмеженої розчинності сульфату стронцію, який додається до ванни у вигляді твердої фази.

Для нанесення захисно-декоративних, а також зносостійких покриттів хромом, що мають привабливий зовнішній вигляд та функціональні властивості, застосовують електроліт наступного складу (г/л): ангідрид хромовий — 270...350, добавка ДХТИ-хром 11 (або ДХТИ-11) — 8...10. Робоча температура електроліту підтримується на рівні 40...60 °С, $i_k = 5...80$ А/дм², швидкість осадження хрому становить 0,1...0,8 мкм/хв. Аноди також виготовляються зі сплаву Рb-Sn (93 г/см³) або зі свинцю марки СО. Отримані

					<i>КРБАТТАМ 25. 24439.000. ПЗ</i>	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

хромові шари можуть бути нанесені на сталь, мідь, нікель, алюміній та інші метали за наявності попереднього підшару міді або нікелю.

Для нанесення покриття твердим хромом, особливо під час обробки деталей насипом, використовують інший тип електроліту, який містить (г/л): ангідрид хромовий — 140...170, сірчаноокислий стронцій — 6...8. Температура ванни підтримується в межах 50...70 °С, катодна щільність струму становить 30...60 А/дм², а швидкість осадження — 0,7...1,0 мкм/хв. Під час процесу обов'язково здійснюється перемішування електроліту стисненим повітрям. Аноди при цьому — зі сплаву Pb–Sn (90 г/см³) або свинцю марки З.

Для осадження мікротріщинуватого хрому поверх звичайного хрому застосовують наступний склад електроліту (г/л): хромово кислота — 250...270, кремнієфтористоводнева кислота — 0,5...0,7, сірчана кислота — 1,5...2,0, селеніт натрію — 0,015, тривалентний хром — 0,5...1,0. Температура робочого середовища 50...55 °С, ік = 25...50 А/дм², швидкість осадження — 0,1...0,25 мкм/хв. Аноди — сплав Pb–Sn (93 г/см³). При таких умовах на 1 см² поверхні утворюється не менше ніж 500...700 перехрещених мікротріщин, що сприяє кращому змащуванню та підвищенню зносостійкості.

Шар металу чорним хромом на такі метали, як сталь, титан, мідні сплави (обов'язково з підшаром міді чи нікелю), осаджують із електроліту, до складу якого входить (г/л): CrO₃ — 250...300, Fe₂(C₂O₄)₃ * 5H₂O — 50...60, Na₃AlF₆ — 0,2...0,3. Температура електроліту підтримується в межах 15...20 °С, витримка в розчині — 15...30 хвилин. Початкове підвищення сили струму до 35...40 А/дм² триває приблизно 1...2 хвилини, після чого параметри нормалізуються.

Вихід хрому по струму для усіх перелічених електролітів становить лише 10...25 %, що, на жаль, не є економічно доцільним, але виправдане у випадках, коли потрібні високі експлуатаційні характеристики покриття. [5-10]

					<i>КРБАТТАМ 25. 24439.000. ПЗ</i>	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.4 Хромування в холодному тетрахроматному електроліті

При використанні цього способу хромування можна досягти підвищеного виходу по струму — до 28...30 %, що суттєво підвищує ефективність процесу й забезпечує збільшення швидкості нарощування шару металевого хрому у 2...2,5 рази [8, с. 250]. Серед додаткових переваг тетрахроматного електроліту варто відзначити можливість здійснення процесу за умов звичайної кімнатної температури, отримання покриттів з надзвичайно низькою пористістю, високими антикорозійними властивостями, а також можливість проведення хромування в широкому діапазоні густини струму — від 20 до 100 А/дм², що свідчить про високу гнучкість і розсіюючу здатність технології.

Ключовим компонентом тетрахроматного електроліту є тетрахромова кислота, яка утворюється внаслідок підвищеного вмісту хромового ангідриду (CrO₃) у водному розчині. В процесі розчинення хромового ангідриду у воді формується суміш поліхромових кислот: біхромова кислота утворюється при середній концентрації CrO₃, а тетрахромова — при значно вищій концентрації. Крім збільшеного вмісту CrO₃, тетрахроматний електроліт також включає до свого складу їдкий натр (NaOH), який є необхідним компонентом для утворення тетрахромату натрію. Наявність їдкого натра в чітко визначеній оптимальній концентрації сприяє отриманню високоякісних осадів з максимально ефективним виходом по струму.

Рекомендований склад і режим функціонування тетрахроматного електроліту наведено нижче (в грамах на літр): CrO₃ – 350...400; H₂SO₄ – 2,0...2,5; NaOH – 40...60; цукор або глюкоза – 1...2. Режим осадження: густина струму (D_k) — 10...80 А/дм²; температура електроліту — 18...22 °С. Цукор або глюкоза додаються до електроліту для утворення тривалентного хрому, який

					<i>КРБАТТАМ 25. 24439.000. ПЗ</i>	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

позитивно впливає на зовнішній вигляд і рівномірність хромового осаду, а також покращує його експлуатаційні характеристики.

Відомо, що електролітичний хром буває у двох основних модифікаціях атомно-кристалічної ґратки: кубічна просторово-центрованої структури та гексагональна, яка є менш стабільною. Хром, що осаджується з тетрахроматного електроліту, зазвичай має гексагональну кристалічну ґратку. Такий гексагональний хром характеризується наявністю розвиненої сітки тріщин, а його твердість є дещо нижчою в порівнянні з твердістю кубічного хрому.

Крім того, водень у гексагональній структурі хрому знаходиться безпосередньо в ґратках, тоді як у кубічному хромі він зосереджений переважно на межах зерен і в мікротріщинах. Через це спостерігається менша мікротвердість хромових осадів, отриманих з тетрахроматного електроліту — вона зазвичай не перевищує 350...400 кГ/мм². Водночас такі осади характеризуються зниженою пористістю, а також меншою внутрішньою напруженістю, що позитивно впливає на довговічність покриттів.

Унаслідок порівняно незначної агресивності тетрахроматного електроліту процес хромування допускається здійснювати в звичайних металевих, зокрема залізних ваннах без необхідності застосування будь-якого спеціального покриття або футеровки. Оскільки в процесі хромування електроліт поступово нагрівається, ванни обов'язково слід охолоджувати проточною водою, щоб підтримувати робочу температуру електроліту на стабільному рівні 20...22 °С. Це дозволяє забезпечити сталі умови електроосадження й отримання якісного хромового шару.

З метою покращення розсіювання силових ліній електричного поля, а також для більш рівномірного розподілу хромового покриття по поверхні деталі, у процесі хромування застосовуються спеціальні перфоровані аноди. Такі аноди зазвичай виготовляються з технічно чистого свинцю або зі сплаву

					<i>КРБАТТАМ 25. 24439.000. ПЗ</i>	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

свинцю з додаванням 5 % сурми, що підвищує їхню механічну міцність та хімічну стійкість.

Усі операції технологічного процесу хромування при використанні тетрахроматного електроліту фактично не мають принципових відмінностей порівняно з традиційним способом хромування, який здійснюється у звичних електролітах на основі хромової кислоти. Це дозволяє легко інтегрувати даний метод у вже існуючі технологічні лінії без необхідності значних технічних змін чи дообладнання.

Хромування в умовах тетрахроматного електроліту може бути ефективно використане для відновлення зношених деталей, які мають порівняно невисоку поверхневу твердість — до HB 350...400 одиниць. Однією з переваг хрому, що осаджується з цього типу електроліту, є його добра прирабовуваність, тобто здатність ефективно адаптуватися до контактуючих поверхонь під час роботи вузла, що знижує швидкість зношування в початковий період експлуатації.

Таким чином, для ефективного відновлення внутрішньої поверхні картера масляного насоса доцільно і рекомендується застосування методу хромування в умовах холодного тетрахроматного електроліту, що забезпечує високу якість покриття, стабільність процесу і необхідні експлуатаційні характеристики.

2.5 Хромування в ультразвуковому полі

Ультразвук справляє значний вплив на мікроструктуру та фізико-механічні властивості осаду хрому, зокрема викликає помітне підвищення твердості металевого шару [8], що частково або повністю усуває основний недолік хромування в холодному тетрахроматному електроліті (рис. 2.6), а саме — порівняно невисоку твердість осаду.

					<i>КРБАТТАМ 25. 24439.000. ПЗ</i>	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ультразвукові коливання в електроліті, які мають частоту 20...30 кГц, збуджуються за допомогою спеціальних магнітострикційних перетворювачів і можуть бути направлені як паралельно, так і перпендикулярно до катодної поверхні. Проведення хромування в ультразвуковому полі дає можливість застосовувати значно вищу густину струму (до 180 А/дм² і більше), що значно підвищує швидкість осадження шару хрому.

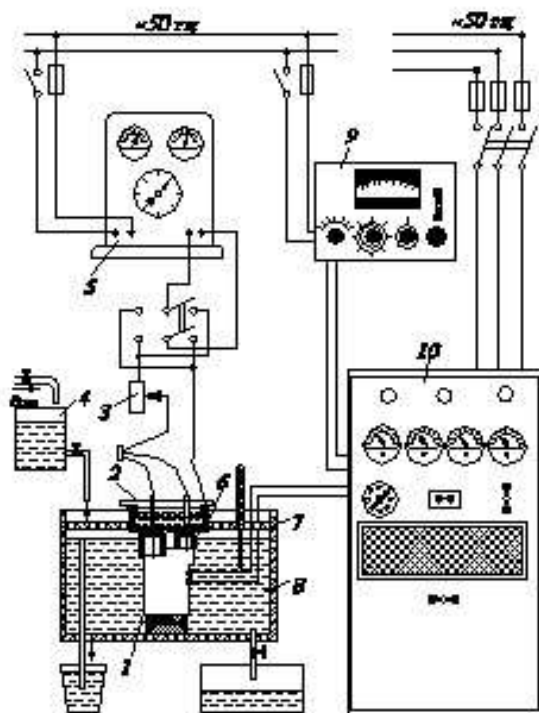


Рис. 2.6. Схема для хромування в ультразвуковому полі:

1 – магнітострикційний вібратор; 3 – реостат; 2 – оправка для установки анодів та катодів; 4 – зрівняльний бачок охолодження; 6 – електролізер; 5 – випрямляч; 7 – кришка; 9 – частотомір; 8 – ванна для води; 10 – ультразвуковий генератор.

Застосування хромування в ультразвуковому полі особливо доцільне для деталей, виготовлених з алюмінієвих сплавів (зокрема, картерів масляного насосу), на яких утворюється щільна окисна плівка. Саме ця плівка ускладнює

					<i>КРБАТТАМ 25. 24439.000. ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

електрохімічне осадження хрому. Під дією ультразвукових хвиль відбувається руйнування цієї плівки, що забезпечує високу якість та надійність зчеплення осадженого хрому з основним матеріалом деталі — алюмінієвим сплавом.

Таким чином, з урахуванням усіх переваг, для ефективного відновлення внутрішньої поверхні картера масляного насосу рекомендовано застосовувати хромування в ультразвуковому полі, що забезпечує високу якість покриття та поліпшені експлуатаційні характеристики. [12-16]

2.6 Розробка технологічного процесу відновлення картера масляного насосу

Процес нанесення покриттів на деталі, зокрема на елементи типу картерів, включає в себе три основні групи технологічних операцій:

- попередню підготовку картера масляного насосу до нанесення шару металу;
- безпосереднє нанесення шару металу певного типу;
- остаточну обробку картера масляного насосу після нанесення металевого покриття.

Підготовка картера масляного насосу до нанесення шару металу включає у свій склад такі послідовні технологічні етапи:

- механічну обробку зовнішніх та внутрішніх поверхонь, які безпосередньо підлягають металізації або напиленню;
- ретельне очищення картера масляного насосу від оксидів, нагару та знежирення із застосуванням відповідних хімічних реагентів або електролізу;
- надійне закріплення картера масляного насосу на підвісному або стаціонарному пристосуванні для забезпечення зручності та безпеки технологічних операцій;
- ізоляцію тих поверхонь, які не повинні покриватися металом;

					КРБАТТАМ 25. 24439.000. ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

-повторне знежирення картера масляного насосу з подальшим ретельним промиванням у гарячій та холодній воді;

-анодну обробку (декапірування) для активації поверхні.

Деталі при проведенні електрохімічного знежирення підвищуються на катодну штангу. У процесі електролізу на поверхні деталі інтенсивно виділяється водень, який сприяє хімічному знищенню жирової плівки, прискорюючи омилення та емульгування органічних забруднень. Щоб запобігти негативному ефекту наводорожування металу, на завершальній стадії процесу змінюють полярність на зворотну і протягом (0,2...0,3) хвилини проводять обробку вже на аноді.

Після завершення знежирення деталі двічі промивають — спочатку в гарячій, а потім у холодній проточній воді. Безперервна суцільна плівка води на обробленій поверхні без розривів свідчить про достатній рівень очищення та повне видалення залишків жирів.

Операцію декапірування (анодної обробки) проводять для видалення залишкових тонких оксидних плівок з поверхні металу і забезпечення надійного, міцного зчеплення майбутнього гальванічного покриття з підкладкою. Ця операція безпосередньо передуює етапу нанесення шару металу.

У випадку хромування анодну обробку проводять безпосередньо в основному електроліті. Деталі занурюють у ванну для хромування, витримують протягом (1...2) хвилин без подачі струму для термічної стабілізації, після чого подають струм на анод і здійснюють обробку протягом (30...45) хвилин при анодній густині струму (25...35) А/дм². По завершенню цієї фази, не витягуючи деталі з електроліту, перемикають їх на катод і безперервно наносять металевий шар потрібної товщини.

У ряді окремих випадків, особливо при відновленні складних за формою або зношених деталей, перед декапіруванням їх додатково піддають анодному травленню. Це особливо актуально для тих деталей, які не піддаються якісній

					<i>КРБАТТАМ 25. 24439.000. ПЗ</i>	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

механічній обробці через особливості конструкції або обмеження за розмірами. Травлення при цьому здійснюється в спеціальній ванні, наповненій хлористим електролітом, який забезпечує ефективне видалення забруднень, оксидів та підготовку поверхні до подальшого хромування.

Обробка деталей після нанесення шару металу включає в себе наступні завершальні операції технологічного циклу:

-нейтралізацію поверхні деталей від залишків електроліту для уникнення подальшої корозії або реакцій із повітрям;

-ретельне промивання деталей спочатку в холодній, а потім у гарячій воді для забезпечення повного очищення від хімічних залишків;

-демонтаж деталей з підвісного пристосування та обережне вилучення ізоляційних елементів, які захищали неактивні зони;

-механічну обробку поверхонь деталі до необхідного розміру з урахуванням припуску на шліфування або доведення;

-термічну обробку (якщо вона передбачена умовами відновлення), що забезпечує стабілізацію покриття та усунення внутрішніх напружень у шарі металу.

Зазначений порядок виконання заключних технологічних операцій зберігається при нанесенні покриттів з будь-яких типів електролітів, проте в кожному конкретному випадку існують певні особливості та нюанси, обумовлені складом розчину, типом металу та властивостями деталі.

Перед розробкою повного технологічного процесу електролітичного хромування картера насоса необхідно обов'язково вибрати технологічні бази, визначити орієнтацію деталі в ванні, а також провести основні підготовчі операції для забезпечення якісного осадження шару хрому. На цій основі розробляється технологічна схема обробки, наведена в таблиці 2.3. Приймається, що товщина нанесеного шару хрому становить 0,20 мм з кожного боку, тобто загальна товщина — 0,40 мм.

					<i>КРБАТТАМ 25. 24439.000. ПЗ</i>	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.3. Схема технологічного процесу

Назва операції	Зміст операції	Обладнання, інструменти
005 Мийна.	очищення і мийка картеру від бруду та мастила.	Мийна машина.
010 Дефектовочна.	Виявлення зношених поверхонь.	Верстак. Штангенциркуль
015 Шліфувальна.	Механічна обробка поверхні.	Верстат шліфувальний.
020 Підготовча.	Промивання в розчинниках деталей.	Мийна машина.
025 Запобіжна.	Захист поверхонь від дії електроліту.	Захист вініпластовими матеріалами не оброблюваних поверхонь.
030 Монтажна.	Монтаж на підвісне пристосування деталей.	Підвісне пристосування.
035 Підготовча.	Остаточне електрохімічне знежирення поверхонь деталей.	Установка для знежирення.
040 Промивна.	Промивка деталей в гарячій і холодній воді.	Мийна машина.
045 Декапірувальна	Анодна обробку для вилучення найтонших оксидних плівок.	Гальванічна ванна.
050 Наплавлювальна	Нарощування поверхні.	Гальванічна ванна. Штангенциркуль

					КРБАТТАМ 25. 24439.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

055 Мийна.	Промивання деталей в ванні з дистильованою водою. Промивання в проточній воді деталей.	Мийна машина.
060 Нейтралізаційна.	Занурення в розчин соди кальцинованої.	Ванна.
065 Мийна.	Промивання в теплій воді.	Мийна машина.
070 Монтажна.	Демонтаж деталей з пристосування та вилучення ізоляції.	Підвісне пристосування.
075 Сушильна.	Сушіння в сушильній шафі.	Сушильна шафа.
080 Шліфувальна.	Шліфування відновленої поверхні.	Верстат круглошліфувальний.
085 Контрольна.	Контроль відновлених поверхонь.	Верстак.

2.7 Вимоги до деталей після нанесення гальваношару металу

Вимоги до електролітичних покриттів зазвичай обмовляються в технічній документації та стандартах, відповідно до умов експлуатації конкретного виробу або деталі. При нанесенні таких покриттів важливо пам'ятати, що шорсткість поверхні деталей після нанесення хромових покриттів, як правило, залишається без суттєвих змін, що необхідно враховувати при остаточному доведенні поверхонь.

У випадках, коли до покриттів пред'являються специфічні вимоги по блиску, у позначенні покриттів обов'язково вказується ступінь блиску: матове,

					КРБАТТАМ 25. 24439.000. ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

блискуче або дзеркальне – залежно від вимог зовнішнього вигляду та функціонального призначення покритої поверхні.

Відсутність шару металу допускається у певних зонах, якщо це регламентовано стандартами або технічними умовами. Зокрема, це допустимо:

- у зварених або паяних швах, а також безпосередньо поблизу них;
- у порах, свищах, раковинах, оксидних включеннях та інших місцях із допустимими дефектами поверхні, передбаченими вимогами на лиття, прокат, зварні та паяні з'єднання, або вихідний матеріал.

При нанесенні шару металу на ті ділянки деталі, частина поверхні яких спеціально ізолювана, або при нанесенні декількох покриттів на одну й ту ж деталь, допускається:

- місцеве зміщення границі шару металу шириною не більше 2 мм в обидві сторони від визначеної межі покриття;
- місцеве зміщення границі шарів металу при послідовному нанесенні одного шару поверх іншого, за умови, що це не порушує технічні вимоги сполучення деталей у вузлі або агрегаті;
- поодинокі крапкові включення одного металу на поверхні іншого, які не впливають на якість функціонування покриття;
- незначне потемніння та слабка шорсткість у зоні переходу одного шару в інший;
- поява кольорів мінливості (райдужні плями) на ізолюваних поверхнях як результат вторинних реакцій у процесі осадження.

На готовій поверхні шару металу категорично не допускаються такі дефекти, як пригари, здуття, залишки невідмитих солей, міхури, відшаровування, відколи, тріщини, а також видимі сліди дотику руками, які можуть погіршити зовнішній вигляд та технічні характеристики покриття.

					<i>КРБАТТАМ 25. 24439.000. ПЗ</i>	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.8 Механічна обробка після хромування картера

Картер масляного насосу після процесу хромування підлягає обов'язковій абразивній обробці, зокрема чистовому шліфуванню. Стійкість абразивних кругів та якість оброблюваної поверхні при такому шліфуванні хромованих деталей можна значно підвищити шляхом зменшення питомих навантажень і зниження температури в зоні різання. Ці вимоги ефективно реалізуються під час використання переривчастих абразивних кругів, які мають на своїй робочій поверхні чергування ряду виступів і западин.

Переривчасті абразивні круги можуть виготовлятися шляхом модифікації стандартних кругів. Для цього на їхній робочій поверхні спеціально прорізають пази певної глибини, використовуючи як інструмент інші круги з зеленого карбїду кремнію, що відзначається високою твердістю та стійкістю до зношування. Довжина таких пазів зазвичай повинна становити приблизно третину довжини виступів, що гарантує належну ефективність шліфування.

Процес самозагострювання переривчастих кругів пов'язаний із дією динамічних сил, які виникають у момент врізання абразивних зерен у металеву поверхню. Ці сили спричиняють розщеплення зерен і поступове руйнування зв'язуючого матеріалу. При цьому пошарове зняття припуску зернами фронтальної (передньої) поверхні забезпечує зменшення питомих навантажень на окремі зерна та сприяє суттєвому зниженню температури у зоні шліфування. Такий ефект призводить до зменшення інтенсивності адгезійних і дифузійних процесів між металевим покриттям і абразивним інструментом, що в свою чергу знижує небезпеку засолювання круга.

Що стосується зносу, то розмірний радіальний знос переривчастих кругів зазвичай на 15...20 % вищий порівняно зі стандартними кругами. Однак при цьому період їх експлуатаційної стійкості під час безприпаленого

					<i>КРБАТТАМ 25. 24439.000. ПЗ</i>	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

шліфування зростає майже в три рази. За таких умов кількість необхідних правок кругів зменшується у 2...3 рази, а отже, загальна стійкість і ресурс їх використання значно підвищується, що є суттєвою перевагою в ремонтних умовах.

Для ремонтних підприємств рекомендовано використовувати переривчасті абразивні круги, які мають відповідні оптимальні геометричні параметри, наведені у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4. Параметри переривчастих кругів, мм

Діаметр круга	Глибина паза	Радіус заокруглення паза	Число пазів
50	5	1,5	6

При виконанні операції шліфування внутрішньої поверхні картера масляного насосу, яка попередньо була відновлена методом електролітичного хромування, рекомендується застосовувати відповідні абразивні круги та дотримуватися оптимальних режимів різання з наступними технічними параметрами:

-припуск на шліфування становить приблизно (15...30) % від загальної товщини нанесеного хромового шару металу, що дозволяє повністю усунути залишкові дефекти після хромування;

-в якості шліфувальних кругів рекомендується використовувати круги з абразивного матеріалу типу нормального або білого електрокорунду, виготовлені на керамічному зв'язуванні; оптимальна зернистість становить 20...40, а твердість коливається в межах від СМ1 до С1;

-режими шліфування повинні забезпечувати необхідну якість обробки та мінімальне термічне навантаження на оброблювану поверхню. Зокрема, колова швидкість обертання абразивного круга має бути в межах 25...35 м/с, швидкість обертання самої деталі — від 0,2 до 0,3 м/с. Подовжня подача

інструмента повинна складати 3...8 мм/об, а глибина зрізу — в межах 0,005...0,001 мм;

-в процесі обробки обов'язково має забезпечуватись безперервна подача мастильно-охолоджувальної рідини (МОР) зі швидкістю не менше 0,3 л/с, що дозволяє уникнути перегріву поверхні та забезпечити стабільну якість шліфування.

Застосування вищенаведених параметрів шліфування дозволяє досягти високої чистоти поверхні та точності відновленої геометрії внутрішніх поверхонь картера, що є критично важливим для ефективної та надійної роботи масляного насосу в експлуатаційних умовах.

2.9 Вибір способів зміцнення шестерні масляного насосу

Для вибору оптимальних способів усунення дефектів шестерні масляного насосу використана довідникові дані.

Таблиця 2.5. Способи зміцнення зубчастих коліс зі сталі 40Х

№	Твердість серцевини, HRC	Твердість поверхні, HRC	Метод зміцнення
1	25...28	48...52	Контурне гартування СВЧ
2	27...32	52...55	Цементация
3	34...36	54...56	Азотування
4	35...40	55...58	Нітроцементация

Визначено оптимальний спосіб зміцнення шестерні масляного насосу. Згідно даних з табл. 2.5 оптимального способу усунення дефекту шестерні масляного насосу обираємо нітроцементацию (табл. 2.6).

					КРБАТТАМ 25. 24439.000. ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.10 Матеріал шестерні, її термообробка

Матеріал шестерні [10] — загартована сталь марки 40Х, з твердістю HRC55...58 (досліджується можливість заміни її на сталі типу 60ХГ, 18ХГТ, ШХ15 для підвищення ресурсу роботи). Вибір конкретної марки сталі для виготовлення деталей заснований на таких ключових міркуваннях:

-для деталей простої геометричної форми, від яких вимагається лише висока стійкість проти стирання та не пред'являються підвищені вимоги до міцності, доцільно використовувати вуглецеві сталі з оптимальними механічними характеристиками;

-для деталей, які зазнають значних експлуатаційних навантажень, включаючи ударні, або мають складну форму, більш доцільним є застосування легованих сталей, які мають вищу надійність і тривалість служби.

Конструкційні леговані сталі мають суттєві переваги над вуглецевими сталями, особливо після термічної обробки. Це пояснюється тим, що легуючі елементи суттєво впливають на інтенсивність дифузійних процесів, які протікають в металі при проведенні гартування і відпуску.

Для досягнення необхідної твердості та стабільності властивостей леговані сталі піддаються високотемпературному відпуску, який ефективніше знімає гартівні напруження. Завдяки цьому вдається отримати в матеріалі краще поєднання високої міцності, в'язкості та стійкості до дії ударних навантажень. Поліпшення механічних властивостей досягається також за рахунок того, що більшість легуючих елементів сприяють подрібненню зерна та підвищують міцність феритної фази.

Леговані сталі мають відносно малу критичну швидкість гартування, а отже, високу прожарюваність та незначну деформацію в процесі термообробки. У деталях з малими поперечними перетинами механічні

					<i>КРБАТТАМ 25. 24439.000. ПЗ</i>	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

властивості легованих та вуглецевих сталей приблизно однакові, однак у деталях з великими перетинами властивості легованих сталей суттєво вищі.

Покращувані сталі зазвичай містять від 0,3 до 0,5 % вуглецю, а також певну кількість легуючих елементів. Після відпалу їх структура складається з фериту та перліту, при цьому кількість перліту зростає зі збільшенням вмісту вуглецю та легуючих домішок. Термічна обробка цих сталей включає гартування та наступний високотемпературний відпуск.

Вибір сталі для виготовлення деталі проводиться з урахуванням її прожарюваності, оскільки навіть при однакових режимах обробки різні сталі демонструють різний рівень властивостей. Чим вищий вміст легуючих елементів, тим вища прожарюваність, отже, чим більший поперечний переріз деталі, тим більш леговану сталь слід вибирати для забезпечення необхідних характеристик.

Легування хромом і марганцем (сталі типу 60ХГ, 18ХГТ) підвищує прожарюваність, однак це також може зменшити ударну в'язкість і збільшує схильність до росту зерен аустеніту при високих температурах нагріву.

Високий комплекс механічних характеристик демонструють хромокремніємарганцовисті сталі, або так звані хромансили. Проте вони мають обмежену прожарюваність і схильність до знеуглецювання в процесі нагріву, що може ускладнювати обробку.

Інтенсивність зниження міцності та твердості при збільшенні діаметра заготівки тим нижча, чим вище ступінь легування сталі. Наприклад, сталь ШХ15 після гартування має структуру мартенситу з надлишковими карбідами і забезпечує високу твердість (HRC 61...63). Після гартування виконується низькотемпературний відпуск при 150...180 °С для зняття залишкових напружень.

					<i>КРБАТТАМ 25. 24439.000. ПЗ</i>	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Типові режими гартування сталей наведено в таблиці 2.7 [12] для зручності використання при виборі режимів термообробки в технологічному процесі виготовлення або ремонту шестерень.

Таблиця 2.7. Типові режими гартування сталей

Марка сталі	Температура гартування, °С	Охолоджуюче середовище	Температура відпуску, °С	Охолоджуюче середовище	HRC
40X	850	Масло	200	Вода	55...58
60XГ	840...850	Масло	180	Вода	60...64
18XГТ	870	Масло	180...200	Вода	62...66
ШХ15	840	Масло	150...180	Вода	61...63

Нітроцементация сталей — це процес насичення поверхні сталі одночасно вуглецем і азотом при температурі 700—950 °С у газовому середовищі, що складається з науглерожувального газу та аміаку.

Нітроцементацию доцільно застосовувати до нержавіючих сталей, сплавів із легуючими добавками, а також конструкційних сталей із пониженим вмістом вуглецю.

Основними факторами, що визначають концентрацію та глибину ціанованого шару, є час витримки та температура нагрівання. Чим вища температура, тим менше буде насичення азотом і більше — вуглецем. Збільшуючи час витримки деталі в печі, отримують глибший оброблений шар.

Рідинна

Рідинна нітроцементация, або ціанування, проводиться у ціаністих ваннах. Широке застосування для цієї обробки отримали суміші натрієвих солей: ціаністий натрій — до 25%, вуглекислий натрій — до 50% і хлористий натрій — також до 50%.

Ціанування відбувається при високих температурах. У ванні проходять хімічні реакції з утворенням атомарного азоту й вуглецю, які проникають у

					<i>КРБАТТАМ 25. 24439.000. ПЗ</i>	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

поверхню сталі. Утворений шар характеризується високою твердістю та значним опором до зношування.

У газовому середовищі

Нітроцементация в газовому середовищі здійснюється в суміші аміаку та науглерожувальних газів. Газова атмосфера під час процесу нітроцементации зазвичай містить метан та оксид вуглецю. Процес може проводитися при низьких температурах, у такому випадку вміст аміаку має становити 20–30%. Якщо ж обробка здійснюється при високих температурах, то концентрація аміаку повинна бути 3–7%. Ціанування відбувається в печах, куди аміак і газова суміш подаються окремо. У газовому середовищі можна отримувати досить товсті зміцнені шари — до 2 мм глибиною.

Низькотемпературна

Низькотемпературна нітроцементация виконується при температурі 550–600 °С протягом двох-трьох годин. При цьому значне насичення сталі вуглецем не відбувається — основні властивості матеріал набуває завдяки поглинанню азоту. В результаті обробки на поверхні сталі утворюється карбонітридний шар із підвищеною зносостійкістю. Твердість цього шару на легованих сталях може досягати 11000 HV.

Покриття пастою

Сметаноподібну пасту наносять на поверхню деталі, попередньо нагріту до температури 300 °С. Цемент і карборунд у складі пасти сприяють її затвердінню на повітрі та запобігають стіканню солей під час подальшого нагрівання деталі. На затверділу пасту наносять суміш кварцу та рідкого скла у співвідношенні 3 до 2. Після цього деталь занурюють у 30% водний розчин аміаку. При подальшому нагріванні струмами високої частоти (ТВЧ) нанесена суміш перетворюється на керамічну оболонку.

					<i>КРБАТТАМ 25. 24439.000. ПЗ</i>	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Шар хрому наноситься не лише з метою покращення зовнішнього вигляду виробу, а й для забезпечення ефективного захисту від корозії, підвищення поверхневої твердості, зносостійкості, а також збільшення геометричних розмірів деталей при їх відновленні.

Завдяки застосуванню хромування можна досягти низки важливих експлуатаційних переваг, серед яких:

- Покращення антикорозійних властивостей, що є особливо актуальним у складних умовах експлуатації, наприклад, при роботі паливних насосів;
- Підвищення твердості поверхні металевих елементів;
- Покращення захисту від ерозійного зношування та руйнування;
- Підвищення жароміцності, що забезпечує стабільність при високих температурах;
- Суттєве підвищення зносостійкості в процесі тривалої роботи.

Нанесення хрому на металеві вироби зазвичай називають хімічним хромуванням. Ця технологія широко застосовується для покращення як декоративних, так і функціональних характеристик машинних деталей. Реалізація процесу хромування здійснюється за допомогою таких основних методик:

Гальванічна;

Хімічна;

Методом напилення.

Гальванічне хромування може виконуватися двома основними способами: дифузійним та електролітичним.

Електролітичне хромування базується на принципі електролізу металів. У процесі обробки електричний струм проходить крізь електроліт — спеціальний розчин, який містить солі хрому, кислоту або луг. У ході проходження струму в електроліті виділяються іони хрому, які у вигляді

					<i>КРБАТТАМ 25. 24439.000. ПЗ</i>	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

катіонів осідають на поверхні оброблюваного виробу. Таким чином, формується щільне та рівномірне хромове покриття.

Середні параметри хромування гальванічним методом мають такі характерні значення:

Хромовий ангідрид — 250 г/л;

Сірчана кислота — 2,5 г/л;

Температурні показники процесу становлять: 50 °С для обробки з декоративною метою та 55–60 °С для деталей, які обробляються з метою покращення їх функціональних властивостей;

Щільність струму — 25 А/дм² для декоративного покриття, а також 60 А/дм² для досягнення високих функціональних характеристик.

Для забезпечення якісного результату при гальванічному хромуванні необхідно правильно підібрати як температуру електроліту, так і щільність струму. Важливо пам'ятати, що підвищення температури електроліту знижує вихід хрому по струму, тоді як збільшення щільності струму, навпаки, підвищує ефективність осадження хрому на поверхні виробу.

Хімічне хромування

Під час проведення хімічної обробки хромовим покриттям використовують ряд активних реагентів, серед яких:

- Хлористий хром (основне джерело хрому);
- Гіпофосфат натрію (відновник);
- Лимоннокислий натрій (стабілізатор розчину);
- 20%-ий розчин їдкого натра (регулятор рН);
- Вода (H₂O) як розчинник.

Під час проведення хімічної реакції обов'язково контролюється температура, яка підтримується на рівні, близькому до 80 °С. Перед нанесенням хромового шару на сталеву заготовку, необхідно спочатку нанести тонкий шар міді — це покращує адгезію хрому. Після завершення процесу

					<i>КРБАТТАМ 25. 24439.000. ПЗ</i>	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

хромування заготовку ретельно промивають у воді та висушують для видалення залишкової вологи. [12-17]

Підготовка до хромування деталей

Підготовчий етап хромування полягає у виконанні ряду обов'язкових технологічних операцій, які забезпечують високу якість майбутнього покриття:

Підготовка зовнішньої поверхні виробу шляхом ретельного шліфування та полірування до необхідного ступеня чистоти;

Очищення поверхні від бруду, мастила та інших забруднень із використанням спеціальних миючих засобів і дистильованої води, а також подальше протирання сухою чистою тканиною;

Повна ізоляція ділянок поверхні, на які не передбачено нанесення хрому, включаючи закривання отворів у випадках, коли не потрібно обробляти внутрішні поверхні;

Надійне встановлення деталі на підвіску, що дозволяє забезпечити правильне розміщення в гальванічній ванні;

Повне знежирювання поверхні з метою усунення залишків органічних речовин, які можуть негативно вплинути на адгезію;

Ретельна промивка водою для видалення залишків миючих засобів та реагентів;

Повне висушування деталі для запобігання попаданню вологи в електроліт;

Закріплення деталі на підвісці з надійним та гарантованим електричним контактом.

Гальванічну ванну готують із додаванням сірчаної кислоти, після чого оброблювану деталь занурюють у підготовлений розчин, до якого підводять електричний струм із чітко заданими параметрами щільності. Роль

					<i>КРБАТТАМ 25. 24439.000. ПЗ</i>	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

шестивалентного хрому виконує хромовий ангідрид, а тривалентного — сульфат або хлорид хрому, які беруть участь у формуванні покриття.

Також необхідно суворо дотримуватися встановленого температурного режиму розчину у ванні, який визначається з урахуванням специфіки технології хромування. При використанні терморезиму надзвичайно важливо підтримувати стабільні температурні показники протягом усього процесу. Будь-які відхилення від заданих значень можуть призвести до зниження адгезійних властивостей покриття, внаслідок чого гальванічне покриття втратить свою правильну структуру, а на поверхні можуть з'явитися дефекти, такі як тріщини, пори або відшарування.

Протяжність гальванічної обробки визначається необхідною товщиною хромованого шару, яка залежить від функціонального призначення деталі та умов її подальшої експлуатації.

У процесі проведення гальванічної обробки з розчину виділяється низка шкідливих парів і газів, які можуть становити небезпеку для здоров'я персоналу. Саме тому весь процес необхідно виконувати з дотриманням усіх вимог до техніки безпеки, включаючи обов'язкове застосування засобів індивідуального захисту (ЗІЗ) – респіраторів, рукавичок, окулярів та спеціального одягу.

Установка для нанесення покриттів методом хромування складається з кількох основних компонентів: хімічної або гальванічної ванни, джерела електричного живлення та оснастки для розміщення оброблюваних деталей, зокрема підвісів. У виробничих умовах середнього або великого підприємства таке обладнання використовується не лише для відновлення плунжерів, але й для обробки інших видів деталей з метою підвищення їх експлуатаційних характеристик, а також для нанесення або відновлення декоративних покриттів. З огляду на це, під час розробки та комплектації обладнання

					<i>КРБАТТАМ 25. 24439.000. ПЗ</i>	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

доцільно використовувати універсальні, стандартизовані та легко доступні зразки з відповідними комплектуючими.

Гальванічні ванни з поліпропілену виробництва компанії «Укрпласт» (рис. 2.8) призначені для виконання широкого спектра гальванічних процесів як хімічного, так і електрохімічного типу — зокрема, цинкування, хромування, нікелювання, оміднення, анодування, залізнєння, лудіння, позолоти та інших видів покриттів.



Рис. 2.8. Ванна для хромування загальний вигляд

Ці гальванічні ванни застосовуються як основне обладнання у виробничих гальванічних цехах, внутрішня поверхня яких перебуває в постійному контакті з агресивними хімічними речовинами. У таких ваннах можуть виконуватися всі стадії обробки деталей — від підготовчих операцій до основного технологічного процесу та фінального етапу завершення.

Основні переваги гальванічних ван із поліпропілену:

- високий рівень герметичності конструкції;
- інертність матеріалу до дії більшості хімічно активних речовин та робочих розчинів;

					КРБАТТАМ 25. 24439.000. ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- зручність у використанні та безпечність експлуатації для обслуговуючого персоналу;
- висока механічна міцність і довговічність при інтенсивному використанні;
- стійкість до термічного впливу — до 130 °С за умови відсутності значних механічних навантажень.

Умови хромування

Процес зносостійкого хромування, на відміну від декоративного, має ряд специфічних особливостей:

Напруга на клеммах ванни значно вища (досягає 5–5,5 В), що обумовлено використанням менш концентрованих електролітів;

Застосовується підвищена щільність струму, яка сприяє формуванню міцного покриття;

Товщина осажденного шару хрому є значно більшою, що, у свою чергу, зумовлює збільшену тривалість процесу — до 24 годин безперервної обробки;

Режим електролізу необхідно підтримувати в заданих технологічних межах. Відхилення від встановлених значень температури електроліту або щільності струму можуть призвести до виникнення внутрішніх напружень у шарі хрому, що погіршує якість покриття;

Хромуванню зазвичай підлягають сталеві та чавунні деталі машин без нанесення проміжного шару іншого металу.

Режими хромування підбираються залежно від призначення конкретної деталі, умов її експлуатації та вимог до якості та типу покриття — блискучого, матового або молочного.

З урахуванням умов експлуатації та необхідності відновлення зношеного плунжера призначаються такі умови гальванічної обробки:

Склад електроліту: CrO_3 – 125–200 г/л, H_2SO_4 – 1,25–2,00 г/л;

Температура розчину: 45–60 °С;

					<i>КРБАТТАМ 25. 24439.000. ПЗ</i>	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Щільність струму: 45–60 А/дм²;

Матеріал анода: свинцевий сплав — свинець-сурма (вміст Sb до 8%) або свинець-олово (Sn до 10%);

Період реверсу: катодна фаза 1–5 хв, анодна — 5–25 с;

Загальний час осадження: 2 години.

Під час електролітичного осадження застосування періодичної зміни напрямку постійного струму (реверсування) істотно впливає на властивості та структуру покриття. Основною перевагою хромування із застосуванням реверсного струму є можливість отримання шару товщиною 300 мкм і більше з мінімальними внутрішніми напруженнями. Крім того, реверсування дозволяє прискорити процес осадження хрому в 1,5–2 рази у порівнянні зі стандартними, прямоточними режимами.

Нанесення хрому на деталі машин у проточному електроліті з високими щільностями струму забезпечує формування покриття не лише високої якості, а й значної товщини. Такий підхід дозволяє збільшити швидкість процесу в 6–10 разів порівняно з класичним методом хромування в стоячому електроліті. При цьому забезпечується краща рівномірність осадження та вища зносостійкість покриття. Особливо ефективним є застосування проточного електроліту для хромування внутрішніх поверхонь отворів, де зазвичай важко досягти якісного покриття.

Після завершення електролітичного осадження отримуємо деталь, розміри якої збільшуються в межах 60–70 мкм на відкритих поверхнях, які не були закриті захисним покриттям.

Після промивки у воді та ретельного сушіння деталі піддають обов'язковій термічній обробці. Вона полягає у нагріванні виробу до температури в межах 150–200 °С з подальшою витримкою протягом 1,5–2 годин. Основною метою цієї операції є видалення водню, який може

					<i>КРБАТТАМ 25. 24439.000. ПЗ</i>	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

залишатися в нанесеному хромовому шарі після процесу електролітичного осадження.

Далі деталі з хромовим покриттям обробляють механічно: їх шліфують, хонінгують або полірують до досягнення заданих геометричних і поверхневих характеристик.

Для шліфування хромованих поверхонь використовують абразивний, а іноді й алмазний інструмент, який практично є єдиним ефективним засобом для подібної обробки. Недотримання рекомендованих умов та режимів шліфування може призвести до серйозних дефектів — таких як відшарування хромового шару, утворення тріщин або місцевих пропалів, що значно знижують якість готової деталі.

Перед вибором режимів шліфування обов'язково підбираються робочі параметри шліфувального інструмента — це розміри і форма шліфувального круга, тип його зв'язки, твердість, а також абразивний матеріал зерен. Усі ці характеристики мають відповідати заданим швидкостям обертання, складу та твердості оброблюваного матеріалу. Відомі показники шорсткості поверхні дозволяють обґрунтовано вибрати необхідну зернистість круга для досягнення бажаного ефекту.

Швидкісні режими різання підбираються згідно з нормативними рекомендаціями. Різні методи абразивної обробки враховують комплекс таких чинників:

- марка, тип і клас верстата, на якому здійснюється обробка;
- величина припуску на механічну обробку;
- заданий рівень шорсткості поверхні після шліфування;
- розміри, форма і матеріал деталі;
- група оброблюваності матеріалу, яка визначає його поведінку під час шліфування (наприклад, твердість, в'язкість, чутливість до перегріву тощо).

					<i>КРБАТТАМ 25. 24439.000. ПЗ</i>	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Припуск на шліфування відіграє ключову роль при виборі оптимальних швидкостей різання, типу та параметрів шліфувальних кругів. Він визначається, виходячи з бажаної якості поверхні після обробки, точності розмірів, рівня шорсткості, а також вимог до форми і допустимих відхилень. Ідеально підібраний припуск дозволяє забезпечити мінімальну собівартість, знизити трудомісткість операції та досягти необхідної якості деталі.

Круглі деталі типу циліндрів, поршнів, валів і штоків найчастіше шліфують зовні на центрових круглошліфувальних верстатах, що забезпечує високу точність обробки та якість поверхні.

					<i>КРБАТТАМ 25. 24439.000. ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		50

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У процесі виконання роботи були вирішені конкретні конструкторські, технологічні та організаційно-економічні завдання згідно з технічним завданням на виконання магістерської кваліфікаційної роботи.

1. Розглянуто особливості умов змащування, технічного обслуговування і експлуатації масляного насосу двигуна Д-240. Подано перелік умов для дефектації та відновлення корпусу масляного насосу цього двигуна, а також обґрунтовано вибір способу усунення дефектів як самого корпусу, так і зубчастих коліс приводу.

2. Для відновлення внутрішньої поверхні корпусу масляного насоса рекомендовано застосовувати хромування у холодному тетрахроматному електроліті з використанням ультразвукового поля — відповідна технологічна послідовність обробки (технологічний процес) була спеціально спроектована.

3. Наведено характеристики матеріалів пари тертя “шестерня – корпус масляного насоса”, а також детально описано умови їх змащування. Проведено технічну оцінку зносостійкості вузла тертя, виконано розрахунок параметрів моделей зношування з метою прогнозування ресурсу. Встановлено, що найбільш оптимальною маркою сталі для виготовлення шестерні масляного насоса є легована конструкційна сталь 18ХГТ, яка забезпечує достатню міцність і зносостійкість.

4. Додатково розглянуто радикальні методи підвищення зносостійкості окремих деталей масляного насоса, включаючи поверхневе зміцнення та термохімічну обробку.

					<i>КРБАТТАМ 25. 24439.000. ПЗ</i>	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Спроектовано макет дільниці ремонтного цеху, призначеної для відновлення масляного насоса 240-1403010 двигуна Д-240. Проведено дослідження особливостей конструкції люнетів, призначених для утримання і відрізання профільних заготовок при обробці. Розроблено повний комплект графічної частини, що супроводжує пояснювальну записку, включаючи креслення, схеми та маршрутно-технологічні карти.

					<i>КРБАТТАМ 25. 24439.000. ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		52

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Опір матеріалів. Приклади, задачі, розрахункові роботи: Навчальний посібник/ В.В. Ковтун, В.С. Павлов, О.А. Дорофєєв. - Хмельницький: ТУП, 1999.-248 с.
2. Кузьменко А.Г. Методи розрахунків і випробувань на зношування та надійність. Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. – Хмельницький: ТУП, 2002. – 151 с.
3. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. Підручник. – К.: Знання-Прес, 2003. – 511 с.
4. Рудик О.Ю. Лекційний матеріал з курсу САПР ТП зміцнення. ХНУ. – 2004.
5. Кузьменко А.Г. Лекційний матеріал з курсу Основи наукових досліджень. ХНУ. – 2004.
6. Жидецький В.Ц., Джигирей В.С., Сторожук В.М. та ін. Практикум із охорони праці. Навчальний посібник / За ред. канд. техн. наук, доцента В.Ц. Жидецького. – Львів, Афіша, 2000 – 352с.
7. Choong-Nyeon Park, Min-Но Chang. Діяльність нікелевих тверджень на властивості металів hydride electrodes // J. of Alloys and compounds. 1995. № 231, pp. 846-851.
8. A. Turonova, M. Galova, L. Lux, M. Gal. Електрохімічні процеси під час пофарбування статей за Ni і Ni / Cu coating в fluidized bed // J. Solid State Elektrochem. 2001 №5, pp. 502-506.
9. Розовський Г І, Вяшкalis А. І. Хімічне міднення. Вільнюс, РІНТІП, 1966. 60 с.

					КРБАТТАМ 25. 24439.000. ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Yu Xingwen, Cao Chunan etc. Study double layer rare earth metal conversion coating on aluminum alloy LY12 // Corrosion Science. 2001 №43, pp. 1283-1294.
11. Zum Gahr K.-H. Microstructure and wear of materials. – Amsterdam : Elsevier, 1987. – 560 p.
12. Wang Y.-L. An analysis of the influence of plastic indentation on three-body abrasive wear of metals / Y.-L. Wang, Z.-S. Wang // Wear, 1988. – V.122. – N2. – P.123–133.
13. Beckmann G., Gotzmann J. Analytische Betrachtung zum Strahleverschleis von Metall // Schmierungstechnik. – 1979. – V.10. – N4. – S.104–107.
14. Spurr R.T. The nature of contact during abrasion // Wear. – 1981. – V.67. – N3. – P.375–379.
15. Torrance A. A. An explanation of the hardness differential needed for abrasion // Wear. – 1981. – V.68. – N2. – P.263–266.
16. Rohrig K. Abrasionsbeständige Eisenguswerkstoffe. – VDI-Z. – 1962. – 124. – N5. – P. 11–14, 17–20, 23–24.
17. Kassim S. Al-Rubaie. Equivalent hardness concept and two-body abrasion of iron-base alloys // Wear. – 2000. – V.243. – 1-2. – P. 92–100.

					<i>КРБАТТАМ 25. 24439.000. ПЗ</i>	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додатки

					<i>КРБАТТАМ 25. 24439.000. ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		55

**Хмельницький національний університет
Факультет інженерії, транспорту та архітектури
Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства**

Тема:

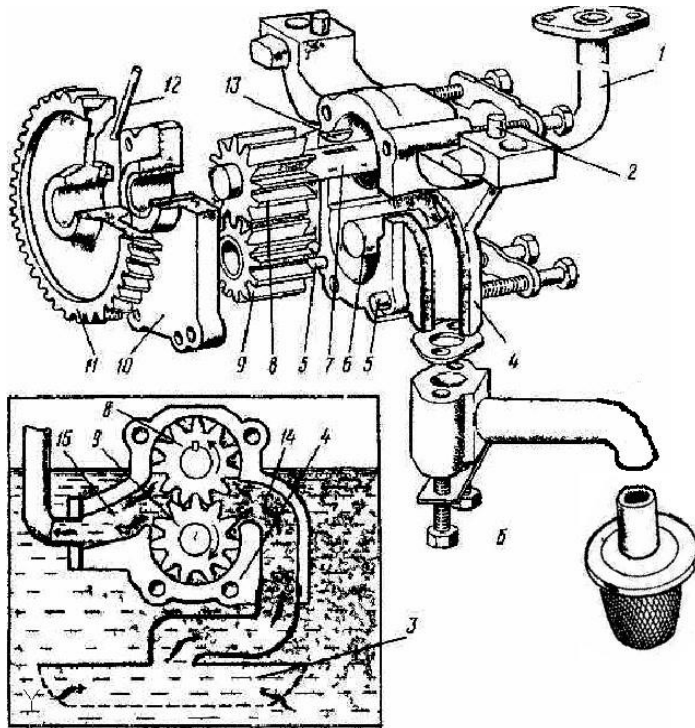
**Ремонт та відновлення корпусу масляного насосу
двигуна Д-240**

Спеціальність 274 – «Автомобільний транспорт»

Студент групи АТ -21-1 Соловйов Олег

Керівник: доц. Гончар В.А.

Масляний насос дизеля Д-240

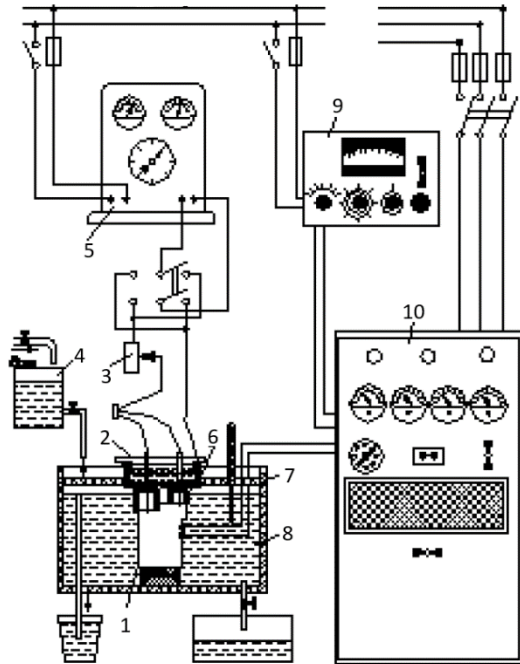


1 – нагнітальна трубка; 2 та 5 – штифти; 3 – мастилоприймач; 4 – картер; 6 – вісь; 7 – вал;
8 та 9 – ведуче та ведене зубчасті колеса; 10 – кришка; 11 – зубчасте колесо приводу; 12 – штир; 13 – шпонка; 14 – всмоктуюча порожнина 15 – нагнітальна порожнина.

Дефекти корпусу масляного насоса

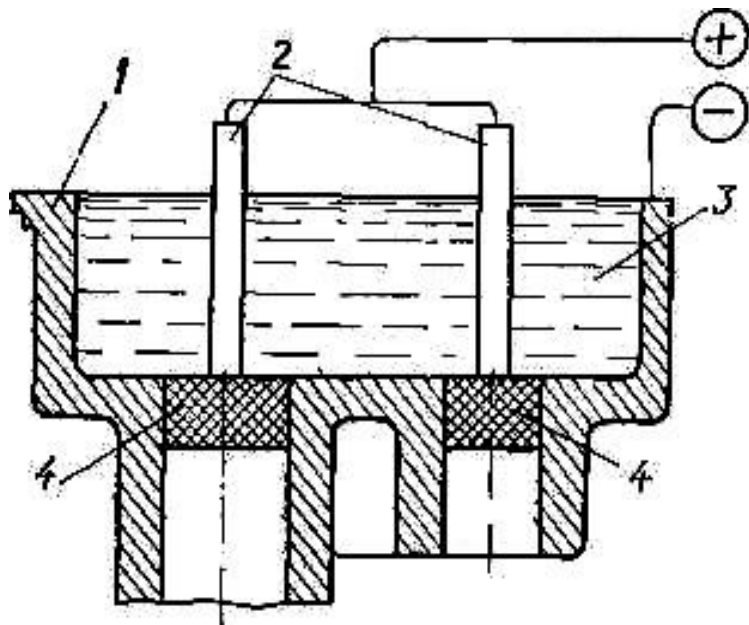
№ дефекту	Назва дефекту
1	Знос поверхонь, спряжуваних з шестернями
2	Тріщини
3	Жолоблення

Схема установки для хромування в ультразвуковому полі



1 – магнітострикційний вібратор; 2 – оправка для установки анодів та катодів; 3 – реостат; 4 – зрівняльний бачок охолодження; 5 – випрямляч; 6 – електролізер; 7 – кришка; 8 – ванна для води; 9 – частотомір; 10 – ультразвуковий генератор.

Електролітичне нарощування поверхні картера



1 – картер; 3 – електроліт; 2 – аноди; 4 – гумові пробки.

Рекомендований склад електроліту і режим роботи:

CrO_3 – 350...400 г/л; H_2SO_4 – 2,0...2,5 г/л; NaOH – 40...60 г/л; цукор або глюкоза – 1...2 г/л.

Режим осадження:

густина струму (D_k) — 10...80 А/дм²; температура електроліту — 18..22 °С.

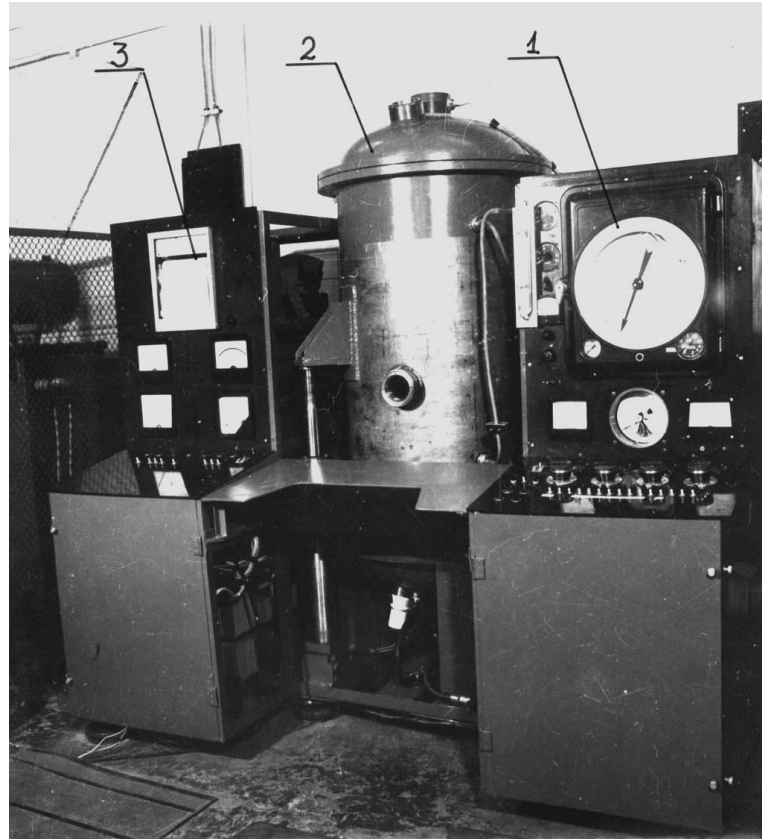
Типові режими гартування сталей

Марка сталі	Температура гартування, °C	Охолоджуюче середовище	Температура відпуску, °C	Охолоджуюче середовище	HRC
40X	850	Масло	200	Вода	55...58
60XГ	840...850	Масло	180	Вода	60...64
18XГТ	870	Масло	180...200	Вода	62...66
ШХ15	840	Масло	150...180	Вода	61...63

Способи зміцнення зубчастих коліс

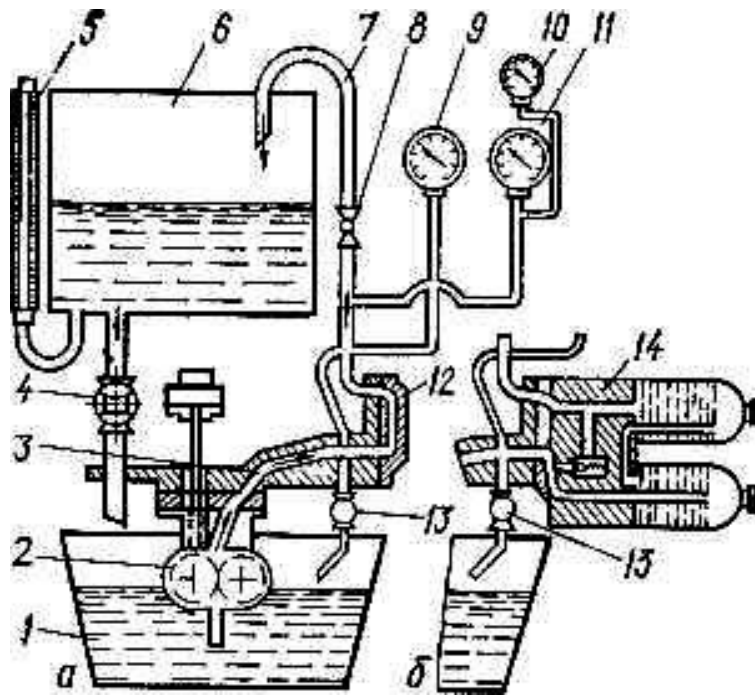
№	Твердість серцевини, HRC	Твердість поверхні, HRC	Метод зміцнення
1	25...28	48...52	Контурне гартування СВЧ
2	27...32	52...55	Цементация
3	34...36	54...56	Азотування
4	35...40	55...58	Нітроцементация

Установка для азотування матеріалів у тліючому розряді



1 – блок вакуумування і газоприготування з контрольно-вимірювальними приладами; 2– вакуумна камера; 3 – блок електрозабезпечення з відповідними контрольно-вимірювальними приладами.

Схема установки для випробовування та контролю масляного насосу і фільтра



1 – нижній бак; 2 – шестерінчастий масляний випробовуваний насос; 3 – канал настановного кронштейна; 4 – кран; 5 – мірна труба; 6 – верхній бак; 7 – труба; 8 – вентиль для регулювання; 9, 10, 11 – манометри; 12 – заглушка; 13 – дросельний клапан для регулювання тиску; 14 – випробовуваний фільтр.

ВИСНОВКИ

1. Розглянуто особливості умов роботи, змащування, технічного обслуговування і експлуатації масляного насосу двигуна Д-240. Представлено перелік умов для дефектації та відновлення корпусу масляного насоса, а також обґрунтовано вибір способу усунення дефектів.

2. Для відновлення внутрішньої поверхні корпусу масляного насоса рекомендовано застосовувати хромування у холодному тетрахроматному електроліті з використанням ультразвукового поля і режимами обробки.

3. Дослідженнями встановлено, що найбільш оптимальною маркою сталі для виготовлення шестерні масляного насоса є легована конструкційна сталь 18ХГТ, яка забезпечує достатню міцність і зносостійкість.

4. Режими зміцнення шестерень з сталі 18ХГТ: гартування – від 870 °С, відпуск від 190 °С. Азотування – температура 580°С, вміст аргону 25% в суміші з азотом, тиск 80Па, час дифузійного насичення 6 год.

Дякую за увагу