

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Розроблення технологічного процесу відновлення розподільчих валів вантажних автомобілів з дослідженням впливу режимів припрацювання двигунів на початкове зношування їх деталей

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи МАм-62 спеціальності 274

«Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

Віталій МАШЛЮХ

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Андрій ГУПКА

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Роман ХОРОШУН

(прізвище та ініціали)

Зав. кафедри

(підпис)

Олег ЦЬОНЬ

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ФакультетІнженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

КафедраАвтомобілів

(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Цьонь О.П.

(підпис)(прізвище та ініціали)

«11 » листопада 2024 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступенямагістр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю274 Автомобільний транспорт

(шифр і назва спеціальності)

студентуМашлюху Віталію Володимировичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботиРозроблення технологічного процесу відновлення розподільчих валів вантажних автомобілів з дослідженням впливу режимів припрацювання двигунів на початкове зношування їх деталей

Керівник роботиГупка А.Б., к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «12 » листопада 2024 року № 4/7-1088.

2. Термін подання студентом завершеної роботи22 грудня 2024 року

3. Вихідні дані до роботиБазовий технологічний процес відновлення розподільчих валів вантажних автомобілів

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1 Загально-технічний розділ. 2 Технологічний розділ. 3 Конструкторський розділ.

4 Науково-дослідний розділ. 5 Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	к.т.н. доц. Ткаченко І.Г.		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	ст. викл. Стручок В.С.		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально-технічний розділ	16.11.2024	
2	Технологічний розділ	22.11.2024	
3	Конструкторський розділ	29.11.2024	
4	Науково-дослідний розділ	6.12.2024	
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	13.12.2024	
6	Оформлення графічної частини	19.12.2024	
7	Захист кваліфікаційної роботи магістра	23.12.2024	

Студент

(підпис)

Керівник роботи

(підпис)

Віталій МАШЛЮХ

(прізвище та ініціали)

Андрій ГУПКА

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Експлуатація транспортних засобів вимагає проведення заходів по підвищенню експлуатаційної надійності і відновлення деталей автомобілів. У зв'язку з цим актуальними є питання, пов'язані з ремонтними технологіями і забезпечення експлуатаційної надійності вузлів та агрегатів автомобілів. При цьому необхідність забезпечення запасними частинами стає визначальним фактором, який впливає на конкурентоспроможність того або іншого автопідприємства. Можливість організації своєчасної заміни і відновлення зношених деталей автомобіля залежить працездатність і економічна ефективність всього автопідприємства.

Мета магістерської кваліфікаційної роботи - розробка технологічного процесу і організація ділянки по відновленню розподільчих валів вантажних автомобілів. У ході виконання кваліфікаційної роботи для реалізації поставленої мети вирішені наступні завдання: скласти технологічний процес для відновлення деталі методом наплавлення; вибрати параметри режимів відновлювального наплавлення, необхідного обладнання, устаткування, робочого інструменту, наплавних матеріалів.

На даний час можна виділити декілька технологічних способів, які дозволяють в тій або іншій формі ефективно проводити відновлення і зміцнення розподільчих валів автомобілів. Досягнення поставленою мети вимагає проведення пошуку і аналізу джерел науково-технічної інформації щодо підвищення ефективності відновлення розподільчих валів двигунів внутрішнього згоряння.

До перспективних технологій, які можуть бути застосовані при відновленні розподільчих валів, відноситься плазмове нанесення покриттів. Цей спосіб дозволяє використовувати відносно недорогі порошкові сплави та забезпечити високий термін експлуатації відновлених деталей. Таким чином, плазмове наплавлення слід визнати перспективним технологічним процесом, який дозволяє не лише відновлювати експлуатаційні властивості деталей автомобілів, але і суттєво підвищувати їх працездатність. Техніко-економічні показники плазмового наплавлення перевищують всі інші способи відновлення

деталей автомобілів. Отримані результати магістерської кваліфікаційної роботи можуть бути використані для відновлення розподільчих валів автомобілів.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	1
ЗМІСТ	3
ВСТУП	5
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ	7
1.1 Аналіз сучасних технологій по відновленню розподільчих валів вантажних автомобілів	7
1.1.1 Умови експлуатації розподільчих валів та їх дефекти	7
1.1.2 Характеристика матеріалів для виготовлення розподільчих валів	10
1.2 Обґрунтування вибору способу відновлення розподільчого валу	12
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	21
2.1 Технологічний процес відновлення розподільчих валів	21
2.2 Розрахунок конструкції розподільчого валу	28
2.3 Розрахунок ефективності запропонованої технології	36
2.3.1 Вихідні дані для проведення розрахунків	36
2.3.2 Розрахунок заводської собівартості варіантів технології зварювання	38
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	42
3.1 Установка для плазмового наплавлення розподільчого вала	42
3.2 Характеристика та призначення основних параметрів процесу плазмового наплавлення розподільчого вала	48
4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ	51
4.1 Методики проведення досліджень по впливу способу припрацювання деталей двигунів на інтенсивність їх зношування	51
4.2 Характеристики основних способів вимірювання величин зносу деталей двигуна	54
4.3 Вплив методу припрацювання двигуна на кінетику зміни основних триботехнічних показників	55
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	60

5.1 Технологічна характеристика об'єкта	60
5.2 Ідентифікація професійних ризиків	61
5.3 Пропоновані технологічні та організаційні заходи для зниження професійних ризиків	64
5.4 Оцінка хімічної обстановки на об'єктах, що мають сильнодіючі отруйні речовини	66
ВСИНОВКИ	70
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	71

ВСТУП

Практика експлуатації автомобілів показує, що близько 75% зношених деталей вузлів і механізмів можуть бути повторно використані за умови проведення якісного ремонту. Значна частина деталей, що підлягають вибракуванню, є ремонтпридатними, тому їх доцільно не утилізувати, а відновлювати для подальшого використання. У зв'язку з цим на автопідприємствах економічно вигідно створювати ремонтні служби, що дозволяють значно скоротити витрати на придбання нових запасних частин.

Розподільчий вал вантажного автомобіля є типовою деталлю, яка ефективно використовується після ремонту. Під час експлуатації цей елемент зазнає значного зносу, проте сучасні технічні засоби дозволяють відновити його функціональність для подальшого застосування.

Вибір оптимальної технології відновлення розподільчих валів є важливою задачею, вирішення якої сприяє скороченню простоїв автомобілів, економії фінансових та трудових ресурсів автопідприємств, особливо за умов дефіциту запасних частин.

Технологічний процес відновлення поверхонь кулачків розподільчих валів є одним із найскладніших в ремонті деталей газорозподільних механізмів двигунів внутрішнього згоряння.

Газотермічне напилення цей метод обмежено використовується через високу вартість матеріалів. Відновлений розподільчий вал коштує 50–60% вартості нового. Крім того, нанесене покриття характеризується низькою когезійною та адгезійною міцністю, а також недостатньою втомною міцністю.

Лазерні технології використання лазерних методів дозволяє значно покращити експлуатаційні характеристики робочих поверхонь. Проте через низький коефіцієнт корисної дії та високу енергоємність вони не набули широкого застосування.

Плазмове напилення цей метод є перспективним завдяки можливості використання недорогих порошкових сплавів, що забезпечують тривалий термін експлуатації відновлених деталей. Однак відновлення поверхонь кулачків розподільчих валів ускладнено їхньою формою, що відрізняється від

циліндричної.

Плазмове наплавлення дозволяє комбінувати різні наплавочні порошки, що дає змогу отримувати поверхні з унікальними властивостями. Технологія характеризується мінімальним тепловим впливом на основний метал розподільчого валу, що сприяє збереженню його структурних властивостей.

Таким чином, плазмове наплавлення є перспективним методом відновлення, що забезпечує високу якість та тривалу експлуатацію деталей, мінімізуючи витрати та вплив на основний метал.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Аналіз сучасних технологій по відновленню розподільчих валів вантажних автомобілів

1.1.1 Умови експлуатації розподільчих валів та їх дефекти

Розподільчий вал, представлений на рисунку 1.1, виготовлений із сталі 45. Для найбільш навантажених елементів розподільчого валу, до яких відносять ексцентрики, шестерні і опорні шийки, проводять поверхневе загартування із застосуванням струмів високої частоти, яке виконують на глибину 2...5 мм. При цьому твердість матеріалу поверхні вала після термічної обробки складає $HRC = 40...56$ для шестерень та $HRC = 52...62$ для інших елементів валу.

Оскільки розподільчий вал має закладену в нього спочатку малу конструктивну жорсткість, тому в процесі експлуатації він піддається дії змінних навантажень, які розподілені по його довжині. Також слід враховувати, що навантаження, які додаються, мають кутове зміщення щодо один одного, що призводить до утворення у валу не тільки згинальних зусиль, а й крутного моменту. Крім того, під час роботи поверхні вала відчують значні контактні тиски по зоні торкання «кулачок-штовхач».

На розподільчих валах виявляються наступні характерні дефекти: знос опорних шийок, знос кулачків, знос шийки під розподільчу шестерню, вигин вала, пошкодження різьбових поверхонь і шпонкової канавки.

Якщо в результаті проведених вимірів встановлено, що поверхня опорних шийок зношена на 0,1...0,4 мм, то такий вал підлягає відновленню. Зношування кулачків відбувається, головним чином, в зоні примикання до вершин, при зносі 0,2...1,4 мм вал підлягає відновленню.

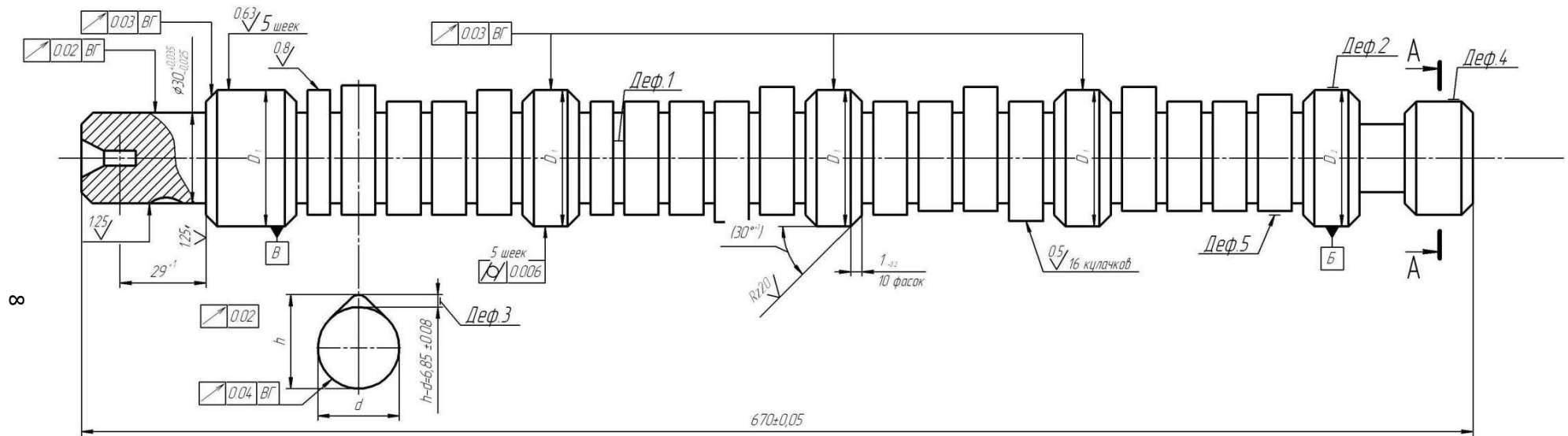


Рисунок 1.1 – Робоче креслення розподільного валу вантажного автомобіля

Різьбова поверхня валу при фарбуванні або зриві більше двох ниток також має бути відновлена. У разі, якщо вигин вала перевищує 0,1...0,15 мм, слід провести корекцію вала. Відновлення шпонкового паза проводять при його зносі більше 0,07...0,09 мм. У таблиці 1.1 представлені дані по основних дефектах розподільчих валів вантажних автомобілів після тривалої експлуатації.

Таблиця 1.1 - Дефекти розподільчих валів після довготривалої експлуатації автомобіля

Найменування дефекту	Коефіцієнт повторюваності для різних двигунів				
	Cummins ISX12	John Deere 6068	Ford 300 Inline-6	Chevrolet 292 Inline-6	Detroit Diesel Series 60
знос кулачків по висоті	0,16	0,02	0,4	0,02	0,9
знос поверхні опорних шийок у межах ремонтного розміру	0,02	0,04	0,08	0,04	0,02
знос поверхні опорних шийок за межами ремонтного розміру	0,5	0,6	0,6	0,4	-
знос шпонкового паза вище допустимого	0,04	0,06	-	0,06	-
знос під розподільчої шестерні- зубчасте колесо	0,01	0,07	0,05	0,07	-
знос різьбової поверхні	0,05	0,07	0,05	0,07	-
знос шийки під ексцентрик	-	-	0,05	-	-

Для відновлення працездатності розподільчих валів застосовуються різні технологічні прийоми. Наприклад, кулачки розподільчих валів можуть бути відновлені шліфуванням із збереженням профілю кулачка. У цьому випадку з використанням копіра проводять обробку кулачка на шліфувальному верстаті, видаляючи сліди зносу. У випадку, якщо знос вала перевищує ремонтний розмір, його відновлення з використанням шліфування стає неможливим, так як у цьому випадку відбувається значне зменшення радіусу заокруглення кулачка. В даному випадку потрібне виконання операції наплавлення поверхні кулачка.

1.1.2 Характеристика матеріалів для виготовлення розподільчих валів

Як правило, розподільчі вали виготовляються із сталі 45, яка є конструкційною якісною сталлю. Хімічний склад сталі 45 представлено в таблиці 1.2, а механічні властивості - в таблиці 1.3.

Таблиця 1.2 - Хімічний склад сталі 45

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu
0,42 - 0,5	0,17 - 0,37	0,5 – 0,8	до 0,25	до 0,04	до 0,035	до 0,25	до 0,25» [20]

Таблиця 1.3 - Механічні властивості сталі 45

Заготовка	σ_B МПа	σ_T МПа	δ_5 %	ψ %	KCU кДж/м ²	Термічна обробка
Пруток	470	245	19	42	39	Нормалізація 300 ° С

У сталі 45 зміст вуглецю вище, ніж у низьковуглецевих сталях, що зумовлює труднощі при її зварюванні та наплавленні і виникнення наступних дефектів: освітлення холодних тріщин в навколошовній зоні, виникнення гарячих тріщин в наплавленому металі, розміцнення наплавленого металу і навколошовної зони в порівнянні з основним металом, відновлюваних деталей.

На рисунку 1.2 показано зовнішній вигляд холодної тріщини, яка утворюється при локальному чи транскристалічному руйнуванні металу. Оскільки освітлення холодних тріщин відбувається після того, як зварне з'єднання охоллоло нижче 200° С, їх поверхня не містить слідів високотемпературного окислення і має блискучий злам. Освітлення холодних тріщин починається відразу після охолодження зварного з'єднання та продовжується протягом кількох днів після зварювання або відновлювального наплавлення. При цьому тріщини поширюються як в товщину основного металу, так і вздовж зварного шва. Траєкторія холодної тріщини має характерні злами, так як вона поширюється нелінійно. Таким чином, зовнішніми ознаками холодної тріщини є ламана траєкторія та блискуча поверхня зламу без слідів окислення металу.

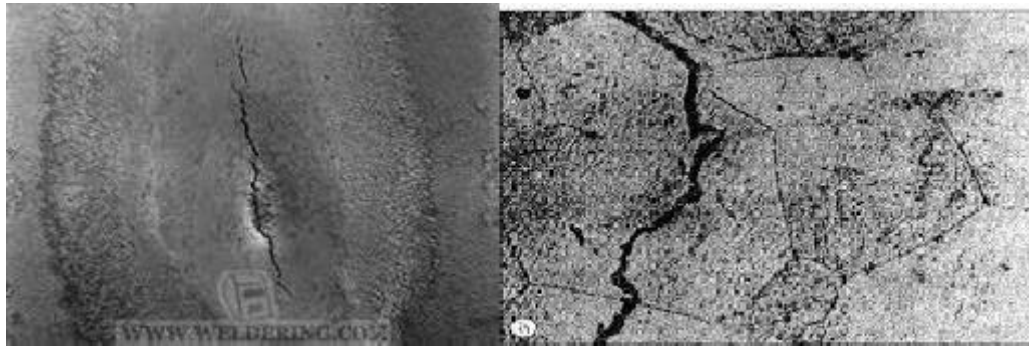


Рисунок 1.2 – Загальний вигляд освітлених холодних тріщин в металі зварного шва

На рисунку 1.3 показано зовнішній вигляд гарячих тріщин, причиною появи яких є знижена деформаційна здатність перегрітого металу зварного з'єднання. У момент кристалізації металу зварювальної ванни відбувається зменшення його обсягу і освітлення розтягують напруги. Оскільки перегрітий метал не має достатньої деформаційної здатності, в нім під дією розтягуючих напруг утворюються тріщини. Ймовірність освітлення гарячих тріщин при зварюванні збільшується, якщо не проводити термічну обробку відразу після зварювання. Також на схильність до утворення гарячих тріщин негативно впливають концентратори напруг і висока швидкість зварювання.

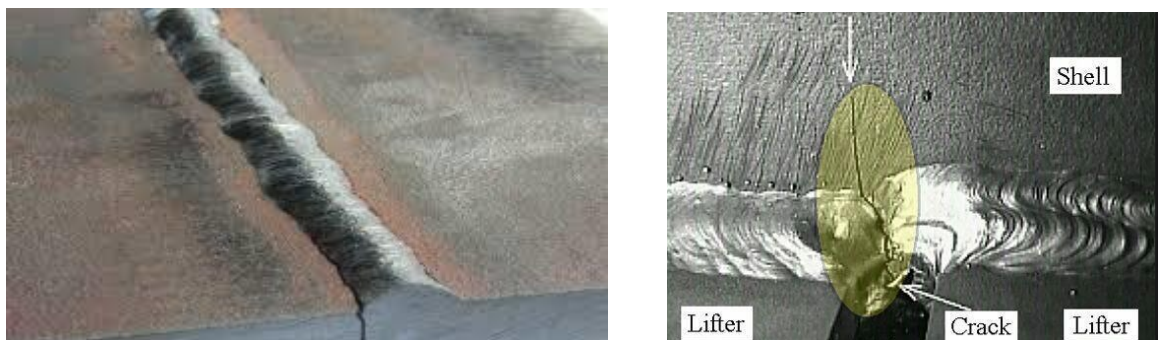


Рисунок 1.3 – Загальний вигляд гарячих тріщин при зварюванні і наплавленні

При зварюванні та наплавленні деталей із сталі 45 спостерігається розміцнення основного металу в зоні термічного впливу та металу зварного шва. Причиною розміцнення є неповна перекристалізація і висока температурна відпустка. Негативний ефект від розміцнення проявляється при тривалій експлуатації зварної конструкції, який проявляється в освітленні

втомних тріщин і зниженні тривалої міцності металу. Схильність металу до зміцнення при зварюванні і наплавленні залежить від термічного циклу металу при зварюванні, а також від правильності виконання термічної обробки після зварювання. При збільшенні погонної енергії зварювання спостерігається посилення ефекту розміцнення металу зварного шва і навколошовної зони. Утворений при цьому, м'який прошарок сприяє виникненню локальних руйнувань конструкції, що відбувається при тривалій експлуатації і особливо проявляється при згинальних навантаженнях.

1.2 Обґрунтування вибору способу відновлення розподільчого валу

На даний час можна виділити декілька технологічних способів, які дозволяють в тій або іншій формі ефективно проводити відновлення і зміцнення розподільчих валів автомобілів. До першого способу відноситься спосіб нанесення гальванічних покриттів, при цьому, якщо зношування становить менше 0,5 мм, застосовують хромування, якщо знос складає більше 0,5 мм - нікелювання з наступним хромуванням. До другого способу можна віднести наплавлення під шаром флюсу, при цьому, проведення поверхневого пластичного деформування дозволяє отримати твердість поверхні до 62 HRC. Третім способом є плазмове наплавлення композиційними матеріалами і плазмове напилення. Четвертий спосіб - надзвукова електродугова металізація. Відновлення шийок вала може бути виконано шляхом приварювання тонкостінних напівкільць.

При відновленні валів можуть бути застосовані лазерні технології: лазерне загартування після шліфування в ремонтний розмір або лазерне поверхневе легування порошками ПС-12НВК-01 і Пр-Х23Н23М5С2Р2АФ.

За результатами попереднього аналізу технічної та патентної літератури, присвяченої відновленню деталей автомобілів можна виділити критерії, по яких можлива оцінка ефективності застосування різних способів відновлення.

Основні критерії при виборі способу відновлення розподільчих валів: технологічний (можливість застосування аналізованого способу для усунення

дефекту); технічний (можливість забезпечення довговічності відновлюваної деталі); техніко-економічний (обґрунтування витрат на проведення відновлення порівняно з придбанням нової деталі).

Технологічний критерій застосовується для оцінки способів відновлення деталей автомобілів з погляду можливості його застосування при усуненні розглянутого дефекту з обліком матеріалу деталі, величини та характеру дефекту, конструктивних особливостей деталі. Цей критерій передбачає оцінку всіх можливих способів, які можуть бути використані при виправленні дефектів на деталі. Технічний критерій дозволяє провести оцінку перспектив подальшої експлуатації деталі після відновлення. Оцінка по цьому критерію виконується з використанням наступних показників: втомна міцність, довговічність, зчеплюваність, мікротвердість, зносостійкість.

Наближені значення коефіцієнтів зносостійкості, зчеплюваності та витривалості представлені в таблиці 1.4, побудованій за даними згідно аналізу науково-технічної інформації.

Таблиця 1.4 - Значення коефіцієнтів зносостійкості, витривалості і зчеплюваності для різних способів відновлення деталей автомобілів

Способи відновлення	Значення коефіцієнтів		
	Зносостійкості K_i	Витривалості K_B	Зчеплюваності K_Z
Наплавлення в вуглекислому газі	0,85	0,9...1,0	1,0
Вібродугове наплавлення	0,85	0,62	1,0
Наплавлення під шаром флюсу	0,90	0,82	1,0
Дугова металізація	1,0...1,3	0,6 ... 1,1	0,2...0,3
Газополум'яне напилення	1,0...1,3	0,6 ... 1,1	0,3...0,4
Плазмове напилення	1,0...1,5	0,7 ... 1,3	0,4...0,5
Хромування (Електролітичне)	1,0...1,3	0,7 ... 1,3	0,4...0,5
Залізнення (Електролітичне)	0,9...1,2	0,8	0,65 ... 0,8
Контактне наплавлення (приварювання металевого шару)	0,9 ... 1,1	0,8	0,8 ... 0,9

Ручне наплавлення	0,9	0,8	1,0
Клейові композиції	1,00	—	0,7
Електромеханічна обробка (висадка і згладжування)	до 3,00	0,8	1,0
Обробка під ремонтний розмір	1,0	1,0	1,0
Встановлення додаткової деталі	1,0	0,8	1,0
Пластичне деформування	0,8 ... 1,0	1,0	1,0

Аналіз технічного критерію дозволяє із альтернативних способів відновлення даної деталі вибрати найбільш оптимальний спосіб: вібродугове наплавлення, механізоване і автоматичне наплавлення в середовищі вуглекислого газу, плазмове наплавлення, газополум'яне напилення, плазмове напилення.

Подальший аналіз проводиться з використанням технічного критерію (критерію довговічності) і розраховується як добуток коефіцієнтів (таблиця 1.4).

Відносно вібродугового наплавлення:

$$До_{\text{д}} = 1,15 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 1,03.$$

Відносно наплавлення в середовищі вуглекислого газу:

$$До_{\text{д}} = 1,4 \cdot 0,7 \cdot 1,0 = 1,0.$$

Відносно плазмового наплавлення:

$$До_{\text{д}} = 1,6 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 1,45.$$

Відносно газополум'яного напилення:

$$До_{\text{д}} = 1,2 \cdot 0,8 \cdot 0,4 = 0,4.$$

Відносно плазмового напилення:

$$До_{\text{д}} = 1,3 \cdot 0,9 \cdot 0,5 = 0,6.$$

При вібродуговому напавленні, схема виконання якого показана на рисунку 1.4, електрод діаметром 1,5...2 мм вібрує з частотою 30 ... 100 Гц і амплітудою 0,5...1 мм. У результаті таких вібрацій відбувається періодичне закорочення дуги на метал, який наплавляється. У результаті чого, періодично відбуваються короткі замикання і частини наплавлюваного електрода

переходять на поверхню деталі. В результаті утворюється наплавлений шар малої товщини. Оскільки виріб постійно охолоджується з застосуванням рідини або стисненого повітря, деформування у процесі наплавлення практично не відбувається. Також через високу швидкість охолодження, збільшується твердість наплавленого шару.

Вібродугове наплавлення широко застосовується при відновленні циліндричних деталей малого діаметра.

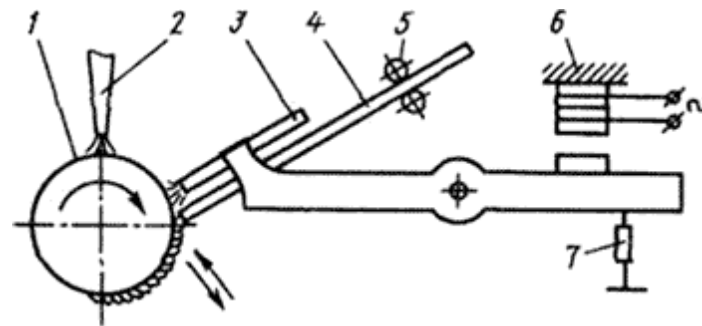


Рисунок 1.4 - Схема вібрودугового наплавлення деталей

1 - матеріал, який наплавляється; 2 – сопло для подачі рідини, яка охолоджує деталь; 3 - сопло для подачі рідини в зону наплавлення; 4 – електродний дріт; 5 - електроподаючі ролики; 6 - електромагнітний вібратор; 7 – пружина

У процесі вібрودугового наплавлення покриття має велику кількість пор і нерівномірну твердість за площею. Також структура покриття нерівномірна, що призводить до освітлення значних залишкових напруг, які розтягують, в результаті чого відбувається зниження втомної міцності на 30...40%. Щодо розподільчих валів вібродугове наплавлення використовувати нераціонально, так як воно не дозволяє отримати необхідні властивості деталі після відновлення.

Наплавленням у вуглекислому газі, схема виконання якої показана на рисунку 1.5, можливо отримати наплавлений шар з високою якістю. При цьому, в порівнянні з вібродуговою наплавкою продуктивність методу значно вище. Якість наплавленого шару та зносостійкість при напавленні у вуглекислому газі нижче, ніж при плазмовому наплавленні. Крім того, на економічних

показниках наплавлення в вуглекислому газі негативно позначається розбризкування електродного металу

Наплавлення в середовищі вуглекислого газу ведуть постійним зворотним струмом полярності. У залежності від основного металу відновлюваної деталі проводять вибір зварювального дроту, на який також впливають вимоги до складу та властивостям наплавленого металу. Вибір швидкості подачі дроту здійснюють в залежності від величини струму наплавлення таким чином, щоб забезпечити відсутність обривів дуги та коротких замикань. При напавленні дотримуються кроку між напавлюваними валиками 2,5...3,5 мм, при цьому слід забезпечити перекриття валиків на $\frac{1}{3}$ їх товщини.

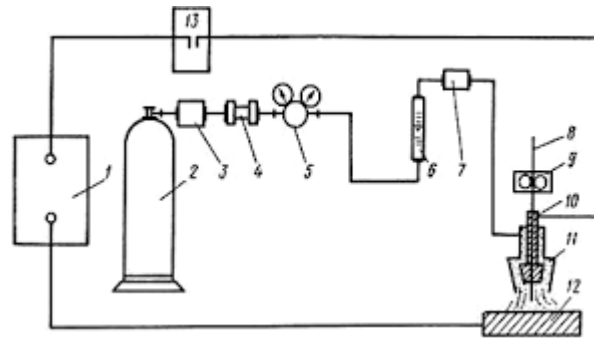


Рисунок 1.5 Схема процесу наплавлення деталей в середовищі вуглекислого газу

1. Газовий балон - джерело газу для системи. 2. Клапан - елемент для регулювання потоку газу. 3. Редуктор - забезпечує зменшення та стабілізацію тиску газу. 4. Фільтр - фільтрує домішки в газі. 5. Манометр - для вимірювання тиску в системі. 6. Дозатор - пристрій для дозування подачі газу. 7. Контрольний клапан - додатковий механізм для регулювання потоку. 8. Пальник - основний елемент для забезпечення згоряння газу. 9. Сопло пальника - кінець пальника для випуску газу. 10. Тримач пальника - пристрій для закріплення пальника. 11. Захисний екран - захист від впливу високих температур. 12. Робоча поверхня - поверхня, на якій здійснюється операція (наприклад, зварювання, різання). 13. Електронний блок - для управління системою.

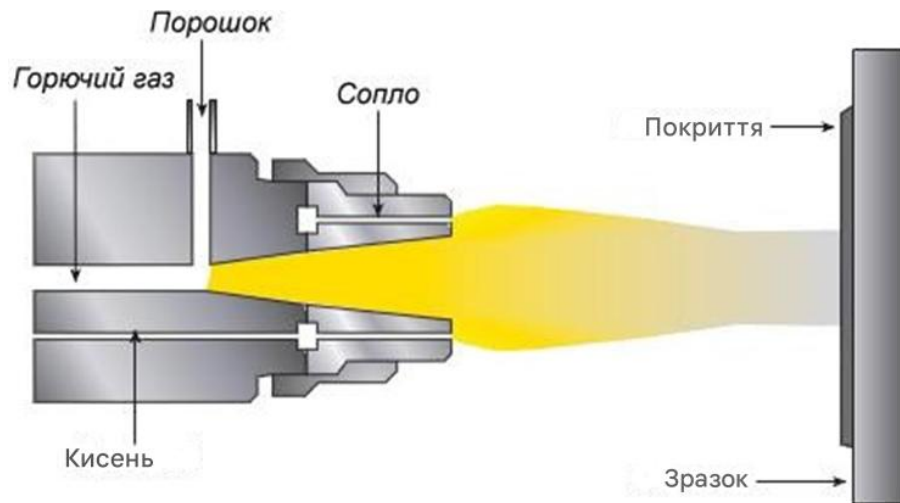


Рисунок 1.6 – Схема процесу газополум'яного напилення деталей

Схеми проведення газополум'яного і плазмового напилення показані на рисунку 1.6 і рисунку 1.7. Низька міцність зчеплення покриття з основою, властива газополум'яному і плазмовому напиленню, не дозволяє використовувати ці способи для відновлення деталей автомобілів, які експлуатуються в умовах ударних навантажень. Збільшення товщини наплавленого шару до 1...1,3 мм призводить до катастрофічного зменшення міцності зчеплення з основою. При плазмовому напиленні, схема виконання якого представлена на рисунку 1.7, спостерігається велика концентрація потоку тепла, у порівнянні з газополум'яним напиленням, схема якого показана на рисунку 1.6.

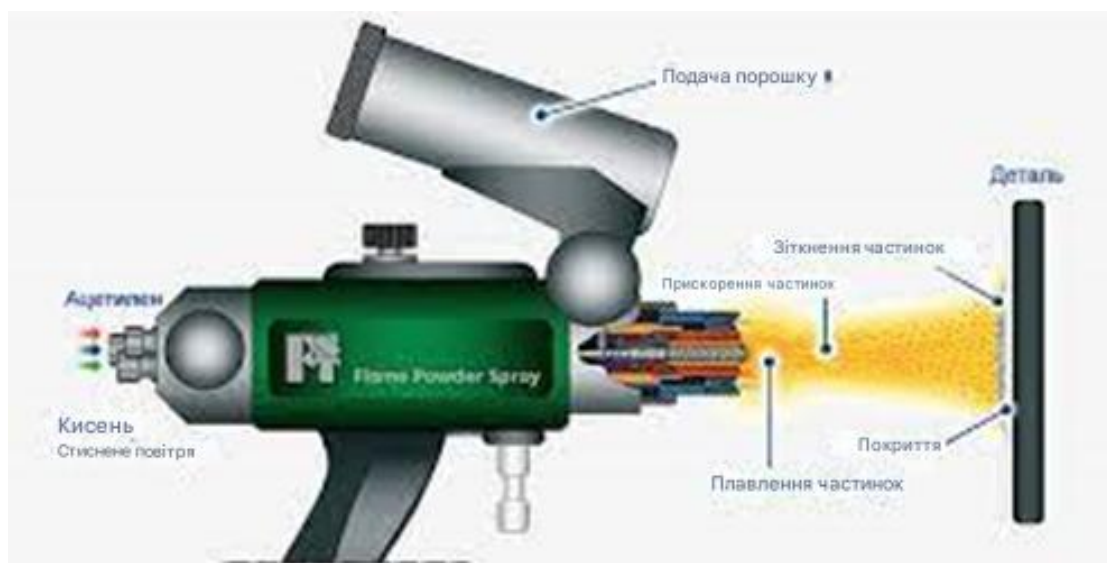


Рисунок 1.7 – Схема процесу газоплазмового напилення деталей

Плазмове напилення дозволяє застосовувати тугоплавкі матеріали: метали (вольфрам, молібден, тантал та ін.), оксиди металів (алюмінію, магнію, цирконію), силіциди, карбіди, борида. При проходженні через плазмовий струмінь порошки цих матеріалів переходять в пластичний стан та розганяються до значної швидкості. При зіткненні частинок покриття з поверхнею відновлюваної деталі відбувається їх розплющування на поверхні з заповненням нерівностей. Напилення відбувається за допомогою плазмової дуги непрямого дії, яка горить між мідним соплом та вольфрамовим катодом. Видування плазмовою дугою відбувається через сопло у вигляді плазмового факела. Схема виконання плазмового наплавлення показана на рисунку 1.8.

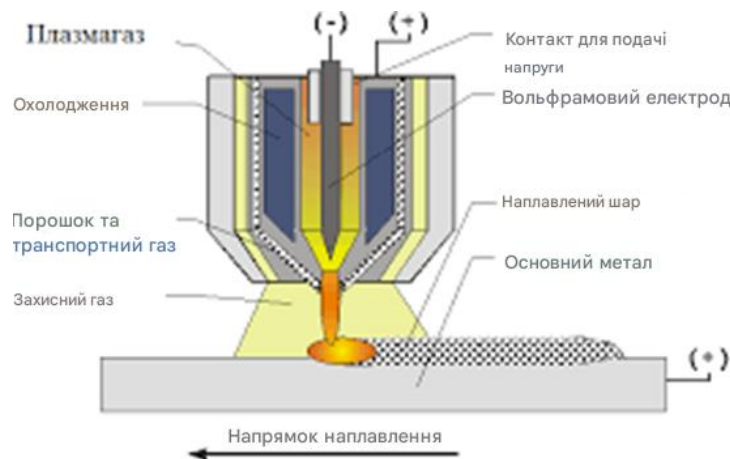


Рисунок 1.8 – Схема процесу плазмового наплавлення деталей

Даний спосіб наплавлення більш ефективний, у порівнянні з вібродуговим наплавленням і наплавленням в захисних газах, оскільки дозволяє отримувати наплавлені шари вищої якості. Плазмове наплавлення дозволяє використовувати більш дешеві наплавочні матеріали, у порівнянні з іншими способами.

У якості переваги плазмового наплавлення можна відзначити можливість автоматизації процесу. Також плазмове наплавлення має високу продуктивність та широкі можливості по підбору наплавочних матеріалів. Таким чином, плазмове наплавлення слід визнати перспективним технологічним процесом, який дозволяє не лише відновлювати експлуатаційні властивості деталей автомобілів, але і суттєво підвищувати їх працездатність.

Техніко-економічні показники плазмового наплавлення перевищують всі інші способи відновлення деталей автомобілів.

Висока продуктивність плазмового наплавлення обумовлена застосуванням в якості наплавочного матеріалу порошків. При цьому продуктивність наплавочних робіт може досягати 6 кг на годину. Також слід враховувати, що застосування порошкового присадного матеріалу дозволяє отримувати малу товщину наплавлених шарів, що знижує припуск на механічну обробку, і зрештою, зменшує витрату наплавного матеріалу.

Метою даної роботи являється вибір оптимальної технології та планування ділянки по відновленню розподільчих валів вантажних автомобілів. При аналізі стану питання проведена оцінка особливостей конструкції і експлуатації розподільчих валів вантажних автомобілів. Наведена статистика по характерних дефектах розподільчих валів в залежності від типу двигуна автомобіля, після тривалої експлуатації, а також проведено аналіз властивостей матеріалу деталі. Приведені особливості процесів зварювання та наплавлення деталей автомобілів: освітлення холодних тріщин в навколошовній зоні; освітлення гарячих тріщин в наплавленому металі; розміщення наплавленого металу і навколошовної зони у порівнянні з основним металом відновлюваної деталі.

При аналізі альтернативних способів відновлення розподільчих валів були розглянуті такі технологічні способи, як вібродугове наплавлення, наплавлення в вуглекислому газі, газополум'яне напилення, плазмове напилення та плазмове наплавлення.

На підставі аналізу кожного способу відновлення деталей автомобілів по технологічному, технічному та техніко-економічному критеріям запропоновано технологію відновлення на базі плазмового наплавлення, яке має наступні переваги: отримання при плазмовому напавленні наплавленого шару із заданими хімічним складом та властивостями, які забезпечуються можливістю подачі в зону плазмового струменя різних присадочних матеріалів; незначний тепловий вплив на основний метал деталі, яка відновлюється; можливість повної автоматизації процесу відновлення деталі, що позитивно впливає на

економічні показники та продуктивність способу.

На підставі вищевикладеного сформульовані основні завдання: спроектувати технологічний процес відновлення деталі способом наплавлення; призначити основні параметри технологічного процесу наплавлення для відновлення деталей. Підібрати необхідне обладнання, устаткування, робочий інструмент та наплавочні матеріали.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Технологічний процес відновлення розподільчих валів

Таблиця 2.1 - технологічного процесу відновлення розподільчих валів вантажних автомобілів.

Номер операції	Назва операції	Обладнання	Режими
1	Підготовка поверхні	Піскоструминна машина	Швидкість подачі: середня, тиск: 5...7 атм
2	Перевірка на дефекти	Візуальний огляд, ультразвукова дефектоскопія	-
3	Механічна обробка зношених поверхонь	Токарний верстат	Швидкість різання: 100-120 м/хв, глибина різання: 0.5...1.5 мм
4	Наплавлення під шаром флюсу	Автомат для наплавлення	Сила струму: 250-350 ампер, швидкість подачі дроту: 2 м/хв
5	Термічна обробка	Печі для відпуску	Температура: до 600°C, тривалість: 2-4 години
6	Фінішна механічна обробка	Шліфувальний верстат	Швидкість обертання шліфувального круга: 3000 об/хв
7	Контроль якості	3D сканування, мікрометричні вимірювання	-

Основні етапи відновлення розподільчих валів включають в себе, зокрема підготовку, механічну та теплову обробку, наплавлення під шаром флюсу, а також фінальну перевірку якості. Ці дані допоможуть у структуризації процесу

відновлення на виробництві.

Режими наплавлення

Сила струму: Визначається з урахуванням типу дроту та бажаної глибини проникнення. Орієнтовний діапазон 200-400 ампер.

Швидкість подачі дроту: Налаштовується відповідно до сили струму та швидкості наплавлення. Зазвичай 1-3 м/хв.

Напруга: Впливає на стабільність дуги і повинна бути вибрана залежно від товщини дроту та типу флюсу. Орієнтовний діапазон 24-32 вольти.

Температура переднаплавлення: Вал перед наплавленням розігрівається до 150-200°C для зниження термічних напруг і покращення адгезії

Детальний опис процесу відновлення розподільчих валів вантажних автомобілів методом наплавлення під шаром флюсу при вказаних режимах

Використання дротяних або нейлонових щіток для видалення бруду та іржі. Цей метод добре підходить для видалення великих накопичень забруднень та легкої іржі. Шліфування: Застосування шліфувальних дисків або паперу для видалення глибоких корозійних ушкоджень та гладких поверхонь. Струменеве очищення: Використання струменя стисненого повітря або води під високим тиском для видалення бруду, масла і невеликих частинок іржі.

Електричні або пневматичні дрилі з насадками-щітками. Шліфувальні машини з абразивними колами або дисками. Водяні або повітряні струменеві очисники.

Застосування розчинників: Використання органічних розчинників, таких як ацетон або толуол, для розчинення масляних залишків. Використання кислот: Застосування слабких кислот, таких як оцтова або фосфорна, для видалення іржі та корозії. Алкалійне очищення: занурення деталі у ванни з алкалійними розчинами для глибокого очищення від нафтопродуктів та жирів.

Розпилювачі для розчинників. Ванни для хімічної обробки. Захисне обладнання для роботи з хімічними речовинами. Обпалювання валу в контрольованих умовах для видалення органічних залишків – піроліз, використання високої температури для розкладання залишків мастила та жиру без доступу кисню.

Основний метод для швидкої перевірки валу на наявність видимих тріщин, вибоїн, іржі та інших поверхневих дефектів. Використання луп, мікроскопів і ендоскопів для детального огляду важкодоступних місць. Застосування цифрової фотографії для фіксації стану валу та наявності дефектів для подальшого аналізу та порівняння - дефектоскопія

Використання ультразвукових хвиль для виявлення внутрішніх дефектів. Хвилі відбиваються від дефектів всередині матеріалу, що дозволяє оцінити їх розмір та розташування. Інструменти - портативні ультразвукові дефектоскопи з різними типами датчиків для різних глибин проникнення і розмірів дефектів. Магнітопорошкова дефектоскопія - метод: використання магнітного поля та феромагнітного порошку для виявлення поверхневих і підповерхневих тріщин. Магнітне поле спричиняє накопичення порошку на місцях з магнітними аномаліями, які вказують на наявність дефектів.

Магнітопорошкові установки, ручні магніти та спеціальні порошки для візуалізації тріщин. Капілярна дефектоскопія (пенетрантний метод). Застосування капілярно-активних речовин (пенетрантів), які проникають у тріщини та інші дефекти на поверхні деталей. Після впливу розрізнявача, дефекти стають видимими на поверхні.

Набори для капілярної дефектоскопії, які включають пенетранти, розрізнявачі та очищувачі. Вал розігрівається до температури 150-200°C. Це сприяє зниженню термічних напруг і покращує адгезію наплавленого матеріалу. Метод розігріву: Використання індукційного нагрівача або газових пальників, забезпечуючи рівномірний розігрів по всій поверхні вала. Температурна обробка розподільчих валів перед наплавленням.

Індукційний нагрів використовує принцип електромагнітної індукції для генерації тепла безпосередньо в металевій деталі. Це дозволяє швидко та рівномірно розігрівати вал по всій його довжині. Сучасні установки, які можуть бути налаштовані на специфічні параметри потужності та часу нагрівання. Вони складаються з індукційної котушки, яка огортає деталь, та генератора високої частоти.

Газові пальники використовуються для нагрівання валів, коли необхідно

точне регулювання температури або коли індукційні нагрівачі недоступні. Це традиційний метод, який дозволяє гнучко керувати процесом нагрівання. Використовують пропан, природний газ або ацетилен для створення контрольованого полум'я. Нагрівання здійснюється шляхом ручного переміщення пальника вздовж вала.

Термочутливі фарби або пастки, що змінюють колір при досягненні визначеної температури, що допомагає контролювати рівномірність та достатність нагрівання.

Після нагрівання вал може бути обгорнутий термоізованими ковдрами для забезпечення поступового та рівномірного охолодження, що також важливо для зменшення термічних напруг. Спеціальні вогнетривкі ковдри, що ізолюють тепло та запобігають його швидкій втраті.

Використання відповідного флюсу для захисту наплавленої зони та оптимізації процесу. Зварювальні джерела живлення: Використовуються спеціалізовані джерела живлення, які можуть точно регулювати силу струму від 200 до 400 ампер. Це дозволяє адаптувати процес наплавлення до різних типів металів та товщини матеріалу. Цифрові панелі управління: Більшість сучасних зварювальних апаратів оснащені цифровими інтерфейсами для точного налаштування та моніторингу вихідних параметрів.

Інтегровані у зварювальні, системи подавальні механізми дозволяють точно контролювати швидкість подачі дроту від 1 до 3 метрів на хвилину.

Деякі зварювальні системи дозволяють програмувати профілі швидкості подачі для різних частин роботи, що забезпечує оптимальну адаптацію до змін у вимогах до наплавлення.

Застосування регуляторів напруги в зварювальних апаратах, які забезпечують стабільне джерело напруги в діапазоні 24-32 вольт, критично важливо для підтримки стабільності дуги. Багато зварювальних апаратів мають вбудовані системи фідбеку, які автоматично коригують напругу для підтримки сталості процесу зварювання незалежно від змін у відстані між дротом та деталлю. В автоматизованих системах наплавлення використовуються спеціалізовані дозатори флюсу, які точно регулюють кількість флюсу, що

подається на зону наплавлення.

Флюсові мішки або бункери. Більші установки для наплавлення можуть включати мішки або бункери, які забезпечують рівномірне покриття наплавлюваної поверхні флюсом, забезпечуючи захист від окислення та інших атмосферних впливів. Поступове охолодження: після завершення наплавлення вал має охолоджуватись при контрольованих умовах. Охолодження може займати кілька годин в залежності від розміру та маси вала.

Післянаплавна обробка

Видалення зайвого матеріалу, шліфування та полірування наплавлених зон до необхідних розмірів і геометрії. Досягнення необхідної шорсткості поверхні і точності геометричних параметрів.

Фрезерування використовується для обробки наплавленого матеріалу, видаляючи надлишки та формуючи загальні контури. Застосування токарних верстатів для детальної обробки круглих або циліндричних наплавлених валів. Верстати, що забезпечують високу точність видалення матеріалу з можливістю регулювання глибини і швидкості різання. Використовуються для високоточного видалення матеріалу, особливо на циліндричних поверхнях.

Шліфувальні машини використовуються з абразивними кругами або стрічками для точного шліфування наплавлених зон до заданих розмірів.

Для дослідження характеристик наплавленого шару проведемо наступні розрахунки.

Розрахунок напружень:

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

де F - прикладена сила (N)

A - площа поперечного перерізу матеріалу (m²).

Для розрахунку напруження потрібно знати площу перерізу A , яку ми можемо обрахувати, виходячи з припущення, що кулачок має циліндричну форму з діаметром приблизно $d = 30$, тоді

$$A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.14159 \cdot 0.03^2}{4} = 0.00070 \text{ м}^2$$

Тоді

$$\sigma = \frac{1000}{0.00070} = 1414213.56 = 1.41 \text{ МПа}$$

Розрахунок деформації

Розподільчий вал повинен мати точні геометричні параметри для правильного функціонування. Використання формули дозволяє визначити, наскільки вал змінив свою форму або розмір внаслідок роботи, ремонту чи обробки. У процесі експлуатації розподільчий вал зазнає впливу циклічних навантажень, що можуть викликати залишкові деформації. Формула допомагає визначити, чи залишкові зміни у розмірах знаходяться в допустимих межах.

Це особливо важливо для забезпечення надійності та тривалості роботи відновленого валу. Формула дозволяє оцінити, чи працює матеріал валу в межах пружної деформації (деформації, які зникають після зняття навантаження). Якщо деформація виходить за межі пружності, можливі незворотні зміни у формі та розмірах валу.

Відносна деформація використовується для визначення максимального навантаження, яке може витримати вал без втрати функціональності. Це дозволяє переконатися, що після відновлення вал здатен працювати при реальних експлуатаційних навантаженнях.

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$$

де ΔL — зміна довжини (м),

L_0 — початкова довжина (м).

При відновленні розподільчого валу вантажного автомобіля модуль Юнга використовується для оцінки механічних властивостей матеріалу, з якого виготовлений вал, зокрема його жорсткості та здатності протистояти деформаціям. Це дозволяє врахувати, як матеріал буде поводитися під час експлуатації в умовах навантаження, характерного для розподільчого валу.

Розподільчий вал працює в умовах циклічного навантаження (обертальний рух, удари, згинання). Формула дозволяє визначити, наскільки вал буде деформуватися при таких умовах. Надмірна деформація може призвести до неправильного функціонування двигуна (наприклад, несинхронна робота клапанів).

Під час ремонту чи відновлення важливо переконатися, що матеріал валу відповідає початковим характеристикам. Формула дозволяє порівняти модуль Юнга відновленого матеріалу з оригінальними значеннями. Якщо відновлений матеріал має нижчий модуль, це може вказувати на зниження жорсткості та довговічності валу. Після обробки або термічної обробки валу необхідно переконатися, що залишкові деформації не перевищують допустимих меж. Модуль Юнга допомагає оцінити, чи буде вал працювати в межах еластичної деформації.

Формула використовується при виборі матеріалів для наплавлення або заміни, забезпечуючи їх відповідність умовам експлуатації. Наприклад, якщо використовується матеріал із значно нижчим модулем Юнга, це може призвести до швидшого зносу або поломки валу.

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

де σ - напруження,

ϵ — деформація.

$$E = \frac{1,41}{0,028} = 31.59 \text{ ГПа}$$

Формула Содерберга використовується в інженерній механіці для оцінки довговічності матеріалів за умов комбінованого статичного та змінного навантаження. Вона застосовується для розрахунку запасу міцності деталі, що працює під циклічним навантаженням:

$$\sigma_a + \frac{\sigma_m}{S_e} \leq \frac{1}{S_f}$$

де σ_a — амплітуда змінних напружень,

σ_m — середнє напруження,

S_e — границя витривалості матеріалу,

S_f — границя міцності при статичному навантаженні.

2.2 Розрахунок конструкції розподільчого вала

Проектуючи конструкцію розподільчого вала, його розміри вибирають на основі наближених емпіричних співвідношень, які погоджуються із раніше прийнятими компоновальними розмірами двигуна в цілому. Після ескізного проекту вибраного розподільчого вала, проводять його розрахунки по параметрах міцності та зносостійкості. По одержаних результатах встановлюють кінцеві розміри його основних елементів. В процесі розрахунку силового навантаження враховується, як радіальні так і тангенціальні складові сил тиску газів та сил інерції.

Досягнути точних результатів при розрахунку розподільчого валу по параметрах міцності забруднено через складну форму його поверхонь та не вияснений характер дії силових параметрів навантаження, а також його жорсткості, та жорсткості опорних елементів поряд з іншими факторами. Як показує практика, одержані експериментальним шляхом, параметри напруження в основних елементах розподільчого вала відрізняються від значень напруження одержаних аналітичним розрахунком більше ніж у три рази. І як результат, практично використовують наближені методи розрахунку, які дозволяють визначити, так звані величини умовних напружень по основних елементах розподільчого вала.

Розглядаючи розподільчий вал у формі розрізної двохопорної балки, розрахунки проводять враховуючи характер впливу величини змінних по напрямку навантажень. Проводячи розрахунок, необхідно враховувати вплив основних факторів на міцність даної деталі, а саме місця концентрації максимальних напружень, динамічний характер дії силових параметрів навантаження.

правило, співпадають.

Враховуючи на незначний вплив величини згинних моментів, які одержанні розрахунковим шляхом в подальшому, опорні шийки розраховуються на деформацію кручення. Наступні розрахунки проводять, використовуючи дані із відповідної таблиці про значення крутних моментів, які передаються шийками з подальшим вибором максимального та мінімального значення крутних моментів для шийки, яка підлягає перевірці.

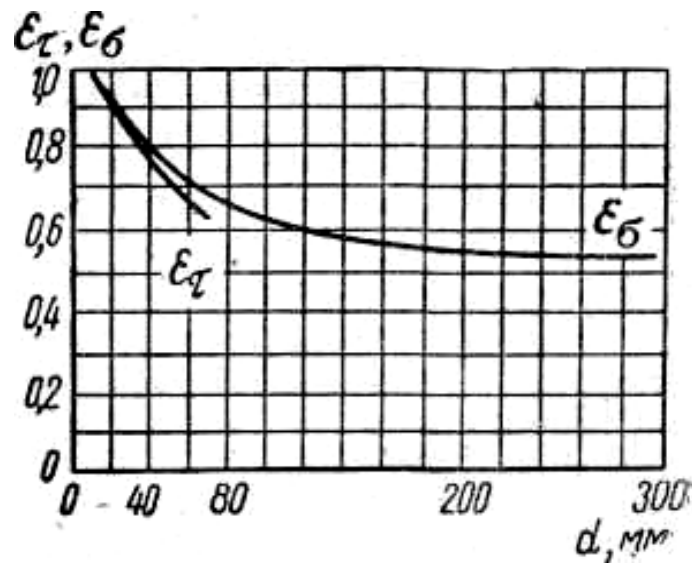


Рисунок 2.2 - Характер зміни коефіцієнтів ϵ_τ та ϵ_δ залежно від значення діаметра розподільчого вала

Значення максимальних та мінімальних напружень деформації кручення визначається за формулами.

$$\tau_{\max} = M_{\text{кmax}} / W_{\text{к0}}, \quad \tau_{\min} = M_{\text{кmin}} / W_{\text{к0}};$$

де $W_{\text{к0}} \approx 0,2 d_{\text{к}}^3$ – величина полярного моменту опору для перерізу шийки при деформації кручення, см^3 .

Визначивши середнє значення напруження $\tau_m = (\tau_{\max} + \tau_{\min}) / 2$, а також значення амплітуди даного циклу $\tau_a = (\tau_{\max} - \tau_{\min}) / 2$ розраховується необхідний запас міцності шийки.

$$n_\tau = \tau_{-1} / [K_\tau / \epsilon_\tau \tau_a + \alpha_\tau \tau_m],$$

де τ_{-1} – границя витривалості матеріалу шийки при крученні у випадку симетричного циклу; для сталей з яких виготовляють розподільчі вали

автомобільних двигунів $\tau_{-1} = 230-350$ МПа; $\alpha_\tau = 0,05-0,10$ – коефіцієнт, який залежить від властивостей матеріалу:

$$\alpha_\tau = (2\tau_{-1} - \tau_0) / \tau_0,$$

де τ_0 – границя витривалості матеріалу шийки при деформації кручення у випадку пульсуючого циклу; e_τ – поправочний коефіцієнт, при врахуванні впливу геометричних розмірів деталі на характер зниження границі витривалості від дії кручення. Значення коефіцієнта визначається за даними на діаграмі (рис. 2.3); $L_\tau = 1,85-2,05$ — значення коефіцієнта концентрації напружень при розрахунку ослабленого перерізу.

$$\sigma_0 / \sigma_{-1} = 1,4 - 1,8; \quad \tau_0 / \tau_{-1} = 1,6 - 2,0;$$

$$\tau_{-1} / \sigma_{-1} = 0,50 - 0,65.$$

В процесі експлуатації двигуна на опорні шийки діють одночасно перемінні крутні та згинні моменти.

$$M_{нZ} = Z_0 a - (P_{np}/2 - P_c/2)(a - c),$$

$$M_{нT} = T_0 a,$$

$$M_{к.ш} = M_{kl} + T_0 r.$$

Сумарний згинний момент визначається за формулою

$$M_{н\Sigma} = \sqrt{M_{нZ}^2 + M_{нT}^2}.$$

Значення запасу міцності для опорні шийок, як правило визначають в районі отворів для змащення, тобто де концентруються найбільші напруження. Величина згинального моменту, в районі площини, відносно осей опорної шийки та отвору для змащення визначається за формулою.

$$M_\psi = M_{нZ} \cos \psi + M_{нT} \sin \psi,$$

де ψ — кут утворений віссю для мастильного отвору та напрямом дії сили Z (рис. 2.3).

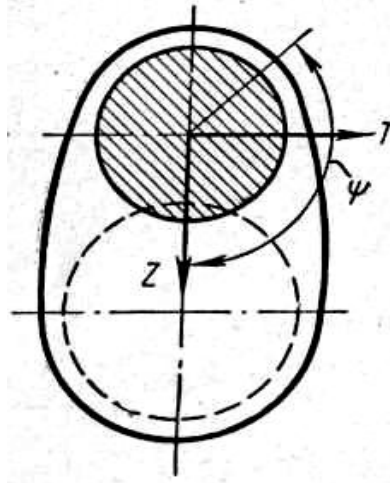


Рисунок 2.3 -. Принципова схема для визначення величини згинного моменту, який діє в площині мастильного отвору

При розташуванні отвору для змащення в площині, перпендикулярній - площині коліна ($\varphi=90^\circ$), або в площині коліна ($\varphi = 180^\circ$) отримуємо

$$M_{\psi=90^\circ} = M_{HT}, \quad M_{\psi=180^\circ} = -M_{HZ}.$$

Після визначення максимальних та мінімальних значень моментів M_φ і $M_{\text{кш}}$ відповідно максимальні та мінімальні значення напруження при згині та крученні розраховуємо за формулами:

$$\begin{aligned} \sigma_{\max} &= M_{\psi\max}/W_{\text{ш.н}}, \quad \sigma_{\min} = M_{\psi\min}/W_{\text{ш.н}}, \\ \tau_{\max} &= M_{\text{к.ш}\max}/W_{\text{ш0}}, \\ \tau_{\min} &= M_{\text{к.ш}\min}/W_{\text{ш0}}. \end{aligned}$$

В подальшому розраховуємо середнє значення напруження:

$$\sigma_m = (\sigma_{\max} + \sigma_{\min})/2, \quad \tau_m = (\tau_{\max} + \tau_{\min})/2$$

та значення амплітуди циклів:

$$\begin{aligned} \sigma_a &= (\sigma_{\max} - \sigma_{\min})/2, \\ \tau_a &= (\tau_{\max} - \tau_{\min})/2, \end{aligned}$$

Для випадків гнуття та кручення шийки розрахунок запасів міцності проводиться роздільно:

$$n_{\sigma} = \sigma_{-1} / [(K_{\sigma} / \varepsilon_{\sigma}) \sigma_a + \alpha_{\sigma} \sigma_m],$$

$$n_{\tau} = \tau_{-1} / [(K_{\tau} / \varepsilon_{\tau}) \tau_a + \alpha_{\tau} \tau_m].$$

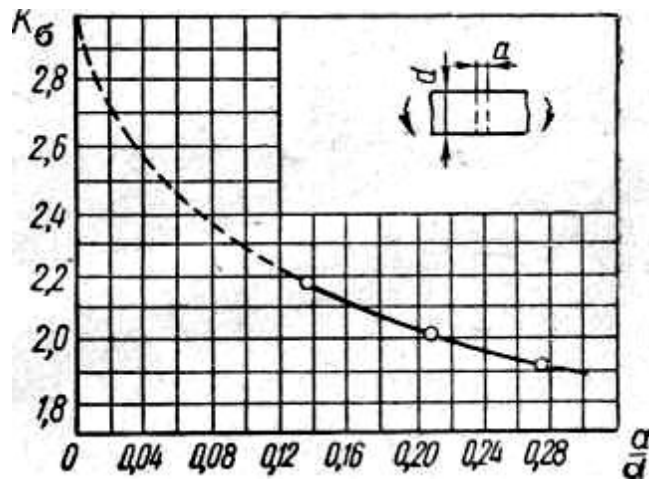


Рисунок 2.4 - Залежність значень теоретичних коефіцієнтів концентрації напружень K_{δ} при згині розподільчого вала

Значеннями ефективних коефіцієнтів концентрації напружень при згині розподільчого вала можна задаватися відповідно до графіку на рисунку 2.6. Сумарний запас міцності шийки розраховують визначивши запаси міцності n_{δ} і n_{τ} .

$$n_{\Sigma} = n_{\tau} / \sqrt{1 + (n_{\tau} / n_{\sigma})^2}.$$

Під час експлуатації двигуна, в щоках розподільчого виникають нормальні напруження від деформації згину або стиску, також дотичні напруження від деформації кручення. До найбільш напружених місць щоки являються середини широких сторін перерізів, які розташовані в місцях сполучення з відповідними шийками.

Згідно рисунку 383 на найбільш небезпечний переріз лівої щоки діють наступні моменти та сили: $Z_0 = Z_{\Sigma}/2$ – сила стиску; $P_c/2 = P_{np}/2$ згинний момент у площині коліна; $M_{im} = M_K - T_0 r_1$ згинний момент в площині, яка перпендикулярна площині коліна $M_K = T_0 c$ момент скручування від сили T_0 .

Розрахунок нормальних напружень в точці розглядуваного січення.

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{\max} &= Z_{0\max} c / W_{\text{щmin}} + Z_{0\max} / f, \\ \sigma_{\min} &= Z_{0\min} c / W_{\text{щmin}} + Z_{0\min} / f, \end{aligned} \right\}$$

де $W_{\text{щmin}} = h e^2 / 6$ – момент опору розрахункового перерізу щоки, см^3 , $f =$

he - площа перерізу, см^2 .

Після визначення середнього значення нормального напруження та величини амплітуди циклу розраховують запас міцності в щогі від дії нормальних напружень:

$$n_{\sigma} = \sigma_{-1} / [(K_{\sigma} / \varepsilon_{\sigma}) \sigma_a + \alpha_{\sigma} \sigma_m] \approx \sigma_{-1} / [(K_{\sigma} / \varepsilon_{\sigma}) \sigma_a],$$

Як правило, величина похибки при визначенні запасів міцності щік без врахування значень середніх напружень не перевищує 2%. Для практичних цілей величину K_{δ} з необхідною точністю можна визначити із графіку на рисунку 2.4.

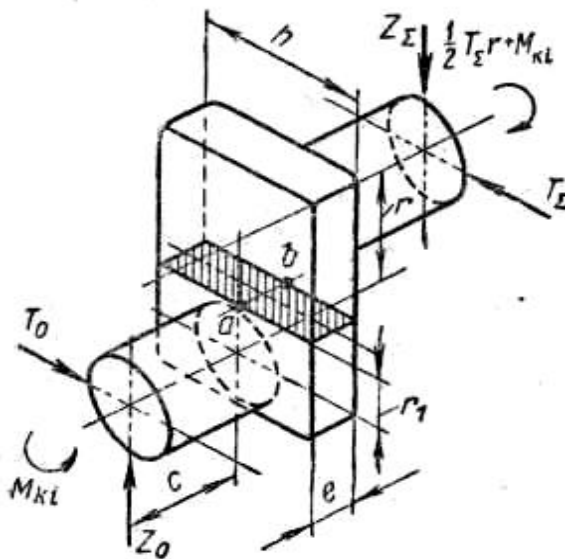


Рисунок 2.5. Схема для визначення критеріїв запасу міцності для щогі розподільчого валу

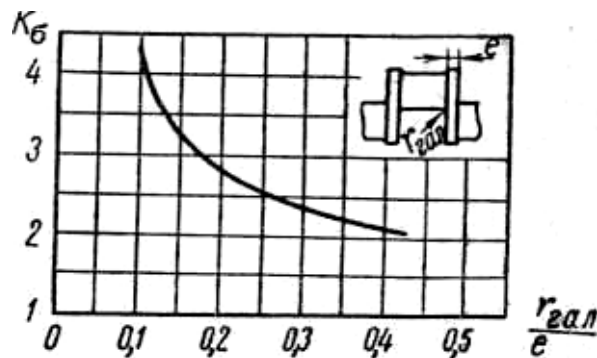


Рисунок 2.6 - Графічна залежність величини коефіцієнта концентрації напружень K_{δ} при згині щогі від співвідношення r_{201}/e

Розрахунок значень напружень кручення в щогі:

$$\tau_{\max} = M_{\max} / W_{\text{щ}0} = M_{\max} / (K_1 h e^2), \quad \tau_{\min} = M_{\min} / W_{\text{щ}0} = M_{\min} / (K_1 h e^2),$$

де $W_{ш0}$ - момент опору кручення щоки при її прямокутній формі, см^3 .

В залежності від співвідношення між розмірами сторін щоки приймають наступні значення коефіцієнта K_1 :

$h/e.$	1	2	3	4	5	6	10
K_1	0,21	0,25	0,27	0,28	0,29	-	0,31

Як правило, для автомобільних двигунів значення δt приймають в межах 120-180 МПа.

Розрахунок загального запасу міцності для розглядуваного перерізу щоки

$$\sigma_{\tau} = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2}.$$

де n_{τ} - запас міцності щоки.

Для автомобільних дизельних двигунів значення запасу міцності для опорних шийок досягають значень (3 - 5), для шийок фланця (3,0 - 3,5). Для розподільчих валів форсованих дизельних двигунів запас міцності розподільчого вала знаходиться в межах 2-3.

При проектуванні нових конструкцій розподільчих валів необхідно забезпечити величину запасу міцності, яка б відповідала аналогічному валу, що характеризується високими параметрами надійності та зносостійкості, при

До числа найбільш ефективних конструктивних заходів для надання основним елементам розподільчого валу раціональних форм, які дозволяють суттєво зменшити ефективні коефіцієнти, що характеризують концентрацію напружень і впливають на величину запасів міцності являється: переміщення внутрішньої порожнини шийки в сторону від осі розподільчого вала (рис. 2.7), а також розміщення каналу для змащення в шийці за місцем найменших дотичних напружень (рис. 2.8).

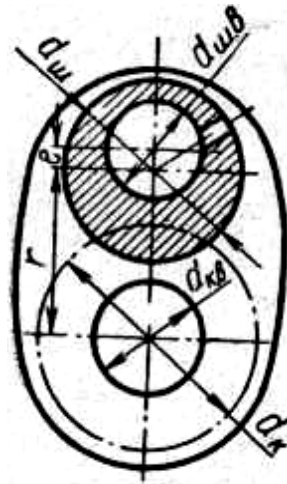


Рисунок 2.7 - Конструктивні особливості пустотілих шийок розподільчого валу

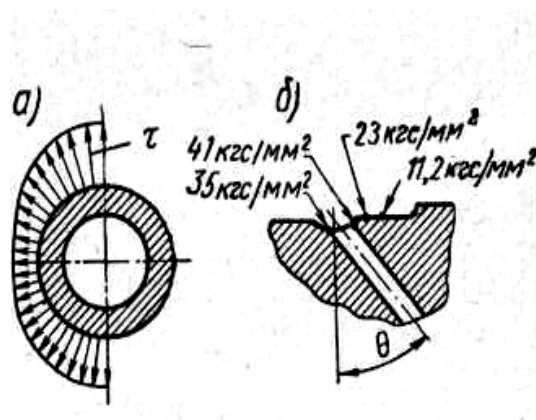


Рисунок 2.8 - Характер розподілу та концентрацій напружень в елементах шийки

До технологічних засобів, які забезпечують підвищення втомної міцності розподільчого валу відносяться міроприємства по зміцненні його поверхонь спеціальними засобами механічної обробки, такими як наклеп, полірування, а також методи хімічної та хіміко-термічної обробки для покращення фізико-механічних властивостей матеріалів поверхневих шарів вала.

2.3 Розрахунок ефективності запропонованої технології

2.3.1 Вихідні дані для проведення розрахунків

Випускна кваліфікаційна робота присвячена питанню підвищення ефективності відновлювальної наплавлення довго експлуатованих розподільчих валів вантажних автомобілів.

За базовим варіантом технології відновлення валів відбувається з

застосуванням вібродугового наплавлення. Недоліками базовий технології є: низька стабільність якості наплавленого шару, мала продуктивність робіт, значні фінансові витрати на забезпечення безпеки персоналу.

На підставі аналізу кожного способу відновлення деталей машин по технологічному, технічному та техніко-економічному критеріям запропоновано проектну технологію відновлення будувати на базі плазмовою наплавлення.

Для підвищення технологічних властивостей плазмовою наплавлення запропоновано використовувати імпульсне управління згідно розробкам вітчизняних дослідників. У результаті застосування цієї розробки слід прогнозувати зниження розбризкування та підвищення якості наплавлення, продуктивність буде підвищена в два рази.

У таблицю 2.2 зведено дані щодо базового та проектного варіантів технології, які дозволять провести економічні розрахунки та обґрунтувати застосування пропонованих рішень.

У ході розрахунків слід провести оцінку фонду часу роботи обладнання, з собівартості по базовому і проектному варіантах, розрахувати капітальні витрати і економічні показники.

Таблиця 2.2 - Дані про базову і проектну технології для проведення техніко-економічних розрахунків

Найменування параметра економічної характеристики	Умовне позначення в розрахунках	Одиниця вимірювання	Значення параметра економічної характеристики	
			Базова технологія	Проектна технологія
1	2	3	4	5
Число робочих змін в добах	До _{см}	-	1	1
Розряд працівників	Р _р	-	V	V
Вартова тарифна ставка	рах	Р/год	150	150
Коефіцієнт доплат	КДОП	%	12	12
Коефіцієнт відрахувань на додаткову заробітну плату	До _д	-	1,88	1,88
Коефіцієнт відрахувань на соціальні потреби	Ксн	%	34	34
Коефіцієнт виконання норми	До _{вн}	-	1,1	1,1
Вартість обладнання	Цоб	грн.	400 тис.	800 тис.

Норма амортизації обладнання	Ка	%	21,5	21,5
Потужність обладнання	М _{вуст}	кВт	15	20
Коефіцієнт транспортно-заготівельних витрат	К _{т-з}	%	5	5
Вартість електричної енергії	Ц _{е-е}	Р/ кВт	3,02	3,02
Коефіцієнт корисного дії	ККД	-	0,7	0,7
Коефіцієнт витрат на монтаж і демонтаж обладнання	До _{мон} /До _{дем}	%	3	5
Площа під обладнання	S	м ²	800	800
Вартість експлуатації площ	Сексп	(Р/м ²)/рік	2000	2000
Ціна виробничих площ	Ц _{пл}	Р/м ²	30000	30000
Норма амортизації площі	На.пл.	%	5	5
Коефіцієнт додатковою виробничої площі	До _{пл}	-	3	3
Коефіцієнт ефективності капітальних вкладень	Він	-	0,33	0,33
Коефіцієнт цехових витрат	К _{цех}	-	1,5	1,5
Коефіцієнт заводських витрат	К _{зав}	-	1,15	1,15

2.3.2 Розрахунок заводської собівартості варіантів технології зварювання

Виконання зварювання передбачає витрати матеріалів, до яких слід віднести у базовому варіанті технології – зварювальний дріт та захисний газ, а в проектному варіанті технології – присадковий порошок та захисний газ. Витрати на зварювальні матеріали обчислюємо з врахуванням норми витрат H_p , ціни матеріалів C_m та коефіцієнта $K_{т-з}$ транспортно-заготівельних витрат за формулою:

$$M = C_m \cdot H_p \cdot K_{т-з}, \quad (2.7)$$

Після встановлення значень параметрів з таблиці вихідних даних отримуємо:

$$M_{\text{баз.}} = 210 \cdot 0,448 + 40 \cdot 0,888 = 129,6 \text{ грн.}; M_{\text{баз.}} = 210 \cdot 0,448 + 40 \cdot 0,888 = 129,6 \text{ грн.}$$

Основна заробітна плата $Z_{\text{осн}}$ розраховується з обліком раніше певного штучного часу $t_{\text{шт}}$ та годинної тарифної ставки $C_{\text{год}}$ з урахуванням коефіцієнта Do_d доплат до заробітної плати:

$$З_{осн} = t_{шт} \cdot З_{год} \cdot До_{б\ddot{y}д} \quad (2.8)$$

Після встановлення значень параметрів з таблиці вихідних даних отримуємо:

$$З_{осн.баз.} = 1,89 \cdot 200 \cdot 1,88 = 710,64 \text{ грн. } З_{осн.проектн.} = 0,76 \cdot 200 \cdot 1,88 = 285,76 \text{ грн.}$$

Додаткова заробітна плата $З_{доп}$ розраховується з обліком коефіцієнта додаткових доплат

$$З_{доп} = З_{осн} \cdot До_{доп} / 100. \quad (2.9)$$

Після підстановки значень параметрів з таблиці вихідних даних отримуємо:

$$З_{доп.баз.} = 710,64 \cdot 12/100 = 85,28 \text{ грн; } З_{доп.проектн.} = 285,76 \cdot 12/100 = 34,29 \text{ грн.}$$

Розмір фонду заробітної плати розраховується як сума основної заробітної плати $З_{осн}$ та додаткової заробітної плати $З_{доп}$:

$$\Phi ЗП_{баз.} = 710,64 + 85,28 = 795,92 \text{ грнлів;}$$

$$\Phi ЗП_{проектн.} = 285,76 + 34,29 = 320,05 \text{ грн.}$$

Відрахування на соціальні потреби розраховуються виходячи з раніше певного обсягу фонду заробітної плати за проектним та базовим варіантам технології з обліком коефіцієнта відрахувань на соціальні потреби по формулі:

$$Про_{сн} = \Phi ЗП \cdot До_{сн} / 100. \quad (2.10)$$

Після підстановки значень параметрів з таблиці вихідних даних отримуємо:

$$ОС_{баз.} = 795,92 \cdot 34/100 = 270,61 \text{ грн. } ОС_{проектн.} = 320,05 \cdot 34/100 = 108,82 \text{ грн.}$$

Для обчислення витрат на обладнання $З_{про}$ необхідно визначити амортизаційні відрахування $A_{про}$ і витрати на електричну енергію $P_{еe}$:

$$З_{про} = A_{про} + P_{еe}. \quad (2.11)$$

Розрахунковий визначення витрат на електричну енергію, необхідну для

операцій технологічного процесу по базовому і проектним варіантам проводимо з урахуванням ціни електричної енергії Π_e , встановленою потужності обладнання $M_{\text{вуст}}$ і коефіцієнта корисного дії ККД обладнання з використанням формули:

$$P_{ee} = M_{\text{уст}} \cdot t_{\text{маш}} \cdot \Pi_e / \text{ККД}. \quad (2.13)$$

Після підстановки значень параметрів з таблиці вихідних даних отримуємо:

$$P_{ee \text{ баз}} = 52 \ 25 \ 3,2 / 0,7 = 122 \text{ грн.},$$

$$P_{ee \text{ пр}} = 32 \ 40 \ 3,2 / 0,85 = 54 \text{ грн.}$$

Після підстановки значень параметрів з таблиці вихідних даних отримуємо:

$$Зоб_{\text{баз.}} = 79 + 122 = 201 \text{ грн.};$$

$$Зоб_{\text{проектного.}} = 64 + 54 = 118 \text{ грн.}$$

Обчислення технологічної собівартості $З_{\text{тих}}$ проводимо з попередніми витратами на фонд заробітної плати, матеріали M , обладнання $З_{\text{про}}$ і відрахувань на соціальні потреби:

$$З_{\text{тих}} = M + \Phi ЗП + Осс + З_{\text{об}} \quad (2.14)$$

Після встановлення значень параметрів з таблиці вихідних даних отримуємо:

$$З_{\text{ТЕХБАЗ.}} = 129 + 796 + 271 + 201 = 1397 \text{ грн.}$$

$$З_{\text{ТЕХПроектн.}} = 158 + 320 + 109 + 118 = 705 \text{ грн.}$$

Розмір цехової собівартості $З_{\text{цех}}$ обчислимо з обліком раніше певного значення технологічної собівартості $З_{\text{тих}}$, основної заробітної плати $З_{\text{осн}}$ і використаних з таблиці вихідних даних коефіцієнта цехових витрат $До_{\text{цеху}}$:

$$З_{\text{цех}} = З_{\text{тих}} + З_{\text{осн}} \cdot До_{\text{цех}}. \quad (2.15)$$

Після підстановки значень параметрів з таблиці вихідних даних отримуємо:

$$З_{\text{ЦЕХБаз.}} = 1397 + 1,5 \cdot 711 = 1397 + 1067 = 2464 \text{ грн.},$$

$$З_{\text{ЦЕХПроектн.}} = 705 + 1,5 \cdot 286 = 705 + 429 = 1134 \text{ грн.}$$

Розрахунок заводської собівартості $Iз_{\text{зав}}$ проводимо з обліком раніше певного значення цехової собівартості $З_{\text{цех}}$, основної заробітної плати $З_{\text{осн}}$ і взятих з таблиці вихідних даних коефіцієнта заводських витрат $До_{\text{цеху}}$:

$$Iз_{\text{зав}} = З_{\text{цех}} + З_{\text{осн}} \cdot До_{\text{зав}}. \quad (2.16)$$

Після встановлення значень параметрів з таблиці вихідних даних отримуємо:

$$З_{\text{ЗАВБаз.}} = 2464 + 1,15 \cdot 711 = 2464 + 818 = 3282 \text{ грн.},$$

$$З_{\text{ЗАВПроектн.}} = 1134 + 1,15 \cdot 286 = 1134 + 329 = 1463 \text{ грн.}$$

Зведені дані, які використовуються для розрахунку заводської собівартості по проектному і базовому варіантам технології, представлені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3- Вихідні дані і розрахунок заводський собівартості

ПОКАЗНИКИ	умов. позначення.	Калькуляція. грн	
		Базовий	Проектн.
1. Витрати на матеріали	М	129	158
2. Фонд заробітної плати	ФЗП	796	320
3. Відрахування на соц. потреби	ПРО СН	271	109
4. Витрати на обладнання	Зоб	201	118
5. Технологічна собівартість	Стех	1397	705
6. Цехові витрати	Рцех	1067	429
7. Цехова собівартість	Сцех	2464	1134
8. Заводські витрати	Рзав	818	329
9. Заводська собівартість	Із зав	3282	1463

На підставі даних у таблиці 2.3 можна виконати попередню оцінку ефективності пропонованих технологічних рішень. Проектна технологія характеризується меншими порівняно з базовим варіантом технологічної собівартістю, цеховий собівартістю і заводський собівартістю.

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Установка для плазмового наплавлення розподільчого вала

Процес відновлення розподільчого вала проводиться на установці, виконаній на базі токарного верстата 16K20. Для того, щоб проводити операції технологічного процесу наплавлення, проведена модернізація верстата із встановленням на ньому порошкового живильника і плазматрона. Плазматрон додатково забезпечений механізмом коливань. Змінено вузол приводу поздовжнього супорта верстата, на якому додатково встановлено блок управління механізмами.

Плазмове обладнання виконано на базі установки УВП-5-68. Відновлення кулачків розподільчого вала характеризується рядом труднощів, від вирішення яких залежить якість відновлення розподільчого валу. Головною проблемою є непостійний профіль кулачка, для одержання якого запропоновано використовувати копіювальний пристрій, який дозволяє виконувати наплавлення поверхні кулачка при обертанні розподільчого вала. Технічні характеристики установки для відновлення кулачків розподільчого вала приведені в таблиці 3.1.

Принцип дії установки, показано на рисунку 3.1. Розподільчий вал, який підлягає відновленню, вгвинчують в різьбовий отвір базового вала і закріплюють в патроні 1 маховика 3 з механізмом поперечних коливань 2. Задній центр верстата підтримує вільний кінець розподільчого валу. При допомозі пружини і пазів на втулці щодо поверхні вала відбувається фіксація копіювальної поверхні. Опорний елемент каретки 4 опускається на копіювальну поверхню. Виконання опорного елемента, який здійснює контакт з копіювальною поверхнею, має вигляд піраміди, клину або конуса. Контакт опорного елемента з копіювальною поверхнею проходить по точці або лінії.

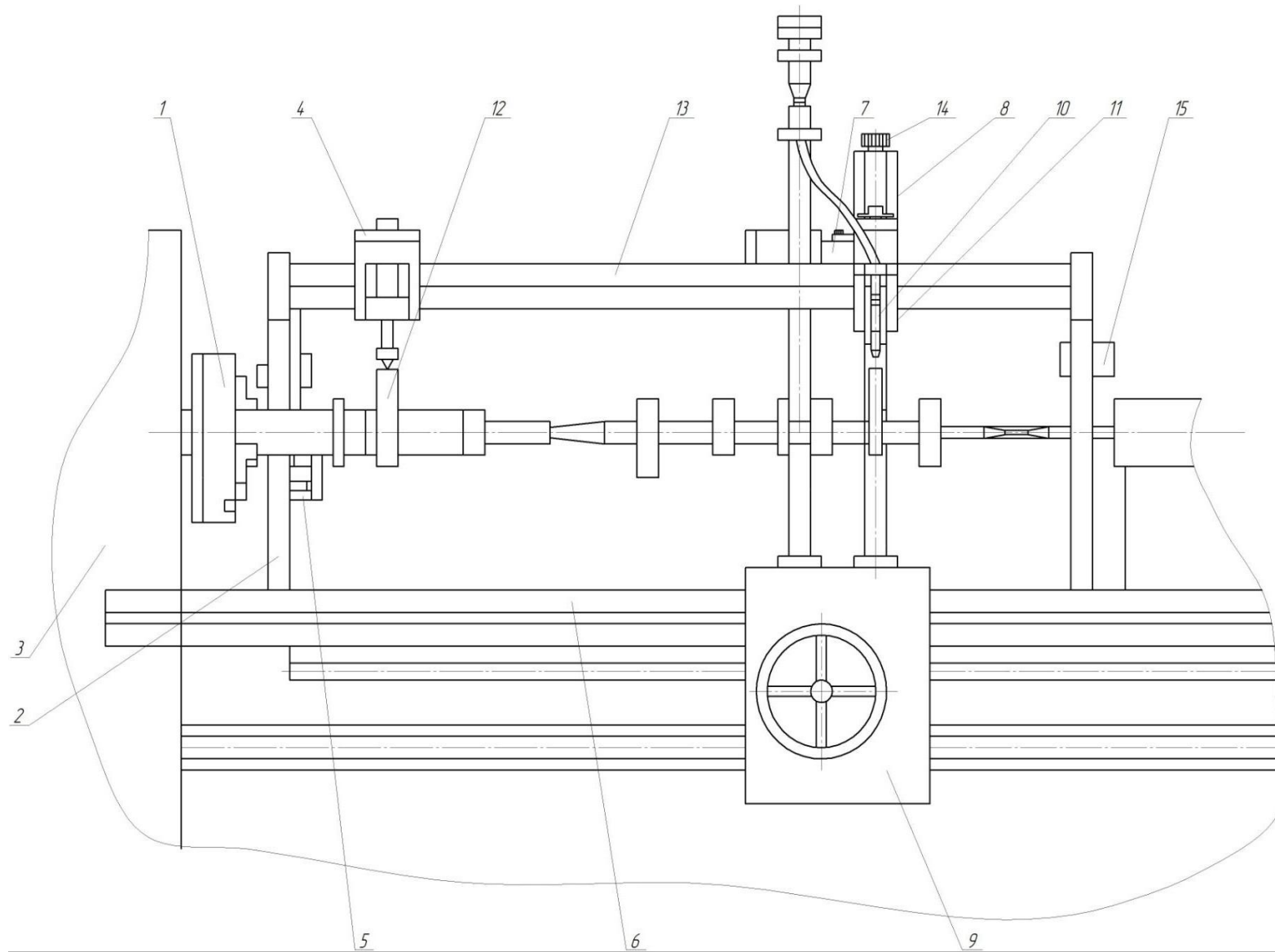


Рисунок 3.1 Зальний вигляд установки для плазмового наплавлення розподільчих валів

Таблиця 3.1–Технічна характеристика установки для плазмового наплавлення розподільчих валів

Найменування показника	Значення
1. Число оборотів приводу, об/хв	0...12
2. Характер регулювання	плавний
3. Діаметр обробки циліндричної деталі, мм	10...100
4. Довжина оброблюваної деталі, мм	1400
5. Максимально можлива висота кулачків, мм	10
6. Час заміни копіра, хв	0,45
7. Максимально можливий ексцентриситет оброблюваної поверхні, мм	10
8. Витрата порошкового матеріалу, г/хв	8...30
9. Амплітуда коливань плазмотрону, мм	до 25
10 Частота коливань в хвилину	40...80
11. Характер регулювання коливань	плавний

На робочій каретці 4 закріплений плазмовий пальник 10, а на поздовжньому супорті 9 змонтовано механізм коливань 7. Переміщення плазмового пальника вздовж відновлюваного розподільчого вала відбувається при допомозі повідкового елемента 11 вздовж направляючої 13.

Обертання розподільчому валу передається від патрона 1 через копір 12. Плазмовий пальник 10 закріплений на коливній рамі 6 з направляючою 13, яка у свою чергу, приводиться в рух від опорного елемента. Коливання робочої каретки 14 відбувається від коливного механізму 7. Балони для газу кріпляться на стійці 15. Командоапарат 5 забезпечує зміну кутової швидкості обертання вала на копіювальну поверхню від опорного елемента копіра 12.

Робоче положення плазмотрону щодо наплавляючої поверхні забезпечується за рахунок вертикального переміщення плазмотрону в робочій каретці. При цьому відстань від сопла плазмотрону до вала регулюється в діапазоні 10...12 мм. з підвищенням ефективності процесу плазмового наплавлення

Модернізована установка плазмового наплавлення, представлена на рисунку 3.2. В конструкцію модернізованої установки входять: плазмотрон 1,

оброблювана деталь 2, джерело постійного струму 3, дросель 4, контур дуги непрямої дії з модулятором 5 непрямої дуги, баластним опором 6 і блоком управління 7, контур дуги прямої дії між катодом "К" та деталлю 2 з модулятором 8 дуги прямої дії, баластним опором 9 і блоком управління 10, контур дуги прямої дії між анодом "А" деталлю 2 з модулятором 11, баластним опором 12 і блоком управління 13, блок узгодження 14 роботи модуляторів.

Для термоактивації поверхні вала 2 запалюють дугу прямого дії між катодом "К" плазмотрона 1 і даним валом контура, в який входять джерело живлення 3, баластний реостат 9, дросель 4, а також модулятор 8 з блоком управління 10. Модулятором 8 починають модулювати струм дуги прямого дії. При цьому з допомогою блоку управління 10 і величини баластного опору 9 задається середній струм 15...20 А, середня напруга 130...160 В, амплітуда потужності імпульсів 50...100 кВт, частота модуляції розрядного струму 900...1600 Гц, тривалість імпульсу 300...500 мкс.

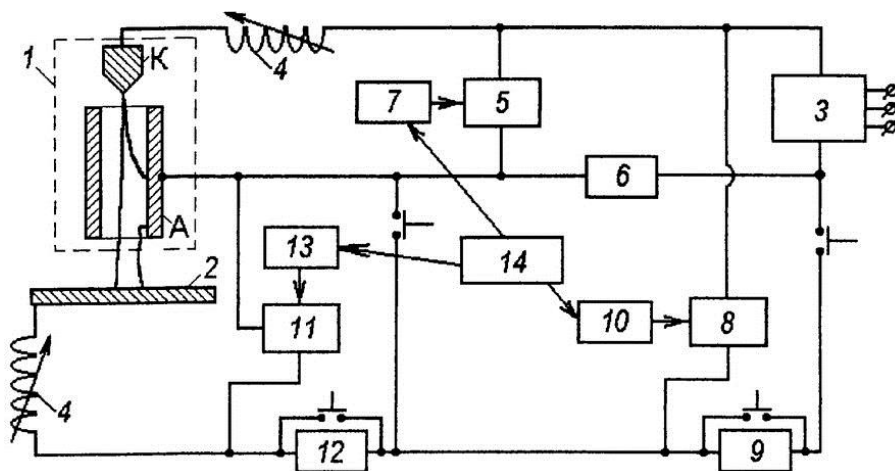


Рисунок 3.2 - Принципова схема модернізованої установки для плазмового наплавлення

У плазмотрон 1 подають плазмоутворюючий газ і запалюють дугу непрямої дії будь-яким відомим способом між катодом "К" і анодом "А" в контурі, в який входить також джерело живлення 3, баластний реостат 6 і модулятор 5 з блоком управління 7. В утворену плазмову струмінь подають наплавлюваний порошок і, в процесі наплавлення, модулятором 5 починають модулювати струм непрямої дуги. При цьому блоком управління 7 і величиною

баластного опору 6 задається середній струм - 140...160 А, середня напруга - 180...220 В, амплітуда потужності імпульсів 10...50 кВт, частота модуляції розрядного струму – 4000...5000 Гц, тривалість імпульсів 50...60 мкс.

Для оплавлення одержуваного покриття, включають дугу прямого дії між анодом "А" плазмотрону 1 і деталлю 2 в контурі, який містить баластний реостат 12, дросель 4 і модулятор 11 з блоком управління 13. Модулятором 11 починають модулювати струм, при цьому з допомогою блоку управління 13 та величини баластного опору 12 задається середній струм 8...15 А, середня напруга 110...150 В, амплітуда потужності імпульсів 100...250 кВт, частота модуляції розрядного струму 300...400 Гц, тривалість імпульсу 1400...1600 мкс. Зовнішній вигляд модернізованої установки для наплавлення показано на рисунку 2.3.

Застосування дуги прямої дії, яка горить між валом та катодом, дозволяє забезпечити попередній підігрів вала перед наплавлення. Дуга, палаюча між анодом і валом, дозволяє отримати повне проплавлення покриття до основи, що призводить до підвищення міцності зчеплення наплавленого шару з основним металом. За рахунок модуляції дуги прямої і непрямої дії забезпечується стабілізація термічної активації та оплавлення. Також забезпечується гнучкість управління процесом плазмовою наплавлення, зниження витрат електричної енергії та підвищення продуктивності.

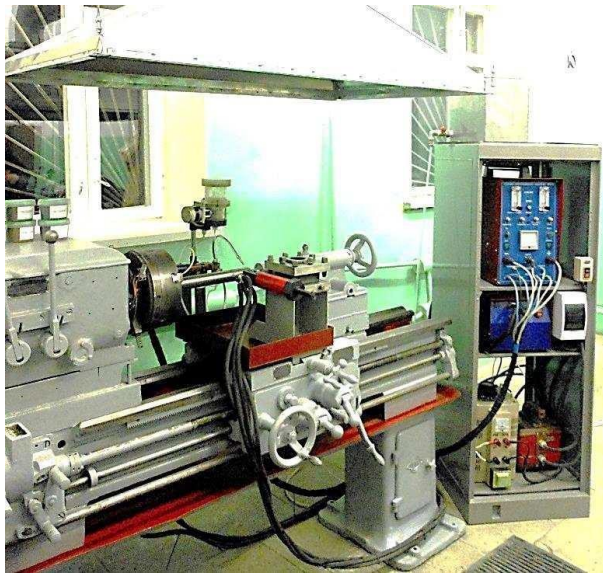


Рисунок 3.3 – Зовнішній вигляд модернізованого обладнання для плазмової обробки циліндричних деталей типу вал



Рисунок 3.4 - Устаткування для піскострумної обробки поверхонь вала:
а - компресор з піскострумною камерою; б - робочі ролики і сопло
піскострумного апарату

Підготовку поверхні вала перед наплавленням проводять з

використанням піскострумної установки, яка представлена на рисунку 3.4. Для наплавлення застосовується порошки ПГ-ХН80СР4, ПН85Ю15 і ПН55Т45 фракції 40...60 мм.

3.2 Характеристика та призначення основних параметрів процесу плазмового наплавлення розподільчого валу

Експлуатується розподільчий вал в умовах дії знакозмінних і ударних навантажень. Відновлення поверхні розподільчого вала доцільно виконувати з застосуванням порошкових твердих сплавів. Велика кількість розподільчих валів вимагає тільки наплавлення верхівки кулачка. У решти випадках необхідно провести наплавлення кулачка по профілю і подальше шліфування в ремонтний розмір. У цьому випадку застосовується копіювальний пристрій, який монтується на токарному верстаті. Плавне регулювання швидкості обертання патрона верстата забезпечується за рахунок живлення двигуна від джерела постійного струму.

У якості наплавочних матеріалів використовують порошкові сплави ПГ-СР4+3%А1, ПГ-ФБХ6-2+6%, ПГ-С1 +6% А1. Товщина наплавлюваного шару складає 1,3...1,6 при наплавленні вершини і 0,4...0,6 мм при наплавленні циліндричної поверхні кулачка. В якості транспортуючого газу застосовують азот.

Для шліфування вала після відновлювального наплавлення застосовують шліфувальні кола з електрокорунду ЕБ16-25С1Б, ЕБ16-25С1К, зернистістю 16 ... 25, середньої твердості СІ на бакелітовій або керамічній зв'язці. Параметри режиму плазмового наплавлення приймаються по довідковій літературі. Витрата плазмоутворюючого газу становить 1,2...2 л/хв, витрата транспортуючого газу складає 7...9 л/хв. Відстань від сопла плазматрону до вала складає 9...12 мм. Частота коливань плазматрону 0,4...0,5 Гц. Основні параметри процесу наплавлення вала різними порошками представлені в таблиці 3.2. Основні параметри процесів чорнової та чистової обробки вала після наплавлення представлені у таблиці 3.3.

Таблиця 3.2 – Основні параметри процесу плазмового наплавлення вала

Параметри	ПГ-СР4+3%A1	ПГ-ФБХ6-2+3%A1
Наплавлення вершини кулачка		
Сила струму, А	120...140	125...150
Напруга, V	25	30
Частота обертання валу, хв ⁻¹	0,45...0,50	0,30...0,45
Витрата порошку	20...22	18...20
Наплавлення циліндричної поверхні кулачка		
Сила струму, А	160...170	180...190
Напруга, V	30	30
Частота обертання валу, хв ⁻¹	0,65...0,70	0,5...0,6
Витрата порошку, г/хв	14...16	12...14
Наплавлення опорної шийки вала		
Сила струму, А	170...180	190...200
Напруга, V	30	35
Частота обертання валу, хв ⁻¹	0,7...0,8	0,6...0,65
Витрата порошку	12...14	10...12

Таблиця 3.3 – Основні параметри процесів чорнового та чистового шліфування

Параметри та режими обробки поверхонь вала	Величини режимів обробки	
	Коло ПП600 × 25 × 305 ЕБ16-25С1Б ЕБ16-25С1К	ПП600 × 25 × 305КЧ16- 25С1К К3 16-25С1К
ПГ-СР4+3%A1		
Чорнове шліфування		
$v_{до}$, м/с	34	34
$v_{д}$, м/с	2,3	2,3
$S_{нон}$, м/хв	0,60...0,64	0,60...0,64
R_a , мкм	2,5	2,5
Чистове шліфування		
$v_{до}$, м/с	34	34
$v_{д}$, м/с	4,6	4,6
$S_{нон}$, м/хв	0,25...0,55	0,25...0,55
R_a , мкм	0,63...0,32	0,63...0,32

Метою даної роботи являлася розробка технології та організація ділянки по відновленню розподільчих валів вантажних автомобілів. Для

реалізації поставленої мети були сформульовані основні завдання: спроектувати технологічний процес для відновлення вала методом наплавлення; вибрати основні параметри процесу відновлення вала наплавленням з вибором необхідного обладнання, устаткування і наплавочних матеріалів.

Для покращення технологічних властивостей способу плазмового наплавлення запропоновано використовувати імпульсне наплавлення. При розробці необхідно прогнозувати зниження розбризкування наплавочного матеріалу, підвищення якості процесу наплавлення та його продуктивності.

Процес відновлення розподільчого вала пропонується вести на установці, виконаній на базі токарного верстата 16K20. Для того, щоб проводити операції технологічного процесу, проведена модернізація верстата із встановленням на ньому порошкового живильника і плазматрона. Плазматрон додатково забезпечений механізмом коливань. Змінено конструкцію вузла приводу поздовжнього супорта. Обрані наплавочні матеріали та параметри процесу плазмового наплавлення. Складено проектну технологію відновлювального наплавлення вала.

4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Методики проведення досліджень по впливу способу припрацювання деталей двигунів на інтенсивність їх зношування

У технічній літературі наводяться рекомендації як проводити припрацювання деталей двигунів як при ступінчастій, так і при безступінчастій зміні чисел оборотів і силового навантаження. Метою даного дослідження було з'ясувати вплив режимів припрацювання (ступінчастий і безступінчастий), проведених в інших однакових умовах, на зношування деталей двигунів і на якість їх припрацювання, тобто підготовки поверхонь тертя до сприйняття експлуатаційних навантажень.

Випробування проводилися методом порівняння на відповідному стенді. Для випробувань було взято двигун автомобіля MAN. Експерименти проводилися з дотриманням рівності сумарної роботи випробуваних двигунів незалежно від способу зміни режимів. За оптимальні швидкісні та навантажувальні параметри приймалися ті, у яких деталі двигунів менше зношувалися за однаковий шлях та рівні проміжки часу.

Відомо, що завершення початкового припрацювання контактуючих деталей двигуна характеризується стабілізацією сил (моментів) тертя та інтенсивності зношування. При цьому поверхні тертя набувають певних якостей (фізико-механічні властивості, шорсткість). Ефективна потужність, число максимальних і мінімальних оборотів холостого ходу при певному положенні дросельної заслінки, витрата палива в одиницю часу, кількість газів, що прориваються з камери згоряння в картер, температура нагріву поверхонь тертя і картерного масла також приймають стабільні значення. Очевидно, дані показники можна вважати критерієм оцінки протікання процесу припрацювання в залежності від умов її проведення.

Щоб отримати порівняні результати зношування та припрацювання деталей, випробування проводилися на одному двигуні, в якому після кожного дослідження замінювалася циліндро-поршнева група та вкладиші підшипників колінчастого

валу. Три комплекти деталей використовувалися для припрацювання двигунів при ступінчастому режимі, і три при безступінчастому. Двигун із новим комплектом зазначених деталей вважався за новий екземпляр двигуна. Інші деталі щодо зносу шатунно-поршневої групи не замінювалися.

Опорні і шатунні шийки колінчастого валу перед кожною заміною вкладишів шліфувалися абразивним колом зернистістю 140 до 9-го класу чистоти поверхні. У процесі початкової роботи щоразу дані поверхні прироблялися заново.

Складання циліндро-поршневої групи та кривошипно-шатунного механізму дослідного двигуна не відрізнялося від їх складання в умовах ремонтного виробництва.

Замінювані деталі підбиралися з практично однаковими допусками на овальність, конусність, чистоту поверхонь тертя, а поршневі кільця — з однаковою величиною на «просвіт». Розбирання, складання та встановлення вузлів та деталей проводилися за технічними умовами заводу виробника. Затягування різьбових з'єднань, запресування гільз циліндрів у блок і поршневих пальців у бобишки поршнів проводилися з тим самим зусиллям. Поршні перед збиранням підігрівалися до температури 80...85 °С. Різниця в деформації деталей була доведена до мінімуму. Це забезпечувалося дотриманням заданих технічних умов посадок деталей у поєднаннях та застосуванням динамометричних ключів.

Перед кожним збиранням двигуна його деталі ретельно очищувалися і промивалися від металевих частинок і нагару. Всі ці заходи дозволили одержати практично однакові початкові умови перед припрацюванням двигуна з кожним комплектом замінених деталей.

Грунтуючись на параметрах електричного гальмівного стенду та рекомендаціях інших дослідників, прийняли для двигуна ЗМЗ-66 три етапи припрацювання при ступінчастому режимі навантаження:

- 1) холодне припрацювання при числі обертів 600, 800, 1000, 1200 і 1400 за хвилину;
- 2) гаряче припрацювання без навантаження при числі обертів 1000, 1200,

1400, 1600, 1800, 2000, 2200 та 2600 за хвилину;

з) гаряче припрацювання під навантаженням, спочатку при постійній - потужності гальмування 15 л. с. і числі обертів 1200, 1400, 1800, 2200, 2600 за хвилину, а потім при потужності гальмування 30, 45, 60, 75 л. с. та числі обертів 1800, 2200, 2600 за хвилину відповідно на кожному навантаженні.

Безступінчасте припрацювання проводилася також в три етапи, в тому ж діапазоні зміни чисел обертів, навантаження і часу, як і ступінчаста, за винятком роботи під навантаженням, де процес припрацювання починався при 1600 об/хв і закінчувався при 2600 об/хв.

Випробування двигуна проводилося на попередньо змонтованому електричному гальмівному стенді СТЕУ-28-1000 з приладами та апаратурою для виміру та підтримки в заданих межах параметрів припрацювання. Зміна оборотів і навантаження, ступінчасто і плавно, здійснювалася за програмою, яка задається, за допомогою автоматичних пристроїв.

Двигун припрацьовувався на індустріальному мастилі 45, бензині А-76. Вода в суміші мастильного баку підігрівалася перед холодним припрацюванням до температури 45...50 °С, перед гарячим - до 55...60 °С. У процесі роботи двигуна температура води підтримувалася постійною: при холодному припрацюванні 50 ± 5 °С, при гарячому 80 ± 5 °С.

Три двигуни досліджувалися при однаковому ступінчастому режимі. Час роботи двигуна на кожному етапі не обмежувався заздалегідь заданою програмою. Припрацювання закінчувалося після стабілізації роботи пари тертя, витрати палива, температури деталей, які труться, і картерного масла.

Після кожного етапу припрацювання визначалася робота тертя методом прокручування при числі обертів колінчастого валу двигуна від 600 до 1400 за хвилину з інтервалом через 200 об/хв. В кінці випробувань з двигуна знімали швидкісну характеристику, заміряли витрату палива і кількість газів, які прориваються з камери згоряння в картер при навантаженні 75 л. с. та числі оборотів 2600 за хвилину. За аналогічною методикою, але при безступінчастому режимі були припрацьовані решта двигуни.

4.2 Характеристики основних способів вимірювання величин зносу деталей двигуна

Знос деталей визначався комбінованим способом: основні деталі двигуна перед припрацюванням і після нього піддавалися мікрометруванню, а в ході випробування їх сумарний знос визначався за вмістом заліза в мастилі. Проби мастила при всіх випробуваннях відбиралися через рівні проміжки часу. Обробка проб та аналізи проводились за відомою методикою на спектрографі ІСП-22.

Розмір і характер зносу компресійних кілець визначалися методом вирізаних лунок на приладі УПОІ-6. На циліндричній поверхні кілець лунки вирізалися в п'яти місцях на відстанях один від одного. Вимірювалася також зміна теплового (стикового) зазору кілець до і після опрацювання.

Для визначення характеру і величини зношування гільз циліндрів по утворюючим і колу був використаний метод пневматичного контролю за допомогою приладу типу «Солеке» з дублюванням вимірювань індикатором важільного типу з ціною поділу головки індикатора 0,002 мм. Зношування вкладишів корінних підшипників визначалося зважуванням на аналітичних вагах типу АДВ-200.

Температури чотирьох циліндрів лівого ряду двигуна на відстані 45 мм від верхньої площини гільзи та вкладишів корінних підшипників вимірювалися хромель-копелевими термопарами. Гарячий спай кожної термопари містився з відривом 1,0...1,5 мм від поверхонь тертя. Для порівняльної оцінки припрацювання двигуна важливо було отримати не стільки високу точність у визначенні абсолютної величини температур поверхонь тертя, скільки правильно відобразити характер їх зміни в залежності від режимів припрацювання.

Температура картерної олії замірялася електронним потенціометром, в якому датчиком служив термоопір ММТ-4, розміщений в мастилі картера. Кількість газів, які прориваються з камери згоряння в картер, визначалося газовим лічильником ГКФ-6.

Проведеними дослідженнями встановлено, що швидкісні та навантажувальні параметри припрацювання та характер їх зміни істотно впливають на знос деталей у процесі початкової роботи двигуна.

Сумарне зношування, визначене за вмістом заліза в маслі за весь період припрацювання (725 хв) на всіх трьох етапах, при безступінчастому режимі було на 50...60% більше, ніж при ступінчастому. У процесі випробувань встановлено, що швидкість зношування деталей і величина зносу кожному етапі припрацювання, залежно від режимів були різними.

4.3 Вплив методу припрацювання двигуна на кінетику зміни основних триботехнічних показників

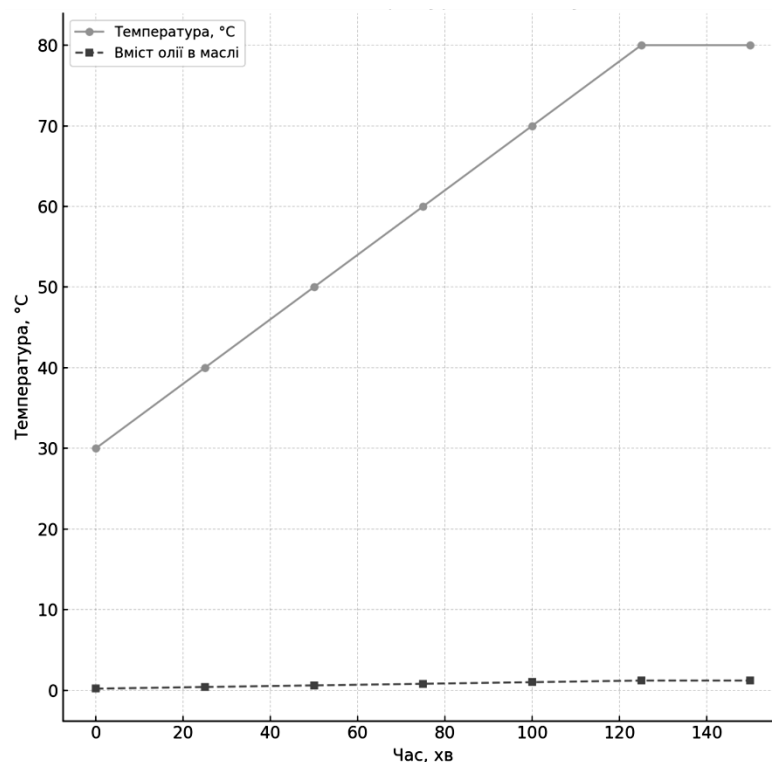
Порівняльні дані про зміну зносу, температур поверхонь тертя і картерного мастила на кожному етапі холодного припрацювання представлені на рис. 4.1, а, Криві вмісту заліза в мастилi починаються не з нуля, оскільки раніше двигун проходив перший етап обкатки і в мастилi вже накопичилися продукти зношування. З графіка видно, що вміст заліза в мастилi при безступінчастому режимі зростає майже в 2 рази швидше, ніж при ступінчастому: середня швидкість зношування при випробуваннях становила відповідно 6,2 і 3,3 мг/хв. Температура поверхонь тертя і картерного мастила при безступінчастому - режимі була на 10...15 °С вище, ніж при ступінчастому.

При гарячому припрацюванні на холостому ході та безступінчастому режимі (рис. 4.1, б) також відзначається у 2 рази більша швидкість зношування деталей, ніж при ступінчастому режимі. Слід зазначити, що середній темп наростання зносу при гарячій обкатці в режимі роботи на холостому ході в обох режимах був меншим, ніж при холодному припрацюванні, і становив при безступінчастому режимі 2,18 мг/хв, а при ступінчастому 1,1 мг/хв. На початковому етапі дослідження різниця в температурному режимі не перевищувала 5°С.

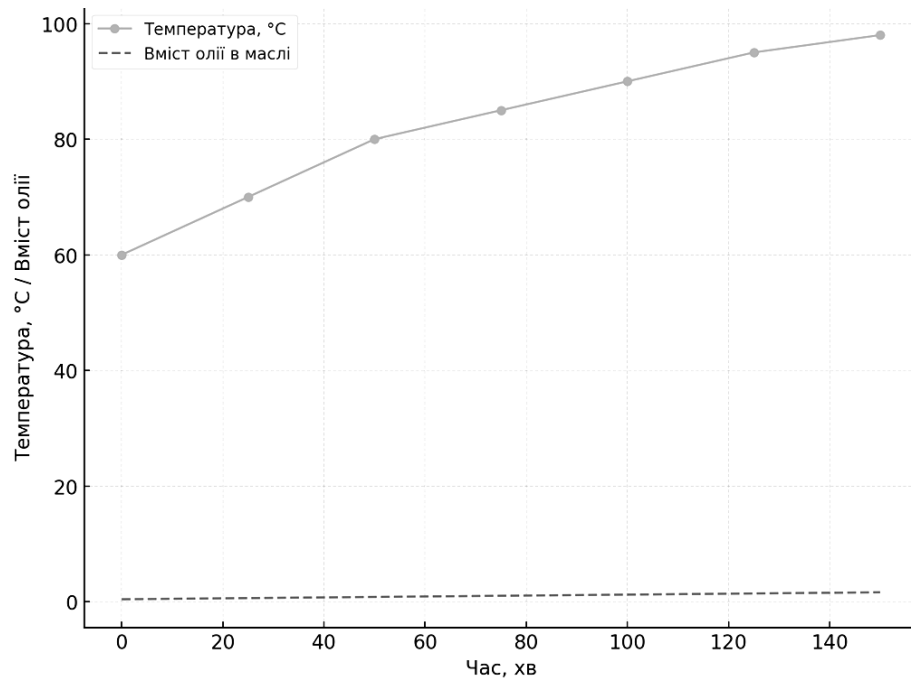
На рисунку 4.1 показані порівняльні дані щодо зносу деталей та зміна температурного режиму на етапі гарячого припрацювання двигуна під

навантаженням протягом 405 хв. На рисунку нанесені сумарний знос і найбільші значення температур поверхонь тертя і картерного мастила, які виходили в кінці кожного етапу при роботі двигуна на різних навантаженнях при ступінчастому режимі, і результати зносу і термометрування при безступінчастому режимі. З графіка видно, що за період роботи тільки під навантаженням зношування деталей при безступінчастому приробітку було більше на 45%, ніж при ступінчастому. Середня швидкість зношування становить 6,15 та 4,25 мг/хв. Сумарне зношування за весь період припрацювання при безступінчастому режимі на 1,4 г (60%) вище, ніж при ступінчастому.

За результатами мікрометрування встановлено характер та певні закономірності зношування окремих деталей двигуна.



а)



б)

Рисунок 4.1. Характер зміни величини зносу, температур поверхонь тертя в середовищі картерного мастила двигунів на етапах холодного припрацювання (а) та гарячого припрацювання на холостому ході (б)

На рисунку 4.2 показана діаграма зношування вкладишів корінних підшипників та компресійних кілець поршнів двигунів, які випробовувалися при ступінчастому та безступінчастому режимах. Із порівняння отриманих даних видно, що знос підшипників, 1 і 2-го компресійних кілець при безступінчастому режимі припрацювання відповідно на 45, 49 і 38% вище, ніж при ступінчастому. Закономірність зношування деталей в обох випадках однакова. Зношування нижніх вкладишів корінних підшипників і других компресійних кілець було більше, ніж верхніх вкладишів та перших кілець. Характер і величина зносу циліндрів, заміряні в площині перпендикулярної до осі колінчастого валу, представлені на рисунку 4.2. При ступінчастому режимі припрацювання зношування в середньому на 30...40% нижче, ніж при безступінчастому. Два максимуми на діаграмі (рис. 4.2) пояснюються наявністю вставки зі зносостійкого чавуну у верхньому поясі гільзи, яка значно зменшує знос у процесі припрацювання двигуна.

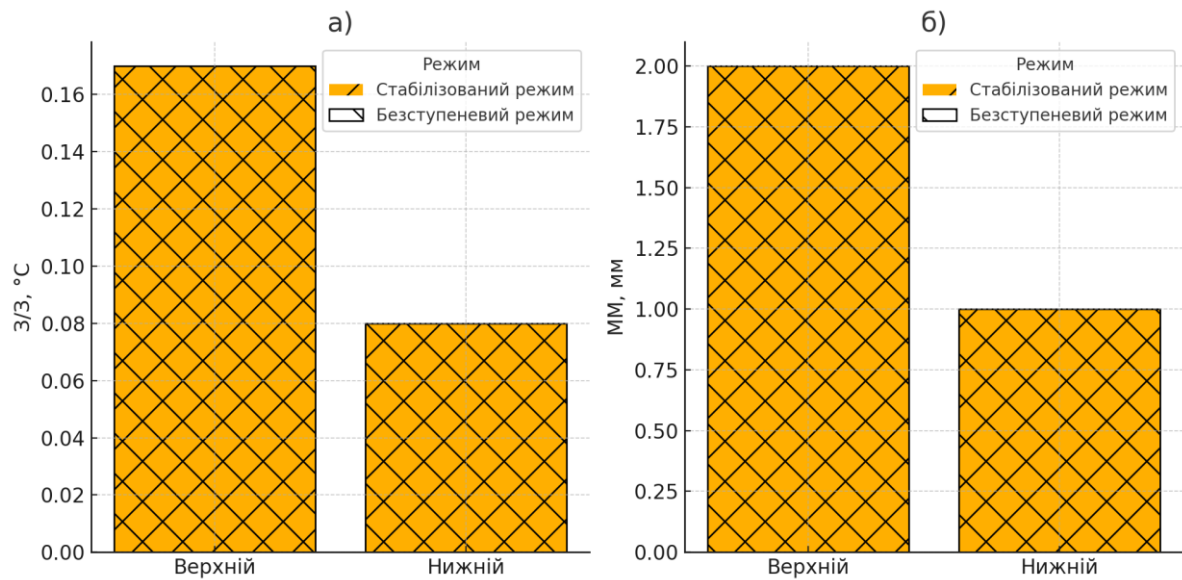


Рисунок 4.2. Діаграми зносу циліндрів двигунів при ступінчастому (1) та безступінчастому (2) режимах припрацювання

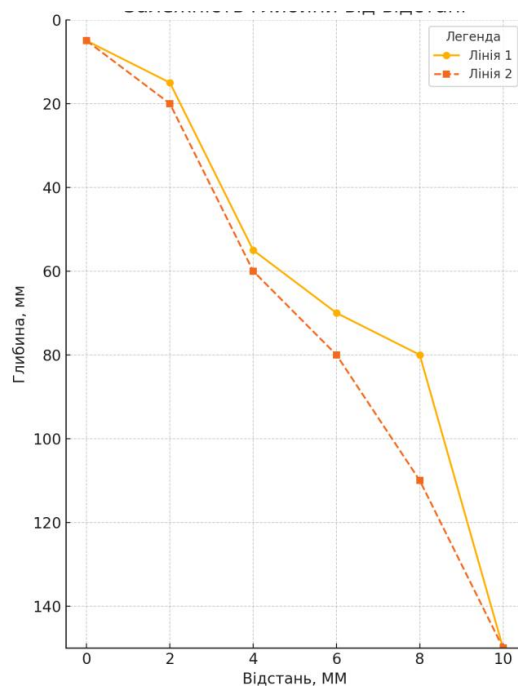


Рисунок 4.3. Графік залежності величини зносу корінних підшипників (а) та компресійних кілець (б) двигуна при ступеневому та безступінчастому режимах припрацювання (1, 2 — номери поршневих кілець)

Інтенсивний знос деталей при безступінчастому режимі за 150 хв холодного припрацювання, 170 хв гарячого припрацювання без навантаження і 405 хв гарячого припрацювання під навантаженням можна пояснити незадовільними умовами змащення, великими втратами на подолання сил тертя, підвищеними

температурами в контактi деталей, що обумовлено більшою інтенсивністю швидкісних та навантажувальних параметрів.

З графіків, можна бачити, що при безступінчастому режимі холодне припрацювання і гаряче припрацювання під навантаженням завершуються швидше (вихід кривих на постійну швидкість зношування). Отже, час припрацювання за такого режиму можна скоротити. Однак мікрофотографії поверхонь тертя, які припрацьовувалися при ступінчастому та безступінчастому режимах (рис. 4.4), а також огляд поверхонь деталей показують, що при другому способі наявні сліди глибоких рисок в окремих місцях робочих поверхонь. При ступінчастому режимі припрацювання великих видимих рисок не спостерігалось, а шорсткість поверхонь тертя була близькою до оптимальних значень.

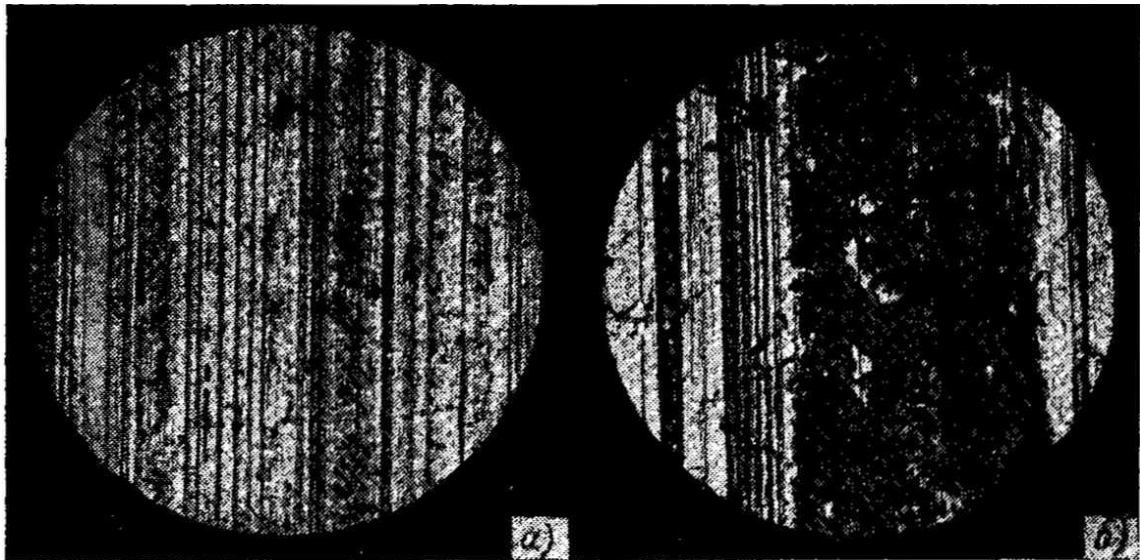


Рисунок 4.4. Мікрофотографії поверхонь тертя, які припрацьовувалися при ступінчастому (а) та безступінчастому (б) режимах

Із аналізу приведених мікрофотографій поверхонь тертя спостерігається суттєва відмінність у величинах зносу, якості поверхонь тертя, кількості газів у картері, а також у температурному режимі двигунів, припрацьованих за ступінчастим і безступінчастим режимами зміни оборотів і навантаження, дозволяє вважати найбільш раціональним ступінчастий режим припрацювання двигуна.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Технологічна характеристика об'єкта

Під час роботи на ремонтній дільниці автопідприємства технологічний процес суттєво відрізняється від базового процесу ремонтного зварювання та виконуваних робіт по ремонту. Зміна технологічного процесу в порівнянні з базовим процесом може привести до виникнення нових небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які позначаються негативно на здоров'ї персоналу та стані навколишнього середовища.

У зв'язку з цим необхідно провести дослідження особливостей здійснення технологічного процесу, спрямовані на ідентифікацію небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Ідентифікація небезпечних і шкідливих виробничих факторів, в свою чергу, дозволить запропонувати технологічні і організаційні заходи для усунення негативного впливу цих факторів або зменшення їх впливу до допустимого рівня.

Крім того, підвищення відповідальності виробничих підприємств робить необхідним проведення додаткових технологічних і організаційних заходів, спрямованих на зниження негативного впливу виробництва на навколишнє середовище.

Таблиця 5.1 - Технічний паспорт об'єкта

Найменування операції технологічного процесу	Найменування посади працівника, виконуючого дану операцію	Технологічне обладнання, застосовуване для виконання операції	Допоміжні матеріали та речовини, застосовувані на операції
- підготовка деталі під наплавлення	- слюсар-збирач, - дефектоскопіст	- машина мийна; - мікроомметр	- мийний розчин; - вода технічна; - призма базуюча

- підготовка поверхні під наплавлення	- слюсар-збирач, - дефектоскопіст	- дробоструминна камера; - фарбопульт	- мастика захисна; - дріб металева
- плазмова наплавлення	електрозварювальн ик на автоматичних та напіваавтоматичних машинах	- встановлення плазмовою наплавлення валів; - копір	- порошок наплавний; - захисний газ
- контроль якості	дефектоскопіст з магнітному та ультразвуковому контролю	- дефектоскоп, - лупа, - шаблон зварювальника	- гас, - крейда, - олія

Аналіз даних в таблиці 5.1 дозволяє надалі провести ідентифікацію небезпечних та шкідливих виробничих факторів, які виникають при реалізації проектної технології.

5.2 Ідентифікація професійних ризиків

Проведення ідентифікації професійних ризиків під час реалізації проектної технології робить необхідним виявлення та аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів. Експлуатація технологічного обладнання наводить до виникненню небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які для зручності зведені до таблиці 9. фактори призводять до виникнення виробничих травм і розвитку у працівників професійних захворювань.

Таблиця 5.2 – Ідентифікація професійних ризиків під час реалізації
проектної технології

Найменування операції технологічного процесу	Небезпечний чи шкідливий виробничий фактор, є причиною виникнення професійного ризику	Устаткування чи інші об'єкти, що стають причиною виникнення небезпечного або шкідливого виробничого фактора
- підготовка деталі під наплавлення	- наявність на інструментах та деталях гострих кромek та ріжучих задирів; - механічна взаємодія з масивними рухомими частинами технологічного обладнання; - небезпека проходження через людину підвищених значень електричного струму	- машина мийна; - мікрометр
- підготовка поверхні під наплавлення	- перевищення рівня забруднення повітря робочої зони по пилу і газів; - небезпека проходження через людину підвищених значень електричного струму;	- дробоструминна камера; - фарбопульт
- плазмове наплавлення	- перевищення рівня забруднення повітря робочої зони по пилу і газів; - небезпека проходження через людини підвищених значень електричного струму;	- встановлення плазмовою наплавлення валів; - копір

	- нагрівання поверхні деталей до високих температур; - інфрачервоне випромінювання; - ультрафіолетове випромінювання	
- контроль якості	- перевищення рівня забруднення повітря робочої зони по пилу і газів; - ультразвукове випромінювання	- дефектоскоп

Таким чином, виділено вісім негативних виробничих факторів:

- наявність на інструментах і деталях гострих крайок і ріжучих задирів;
- механічна взаємодія з масивними що рухаються частинами технологічного обладнання;
- перевищення рівня забруднення повітря робочої зони по пилу і газів;
- небезпека проходження через людину підвищених значень електричного струму;
- нагрівання поверхні деталей до високих температур;
- інфрачервоне випромінювання;
- ультрафіолетове випромінювання;
- ультразвукове випромінювання.

Аналіз цих факторів надалі дозволить запропонувати для кожного з них стандартні технологічні і організаційні заходи, що дозволяють усунути дію цих факторів або зменшити їхню дію до прийняттого рівня.

5.3 Пропоновані технологічні та організаційні заходи для зниження професійних ризиків

Раніше була виконано ідентифікація небезпечних і шкідливих виробничих факторів, сукупна або роздільна дія яких приводить до виникнення професійних ризиків.

Аналіз цих факторів дозволяє запропонувати для кожного з них стандартні технологічні і організаційні заходи, що дозволяють усунути дію цих факторів або зменшити їхню дію до прийняттого рівня.

Впроваджувані на підприємстві технологічні і організаційні заходи представлені в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Технологічні та організаційні заходи щодо зниження професійних ризиків

Небезпечний чи шкідливий виробничий фактор, є причиною виникнення професійного ризику	Найменування технологічного або організаційного заходу із зниження професійних ризиків	Застосовувані засоби індивідуального захисту
Наявність на інструментах і деталях гострих кромek та ріжучих задирок	- оснащення обладнання, огорожі та конструкцій відповідними попереджувальними табличками та плакатами; - періодичний інструктаж працівників по необхідності дотримання виробничої безпеки	спецодяг
Механічні взаємодії з масивними що рухаються частинами технологічного обладнання	- монтаж огорож для обмеження попадань працівників в небезпечну зону, де вони можуть зіткнутися з частинами обладнання, що рухаються; - оснащення обладнання, огорожі та конструкцій відповідними попереджувальними табличками та плакатами	спецодяг

Перевищення рівня забруднення повітря робочої зони по пилу і газам	- організація місцевого видалення забрудненого повітря робочої зони; - пристрій загальнообмінної вентиляції для надходження чистого повітря в робочу зону	засоби індивідуального захисту дихальних шляхів
Небезпека проходження через людину підвищених значень електричного струму	- оснащення технологічного обладнання захисним заземленням і пристроями захисного відключення; - періодичний інструктаж працівників необхідності дотримання виробничої безпеки; - проведення періодичних вимірів опору ізоляції і заземлення	спецодяг
Нагрівання поверхні деталей до високих температур	- періодичний інструктаж працівників необхідності дотримання виробничої безпеки; - підвищення рівня автоматизації основних і допоміжних операцій	спецодяг
Ультразвукове випромінювання	- оснащення обладнання, огорожі та конструкцій відповідними попереджувальними табличками та плакатами; - обмеження тривалості впливу шкідливого фактора на персонал	спецодяг

Пропоновані в роботі заходи дозволяють значно знизити травматизм персоналу при виконанні проектної технології. Також значно зменшується ймовірність появи у персоналу професійних захворювань. Після впровадження у виробництво пропорованих в випускний кваліфікаційної роботі технічних рішень, дасть змогу уникнути небезпечних та шкідливих виробничих факторів.

Виробниче підприємство постійно піддається ризику виникнення різних заражень отруйними речовинами які можуть заподіяти шкода працівникам і майну підприємства. Крім того, робота підприємства супроводжується негативним впливом на навколишнє середовище забрудненням атмосфери, гідросфери та літосфери. Тому в наступному розділі слід розглянути заходи по

забезпеченні безпеки при аваріях сильнодіючими отруйними речовинами.

5.4 Оцінка хімічної обстановки при аваріях на об'єктах, що мають сильнодіючі отруйні речовини

Розвиток хімічної промисловості сприяє зростанню небезпеки для життєдіяльності людини. Це пов'язано з тим, що на різних хімічно-небезпечних об'єктах та в побуті дуже часто виникають аварії, пов'язані з викидом або впливом сильнодіючих отруйних речовин в уражаючих концентраціях, небезпечних для життя і здоров'я людей.

Небезпека ураження робітників і службовців цими небезпечними отруйними речовинами вимагає швидкого їх виявлення і оцінки хімічної обстановки і обліку її виліву.

При оцінці хімічної обстановки необхідно визначити:

- межі зони хімічного зараження, площі зони;
- тривалість уражаючої дії отруйних речовин;
- часу підходу хмари зараженого повітря до границі об'єкту;
- терміну перебування людей в засобах індивідуального захисту;
- можливих втрат людей в осередку ураження.

Розробляємо оцінку хімічної обстановки, що утворилась на хімічно-небезпечному об'єкті з викидом СДОР – аміаку.

Вихідні дані:

Найменування СДОР – аміак;

Кількість Q , т – 10;

Відстань ємкості зі СДОР від об'єкту, R , м – 200;

Швидкість вітру V , м/с – 3;

Азимут вітру - 60^0 ;

Ступінь вертикальної стійкості атмосфери – ізотермія;

Кількість робочої зміни, чол – 320

Забезпечення промисловими протигазами з фільтруючими коробками типу “М”, % - 80

1. Визначаємо час підходу зараженого повітря (хмари) до розташування об'єкту

$$Z = \frac{R}{W} = \frac{200}{4,5} = 44\text{с} = 0,74 \text{ хв},$$

де R – відстань від ємкості до об'єкту;

W – середня швидкість розповсюдження зараженого повітря,

2. Визначаємо межі зони зараження (глибину (Γ) і ширину (Π) і площу.

Глибина зони зараження при аваріях на сховищах (ємкостях) для відкритої місцевості визначаємо за формулою:

$$\Gamma = 34,2 \cdot \sqrt[3]{\frac{Q^2}{D^2 \cdot V^2}} = 34,2 \cdot \sqrt[3]{\frac{10000}{15^2 \cdot 3^2}} = 1210 \text{ м},$$

де Q – кількість СДОР, кг;

V – швидкість вітру;

D – уражаюча токсодоза, що дорівнює добутку уражаючої концентрації та експозиції.

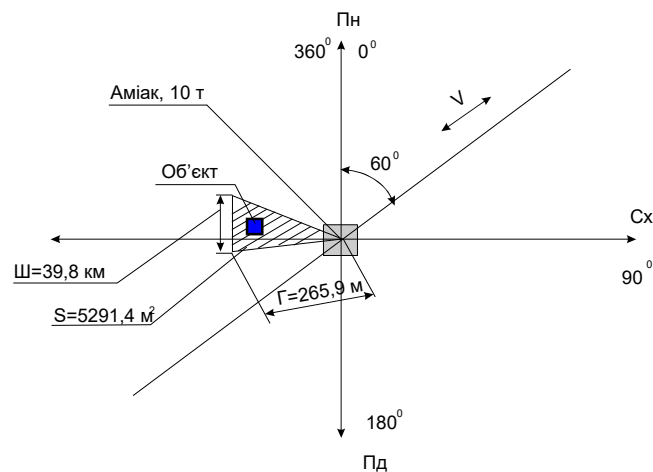


Рис.5.1 Графічне зображення ураженої зони

В умовах ізотермії глибина зони зараження зменшується в 1,3 рази, тому:

$$\Gamma = \frac{1210}{1,3} = 930,8 \text{ м}.$$

В умовах міської забудови глибина зони також зменшується в 3,5 рази, звідси дійсна величина глибини:

$$\Gamma = \frac{930,8}{3,5} = 265,9 \text{ м.}$$

Ширина зони зараження визначаємо за формулою:

$$\text{Ш} = 0,15 \cdot \Gamma = 0,15 \cdot 265,4 = 39,8 \text{ м.}$$

Площа зони зараження:

$$S = \frac{1}{2} \Gamma \cdot \text{Ш} = \frac{1}{2} \cdot 265,9 \cdot 39,8 = 5391,4 \text{ м}^2.$$

Токсодоза в районі розташування об'єкту визначається за формулою:

$$Д = \frac{200 \cdot Q}{V \cdot R^{\frac{3}{2}}} = \frac{200 \cdot 10000}{3 \cdot 200^{\frac{3}{2}}} = 235,7 \text{ мг} \cdot \text{хв/л.}$$

Токсодоза в районі розташування об'єкту в 2 рази перевищує смертельну, тому робітників об'єкту необхідно забезпечити протигазами типу “М”

Визначаємо час ураження дії СДОР

$$t_{\text{ур}} = t_{\text{вип}} \cdot k_{\text{ф}} = 20 \cdot 0,55 = 11 \text{ год,}$$

де $t_{\text{вип}}$ – час випробування СДОР, год;

Використовуючи дані про час уражаючої дії СДОР в районі об'єкту, та часу захисної дії промислових протигазів типу “М” (час захисної дії 0 120 хв) робимо висновки, що протигаз типу ”М” не забезпечує захист робітників об'єкту на час уражаючої дії аміаку, тому людей необхідно евакуювати з зараженої зони не пізніше як за 120 хв (на протязі захисної дії протигазу).

Допустима кількість СДОР в ємності

$$Q = \frac{Д_{\text{ур}} \cdot V \cdot R^{\frac{3}{2}}}{200} = \frac{15 \cdot 3 \cdot 200^{\frac{3}{2}}}{200} = 636 \text{ кг.}$$

Визначивши допустиму кількість аміаку в ємності, робимо висновок, що кількість аміаку, що зберігається в ємності на об'єкті перевищує допустиму і тому складає велику небезпеку для життя людей.

За допомогою пропорцій знаходимо:

$$320 \text{ чол.} - 80\%$$

$$x \text{ чол.} - 14\%$$

$$x = \frac{320 \cdot 14}{80} = 56 \text{ чол.}$$

З них:

- з легким ступенем ураження 25% - 14 чол;
- з середнім і важким ступенем ураження 40% - 22 чол;
- зі смертельним ураженням 35% - 20 чол.

Отже: люди, що втратили працездатність складають – 42 чол. (22 – з середнім і важким ступенями і 20 зі смертельним виходом).

Висновки: по оцінці хімічної обстановки зробивши розрахунки можна визначити, що для того, щоб підвищити стійкість об'єкту в умовах хімічного зараження необхідно, в першу чергу, зробити обваловку ємкості з аміаком. Глибина зони зараження зменшиться при цьому в 1,5 рази. Зберігати в ємкості тільки допустиму кількість СДОР. Забезпечити протигазами всіх працюючих (100%) для зменшення людських втрат. Розташувати ємкість з аміаком як надалі від об'єкту. Евакуювати людей в напрямку протилежному напрямку розповсюдження зараженої хмари.

ВИСНОВКИ

У магістерській кваліфікаційній роботі з теми "Розробка методики відновлення розподільчих валів вантажних авто з аналізом впливу режимів розробки двигунів на первісне зношення їх компонентів" визначено завдання - створення методики та впровадження виробничої лінії для ремонту розподільчих валів вантажівок за допомогою плазмового наплавлення.

Під час аналізу альтернативних методів відновлення розподільчих валів розглядалися такі процеси як вібродугове наплавлення, наплавлення в атмосфері вуглекислого газу, газополум'яне напилення, плазмове напилення, та плазмове наплавлення. Виходячи з аналізу розглянутих методів за технологічними, технічними та техніко-економічними параметрами, було запропоновано оновлену методику відновлення валів авто на базі плазмового наплавлення.

В основному варіанті технології відновлення валів використовується вібродугове наплавлення. Слабкі сторони цього методу включають низьку стабільність якості наплавленого шару, обмежену продуктивність і значні фінансові витрати на обладнання, устаткування та матеріали.

Для поліпшення технічних характеристик плазмового наплавлення було запропоновано застосування імпульсного управління процесом, заснованого на сучасних розробках. Очікується, що такий підхід зменшить розбризкування наплавлювального матеріалу, підвищить якість наплавлення та продуктивність робочого процесу.

Аналізуючи характеристики технологічного процесу автоматичного збирання та зварювання розподільчих валів, вдалося знизити небезпечні та шкідливі виробничі фактори на ремонтній дільниці. Запропоновану технологію можливо впровадити на конкретному автопідприємстві, враховуючи його специфіку, технологічні можливості з ремонту та відновлення розподільчих валів автомобілів та схожих деталей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи магістра за освітнім рівнем «бакалавр» галузі знань 27 «Транспорт» спеціальність 274 «Автомобільний транспорт» / Укладачі : О.Л. Ляшук, Ю.І. Пиндус, М.Г. Левкович, А.Б. Гупка, Р.В. Хорошун. – Тернопіль : ФОП «Паляниця В.А.», 2022. – 61 с .
2. Техніко – економічне обґрунтування інженерних рішень на СТО та АТП : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Ляшук О.Л., Луциків І.В., Плекан У.М., Клендій В.М. – Тернопіль : Вид – во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 276 с.
3. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Гудь В.З., Левкович М.Г., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. – Тернопіль : Вид – во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 544 с.
- 4 Підручник з будови автомобіля. Видання третє. Виправлене й доповнене – Моноліт 2021 – 288 с
5. Конспект лекцій з дисципліни «Відновлення деталей» для здобувачів освітнього рівня бакалавр за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт» / Укладачі: Левкович М.Г., Гупка А.Б., Сіправська М.Д. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2021. – 136 с.
6. Gypka, A., et al. The patterns of changes in the degree of lubrication of the crankshaft bearings of car engines depending on the parameters of the load-speed modes of operation. Problems of Tribology, 2024, 29.3/113: 72-78.
7. Aulin, Victor, et al. Tribodiagnosis of the surface damage of tribo-coupling parts materials during machine operation. Procedia Structural Integrity, 2024, 59: 428-435.
8. Навчальний посібник «Техноекологія та цивільна безпека. частина «Цивільна безпека»» / автор-укладач В.С. Стручок– Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., – 156 с.
9. Gypka, A., Aulin, V., Mironov, D., Leshchuk, R., Yarema, I., Bukhovets,

V., & Teslia, V. (2024). Structural and energetic self-organization of antifriction composite materials of car parts during friction and wear. *Problems of Tribology*, 29(2/112), 67-73.

10. Ляшук, О., Гевко, І., Гупка, А., Слободян, Л., Гевко, Б., & Хорошун, Р. (2023). Розробка моделі узагальненого діагностичного показника технічного стану ходової частини автомобіля з використанням математичних методів теорії планування експерименту. *сучасні технології в машинобудуванні та транспорті*, 2(21), 135-144.

11. Конарчук В.Е., лудченко ОА. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. Підручник.- К.: Вища школа., 1994

12. Кукурудзяк, Ю. Ю. Технічна експлуатація автомобілів. Організація технологічних процесів ТО і ПР навчальний посібник / Ю. Ю. Кукурудзяк, В. В. Біліченко. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 198 с.