

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


ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломної роботи бакалавра

Галузь знань – 13 Механічна інженерія
Спеціальність – 132 Матеріалознавство
Рівень вищої освіти – Перший бакалаврський
Освітньо-професійна програма – Відновлення та технічний сервіс автомобілів

на тему: *«Підвищення довговічності колінчастого валу дизельного двигуна Євро-2 за рахунок оптимізації азотованого шару»*

Шифр: ДРМТВАТАМ 23.20097.000. ПЗ

Виконав студент 3 курсу, група МТВАс -20-2  Віктор ГЕРАСИМОВ

Керівник роботи к.т.н., доц.



Олег БАБАК

До захисту допускаю:

Зав. кафедри ТАМ



Олександр ДИХА

9 06 2023 р.

Хмельницький, 2023 р.

РЕФЕРАТ

Бакалаврська робота студента групи МТВАс 20-2 Герасімова Віктора на тему: «Підвищення довговічності колінчастого валу дизельного двигуна Євро-2 за рахунок оптимізації азотованого шару» присвячена підвищенню ефективності ремонту дизельного двигуна автомобіля.

Обсяг роботи: 65 сторінок, 8 малюнків, 6 таблиць, 19 джерел зі списку літератури, 1 додаток.

Основними причинами ремонту або заміни колінчастого валу є задири шийок, зношування вище граничних значень при задирах, втомне руйнування, залишкові деформації у вигляді вигину осі, тріщини на поверхні шийок, які обумовлені завершенням процесу провертання вкладишів. Від завершення або попередження цього процесу залежить і ремонтпридатність і довговічність колінчастого валу.

Слід зазначити, що вихід з ладу азотованих колінчатих валів найчастіше обумовлений недбалою експлуатацією. Часті перевантаження, наслідком якого є перегрів третьових пар у доповненні з не якісним моторним маслом призводять до поломки двигуна.

Визначимо мету та об'єкт дослідження:

Ціль дослідження: розробка способу ремонту колінчастого валу зі зниженням, витрат на ремонт двигуна.

Об'єкт дослідження: азотований колінчатий вал двигунів КАМАЗ Євро-2, кривошипно-шатунний механізм, система мащення.

Предмет дослідження: неможливість використання колінчастого валу двигунів Євро-2 КАМАЗ після шліфування шийок на глибину більш 0,25 мм.

Наукова новизна полягає в розробці оригінальної методики ремонту, що дозволяє відновлювати азотований колінчатий вал двигунів КАМАЗ Євро-2.

Практична цінність: розроблена методика відновлення азотованих колінчатих валів двигунів КАМАЗ Євро-2. Має цінність для заводу-виготовловача, фірмових сервісних центрів і ремонтних заводів. Це дозволить:

- а). підвищити надійність двигунів в експлуатації;
- б). значно зменшити вартість ремонту автомобілів.

Графічна частина представлена у вигляді презентації.

Перелік ключових слів: КОЛІНЧАСТИЙ ВАЛ АВТОМОБІЛЯ, АЗОТОВАНИЙ ШАР, СПОСОБИ РЕМОНТА, ПОВЕРХНЕВИЙ ШАР, ЗМІЦНЕННЯ ПОВЕРХНІ.

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії, транспорту та архітектури

Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства

Галузь знань – 13 Механічна інженерія


Спеціальність – 132 Матеріалознавство

Рівень вищої освіти – Перший бакалаврський

Освітньо-професійна програма – Відновлення та технічний сервіс автомобілів

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТАМ

 проф., д.т.н. Диха О.В.

05 2023 року

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Герасімову Віктору Олександровичу

Прізвище, ім'я, по батькові

Тема проекту (роботи) _____

Підвищення довговічності колінчастого валу дизельного двигуна Євро-2 за рахунок оптимізації азотованого шару»

Рівень проекту (роботи) Бабак Олег Петрович к.т.н., доцент

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

Затверджено наказом університету від _____ 2023р. № _____

Строк подання студентом проекту на кафедру 10 червня 2023 року

Вихідні дані до проекту (роботи) Матеріали практики; робочі креслення досліджуваних деталей; нормативно – технологічна документація по розбиранню, ефектації, складанню і регулюванню вузла тертя; вимоги з охорони праці і безпеки роботи при виконанні ремонтних робіт; техніко – економічні показники роботи підприємства.

Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Аналіз стану питання з ремонту азотованих колінчатих валів автомобілів КАМАЗ; 2 Аналітичне дослідження технологій і способів ремонту колінчатих валів двигунів КАМАЗ; 3 Практичні рекомендації; 4 Аналіз шкідливих та небезпечних факторів на автотранспортному підприємстві

Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень) _____

Графічна частина роботи представлена у вигляді презентації на слайдах

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

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

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітки
1	<i>Літературний огляд</i>	<i>15.05.2023</i>	
2	<i>Технологічний розділ</i>	<i>25.05. 2023</i>	
3	<i>Конструкторський розділ</i>	<i>30.05. 2023</i>	
4	<i>Оформлення розрахунково-пояснювальної записки</i>	<i>2.06. 2023</i>	
5	<i>Оформлення презентації бакалаврської роботи</i>	<i>5.06. 2023</i>	
6	<i>Нормоконтроль магістерської роботи</i>	<i>9.06. 2023</i>	
7	<i>Підписання розділів. Затвердження дати захисту</i>	<i>10.06. 2023</i>	

Студент


Підпис

Керівник проекту (роботи)

Віктор ГЕРАСИМОВ
Ініціали, прізвище
Олег БАБАК
Ініціали, прізвище

Змін	А
Розроб	
Гирлянд	
Реценз	
Н. Конт	
Затверд	

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. Аналіз стану питання з ремонту азотованих колінчатих валів автомобілів КАМАЗ.....	8
1.1 Азотований колінчатий вал КАМАЗ.....	8
1.2 Колінчатий вал КАМАЗ, зміцнений струмами високої частоти....	11
1.3 Властивості азотованих колінчатих валів.....	13
1.4 Аналіз дефектів колінчатих валів КАМАЗ.....	14
1.5 Дослідження ремонтпридатності колінчатих валів двигунів КАМАЗ.....	17
1.6 Конструктивно-технологічні заходи щодо підвищення ремонтпридатності колінчатого вала.....	20
1.7 Завдання розробки способу ремонту азотованого колінчатого вала двигуна Євро-2 КАМАЗ-740.....	21
1.7.1 Ремонт колінчатого вала. Видалення зміцненого шару.....	21
1.7.2 Зміцнення колінчатого вала після шліфування шийок на глибину більш 0,5 мм.....	22
РОЗДІЛ 2. Аналітичне дослідження технологій і способів ремонту колінчатих валів двигунів КАМАЗ.....	24
2.1 Шліфування колінчатих валів.....	24
2.2 Наплавлення.....	26
2.3 Електрохімічний метод обробки.....	28
2.4 Термічна обробка.....	32
2.5 Хіміко-термічна обробка.....	34

ДРМТВАТАМ 23.20097.000 ПЗ

Змін	Арж.	На докум.	Підпис	Дат			
		Герасімов			Лип	Апр	Август
		Бабак				4	63
		Рудик			ХНУ група МТВАс 20-2		
		Духа					

*Підвищення довговічності
кільчастого валу дизельного
двигуна Євро-2 за рахунок
оптимізації азотованого шару*

РОЗДІЛ 3. Практичні рекомендації.....	36
3.1 Видалення азотованого зміцненого шару колінчатого вала КАМАЗ електрохімічним методом.....	36
3.2 Індукційне загартування струмами високої частоти.....	45
3.3 Фінішна обробка колінчатого вала КАМАЗ.....	47
3.4 Технологічний проект ділянки ремонту колінчатих валів.....	50
РОЗДІЛ 4 Аналіз шкідливих та небезпечних факторів на автотранспортному підприємстві.....	52
4.1 Мікроклімат.....	52
4.2 Виробниче освітлення.....	54
4.3 Шкідливі речовини у повітрі робочих будівель.....	56
4.3.1 Промисловий пил.....	56
4.3.2 Промислові отрути.....	57
4.4 Шум, звук та вібрація.....	58
ВИСНОВОК.....	60
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ І ЛІТЕРАТУРИ	62
ДОДАТКИ.....	65

ВСТУП

Витрати на забезпечення працездатності автомобілів за весь термін служби в кілька раз перевищують витрати на їхнє виготовлення. Значна частка витрат і простоїв у ремонті припадає на двигун (до 30%), у тому числі на кривошипно-шатунний механізм (до 25%). На жаль однієї з основних причин таких витрат є використання стратегії усунення відмов, що в середньому в 5-7 раз дорожче, ніж при попередженні відмов. Для зниження витрат на ремонт доцільна профілактична стратегія.

У процесі експлуатації автомобілів відбувається зміна їх технічного стану, основними причинами якого є зношування, втомне руйнування, пластична деформація, корозія. Пластична деформація та втомне руйнування є наслідком конструктивно-технологічних недоробок або порушення правил експлуатації. Зазначені явища викликають, у тому числі, задир шийок колінчатого вала через повертання вкладишів, а також розлам колінчатого вала, що є однією з основних причин ремонту двигунів Євро-2 КАМАЗ-740.

Надійна робота колінчатого вала залежить в основному від товщини масляної плівки в сполученні вкладиш-шийку вала, перепаду температур, наявності абразивних часток, роботи елементів системи подачі масла. Причинам повертання шатунних і корінних вкладишів присвячена велика кількість робіт, однак проблема задира шийок, ремонтпридатності колінчатого вала, зниження експлуатаційних витрат, виявлення та усунення причин повертання вкладишів повністю не вирішена дотепер.

Простої автомобілів КАМАЗ викликані відмовами двигунів, характеризуються головним чином повертанням вкладишів і необхідності ремонту або заміни колінчатого вала. Користувачами автомобілів вживаються певні заходи щодо виконання вимог заводу-виготовлювача, що стосуються організації технічного обслуговування, застосуванню моторних масел, захисту двигуна від влучення пилу й інших. У свою чергу конструктора ввели ряд

					<i>ДРМТВАТАМ 23 20097. 000 ПЗ</i>	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

поліпшень у конструкцію двигуна, спрямованих на підвищення ефективності очищення масла від абразивних часток. Однак проведені заходи не виключили відмов двигунів КАМАЗ через вихід з ладу колінчатого вала.

Аналізу причин повертання вкладишів, як основного джерела несправності кривошипно-шатунного механізму присвячено багато робіт. У них зтверджується зв'язок відмов підшипників колінчатого вала зі зносними характеристиками, що визначають величини граничних зносів шийок і вкладишів. Дослідженню шляхів зниження витрат на підтримку автомобіля в технічно справному стані в процесі експлуатації присвячені численні роботи таких учених: М.А. Масино, Н.І. Иващенко, Ф.Н. Авдонькіна, М.А. Григор'єва, Н.Я. Говорущенко, Н.С. Ханина, А.Г. Липкінда, В.А. Шадрічесва, А.І. Липгарта, Е.С. Кузнєцова, І.Е. Дюміна, Г.В. Крамаренко.

Визначимо мету та об'єкт дослідження:

Ціль дослідження: розробка способу ремонту колінчатого вала зі зниженням, витрат на ремонт двигуна.

Об'єкт дослідження: азотований колінчатий вал двигунів КАМАЗ Євро-2, кривошипно-шатунний механізм, система мащення.

Предмет дослідження: неможливість використання колінчатого вала двигунів Євро-2 КАМАЗ після шліфування шийок на глибину більш 0,25 мм.

Наукова новизна полягає в розробці оригінальної методики ремонту, що дозволяє відновлювати азотований колінчатий вал двигунів КАМАЗ Євро-2.

Практична цінність: розроблена методика відновлення азотованих колінчатих валів двигунів КАМАЗ Євро-2. Має цінність для заводу-виготовлювача, фірмових сервісних центрів і ремонтних заводів. Це дозволить:

- а). підвищити надійність двигунів в експлуатації;
- б). значно зменшити вартість ремонту автомобілів.

					<i>ДРМТВАТАМ 23 20097. 000 ПЗ</i>	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1. Аналіз стану питання з ремонту азотованих колінчатих валів автомобілів КАМАЗ

1.1 Азотований колінчатий вал КАМАЗ

Азотований колінчатий вал двигуна Євро-2 КАМАЗ-740 (рис. 1.1.) виготовлений з високоякісної сталі та має п'ять корінних і чотири шатунні шейки, зв'язані щоками і сполучені перехідними жолобниками. Для рівномірного чергування робочих ходів шатунні шейки колінчатого вала розташовано під кутом 90° .

Зміцнення колінчатого вала проводиться азотуванням на глибину 0,5...0,7 мм, твердість зміцненого шару не менш 600 HV.

Підведення масла до шатунних шийок проводиться через отвори в корінних шийках 6 і отвору 5.

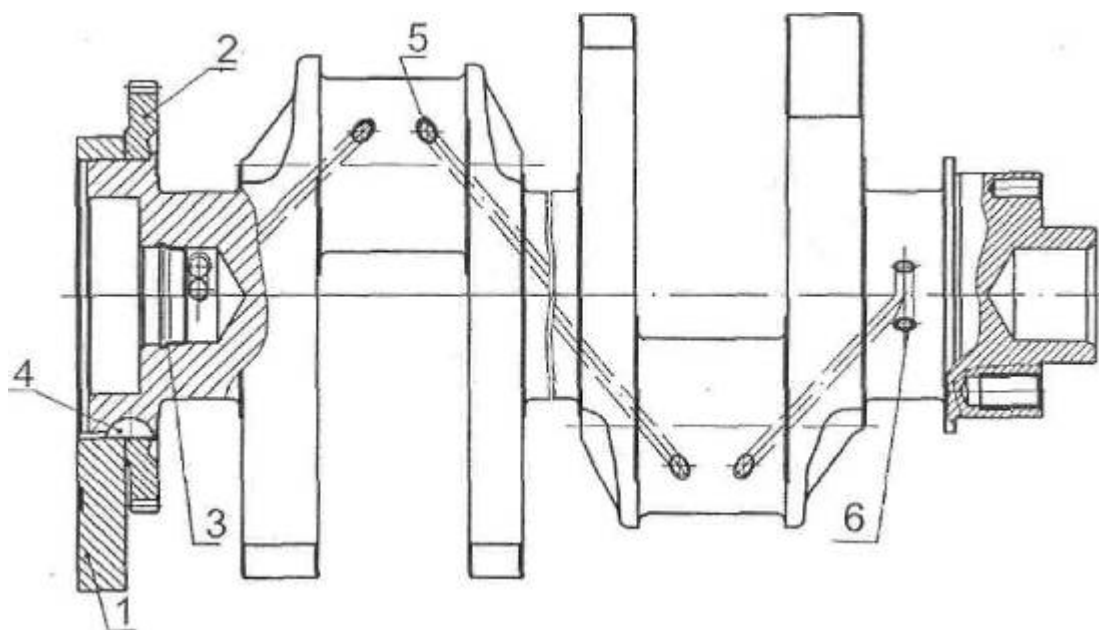


Рисунок 1.1 - Азотований колінчатий вал КАМАЗ

1- противага; 2 - шестірня привода масляного насоса; 3 - заглушка; 4 - шпонка; 5 - отвори підведення масла до шатунних шийок; 6 - отвори підведення масла в корінних шийках.

					ДРМТВАТАМ 23 20097. 000 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для врівноважування сил інерції і зменшення вібрацій колінчатий вал має шість противаг, відштампованих заодно із щоками колінчатого вала. Крім основних противаг, є додаткова знімна противага 1, напресована на вал, його кутове розташування щодо колінчатого вала визначається шпонкою 4.

На хвостовику колінчатого вала виконана шийка, по якій центрується шестірня колінчатого вала і маховик. На задньому торці колінчатого вала виконано десять різьбових отворів M16x1,5-6H для кріплення шестірні колінчатого вала і маховика, на передньому торці виконано вісім різьбових отворів M12x1,25-6H для кріплення гасителя крутильних коливань.

Номінальні діаметри шийок колінчатого вала:

корінних 95-0,015 мм;

шатунних 80-0,013 мм.

Для відновлення двигуна передбачено вісім ремонтних розмірів вкладишів (табл. 1.1., 1.1.).

Таблиця 1.1 Таблиця ремонтних вкладишів корінних підшипників колінчатого вала

Позначення	Діаметр корінної шийки, мм	Діаметр отвору в блоці циліндрів, мм
7405.1005170 P0 7405.1005171 P0	94,95	100
7405.1005170 P1 7405.1005171 P1	94,5	100
7405.1005170 P2 7405.1005171 P2	94	100
7405.1005170 P3 7405.1005171 P3	95	100,5

Продовження табл. 1.1

7405.1005170 P4	94,5	100,5
7405.1005171 P4		
7405.1005170 P5	94	100,5
7405.1005171 P5		
7405.1005170 P6	93,5	100
7405.1005171 P6		
7405.1005170 P7	93	100
7405.1005171 P7		

Таблиця 1.2. Таблиця ремонтних вкладишів нижньої головки шатуна

Позначення	Діаметр шатунної шийки, мм	Діаметр отвору в кривошипній головці шатуна, мм
7405.1004058 P0	79,95	85
7405.1004058 P1	79,5	85
7405.1004058 P2	79	85
7405.1004058 P3	80	85,5
7405.1004058 P4	79,5	85,5
7405.1004058 P5	79	85,5
7405.1004058 P6	78,5	85
7405.1004058 P7	78	85

Межі допусків діаметрів шийок ремонтного колінчатого вала при відновленні двигуна повинні бути такими ж, як у діаметрів шийок нового колінчатого вала.

Клеймо ремонтного розміру нанесене на тильній стороні вкладиша.

Вкладиші 7405.1005170 P0, 7405.1005171 P0, 7405.1005058 P0 застосовуються при відновленні двигуна без шліфування колінчатого вала. При необхідності шийки колінчатого вала поліруються.

Межі допусків по діаметрах шийок колінчатого вала, діаметру отвору в блоці циліндрів і діаметру отвору в кривошипній головці шатуна при відновленні двигуна повинні бути такими ж, як у номінальних розмірів.

Маркування колінчатого вала, виконана в куванні на третій противазі, повинна бути 740.50-1005020.

Важливо! При шліфуванні колінчатих валів, зміцнених азотуванням або карбонітрируванням, на глибину по корінних шийках до 94 мм і менш або по шатунних шийках до 79 мм і менш, необхідне проведення повторної зміцнюючої обробки за спеціальною технологією.

1.2 Колінчатий вал КАМАЗ, зміцнений струмами високої частоти

На двигунах рівня Євро-3 застосовується той же колінчатий вал з маркуванням 740.50-1005020, однак з 2008 року для двигунів потужністю до 320 к.с. включно допускається застосування колінчатих валів зміцнених струмами високої частоти з відповідним маркуванням 740.50-1005020-10.

Так само у зв'язку з високими питомими навантаженнями, що діють на підшипники у двигунах нового покоління, вкладиші двигунів Євро-3 мають конструктивні відмінності від тих, що раніше випускаються (табл. 1.1., 1.2.), спрямовані на підвищення їх працездатності, при цьому змінене маркування вкладишів на 740.60-1004058 (шатунні), 740.60-1005170 і 740.60-1005171 (корінні).

При ремонті колінчатого вала допускається перешліфовка корінних і шатунних шийок зі зменшенням їх діаметрів на 0,25 мм і застосуванням відповідних ремонтних типорозмірів корінних і шатунних вкладишів.

					<i>ДРМТВАТАМ 23 20097. 000 ПЗ</i>	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.2.1 Таблиця ремонтних вкладишів корінних підшипників колінчатого вала

Позначення	Діаметр корінної шийки, мм	Діаметр отвору в блоці циліндрів, мм
740.60-1005170 P01 740.60-1005171 P01	94,75	100
740.60-1005170 P02 740.60-1005171 P02	95,5	100
740.60-1005170 P03 740.60-1005171 P03	94,25	100
740.60-1005170 P10 740.60-1005171 P10	95	100,5
740.60-1005170 P11 740.60-1005171 P11	94,75	100,5
740.60-1005170 P12 740.60-1005171 P12	95,5	100,5
740.60-1005170 P13 740.60-1005171 P13	94,25	100,5

Таблиця 1.2.2. Таблиця ремонтних вкладишів нижньої головки шатуна

Позначення	Діаметр шатунної шийки, мм	Діаметр отвору в кривошипній головці шатуна, мм
740.60-1004058 P01	79,75	85
740.60-1004058 P02	79,5	85
740.60-1004058 P03	79,25	85
740.60-1004058 P10	80	85,5

Продовження табл. 1.2.2

740.60-1004058 P11	79,75	85,5
740.60-1004058 P12	79,5	85,5
740.60-1004058 P13	78,25	85,5

1.3 Властивості азотованих колінчатих валів

Азотування має ряд переваг і недоліків.

Головною перевагою технології азотування є висока твердість зміцненого шару, HV до 1200.

Азотовані колінчаті вали КАМАЗ, виготовлені зі сталі марки 42ХМФА ТУ 14-1-1296-75 мають твердість у районі 800 HV, при вимогах креслення не менш 600 HV. Наступним позитивним моментом азотованого колінчатого вала може бути те, що при азотуванні відбувається поверхнєве насичення всієї деталі, а не тільки шийок як при індукційному гартуванні. Це підвищує міцність вала на вигин.

До недоліків можна віднести цілий ряд факторів:

1. Процес азотування займає досить тривалий час, до 30 годин і більш трудомісткий по виконанню;
2. Товщина зміцненого шару становить не більш 0,5-0,7 мм;
3. Зміцнений шар з високою твердістю важко обробляється;
4. Насичення нітридами всієї поверхні вала в той же час знижує його пластичність;
5. При перегріві азотованої ділянки відбувається його розрив, а не розширення як у випадку із СВЧ.

					ДРМТВАТАМ 23 20097. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

1.4 Аналіз дефектів колінчатих валів КАМАЗ

Причини виходу з ладу

Статистика по видах зносів і дефектів колінчатих валів, що зробили із двигунами КАМАЗ у капітальний ремонт, показує (табл. 1.4.) структуру дефектів, їх повторюваності та комбінаціях.

Таблиця 1.4. Розподіл основних дефектів колінчатих валів

Найменування дефектів	Частка %
Задири на шатунних шейках через провертання вкладишів (В)	34,92
Тріщини на шейках	9,41
Прогин осі колінвала більш 0,9 мм (обмірюваний по третій корінній шийці)	5,05
Задири на корінних шейках через провертання вкладишів (Г)	4,54
Немає жолобників на шийках (неякісна перешліфовка)	5,76
Втомне руйнування колінвала	0,70

Перші чотири дефекти, зазначені в таблиці, як правило, зустрічаються одночасно. Колінчаті вали із задирами по шийках мають тріщини і прогин осі. Місця розташування дефектів показано на рис. 1.2., позначені буквами: А, Б - заломі і задири болтів на передньому та задньому торцях, В - зноси шатунних шийок, Г - зноси та задири корінних шийок, Е - задири поверхні під підшипник первинного вала, И - зношування упорних поверхонь півкільця, Д - поверхні під сальник, змінання шпонкових пазів, Ж - забоїни на противагах.

для аварійного зношування в межах від 0,040 мм до 0,730 мм, при середній величині биття - 0,227 мм.

Причинами задира шийок можуть бути кілька факторів. Це може бути масляне голодування при роботі корінних і шатунних підшипників колінчатого вала, а також перевищення погрішності форми шийок більш 0,05 мм. Основне значення має несуча здатність шийок, що залежить від триботехнічної пари.

Колінчаті вали з втомними руйнуваннями становили 1,1%. В основному руйнування відбуваються при домінуючому впливі вигину в площині кривошипа. Гнітюча кількість (92%) зруйнованих колінчатих валів мали супутні дефекти експлуатаційного та технологічного походження. Найнебезпечнішими є комбінації дефектів задир і тріщина, а також задир і підріз жолобників. Крім того, майже у чверті зруйнованих валів були приховані дефекти в зоні змикання штампа, що послужили початку розвитку руйнування. Частина руйнувань (17%) була збільшена конструкцією і якістю виготовлення порожнини канавок.

Аналіз результатів стендових випробувань опору втоми показав, що ці колінчаті вали мають значний запас міцності. У той же час їх показники суттєво залежали від постачальників стали. Найбільш високі значення моментів витривалості мали колінчаті вали зі сталі Челябінського металургійного комбінату. При випробуваннях нормально зношених валів із шийками ремонтних розмірів значного зниження опору втоми не був виявлений, що можна пояснити загартуванням жолобників.

Аналіз несправностей колінчатих валів двигунів КАМАЗ 740 Євро-2.

Основні причин виходу колінчатого вала з ладу:

- провертання вкладишів;
- прихований заводський брак;
- порушення норм і порядку технічного обслуговування;
- заміна вкладишів « у висячому положенні» без перешліфовки вала або розточення блоку циліндрів.

					ДРМТВАТАМ 23 20097. 000 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для колінчатого вала 740.50-1005020 визначені наступні припустимі розміри:

Діаметр корінних шийок	94,985...95,000
Зазор у підшипниках корінних шийок	0,096...0,156
Припустимий зазор у підшипниках корінних шийок	0,22
Діаметр шатунних шийок	79,987...80,000
Зазор у підшипниках шатунних шийок	0,16
Припустимий зазор у підшипниках шатунних шийок	0,070...0,117
Осьовий зазор	0,100...0,195
Припустимий осьовий зазор	0,25

Діаметр шийки вала під передню противагу, шестірню привода масляного насоса:

Номінальний	115,080...115,110
Припустимий	115,080
Діаметр шийки вала під задню шестірню колінчатого вала:	
Номінальний	105,070...105,096
Припустимий	105,060

1.5 Дослідження ремонтпридатності колінчатих валів двигунів КАМАЗ

Об'єкти дослідження:

- колінчатий вал зі зміцненим іонним азотуванням у ВАТ «КАМАЗ».

Виміри мікротвердості виконані в НТЦ;

- колінчатий вал зі зміцненням індукційним загартуванням. Виміри мікротвердості виконані в НТЦ.

					ДРМТВАТАМ 23 20097. 000 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дослідження ремонтпридатності колінчатих валів проводилося за допомогою виміру мікротвердості по HV0,3 по перетинах, перпендикулярних до досліджуваних поверхонь.

У якості технологічного параметра була обрана мікротвердість 453 HV. За результатами вимірів будувався графік розподілу мікротвердості по глибині зміцненого шару для кожного колінчатого вала. Величина 453 HV - мінімальна твердість, яка допускається на шатунних і корінних шейках колінчатих валів зі зміцненням індукційним загартуванням після ремонту двигунів КАМАЗ. Підтвердженням правильності вибору такої мікротвердості є випробування на надійність в об'ємі 1000 годин роботи двигуна КАМАЗ-740.11-240.

Після закінчень випробування двигуна колінчатий вал перебуває в працездатному стані, твердість поверхні шийок становить 454...524 HV.

Результати дослідження показано на графіку 1.3.

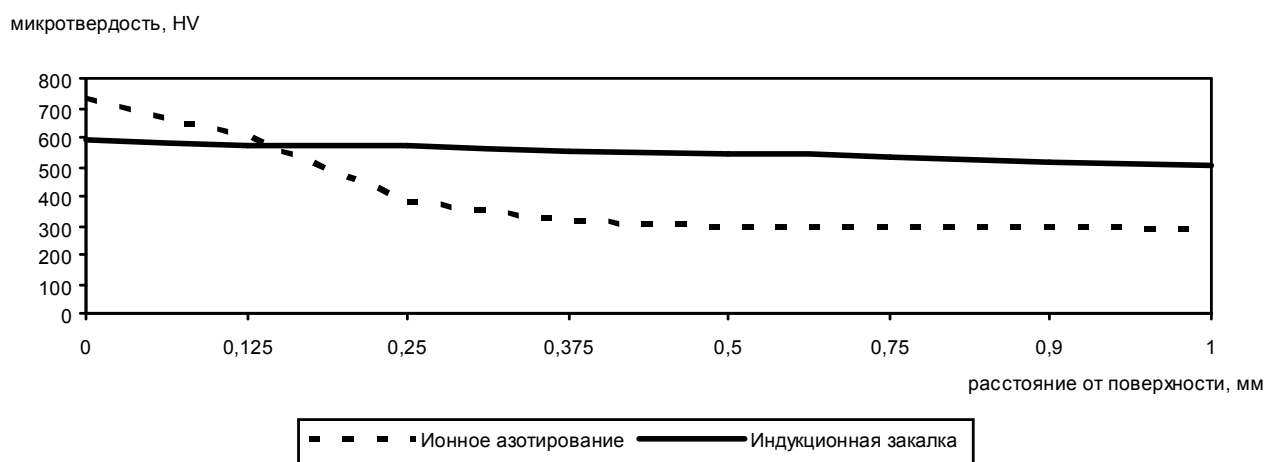


Рисунок 1.3 - Розподілу мікротвердості по глибині зміцнених шарів для різних способів зміцнення колінчатих валів

Аналіз ремонтпридатності колінчатих валів наведено в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 Аналіз ремонтпридатності колінчатих валів

Спосіб зміцнення	Стан поверхні шийок перед ремонтом	Категорія ремонтпридатності											
		0,5...						...0,4					
		корінні шейки			шатунні шейки			корінні шейки			шатунні шейки		
		Припуск при перешліфовці, мм	Мікротвердість після шліфування	Працездатність	Припуск при перешліфовці, мм	Мікротвердість після шліфування	Працездатність	Припуск при перешліфовці, мм	Мікротвердість після шліфування	Працездатність	Припуск при перешліфовці, мм	Мікротвердість після шліфування	Працездатність
Іонне азотування	Зношування	0,160	455	+	180	430	-	1,035	n/a	-	1,055	n/a	-
	Задир	0,193	415	-	180	430	-	1,068	n/a	-	1,055	n/a	-
Індукційне загартування	Зношування	0,248	576	+	180	584	+	1,115	517	+	1,055	494	+
	Задир	50% колінчатих валів не можуть бути відновлені через задирів і перегинів											

З наведеного аналізу випливає: колінчаті вали із природнім зношуванням мають по шийках зношування до 0,1 мм, тому значна кількість колінчатих валів може бути відновлене з використанням додаткових категорій ремонтних розмірів по шийках із щаблями ремонту 0,25 мм по діаметру, що відповідає світовій практиці двигунобудування. Введення цих додаткових категорій ремонтних розмірів особливо актуально для колінчатих валів, зміцнених

7.	Введене однобічне підведення масла до шатунних підшипників	Підвищений тиск масла в корінних підшипниках на 0,06 - 0,17 Мпа, знижений
8.	Ліквідована втулка відцентрового очищення масла в шатунній порожнині	критичний тиск розриву потоку
9.	Зменшення натягу шатунних вкладишів за рахунок зниження величини виступання й розміру у вільному стані	Знизився тиск першого критичного режиму змащення шатунних підшипників.
10.	Введення полірування масляних клапанів колінчатого вала	Зниження напруг у вкладишах і їх деформацій при роботі.
11.	Введена термообробка шийок СВЧ замість азотування	Підвищення границі витривалості на 14-28%.
12.	Впроваджене при ремонті перед перешліфовкою виправлення осі колінвала карбуванням жолобників	З'явилася можливість перешліфовок в 4 ремонтних розміру з інтервалом 0,5 мм
		Знизився відсоток перескоків через ремонтний розмір і вибракування при перешліфовці

1.7 Завдання розробки способу ремонту азотованого колінчатого вала двигуна Євро-2 КАМАЗ-740

З пункту 1.3. впливають дві основні проблеми ремонтпридатності азотованого колінчатого вала КАМАЗ. Це питання видалення високоміцного азотованого шару і зміцнення азотованого колінчатого вала після шліфування шийок на глибину більш 0,5 мм, тобто можливість застосування другого та наступних ремонтних розмірів.

1.7.1 Ремонт колінчатого вала. Видалення зміцненого шару

Як показує практика азотований колінчатий вал, що володіє високою міцністю, внаслідок чого традиційний метод ремонту колінчатого вала слабо застосуємо. Підвищена твердість металу негативно позначається на ресурсі абразивного кола шліфувального верстата. Ресурс кола зменшується в рази в

місці з тим саме коло втрачає форму, через нерівномірне сточування. Тим часом загальним правилом при виборі кола по твердості є наступне: чим твердіше матеріал, що шліфується, тим швидше притупляються зерна кола, отже, тим м'якше повинно бути обране коло (слабкіше зв'язування). Це припускає застосування іншого шліфувального кола для обробки азотованого колінчатого вала, більш м'якого і разом з тим, що швидко витрачається.

Рішенням цієї проблеми може стати технологія шліфування шийок колінчатого вала електрохімічним методом на електроерозійному верстаті або технологією електроерозії.

1.7.2 Зміцнення колінчатого вала після шліфування шийок на глибину більш 0,5 мм

Рішенням проблеми відсутності зміцненого шару може бути наступна термічна обробка - індукційне гартування струмами високої частоти в заводських умовах. Процес гартування СВЧ по тривалості займає 7-10 хвилин на вал, що в порівнянні з 30-годинним процесом азотування в помітному вигаши.

Ними розроблена технологія індукційного поверхневого загартування СВЧ із використанням токарського верстата як привода обертання та переміщення.

У якості привода обертання може бути використаний шліфувальний верстат колінчатих валів.

Висновки по розділу

1. Колінчаті вали зміцнені іонним азотуванням можуть бути відновлені на категорію ремонтного розміру 0,5 при природньому зношуванні в експлуатації.

					<i>ДРМТВАТАМ 23 20097. 000 ПЗ</i>	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Азотування колінчатих валів КАМАЗ маючи можливість як збільшення твердості зміцненого шару, так і приховує в собі два істотні недоліки. Перше, це труднощі видалення зміцненого шару після проворота вкладишів або іншого дефекту, що приводить до неможливості подальшого застосування колінчатого вала. Другий випадок, ця відсутність зміцненого шару при ремонті колінчатого вала до другого ремонтного розміру. Для рішення цих завдань розглядається застосування методів електрохімічної та термічної обробки колінчатого вала. Цим, а також іншим методам відновлення колінчатих валів присвячений другий розділ проекту.

					ДРМТВАТАМ 23 20097. 000 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2. Аналітичне дослідження технологій і способів ремонту колінчатих валів двигунів КАМАЗ

Перед виконанням ремонту колінчатого вала необхідно переконатися в його ремонтпридатності. Для цього необхідно виконати його дефектацію.

До дефектовки відноситься візуальний огляд, вимір геометричних розмірів, перевірка на биття та на відсутність мікротріщин. Необхідно визначити, залишиться чи після наступної операції шліфування достатній залишковий загартований шар у колінчатого вала.

При необхідності точну глибину загартованого шару колінчатого вала слід визначити на дефектному зразку такого ж колінчатого вала. Для цього його необхідно східчасто зішліфувати, періодично перевіряючи його твердість по приладах Роквелла або Брінеля.

Можливі дефекти колінчатого вала, що підлягають відновленню:

- зношування/проворот шатунних і/або корінних шийок;
- зношування шийки носка;
- зношування шийки хвостовика;
- тріщина на хвостовику;
- деформація торця.

2.1 Шліфування колінчатих валів

Відновлення колінчатого вала по зносам, задирам або проворотам на поверхні шийок, деформації, скручуванню шийок проводиться перешліфовкою в ремонтні розміри з наступним поліруванням і обробкою жолобників маслопідводячих отворів. До ремонтних розмірів, зазначених у таблицях 1.1., 1.2., 1.3. і 1.4 твердість поверхонь шийок зберігається без повторної термообробки.

					<i>ДРМТВАТАМ 23 20097. 000 ПЗ</i>	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вали, що мають вигини більш припустимих, правляться з карбуванням по жолобниках. Карбування по жолобниках проводиться для фіксації виправлення, величину биття перевіряють індикаторною стійкою. Пристосування для виправлення виготовляється з використанням ручного гідравлічного домкрата. Після виправлення зазначених вище дефектів колінвали передаються на обробку шийок у ремонтні розміри.

Таблиця 2.1 Величина припустимого биття середньої корінної шийки щодо крайніх для перешліфовки в останній ремонтний розмір без виправлення

Вихідний розмір	Величина припустимого биття, у мм
P0	0,90
P1	0,65
P2	0,40
P3	0,15

Як правило для шліфування застосовується кругло-шліфувальний верстат, призначений для обробки колінчатих валів.

При необхідності на таких верстатах може виконуватися шліфування жолобників колінчатого вала.

Однак при шліфуванні азотованих колінчатих валів з високою міцністю шийок колінчатого вала відбувається прискорена витрата шліфувального кола.

Після виконання операції шліфування і наступної операції очищення каналів колінчатого вала слід виконати операцію динамічного балансування колінчатого вала. Операція виконується на спеціальному стенді для динамічного балансування колінчатих валів.

При виконанні динамічного балансування спочатку окремо балансується колінчатий вал. При необхідності для досягнення відсутності дисбалансу колінчатого вала виконуються відповідні свердління в поверхнях противаг вала.

Потім на цьому ж стенді балансується колінчатий вал у зборі з маховиком. При необхідності при цьому для досягнення відсутності дисбалансу колінчатого вала в зборі з маховиком виконуються відповідні свердління в поверхні маховика (відступивши 2,5-3 мм від його вінця).

Далі на цьому стенді балансується колінчатий вал у зборі з маховиком і кошиком зчеплення. При необхідності, для досягнення відсутності дисбалансу колінвала в зборі з маховиком і кошиком зчеплення, виконуються відповідні свердління в поверхні зчеплення. Слід зазначити, що ці отвори не повинні бути наскрізними.

2.2 Наплавлення

Наступним видом дефекту є зношування шийки носка та хвостовика колінчатого вала. Найчастіше дефект усувається шляхом наплавлення і наступного шліфування. Також наплавлення застосовне при відновленні шийок колінчатого вала. У цьому випадку після наплавлення поверхня необхідно піддати зміцненню.

Наплавлення являє собою нанесення за допомогою зварювання шару металу на поверхню виробу. Наплавлення дозволяє одержувати деталі з поверхнею, що відрізняється від основного металу, наприклад жаростійкістю та жароміцністю, високою зносостійкістю при нормальних і підвищених температурах, корозійною стійкістю й т.п. Наплавлення може проводитися як при виготовленні нових деталей, так і в ремонтно-відбудовчих роботах, суттєво подовжуючи строк експлуатації деталей і вузлів, забезпечуючи цим високий економічний ефект.

При відновленні, ремонті наплавлення виконують приблизно тим же металом, з якого виготовлений виріб, однак таке рішення не завжди доцільне. Іноді при виготовленні нових деталей (і навіть при ремонті) доцільніше на поверхні одержати метал, що відрізняється від металу деталі.

					<i>ДРМТВАТАМ 23 20097. 000 ПЗ</i>	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Наплавлення здійснюють нанесенням розплавленого металу на поверхню виробу, нагріту до оплавлення або до температури надійного змочування рідким наплавленим металом. Наплавлений шар утворює одне ціле з основним металом (металевий зв'язок). При цьому, як правило (крім деяких випадків ремонтного наплавлення, застосовуваної для відновлення вихідних розмірів деталей), хімічний склад наплавленого шару може значно відрізнятись від складу основного металу. Товщина наплавленого металу, утвореного одним або декількома шарами, може бути різної 0,5 ... 10 мм і більш.

Існують різноманітні способи наплавлення:

Ручна дугова електродами зі стрижнями та покриттями спеціальних складів.

Автоматичне наплавлення під флюсом. Електроди можуть бути суцільного перетину та порошкові. Склад флюсу, метал електрода та склад наповнювача визначають властивості наплавленого шару.

Властивості наплавленого шару залежать від матеріалу присадки або електрода.

Плазмове наплавлення. Дуга може бути як прямої, так і непрямої дії. Можна плазмовим струменем оплавляти шар легованого порошку, попередньо нанесений на поверхню деталі.

Електрошлакове, електронно-променеве, лазерне наплавлення, а також наплавлення газокисневим полум'ям.

У хвостовику колінчатого вала зустрічається дефект - тріщина. Звичайно цей наслідок обриву болтів маховика. У цьому випадку також застосовується метод ремонту - наплавлення, можливо і завтулювання.

При завтулюванні шийка колінчатого вала в місці тріщини шліфується на глибину 1,5-2 мм, виготовляється кільцева обойма для посадки в натяг на зашліфоване місце. Посадка в натяг здійснюється шляхом розігріву обойми та одночасному охолодженні хвостовика колінчатого вала. Після установки та

					<i>ДРМТВАТАМ 23 20097. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

охолодження обойми, проводиться операція шліфування до номінального розміру 104,860...105,000 мм.

2.3 Електрохімічний метод обробки

Електроерозійна обробка заснована на вириванні часток матеріалу з поверхні імпульсом електричного розряду. Якщо задана напруга (відстань) між електродами, зануреними в рідкий діелектрик, то при їхньому зближенні (збільшенні напрузі) відбувається пробій діелектрика - виникає електричний розряд, у каналі якого утворюється плазма з високою температурою.

Тому що тривалість використовуваних у даному методі обробки електричних імпульсів не перевищує 0,1 с, що виділене тепло не встигає поширитися в глиб матеріалу і навіть незначної енергії виявляється досить, щоб розігріти, розплавити і випарувати невелику кількість речовини. Крім того, тиск, що розвивається частками плазми при ударі об електрод, сприяє викиду (ерозії) не тільки розплавленого, але й просто розігрітої речовини. Оскільки електричний пробій, як правило, відбувається по найкоротшому шляху, то, насамперед, руйнуються найбільш близько розташовані ділянки електродів. При наближенні одного електрода заданої форми (інструмента) до іншого (заготовці) поверхня останнього прийме форму поверхні першого. Продуктивність процесу, якість одержуваної поверхні в основному визначаються параметрами електричних імпульсів (їх тривалістю, частотою проходження, енергією в імпульсі).

Електроіскрові методи особливо ефективні при обробці твердих матеріалів і складних виробів. При обробці твердих матеріалів механічними способами велике значення набуває зношування інструмента. Інструментом в електроіскровій обробці є тонкий дріт, який є більш дешевою в порівнянні з інструментом для механічної обробки. Наприклад, при виготовленні деяких типів штампів механічними способами більш 50% технологічної вартості

					<i>ДРМТВАТАМ 23 20097. 000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						28
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

обробки становить вартість використовуваного інструмента. При обробці цих же штампів електроерозійними методами вартість інструмента не перевищує 3,5%.

Робочі рідини повинні задовольняти наступним вимогам:

- забезпечення високих технологічних показників ;
- термічна стабільність фізико-хімічних властивостей при впливі електричних розрядів з параметрами, що відповідають застосовуваним при електроерозійній обробці;
- низька корозійна активність до матеріалів і оброблюваної заготовки;
- висока температура спалаху і низька випаровуваність;
- гарна фільтруємість;
- відсутність запаху і низька токсичність.

При електроерозійній обробці застосування одержали низькомолекулярні вуглеводневі рідини різної в'язкості; вода і у незначному ступені кремнійорганічні рідини, а також водяні розчини двохатомних спиртів.

Для кожного виду застосовують робочі рідини, що забезпечують оптимальний режим обробки. На чорнових режимах рекомендується застосовувати робочі рідини з в'язкістю $(5 - 6) \times 10^{-4} \text{ м}^2 / \text{с}$ (суміш гас-масло індустріальне), а на чистові $(0,03 - 3) \times 10^{-4} \text{ м}^2 / \text{с}$ (гас, сировина вуглеводневі).

Електродінструменти (ЕІ) повинні забезпечувати стабільну роботу у всім діапазоні робочих режимів обробки і максимальну продуктивність при малому зношуванні. Електродінструмент повинен бути досить твердим і протистояти різним умовам механічної деформації (зусиллям прокачування РР) і температурним деформаціям.

На поверхні ЕІ не повинне бути вм'ятин, тріщин, подряпин і розшарування.

Поверхня ЕІ повинна мати шорсткість $R_a = 2,5 - 0,63 \text{ мк м}$

					ДРМТВАТАМ 23 20097. 000 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При обробці вуглецевих, інструментальних сталей і жароміцних сплавів на нікелевій основі використовують графітові і мідні ЕІ. Для чорнової обробки заготовок із цих матеріалів застосовуються ЕІ з алюмінієвих сплавів і чавуну, а при обробці отворів - ЕІ з латуні. При обробці твердих сплавів і тугоплавких матеріалів на основі вольфраму, молібдену та ряду інших матеріалів широко застосовують ЕІ з композиційних матеріалів, тому що при використанні графітових ЕІ не забезпечується висока продуктивність через низьку стабільність електроерозійного процесу, а ЕІ з міді мають велике зношування, що досягає десятка відсотків, і високу вартість.

Зношування ЕІ залежить від матеріалу, з якого він виготовлений, від параметрів робочого імпульсу, властивостей РР, площі оброблюваної поверхні, а також від наявності вібрації.

На вибір матеріалу й конструкції ЕІ істотний вплив виявляють матеріал заготовки, площа оброблюваної поверхні, складність її форми, вимоги до точності й серійності виробу.

По призначенню (як і металорізальні верстати) розрізняють верстати універсальні, спеціалізовані та спеціальні, по необхідній точності обробки - загального призначення, підвищеної точності, прецизійні. Загальними для всіх електроерозійних верстатів вузлами є пристрій для кріплення та переміщення інструмента (заготовки), гідросистема, пристрій для автоматичного регулювання міжелектродного проміжку (між заготовкою та інструментом). Генератори іскрових імпульсів виготовляються, як правило, окремо і можуть працювати з різними верстатами. Основні відмінності пристроїв для переміщення інструмента (заготовки) в електроерозійних верстатах від таких у металорізальних верстатах - відсутність значних силових навантажень і наявність електричної ізоляції між електродами. Гідросистема складається з ванни з робочою рідиною (вода, гас і т.п.), гідронасоса для погойдування рідини через міжелектродний проміжок і фільтрів для очищення рідини, що надходить у насос, від продуктів ерозії.

					<i>ДРМТВАТАМ 23 20097. 000 ПЗ</i>	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Метод електроконтактної обробки. Заснований на локальному нагріванні заготовки в місці контакту з електродом-інструментом і видаленні розм'якшеного або навіть розплавленого металу із зони обробки механічним способом: відносним рухом заготовки і інструмента. Джерелом теплоти в зоні обробки служать імпульсні дугові розряди. Електроконтактну обробку оплавленням рекомендують для обробки великих деталей з вуглецевих і легованих сталей, чавуну, кольорових сплавів, тугоплавких і спеціальних сплавів.

Метод застосовують при зачищенні виливків від заток, відрізу ливникових систем і прибутків, зачищенню прокату зі спецсплавів, чорновому круглому зовнішньому, внутрішньому і плоскому шліфуванні корпусних деталей машин з важкооброблюваних сплавів, шліфуванні з одночасним поверхневим загартуванням деталей з вуглецевих сталей. Метод обробки не забезпечує високої точності і якості поверхні, але дає високу продуктивність знімання металу внаслідок використання більших електричних потужностей.

Електроконтактна обробка заснована на введенні в зону механічної обробки електричної енергії - порушенні потужної дуги змінного або постійного струму між, наприклад, диском, що служить для видалення матеріалу із зони обробки, і виробом. Переваги методу - висока продуктивність (до $106 \text{ мм}^3/\text{хв}$) на грубих режимах, простота інструмента, робота при відносно невеликих напругах, низькі питомі тиски інструмента - $30\text{-}50 \text{ кг/м}^2$ ($0,3\text{-}0,5 \text{ кгс/мм}^2$) і, як наслідок, можливість використання для обробки твердих матеріалів інструмента, виготовленого з відносно м'яких матеріалів. До недоліків відносять: більшу шорсткість обробленої поверхні, теплові впливи на метал при твердих режимах.

Електроконтактна обробка не забезпечує високої точності і якості поверхні (шорсткість поверхні близько 50 мкм), але приводить до високої продуктивності внаслідок значного знімання металу. Застосовується вона для різання заготовок, обдирання виливків, заточення інструмента, плоского

					<i>ДРМТВАТАМ 23 20097. 000 ПЗ</i>	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

шліфування, прошивання отворів, очищення від окалини, обробки криволінійних поверхонь т.д. Рекомендується для обробки вуглецевих і легованих сталей, чавуну, кольорових сплавів, тугоплавких, важкооброблюваних і спеціальних сплавів.

Різновидом електроконтактної обробки є електроабразивна обробка - обробка абразивним інструментом (у т.ч. алмазно-абразивним), виготовленим на основі провідних матеріалів. Введення в зону обробки електричної енергії значно скорочує зношування інструмента.

2.4 Термічна обробка

Гартуванням СВЧ (рис.2.1.) називають вид термічної обробки, при якому сталь нагрівають до певної температури, витримують при цій температурі, а потім швидко охолоджують у гартівному середовищі (вода, масло, солоні та полімерні рідини).

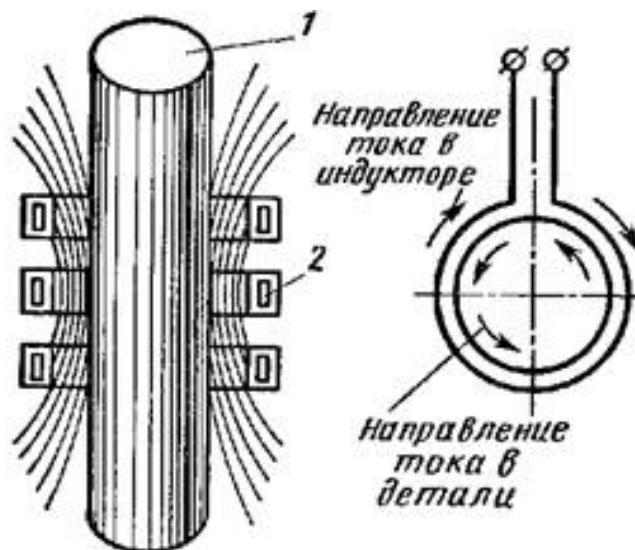


Рисунок 2.1 Схема індукційного нагрівання

1- деталь, 2 - індуктор

1 - активне нагрівання за допомогою струму, 2 - нагрівши внаслідок теплопровідності, x_k - товщина загартованого шару

Індукційне гартування має гнучкість застосування завдяки ряду змінюваних параметрів і можливості індивідуального підходу до кожної деталі, що дозволяє одержувати необхідну твердість і глибину загартованого шару деталі.

Переваги і економічна ефект індукційного загартування.

Гартування СВЧ забезпечує високу якість виробів і дає найбільш стабільні результати в порівнянні з іншими методами поверхневого зміцнення (великий опір зношуванню та втомному руйнуванню, малі деформації, майже повна відсутність окиснення та зневуглецюванню). Завдяки нагріванню тільки поверхневих шарів зменшуються витрати енергії на нагрівання.

Головна перевага індукційного нагрівання полягає у виділенні теплоти безпосередньо в самому металі. При індукційному нагріванні струмами високої частоти реалізується можливість значної концентрації електричної енергії в невеликому обсязі металу, що нагрівається, що дозволяє здійснювати нагрівання з великою швидкістю. Даний вид поверхневого зміцнення дозволяє виготовляти деталі з дешевої вуглецевої сталі, забезпечуючи їй високі міцнісні характеристики.

2.5 Хіміко-термічна обробка

Азотування, насичення поверхні металевих деталей азотом з метою підвищення твердості, зносостійкості, межі втоми та корозійної стійкості.

Азотування сталі відбувається при t 500-650 °С у середовищу аміаку. Вище 400 °С починається дисоціація аміаку по реакції $NH_3 \gg 3H + N$. атомарний азот, що утворюється, дифундує в метал, утворюючи азотисті фази.

					ДРМТВАТАМ 23 20097. 000 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При температурі азотування нижче 591 °С азотований шар складається із трьох фаз : нітриду Fe₂N, нітриду Fe₄N, і азотистого фериту, що містить близько 0,01% азоту при кімнатній температурі. При температурі азотування 600-650° С можливий утворення ще й γ-фази, яка в результаті повільного охолодження розпадається при 591 °С на евтектоїд α + γ₁. Твердість азотованого шару збільшується до HV = 1200 (відповідає 12 Гн/м²) і зберігається при повторних нагріваннях до 500-600°С, що забезпечує високу зносостійкість деталей при підвищених температурах. Азотовані сталі значно перевершують по зносостійкості цементовані та загартовані сталі. Азотування - тривалий процес, для одержання шару товщиною 0,2-0,4 мм потрібно 20-50 годин. Підвищення температури прискорює процес, але знижує твердість шару. Для захисту місць, не підлягаючих азотуванню, застосовуються лудіння (для конструкційних сталей) і нікелювання (для нержавіючих і жароміцних сталей). Для зменшення крихкості шару для жароміцних сталей іноді ведуть у суміші аміаку та азоту.

Висновки по розділу

У такий спосіб із завданням видалення зміцненого азотованого шару можна впоратися впровадженням електрохімічного методу обробки. Оскільки при цьому методі не відбувається безпосереднього контакту електрод інструмента з оброблюваною поверхнею, зношування інструмента буде мінімальне, до того ж ціна видаткових матеріалів у рази нижче вартості абразивного кола, застосовуваного при перешліфовці колінчатого вала.

Із проблемою відсутності зміцненого шару при зменшенні азотованого шару на 0,5 мм і більш можна боротися застосувавши перевірений метод індукційного гартування. Швидка швидкість процесу гартування та відносна дешевина методу дадуть помітний економічний ефект від впровадження методу.

					ДРМТВАТАМ 23 20097. 000 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3. Практичні рекомендації

3.1 Видалення азотованого зміцненого шару колінчатого вала КАМАЗ електрохімічним методом

Спосіб 1.

Відомий спосіб електроерозійного шліфування тіл обертання, при якому електроду-заготовці задають обертання, до нього підводять на певну відстань електрод-інструмент, між електродами подають струмінь мінерального масла і до електродів подають імпульси технологічного струму (амплітудні значення напруги підтримуються на рівні від 20 до 200 В, струму від 10 до 50 А при частоті імпульсів до 100 кГц). При цьому до інструмента підключають мінусової вивід генератора імпульсів.

Даному способу електроерозійного шліфування тіл обертання властиві наступні недоліки:

- потрібна підтримку певного зазору між електродами;
- невисокий ККД способу, тому що процес шліфування припиняється при короткому замиканні електродів і при збільшенні зазору між електродами понад пробивну величину.

Рішенням цього технічного завдання може досягаться тим, що між електродом-заготовкою та електродом-інструментом створюється питомий тиск до 0,5 МПа; у процесі шліфування використовується сила струму від 1 мкА до 100 мА, що дозволяє зменшити розміри часток ерозії, а отже, поліпшити якість шліфованої поверхні; використання високої напруги (від 1 до 50 кВ) дозволяє забезпечити ерозію металу як при питомих навантаженнях на електроди, так і при наявності зазору між електродами.

На рис. 3.1. представлена принципова схема пристрою для реалізації запропонованого способу.

					ДРМТВАТАМ 23 20097. 000 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Пристрій містить джерело живлення постійного струму 1, генератор імпульсів 2, автотрансформатор 3, пристрій для подачі масла 4, електрод-інструмент 5 і електрод-заготовку 6.

Спосіб здійснюється в такий спосіб. Оброблювана електрод-заготовка 6 підключається до позитивного полюса автотрансформатора 3, а електрод-інструмент 5 - до негативного полюса. Первинна обмотка автотрансформатора 3 харчується від джерела живлення постійного струму 1, а імпульси струму створюються генератором імпульсів 2, який включений послідовно до первинної обмотки. Електрод-заготовка 6 приводиться в обертання, до неї підводить електрод-інструмент 5, до якого прикладається зусилля, що забезпечує питомий тиск у контакті до 0,5 МПа. Між електродами подається масло через пристрій 4, після чого включається джерело живлення 1. Генератор імпульсів 2 перетворює постійний струм в імпульсний із частотою імпульсів до 100 кГц, амплітудні значення напруги за допомогою автотрансформатора 3 варіюються в межах від 1 до 50 кВт, що забезпечує силу імпульсного струму в контакті електрода-заготовки 6 і електрод-інструмента 5 у межах від 1 мкА до 100 мА.

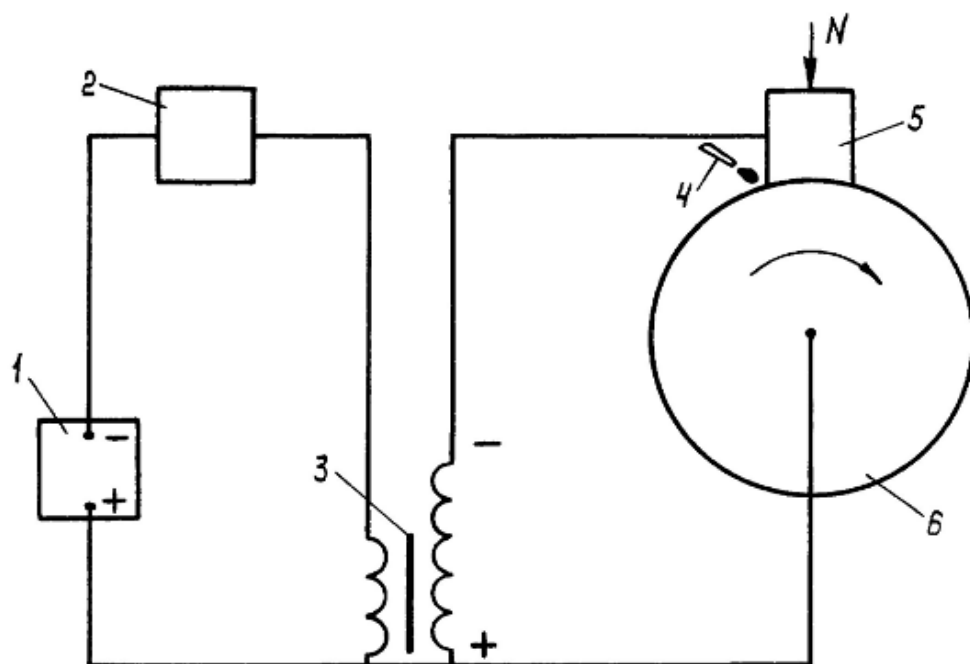


Рисунок 3.1 Принципова схема обробки поверхні

Шліфування циліндричної електрод-заготовки, виготовленої зі сталі 45, електродом-інструментом із БрОЦС-4-4-4 при частоті імпульсів напруги 100 кГц, амплітудних значеннях напруги між електродом-заготовкою та електродом-інструментом 10 кВт протягом 0,1 год забезпечує зняття шару 0,2 мм. Шорсткість обробленої поверхні електрода-заготовки 0,1 мкм при вихідній 0,63 мкм. При шліфуванні між електродом-заготовкою та електродом-інструментом подавалося мінеральне масло М8Г2 К, а питомий тиск у контакті досягало 0,5 МПа.

Спосіб 2. Пристрій для електрохімічної обробки шийок колінчатого вала

Відомий пристрій для електролітичного очищення металевих поверхонь, що містить рухливий електрод, виконаний у вигляді гнучкої пластини, ущільнення з ізолюючого матеріалу, закріплене по периметру електрода, що фіксують елементи з діелектричного матеріалу та штуцера для підведення і відводу електроліту. Недоліком цього пристрою є недостатня точність розмірної обробки, низька продуктивність процесу.

Відомий пристрій для розмірної електрохімічної обробки довгомірних нежорстких деталей, що містить розташовану на оброблюваній ділянці локальну заповнену електролітом камеру для електрохімічної обробки, у якій установлений електрод-інструмент, привод обертання оброблюваного вала, джерело технологічного струму, а також державку із двома упорними фланцями, у пазах яких встановлена з можливістю поперечного переміщення камера. Цьому пристрою властиві наступні недоліки: складність пристрою у випадку обробки циліндричних шийок колінчатого вала; необхідність механізму, що стежить, забезпечує необхідний міжелектродний зазор; складність розміщення пристрою між щоками противагами; низька продуктивність через неможливість одночасної обробки декількох шийок.

					<i>ДРМТВАТАМ 23 20097. 000 ПЗ</i>	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Найбільш близьким аналогом розглянутого пристрою є пристрій для електрохімічної обробки шийок колінчатого вала (рис. 3.1.), що містить рознімну камеру для електрохімічної обробки, установлений у ній електрод-інструмент із струмопідводом, колектори для підведення і відводу електроліту, а також джерело струму.

Технічні характеристики пристрою для електрохімічної обробки шийок колінчатого вала:

Чистий час обробки колінвала	5-15 хв
Кількість оброблюваних колінчатих валів у зміну	до 8
Оброблювані шейки	корінні й шатунні одночасно
Споживана потужність електроенергії	2 кВт/год
Необхідне приміщення для верстата	0 м.кВ
Робоча напруга на електродах	3-16 В
Частота пульсацій	100 Гц
Кількість вихідних каналів	20
Максимальна сила струму на 1 каналі	10 А
Робочий зазор при обробці	0,1-0,5 мм
Інтенсивність знімання	0,5 мм/хв
Концентрація електроліту	10-30 %
Діаметр оброблюваних шийок	15-120 мм
Точність обробки	0,001 мм
Частота обертання деталі	10-20 мм/хв
Витрата електроліту	10-15 л/хв;
Ширина оброблюваних шийок	до 120 мм
Спосіб регулювання	безупинно
Тип струму	пульсуючий
Сигналізація закінчення	світлова
Закінчення обробки	автоматичне від датчика

Відключення робочої напруги

автоматичне

Електроліт

водяний розчин NaCl

Даному пристрою також властиві недоліки, зазначені вище.

Завданням розробки є розширення технологічних можливостей пристрою за рахунок інтенсифікації процесу обробки шляхом додання електроду-інструменту обертового руху.

Завдання вирішується тим, що пристрій містить рознімну по довжині камеру для електрохімічної обробки із встановленим у ньому електродом-інструментом з струмопідводом, колектори для підведення і відводу електроліту та джерело струму. Камера виконана циліндричної з можливістю її коаксіальної установки на оброблювану ділянку, на її внутрішній стінці, зверненої до вала, виконані рівномірно по довжині камери кільцеві канавки, усередині яких виконані рівномірно по окружності тангенціально розташовані отвори для підведення в порожнину камери електроліту і привода в обертання електрода-інструмента, причому отвору в сусідніх канавках зрушені один до іншого на заданий крок, електрод-інструмент виконаний порожнім циліндричним, встановлений з можливістю обертання та обхвату оброблюваного ділянки вала та складається з двох кільцевих фланців, з'єднаних між собою поруч концентрично розташованих по окружності осей, при цьому фланці складаються з окремих сегментів, скріплених по площинах, що сполучаються, на зовнішній стороні осей розміщені рядами по числу канавок камери пружні струмопідводи, скріплені з осями та розташовані рівномірно по окружності з можливістю контакту і переміщення по них, причому кожний ряд струмопідводів зрушають один до іншого на заданий крок, кратний кроку осей, на внутрішній стороні осей по всій їхній довжині розташовані скріплені з ними робочі крайки електрода-інструмента, виконані у вигляді гнучкої несучої пластини, що прилягають до ділянок поздовжнього контуру оброблюваного ділянки вала та постачені обмежниками для створення межелектродного зазору.

					<i>ДРМТВАТАМ 23 20097. 000 ПЗ</i>	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Гнучка несуча пластина постачена скріпленими з нею смугами зі струмопровідної тканини, наприклад вуглеволокна, що лежать на твердому пружному ворсі з неелектропровідного волокна.

Пристрій для електрохімічної обробки включає монтажну плату з елементами з'єднання її з оброблюваною ділянкою колінвала - шатунною шийкою, розташованої між щоками противаг.

Монтаж і кріплення пристрою здійснюється через діелектричну прокладку за допомогою шпильок, вкручених у глухі різьбові заглушки з діелектричного матеріалу, монтуємі в різьбові отвори системи змащення вкладишів колінвала. Пристрій містить циліндричну камеру електрохімічної обробки з кільцевим колектором підведення електроліту в зону обробки, рухливий обертовий електрод-інструмент, рознімний кожух камери зливу електроліту із фланцями, виконаними з діелектричного матеріалу.

Коаксіальна установка камери електрохімічної обробки щодо оброблюваної шатунної шийки забезпечується базуванням монтажної плати пристрою щодо циліндричних поверхонь поруч розташованих корінних шийок колінвала - цим досягається однаковий міжелектродний зазор. Внутрішня, звернена до оброблюваної поверхні стінка камери містить діелектричне покриття, прорізане до металу кільцевими канавками, рівномірно розташованими по всій довжині камери. У канавках рівномірно по окружності виконані тангенціальні отвори, що з'єднують кільцевий колектор підведення електроліту з камерою. Для зменшення пульсації тиску в міжелектродному зазорі через дискретне розташування отворів отвору в сусідніх канавках зрушені один щодо іншого із заданим кроком. Для забезпечення монтажу камери навколо оброблюваної шийки камера виконана рознімної з поздовжнім стиком, а її коаксіальне розташування забезпечується конструкцією кільцевого колектора, що включає внутрішню посадкову поверхню і гвинтове з'єднання рознімання. Монтажна плата, верхня частина колектора і штуцер підведення електроліту створюють тверду опорну конструкцію, яка служить для точної

установки пристрою щодо оброблюваної поверхні, і є основою для кріплення кожуха ванни зливу електроліту. Нижня частина колектора і нижня частина кожуха ванни зливу електроліту забезпечують складання та коаксіальну установку камери навколо шийки колінчатого вала.

Корпус рухливого обертового електрода-інструмента рознімної конструкції, що полягає з декількох підпружинених сегментів, виконаний у вигляді порожньої циліндричної конструкції типу "білячого колеса", що охоплює шийку вала. Її основу становлять два кільцеві фланці, з'єднаних між собою поруч концентрично розташованих по окружності осей. Зовнішня та торцева поверхня фланців має діелектричне покриття. Кожний сегмент з'єднаний торцевими площинами за допомогою пружин зв'язки. На зовнішній поверхні корпусу розташовані пружні струмопідводи, скріплені з осями й розташовані рівномірно по периметру окружності перетину електрода і контактуючі з канавками камери. Кожний ряд струмопідводів, по числу канавок, зрушають один щодо іншого на певний заданий крок, кратний кроку осей, забезпечуючи рівномірне підтискання й, отже, однаковий міжелектродний зазор. У вихідному стані пружини окремі сегменти, що з'єднують, корпусу електрода-інструмента, розтискаючись взаємно, підтискають зовнішню поверхню з струмопідводами до внутрішньої стінки камери, забезпечуючи надійний електричний зв'язок рухливого електрода-інструмента.

На внутрішній поверхні корпусу електрода, зверненої до оброблюваної поверхні, розташовані робочі формотворні крайки. Вони виконані у вигляді гнучкої несучої пластини, скріпленої з осями та прилягаючими в процесі обробки по всій довжині шийки вала. Причому для забезпечення постійного міжелектродного зазору вони постачені обмежниками з діелектричного матеріалу. Таким чином, коаксіальна установка рухливого електрода забезпечується контактом пружних струмопідводів з камерою та гнучких несучих пластин з валом. Робочі формотворні крайки можуть бути виконані у вигляді гнучкої несучої пластини та скріплених з нею, що вільно лежать на

твердому пружному ворсі з неелектропровідного волокна смуг зі струмопровідної тканини, наприклад, на основі вуглецевого волокна.

Пристрій працює в такий спосіб. Потребуючий чистової обробки після ремонту наплавленням шатунних (корінних) шийок колінчатий вал встановлюється горизонтально. Пристрій монтується за допомогою монтажної плати на щоках противаг колінчатого вала. Для цієї мети вивертають різьбові пробки в сусідніх щоках противаг і замість пробок ввертають заглушки з діелектричного матеріалу, постачені шпильками. Необхідно помітити, що, тому що колінчатий вал має канали системи змащення, що проходять у тілі корінних і шатунних шийок, то необхідно перед обробкою герметизувати отвори, що виходять на поверхню шийок.

Для підготовки пристрою до роботи його попередньо розбирають по поздовжніх стиках. Спочатку відокремлюють нижню частину кожуха ванни зливу електроліту. Потім знімають нижню половину кільцевого колектора підведення електроліту, вивертаючи гвинти стику. Після цього камера електрохімічної обробки розділяється на дві частини. Корпус електрода-інструмента роз'єднують по місці стику і монтують близько шийки вала, знову з'єднуючи сегменти корпусу.

Після цього виставляють монтажну плату щодо сусідніх корінних шийок колінчатого вала. Для цього за допомогою настановчих шайб, затягуючи гайки шпилькового з'єднання, забезпечують необхідну установку монтажної плати, контролюючи правильність установки за допомогою вимірювального інструмента, наприклад індикатору годинного типу.

Далі весь пристрій монтують у зворотній послідовності, тобто з'єднують дві половини рознімної камери, перевіряючи, щоб пружні струмопідводи ввійшли в канавки камери. Потім приєднують нижню частину колектора підведення електроліту. Після цього монтують нижню частину кожуха ванни зливу електроліту. Приєднують до штуцерів підведення і відводу електроліту трубопроводи. На цьому складання пристрою закінчується.

					<i>ДРМТВАТАМ 23 20097. 000 ПЗ</i>	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При подачі електроліту під тиском через штуцер, виконаний у монтажній платі, рідина проходить у кільцевий колектор і через тангенціальні отвори рівномірно розподіляється по всій поверхні оброблюваної шийки колінчатого вала. За рахунок турбулентного вихрового руху електроліт притискає струмопровідну тканину до твердого ворсу, створюючи стабільність умов обробки. Через торцеві зазори між корпусом електрода-інструмента й щоками противаг електроліт зливається в кожух ванни.

Підведення технологічного струму до електрода-інструменту здійснюється через пружні струмопідводи. У якості привода обертання електрода-інструмента в пристрої використовується енергія подаваного під тиском електроліту. Пружні струмопідводи, розташовані на зовнішній поверхні корпуси електрода-інструмента, у цьому випадку, крім свого основного призначення - підведення струму, виконують роль лопаток робочого колеса гідротурбіни, на яких енергія рідини переходить в енергію обертання. У результаті всебічного тиску на пружні струмопідводи і зовнішню поверхню електрода-інструмента стискаються пружини зв'язку сегментів корпуса. І, отже, робочі формотворні крайки електрода наближаються до оброблюваної поверхні шийки колінчатого вала. Обертання електрода-інструмента в камері дозволяє інтенсифікувати процес електрохімічної обробки за рахунок швидкого відводу продуктів реакції та постійного відновлення електроліту в оброблюваної поверхні. У процесі анодного розчинення знімається верхній шар металу рівномірно по всій поверхні. Наявність обмежувальних елементів дозволяє витримати постійний міжелектродний зазор і запобігає можливості коротких замикань і підгоряння поверхні і робочих крайок. Виконання робочих крайок електрода у вигляді гнучкої несучої пластини і вільно розташованих по всій довжині оброблюваної поверхні смуг зі струмопровідної тканини, наприклад на основі вуглеволокна, і використання як обмежник ворсу з неелектропровідного волокна дозволяє інтенсифікувати процес анодного розчинення за рахунок прилягання робочих крайок по більшій ділянці поверхні і підвищити якість

					<i>ДРМТВАТАМ 23 20097. 000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						44
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

обробки за рахунок усунення ніздрюватої структури (смугастості поверхні) і виключення коротких замикань. У міру анодного розчинення збільшується міжелектродний зазор за рахунок зменшення діаметра шейки колінчатого вала. Після досягнення необхідного діаметра виключають технологічний струм і подачу електроліту.

Незважаючи на деяке ускладнення пристрою в порівнянні із прототипом, запропоноване технічне рішення має рядом переваг, що забезпечують позитивний ефект, а саме:

- можливість використання в умовах ремонтних органів при відсутності складного верстатного устаткування для шліфування і суперфінішної обробки шийок колінчатих валів;

- зменшення трудомісткості технологічного процесу і підвищення чистоти поверхні за рахунок інтенсифікації процесу анодного розчинення шляхом додання обертового руху електроду та вирівнювання процесу розчинення по всій поверхні;

- підвищення продуктивності за рахунок одночасної обробки декількох шийок колінчатого вала одночасно.

У такий спосіб у розширенні технологічних можливостей пристрою за рахунок інтенсифікації процесу обробки шляхом додання електроду-інструменту обертового руху виражений позитивний ефект запропонованої конструкції.

3.2 Індукційне загартування струмами високої частоти

Спосіб 1.

Зміцнення колінчатого вала у ВАТ «Камаз-Дизель».

Спосіб 2.

Самостійне зміцнення з використанням установки індукційного нагрівання.

					ДРМТВАТАМ 23 20097. 000 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Найбільш зручним варіантом буде застосування шліфувального верстата як механізму обертання і окремо встановити СВЧ, у якості пристрою зміцнення.

Розроблена технологія індукційного поверхневого гартування СВЧ із використанням токарського верстата як привода обертання та переміщення.

Типовий шліфувальний верстат в описі не має потреби.

Розглянемо докладніше установку СВЧ :

Установка індукційна нагрівальна ПЕТРА-0501 широко застосовується для оснащення термічних ділянок у технологіях: індукційна пайка (у т.ч. пайка різців), СВЧ гартування валів, шестірень, нагрівши під штампування кінців заготовок. Вона ефективно замінює собою лампові СВЧ установки типу ЛЗ і ВЧГ. У порівнянні з ламповими установками ПЕТРА-0501 має високий ККД, малі габарити і не вимагає додаткового часу перед початком і по закінченню роботи на розігрів і остигання лампи. У порівнянні з напівпровідниковими аналогами важливою перевагою є можливість застосування широкого набору індукторів без перемикань усередині установки, тривалість включення - 100%. Високий припустимий рівень повної потужності індуктора (до 600 кВа).

Індукційне нагрівання із застосуванням установок СВЧ реалізується за рахунок енергії змінного магнітного поля. Оброблювана деталь вноситься усередину петлі індуктора необхідної величини. Високочастотний змінний струм (СВЧ), що проходить по цій петлі, індуює на поверхні деталі вихрові струми, величина яких контролюється установкою. Використання установки СВЧ характеризується високою ефективністю переносу енергії і малими тепловими втратами. Глибина проникнення індуюємих струмів прямо залежить від робочої частоти СВЧ установки індукційного нагрівання. Чим вище частота, тем значніше відносна щільність струму на поверхні оброблюваної деталі. Знижуючи робочу частоту на установці СВЧ, можна збільшувати глибину проникнення струмів.

					<i>ДРМТВАТАМ 23 20097. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Установка індукційна СВЧ ПЕТРА-0501 має ряд переваг перед ламповими і напівпровідниковими установками.

1. Індуктор ізольований від мережі та заземлений;
2. Широкий набір індукторів без перемикань усередині установки;
3. Ефективна робота на пайку та поверхневому гартуванню без перемикань усередині установки;
4. Нагрівальний пост легко вбудовується в технологічну лінію;
5. Ефективний швидкодіючий захист;
6. Плавне і ступінчасте регулювання потужності.

Крім цього, точна локалізація енергії при використанні індукційного нагрівання установкою СВЧ визначає малу тривалість технологічного циклу, високу продуктивність, удосконалює показники використання устаткування й матеріалів, а також зменшує ризик деформації оброблюваної деталі при нагріванні. Це відбувається через те, що індукційне нагрівання СВЧ формує тепло прямо усередині деталі. Енергія майже не розсіюється навколо. Перераховані переваги визначають максимальну економічну ефективність застосування установок СВЧ у порівнянні з іншими типами установок. Використання індукційного нагрівання СВЧ дозволяє легко управляти процесом, тому що інтерфейс установки простий і не вимагає спеціальної підготовки. Крім того, при роботі установки індукційного нагрівання СВЧ не виділяється дим, токсичні речовини та ін., процес нагрівання менш небезпечний для навколишнього середовища та персоналу.

3.3 Фінішна обробка колінчатого вала КАМАЗ

Після шліфування колінчатого вала, з наступним зміцненням індукційним загартуванням СВЧ, необхідно виконати фінішну обробку колінчатого вала. Це

					<i>ДРМТВАТАМ 23 20097. 000 ПЗ</i>	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При обробці застосовується охолодження гасом з добавкою 10...15 % веретенного масла. Середній тиск на бруски становить 0,5...25 МПа. Пристрій дозволяє одночасно обробити усі корінні та шатунні шейки колінчатого вала в наступному режимі: $n = 135 \text{ хв}^{-1}$, хід 5 мм, $v = 450 \text{ хв}_1$. Головна вимога цього процесу - частота коливань v не повинна бути кратній частоті обертання n деталі, щоб забезпечувався принцип «неповторюваного сліду».

Полірування. Процес полірування являє собою чистову обробку поверхні деталі м'якими колами з нанесеним на них (шаржуванням, наклейкою) дрібнозернистим абразивним порошком, змішаним зі змащенням.

Устаткування: полірувальні бабки, у масовім виробництві - полірувальні автомати.

Установ: деталь тримають у руках (наприклад, при обробці лопаток компресора) або встановлюють у перехідне пристосування.

Інструмент - полірувальні кола з фетру, повсті, шкіри, парусини, морської трави, капронових ниток.

Шорсткість і точність - див. у таблицю.

Схема процесу полірування деталей обертання зображено на рис. 3.2.

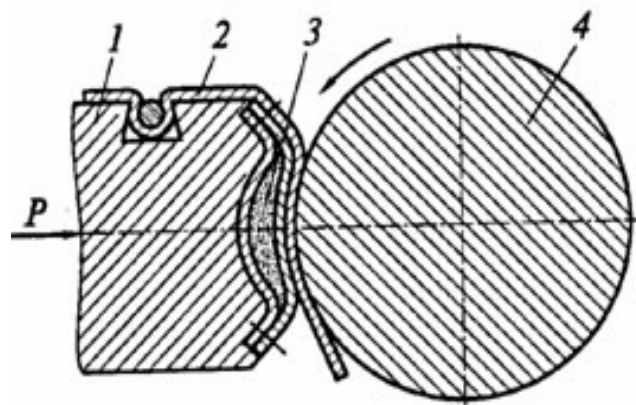


Рисунок 3.2 Схема полірування деталей обертання

1 – корпус притира; 2 – змінна полірувальна тканина; 3 – пек або кам'яна смола в оболонці з брезенту; 4 - деталь

Полірування не виправляє геометричні погрішності та розмір. Головна мета цього процесу - створити в результаті обробки при швидкості до 40 м/с поверхню з низькою шорсткістю, що має дзеркальний вид.

3.4 Технологічний проект ділянки ремонту колінчатих валів

Добір технологічного устаткування для ділянки ремонту колінчатих валів.

Виходячи з вище наведених методик, ділянка буде обладнана:

Таблиця 3.1 Габаритні розміри устаткування

Найменування	Кіл-сть	Габаритні розміри, мм
Верстат шліфувальний	2	3650x2250x1800
Електроерозійний верстат	1	967x450x1800
Зварювальний напівавтомат	1	480x275x380
Пристосування для виправлення колінчатих валів	1	1200x70x700
Призма	1	1200x30x40
Компресор	1	2030x680x1400
Шафа інструментальна	2	1850x600x500
Верстат	1	870x1200x700
Стелаж	2	2000x1000x300

Уточнений розрахунок площі ділянки

$$F_y = f_{ia} K_I$$

$$F_y = (2 \cdot 8,21 + 0,43 + 0,12 + 0,84 + 0,03 + 1,38 + 2 \cdot 1,11 + 1,04 + 2 \cdot 2) \cdot 2,25 = 59,58 \sim 60 \text{ м}^2$$

Висновок по розділу

Розроблений спосіб видалення зміцненого азотованого шару колінчатого вала КАМАЗ Євро-2.

Зміцнення колінчатого вала після шліфування на глибину більш 0,5 мм буде проводиться індукційним загартуванням струмами високої частоти.

Дані практичні рекомендації з фінішної обробки колінчатого вала після його ремонту.

Розроблений технологічний проект ділянки ремонту колінчатих валів КАМАЗ.

					ДРМТВАТАМ 23 20097. 000 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розділ 4 Аналіз шкідливих та небезпечних факторів на автотранспортному підприємстві

4.1 Мікроклімат

В автотранспортних підприємствах технічне обслуговування та ремонт автомобілів виконують за різної температури, вологості та рухливості повітря, а також за наявності теплових випромінювань від поверхонь термічних печей, ковальських горнів, нагрітого обладнання, оброблюваного матеріалу виробів. При створенні безпечних та високопродуктивних умов праці має важливе значення так званий тепловий комфорт.

Повний тепловий комфорт у виробничому приміщенні людина відчуває лише тоді, коли в ньому створений сприятливий мікроклімат.

Температура, вологість, рух повітря та випромінювання від нагрітих тіл належать до метеорологічним умовам, або так званому мікроклімату. Кожен із цих факторів, при недотриманні встановлених норм гігієни праці, може шкідливо впливати на самопочуття та працездатність людини.

Температурний режим гарячих цехів (ковальських, ливарних, термічних, зварювальних та ін.) залежить від кількості тепловиділень від обладнання, виробів та поковок, а також від сонячної радіації, що проникає всередину приміщення через засклені поверхні у вікнах та світлових ліхтарях будівлі. Кількість тепловиділень виражають у великих калоріях (ккал) за годину на 1 м³ приміщення.

Відповідно до санітарних норм (СН 245-63) ті цехи та відділення, де виділяється тепла менше 20 ккал/м³ на годину, відносять до холодних, а при більшій величині тепловиділень – до гарячих.

Висока температура повітря надає несприятливий вплив на життєво важливі органи та системи людини (серцево-судинну, центрально-нервову, травлення та ін), викликаючи порушення нормальної їх діяльності, а за

					ДРМТВАТАМ 23 20097. 000 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

найбільш несприятливих умов вона може спричинити перегрівання організму (тепловий удар). Низька температура повітря охолоджує організм; внаслідок цього він стає більш сприйнятливим до захворювань (грип, пневмонія, радикуліт тощо).

На автотранспортних підприємствах несприятливі температурні умови праці спостерігаються у зонах технічного обслуговування, поточного ремонту автомобілів, і навіть під час зварювальних, ковальських, кузовних, малярських робіт у зимовий період над виробничих приміщеннях.

Вологість повітря. Під вологістю повітря розуміється вміст у ньому водяної пари.

У виробничих приміщеннях автотранспортних підприємств спостерігається різна вологість повітря від 5-10% у сушильних камерах; 70-80% у розбірно-мийному та шиномонтажному; у гальванічному та мийному відділеннях вологість досягає до 90-95%, а в холодний період року у цих відділеннях відносна вологість іноді досягає 100% (туманоутворення).

Підвищена вологість повітря створює несприятливі метеорологічні умови, відбувається порушення терморегуляції та перегрівання організму, зменшується випаровування поту, а отже, зменшується і віддача тепла організмом людини. Низька відносна вологість повітря сприяє випаровування поту, внаслідок чого відбувається швидка віддача тепла організмом.

На тепловіддачу людського організму істотно впливає рух повітря. Чим більша швидкість руху повітря, тим більша тепловіддача людським організмом за рахунок конвекції, а також значно збільшується тепловіддача за рахунок випаровування вологи з поверхні шкіри.

Сукупність параметрів повітря (температура, вологість, швидкість руху) визначають звані комфортні умови.

Для людини, яка перебуває у стані спокою, комфортними умовами будуть такі:

- Швидкість руху повітря $V = 0$ м / сек; $t = 18$ ° С; відносна вологість $r=50\%$;

- Швидкість руху повітря $V=1$ м/сек; $t = 24$ ° С; відносна вологість $r=50\%$.

Для людини, яка виконує важку фізичну роботу:

-Швидкість руху повітря $V=0$ м/сек; $t = 14$ ° С; відносна вологість $r = 50\%$;

-Швидкість руху повітря $V=2$ м/сек; $t=26^{\circ}\text{З}$; відносна вологість $r =40\%$

Променева теплова енергія створюється нагрітими до високої температури виробами, поковками, горнами, печами та іншими установками.

Залежно від температури нагрітих тіл промениста енергія ділиться втричі категорії: 1) що виходить від нагрітих тіл до температури 500°С . Ці тіла випромінюють невидимі інфрачервоні промені; 2) виділяється тілами, нагрітими до 3000 ° С, з утворенням світлових променів; 3) вихідну від нагрітих тіл вище 3000°З наявністю ультрафіолетових теплових променів.

На автотранспортних підприємствах переважає промениста теплова енергія першої категорії, дуже рідко доводиться відчувати енергію другої категорії під час роботи у нагрівальних печей, термічних ванн і момент плавки і заливки металу й у виняткових випадках можна зустрітися з енергією третьої категорії (при зварювальних роботах).

Інфрачервоне опромінення характеризується як місцевим, і загальним впливом на організм людини. Інфрачервоні промені мають здатність викликати хімічні зміни в білкових клітинах, а при дії і на органи зору викликати помутніння кришталіка ока (катаракта). Катаракта виникає при дії інфрачервоних променів.

4.2 Виробниче освітлення

Правильно спроектоване та виконане освітлення на підприємстві забезпечує можливість нормальної виробничої діяльності. Збереження зору

					ДРМТВАТАМ 23 20097. 000 ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

людини, стан її центральної нервової системи та безпека на виробництві значною мірою залежать від умов освітлення.

Висвітлення буває природне і штучне, причому природне освітлення краще. Адже природне світло має високу біологічну і гігієнічну цінність і дуже впливає на психологію людини, а в кінцевому рахунку на виробничий травматизм і продуктивність праці.

Основні вимоги до виробничого освітлення:

1. Освітленість робочому місці має відповідати характеру зорової роботи, який визначається такими трьома параметрами:

- об'єкт відмінності - найменший розмір предмета, що розглядається;
- фон - поверхня, що прилягає безпосередньо до об'єкта відмінності;
- контраст об'єкта з тлом - відношення яскравостей об'єкта, що розглядається.

2. Необхідно забезпечити досить рівномірний розподіл яскравості на робочій поверхні, а також у межах навколишнього простору.

3. На робочій поверхні мають бути відсутні різкі тіні.

4. У полі зору повинна бути відсутня пряма і відбита блискість, тобто підвищена яскравість поверхонь, що світяться, що викликає порушення зорових функцій (засліпленість).

5. Величина освітленості має бути постійною у часі. Коливання освітленості, викликані різкою зміною напруги в мережі, мають велику амплітуду, щоразу викликаючи переадаптацію ока, призводять до значної втоми. Пульсація освітленості пов'язана також із особливістю роботи газорозрядних ламп.

6. Необхідно допиватися оптимальної спрямованості світлового потоку. Це дозволяє в одних випадках розглядати внутрішні поверхні деталей, а в інших розрізняти рельєфність поверхні робочої поверхні.

7. Слід вибирати потрібний спектральний склад світла. Ця вимога особливо істотна для забезпечення правильної передачі кольору, а в окремих випадках для посилення квіткових контрастів.

8. Усі елементи освітлювальних установок - світильники, групові щитки, що знижують трансформатори, освітлювальні мережі повинні бути достатньо довговічними, електробезпечними, а також не повинні бути причиною пожежі або вибуху.

9. Установка має бути простою, зручною в експлуатації, відповідати вимогам естетики.

4.3 Шкідливі речовини у повітрі робочих будівель

4.3.1 Промисловий пил

На автотранспортних підприємствах виділення пилу пов'язане зі щоденним обслуговуванням автомобілів (вантажних, легкових, автобусів), з обробкою металу та дерева, з приготуванням формувальних сумішей, з розбиранням автомобілів та агрегатів, з забарвленням агрегатів та автомобілів, термічною та гальванічною обробкою та іншими процесами. Промисловий пил, що викидається разом із вентиляційним повітрям, забруднює повітряні басейни міст та населених пунктів, впливає на здоров'я населення.

Пил має шкідливу дію на дихальні шляхи, шкіряні покриви, органи зору та на травний тракт. Ураження пилом верхніх дихальних шляхів у початковій стадії супроводжується роздратуванням, а при тривалому впливі з'являється кашель, відхаркування брудним мокротинням.

Пил, що глибоко проникає в дихальні шляхи, призводить до розвитку в них патологічного процесу, який отримав назву співмоконіозу.

Пневмоконіози – пилові захворювання легень від впливу всіх видів пилу. Найбільшу агресивність має кварцовий пил, що викликає силікоз. Розвиток силікозу залежить від концентрації пилу. Силікоз має здатність подальшого

					<i>ДРМТВАТАМ 23 20097. 000 ПЗ</i>	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розвитку та після припинення роботи в запылених виробничих приміщеннях. Найчастіші захворювання силікозом зустрічаються у робочих ливарних цехів (стриженників, формувальників, вибивачів лиття та ін.).

При роботі в запылених виробничих приміщеннях іноді спостерігаються випадки ураження органів зору пилом, що призводить до запального процесу слизових оболонок (кон'юнктивіту). Металевий пил, що потрапив в очі, може викликати травму рогової оболонки, а абразивний пил призводить до помутніння рогівки.

Токсичні пилю (хромова, свинцева, марганцева та ін.) навіть у відносно невеликій кількості, потрапляючи до органів травлення, викликають інтоксикацію (отруєння). Нетоксичні пилю не викликають будь-якої несприятливої дії.

4.3.2 Промислові отрути

Отрутами називаються токсичні речовини, які, проникаючи у невеликих дозах в організм людини, викликають у клітинах тканини хімічні зміни та хворобливі явища (отруєння).

Отрути характером своєї дії діляться:

- на отрути місцевої дії. У цьому випадку уражається тільки та ділянка тіла, на яку вони потрапили. Такі дії мають кислоти, луги, хромові сполуки та інші, що викликають подразнення слизових оболонок носа, гортані, бронхів та очей;

- на отрути загальної дії, що виникає після проникнення отрути у кров. Прикладом такої речовини може служити окис вуглецю, який витісняє кисень з оксигемоглобіну, утворюючи карбоксигемоглобін, тобто таку сполуку, яка не дозволяє крові розносити кисень організмом людини, внаслідок чого настає кисневе голодування.

В автотранспортних підприємствах нерідко зустрічаються речовини, які мають місцеву і загальну дію на організм людини.

					ДРМТВАТАМ 23 20097. 000 ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Найбільшу небезпеку з усіх промислових отрут представляють отрути, які мають канцерогенну дію, здатні викликати злоякісні пухлини.

Отруєння, спричинені дією токсичних речовин, можуть бути гострі та хронічні. Гострі отруєння виникають при раптовому надходженні до організму великих доз токсичної речовини. Хронічні отруєння поступово розвиваються внаслідок тривалого впливу токсичних речовин малих концентрацій.

Всі токсичні речовини з біологічної дії їх на організм людини умовно ділять на п'ять груп: речовини, що викликають дії, що припікають; речовини, які діють органи дихання; речовини, які діють кров; речовини, які діють нервову систему; ферментні та обмінні (протоплазма-тичні) отрути.

4.4 Шум, звук та вібрація

Звук є хвильовим коливанням пружного середовища. Звукові хвилі виникають, коли частинки пружного середовища приходять у коливальний рух від впливу на них сили, що обурює.

Виробничий звук і шум різної інтенсивності та спектру (частоти), які тривалий час впливають на працюючих, можуть призвести до порушення артеріального тиску та ритму серцевої діяльності, притуплення чутливості слуху, а іноді і до розвитку професійної глухоти.

В результаті тривалого впливу шуму слабшає увага і пам'ять працюючих, що часто призводить до зниження працездатності та виробничого травматизму. Шум впливає стан психічного рівноваги. Під дією шуму спостерігаються виснаження клітин головного мозку, уповільнені психічні реакції та функціональні зрушення нервової системи, які виявляються у вчинках, що не відповідають нормальній діяльності людини.

Дослідженнями встановлено, що чим вище частотний склад шумів, чим вони інтенсивніші і триваліші, тим швидше і сильніше вони несприятливо впливають на орган слуху.

					<i>ДРМТВАТАМ 23 20097. 000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						58
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

У випробувачів двигунів та осіб, які працюють в умовах шуму, нерідко підвищується кров'яний тиск, з'являється аритмія, змінюється тонус коронарних судин, нерідкі гастрити, виникнення виразкової хвороби. Сон у них стає поверхневим, часто переривається, а іноді настає безсоння.

Вібрація надає небезпечну дію на організм, що супроводжується зміною нервової та серцево-судинної системи. На транспорті джерелами вібрації є транспортні засоби.

Розрізняють загальну та локальну вібрації. Загальна вібрація викликає струс всього організму, місцева залучає до коливальних рухів окремі частини тіла. Загальна вібрація з частотою 0,7 Гц (качка) хоч і неприємна, але не призводить до вібраційної хвороби.

					<i>ДРМТВАТАМ 23 20097. 000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						59
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ВИСНОВОК

За результатами виконаного проекту стану питання ремонтпридатності колінчатого вала можна зробити наступні висновки:

Основними причинами ремонту або заміни колінчатого вала є задири шийок, зношування вище граничних значень при задирах, втомне руйнування, залишкові деформації у вигляді вигину осі, тріщини на поверхні шийок, які обумовлені завершенням процесу повертання вкладишів. Від завершення або попередження цього процесу залежить і ремонтпридатність і довговічність колінчатого вала.

Слід зазначити, що вихід з ладу азотованих колінчатих валів найчастіше обумовлений недбалою експлуатацією. Часті перевантаження, наслідком якого є перегрів тертьових пар у доповненні з не якісним моторним маслом призводять до поломки двигуна.

Колінчаті вали двигунів Євро-2 КАМАЗ-740 допускають ремонт перешліфовкою в перший ремонтний розмір, без повторного зміцнення шийок. Моделі вкладишей колінчатого вала 740.60 дозволяють ремонтувати колінчатий вал зниженням товщини шийок на 0,25 мм по діаметру. Однак не глибокий зміцнений шар глибиною 0,5-0,7 мм, знижує можливість ремонтпридатності колінчатого вала при глибоких задирах, коли потрібна перешліфовка на два ремонтні розміри. А також висока твердість азотованого шару не дозволяє застосовувати звичний метод перешліфовки колінчатого вала в ремонтний розмір через підвищену витрату абразивного кола. У випадку глибокого проворота та задирів шийок необхідно буде провести повторне зміцнення.

Для рішення цих двох ключових питань були розроблені спосіб зняття азотованого шару колінчатого вала методом електрохімічного шліфування і повторне зміцнення індукційним загартуванням струмами високої частоти.

					<i>ДРМТВАТАМ 23 20097. 000 ПЗ</i>	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зняття зміцненого шару проводиться електроерозійним устаткуванням. Повторне зміцнення проводиться індукційною установкою в заводських умовах, або впровадженням цієї технології у власному виробництві.

Робочий інструмент цих двох методів має невеликий розмір, що дає можливість застосовувати його установкою на шліфувальний верстат, це буде зручним для процесу чистового шліфування в номінальний розмір або фінішної обробки.

У випадку повної не ремонтпридатності колінчатого вала існує можливість застосування колінчатих валів двигунів Євро-3 з маркуванням 740.63-1005020-10. Ці колінчаті вали зміцнюються струмами високої частоти і мають у собі всі переваги колінчатих валів, зміцнених індукційним загартуванням.

Однак виникають наступні питання:

Перша, ця поведінка колінчатого вала зміцненого СВЧ і азотуванням одночасно, стик цих двох зміцнень припадає на жолобнику шийок.

Друге питання, це залишкова міцність, тому що у випадку ремонту товщина шийок зменшується, у наслідок чого перекриття корінних і шатунних шийок також зменшується, що знижує міцність на скручування.

Залишається необхідним провести стендові дослідження двигуна з відремонтованим за пропонованою технологією колінчатим валом для перевірки можливості впровадження даної технології ремонту на практиці.

					<i>ДРМТВАТАМ 23 20097. 000 ПЗ</i>	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ І ЛІТЕРАТУРИ

1. Богатырев, А. В. Тракторы и автомобили : учебник / А.В. Богатырев, В.Р. Лехтер. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 425 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-006582-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1080422> (дата обращения: 0.10.2021).

2. Гринцевич, В. И. Техническая эксплуатация автомобилей. Технологические расчеты [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. И. Гринцевич. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2011. - 194 с. - ISBN 978-5-7638-2378-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/442633> (дата обращения: 01.10.2021).

3. Дружинин, А. М. Модернизация двигателей внутреннего сгорания: цилиндропоршневая группа нового поколения / Дружинин А.М. - Вологда:Инфра-Инженерия, 2017. - 150 с. ISBN 978-5-9729-0158-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/930322> (дата обращения: 01.10.2021).

4. Зеер, В. А. Проектирование автомобилей и тракторов : учебное пособие / В. А. Зеер, Д. Л. Окладников, П. С. Литвинов. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2020. - 226 с. - ISBN 978-5-7638-4333-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1819359> (дата обращения: 01.10.2021).

5. Клещин, Э. В. Рабочие процессы, конструкция и основы расчета двигателей внутреннего сгорания/КлещинЭ.В., ГилетаВ.П. - Новосибирск : НГТУ, 2009. - 256 с.: ISBN 978-5-7782-1335-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/549067> (дата обращения: 01.10.2021).

6. Коваленко, Н. А. Организация технического обслуживания и ремонта автомобилей : учебное пособие / Н. А. Коваленко. - Москва : ИНФРА-М ; Минск : Новое знание, 2019. - 229 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-011446-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com>

					ДРМТВАТАМ 23 20097. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

/catalog/product/959933 (дата обращения: 01.10.2021).

7. Курасов, В. С. Теория двигателей внутреннего сгорания : учебное пособие / В.С. Курасов, В.В. Драгуленко. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 86 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-109793-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1836395> (дата обращения: 30.09.2021).

8 Мигаль, В. Д. Методы технической диагностики автомобилей : учебное пособие / В. Д. Мигаль, В. П. Мигаль. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2020. — 417 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-8199-0804-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1092163> (дата обращения: 01.10.2021).

9. Практикум по технической эксплуатации автомобилей : учебное пособие для студентов учреждений высшего образования / А. А. Долгушин, Ю. Н. Блынский, Д. М. Воронин [и др.] ; под. ред. А. А. Долгушина ; Новосиб. гос. аграр. ун-т. Инженер, ин-т. - Новосибирск : ИЦ НГА «Золотой колос», 2018. - 424 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1461105> (дата обращения: 29.09.2021).

10. Схиртладзе, А. Г. Сопротивление материалов : в 2 ч. Ч. 2. : учебник / А.Г. Схиртладзе, А.В. Чеканин, В.В. Волков. — Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2018. — 192 с. - ISBN 978-5-906923-67-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/933947> (дата обращения: 01.10.2021).

11. Топлива для двигателей внутреннего сгорания. Бензин неэтилированный. Технические условия [Электронный ресурс] : ГОСТ Р 51105-2020. Национальный стандарт Российской Федерации. URL: <https://docs.cntd.ru/document/566320361> (дата обращения: 01.10.2021).

12. Транспортная инфраструктура : учебное пособие / Е. В. Фомин, Е. С. Воеводин, А. С. Кашура [и др.]. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2020. - 104 с. - ISBN 978-5-7638-4307-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1816585> (дата обращения: 01.10.2021).

					<i>ДРМТВАТАМ 23 20097. 000 ПЗ</i>	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

13. Туревский, И. С. Техническое обслуживание автомобилей. Книга 2. Организация хранения, технического обслуживания и ремонта автомобильного транспорта : учебное пособие / И.С. Туревский. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2021. — 256 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-8199-0709-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1137870> (дата обращения: 01.10.2021).

14. Электронные системы управления работой дизельных двигателей : учебное пособие / под ред. С.И. Головина. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 160 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/20865. - ISBN 978-5-16-012067-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1515070> (дата обращения: 01.10.2021).

15. Азаматов Р.А., Дажин В.Г., Кулаков А.Т., Модин А.И. Восстановление деталей автомобилей КамАЗ/ Под ред. В.Г. Дажина. - Набережные Челны: КамАЗ, 1994. 215с.

16. Бежанов Б. Н. Пневматические механизмы. М., 1957.251 с.

17. Белов С.В., Ильницкая А.В., Козьяков А.Ф. и др. Безопасность жизнедеятельности. - Москва: Изд-во «Высшая школа», 1999. -448с.

18. В.В. Петросов Ремонт автомобилей и двигателей. М. Издательский центр Академия, 2007 г., 3-е издание.

19. Восстановление деталей машин: Справочник / Ф.И. Пантелеенко, В.П. Лялякин, В.П. Иванов, В.М.Константинов; Под ред. В.П. Иванова.-М.: Машиностроение, 2003.-672с.

					<i>ДРМТВАТАМ 23 20097. 000 ПЗ</i>	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додатки

					ДРМТВАТАМ 23 20097. 000 ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Опис

Установка індукційна нагрівальна ПЕТРА-0501 широко застосовується для оснащення термічних ділянок у технологіях: індукційна пайка (в т.ч. пайка різців), СВЧ-загартування валів, шестерень, нагрівання під штампування кінців заготовок. Вона ефективно замінює лампові СВЧ-установки типу ЛЗ і ВЧГ. Порівняно з ламповими установками ПЕТРА-0501 має високий ККД, малі габарити і не потребує додаткового часу перед початком та після закінчення роботи на розігрів та охолодження лампи. Порівняно з напівпровідниковими аналогами важливою перевагою є можливість застосування широкого набору індукторів без перемикань усередині установки, тривалість включення – 100%. Високий допустимий рівень повної потужності індуктора (до 600 кВА).

Принцип роботи СВЧ-установки

Індукційне нагрівання із застосуванням установок ТВЧ реалізується рахунок енергії змінного магнітного поля. Оброблювана деталь вноситься всередину петлі необхідної величини індуктора. Високочастотний змінний

					ДРМТВАТАМ 23 20097. 000 ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

струм (ТВЧ), що проходить цією петлею, індукує на поверхні деталі вихрові струми, величина яких контролюється установкою. Використання установки ТВЧ характеризується високою ефективністю перенесення енергії та малими тепловими втратами. Глибина проникнення струмів, що індукуються, безпосередньо залежить від робочої частоти ТВЧ установки індукційного нагріву. Чим вище частота, тим більша відносна щільність струму на поверхні оброблюваної деталі. Знижуючи робочу частоту на установці ТВЧ, можна збільшувати глибину проникнення струмів.

Застосування

Установки індукційного нагріву ТВЧ ПЕТРА-0501 використовуються у багатьох галузях промисловості для здійснення ефективних технологічних процесів електротермічної обробки виробів. Установки ТВЧ застосовуються там, де потрібне швидке безконтактне нагрівання металів та інших провідних матеріалів. Залежно від виконання за номінальною частотою та потужністю індукційні установки ПЕТРА-0501 застосовуються в наступних областях:

Установки потужністю 30 кВт найчастіше застосовуються для заміни лампових установок ТВЧ у технології індукційного паяння (паяння різців, фрез тощо), для гарту валів діаметром до 70 мм.

					<i>ДРМТВАТАМ 23 20097. 000 ПЗ</i>	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

РОЗДІЛ 1. Аналіз стану питання з ремонту азотованих колінчатих валів автомобілів КАМАЗ

1.1 Азотований колінчатий вал КАМАЗ

1.2 Колінчатий вал КАМАЗ, зміцнений струмами високої частоти

1.3 Властивості азотованих колінчатих валів

1.4 Аналіз дефектів колінчатих валів КАМАЗ

1.5 Дослідження ремонтпридатності колінчатих валів двигунів КАМАЗ

1.6 Конструктивно-технологічні заходи щодо підвищення ремонтпридатності колінчатого вала

1.7 Завдання розробки способу ремонту азотованого колінчатого вала двигуна Євро-2 КАМАЗ-740

1.7.1 Ремонт колінчатого вала. Видалення зміцненого шару

1.7.2 Зміцнення колінчатого вала після шліфування шийок на глибину більш 0,5 мм

РОЗДІЛ 2. Аналітичне дослідження технологій і способів ремонту колінчатих валів двигунів КАМАЗ

2.1 Шліфування колінчатих валів

2.2 Наплавлення

2.3 Електрохімічний метод обробки

2.4 Термічна обробка

2.5 Хіміко-термічна обробка

РОЗДІЛ 3. Практичні рекомендації

3.1 Видалення азотованого зміцненого шару колінчатого вала КАМАЗ електрохімічним методом

3.2 Індукційне загартування струмами високої частоти

					<i>ДРМТВАТАМ 23 20097. 000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		68

3.3 Фінішна обробка колінчатого вала КАМАЗ

3.4 Технологічний проект ділянки ремонту колінчатих валів

РОЗДІЛ 4 Аналіз шкідливих та небезпечних факторів на автотранспортному підприємстві

4.1 Мікроклімат

4.2 Виробниче освітлення

4.3 Шкідливі речовини у повітрі робочих будівель

4.3.1 Промисловий пил

4.3.2 Промислові отрути

4.4 Шум, звук та вібрація

ВИСНОВОК

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ І ЛІТЕРАТУРИ

ДОДАТКИ

					ДРМТВАТАМ 23 20097. 000 ПЗ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

***Підвищення довговічності колінчастого
валу дизельного двигуна Євро-2
за рахунок оптимізації азотованого шару***

Галузь знань – 13 Механічна інженерія

Спеціальність – 132 Матеріалознавство

Рівень вищої освіти – Перший бакалаврський

Освітньо-професійна програма – Відновлення та технічний сервіс автомобілів

Виконав студент 3 курсу, група МТВАс -20-2 Віктор ГЕРАСІМОВ



Визначимо мету та об'єкт дослідження

Ціль дослідження: розробка способу ремонту колінчатого вала зі зниженням, витрат на ремонт двигуна.

Об'єкт дослідження: азотований колінчатий вал двигунів КАМАЗ Євро-2, кривошипно-шатунний механізм, система мащення.

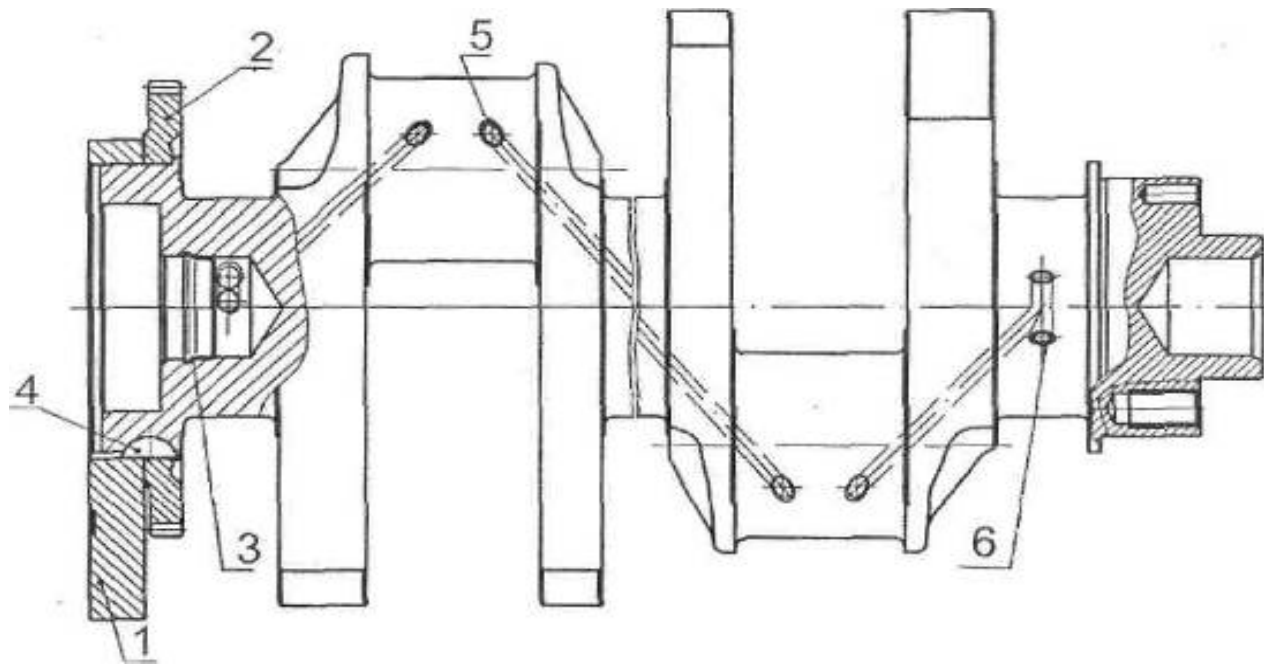
Предмет дослідження: неможливість використання колінчатого вала двигунів Євро-2 КАМАЗ після шліфування шийок на глибину більш 0,25 мм.

Наукова новизна полягає в розробці оригінальної методики ремонту, що дозволяє відновлювати азотований колінчатий вал двигунів КАМАЗ Євро-2.

Практична цінність: розроблена методика відновлення азотованих колінчатих валів двигунів КАМАЗ Євро-2. Має цінність для заводу-виготовлювача, фірмових сервісних центрів і ремонтних заводів. Це дозволить:

- а). підвищити надійність двигунів в експлуатації;
- б). значно зменшити вартість ремонту автомобілів.

Аналіз стану питання з ремонту азотованих колінчатих валів автомобілів КАМАЗ



- 1- противага;
- 2 - шестірня привода масляного насоса;
- 3 - заглушка;
- 4 - шпонка;
- 5 - отвори підведення масла до шатунних шийок;
- 6 - отвори підведення масла в корінних шийках.

Азотований колінчатий вал КАМАЗ

Властивості азотованих колінчатих валів

Азотування має ряд переваг і недоліків.

Головною перевагою технології азотування є висока твердість зміцненого шару, HV до 1200.

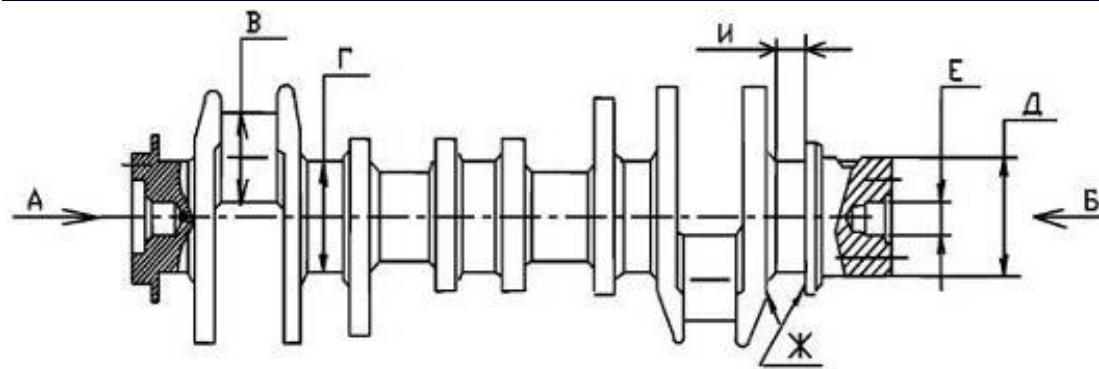
Азотовані колінчаті вали КАМАЗ, виготовлені зі сталі марки 42ХМФА ТУ 14-1-1296-75 мають твердість у районі 800 HV, при вимогах креслення не менш 600 HV.

До недоліків можна віднести цілий ряд факторів:

1. Процес азотування займає досить тривалий час, до 30 годин і більш трудомісткий по виконанню;
2. Товщина зміцненого шару становить не більш 0,5-0,7 мм;
3. Зміцнений шар з високою твердістю важко обробляється;
4. Насичення нітридами всієї поверхні вала в той же час знижує його пластичність;
5. При перегріві азотованої ділянки відбувається його розрив, а не розширення як у випадку із СВЧ.

Аналіз дефектів колінчатих валів

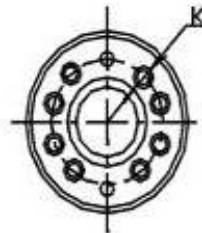
КАМАЗ



Вид А



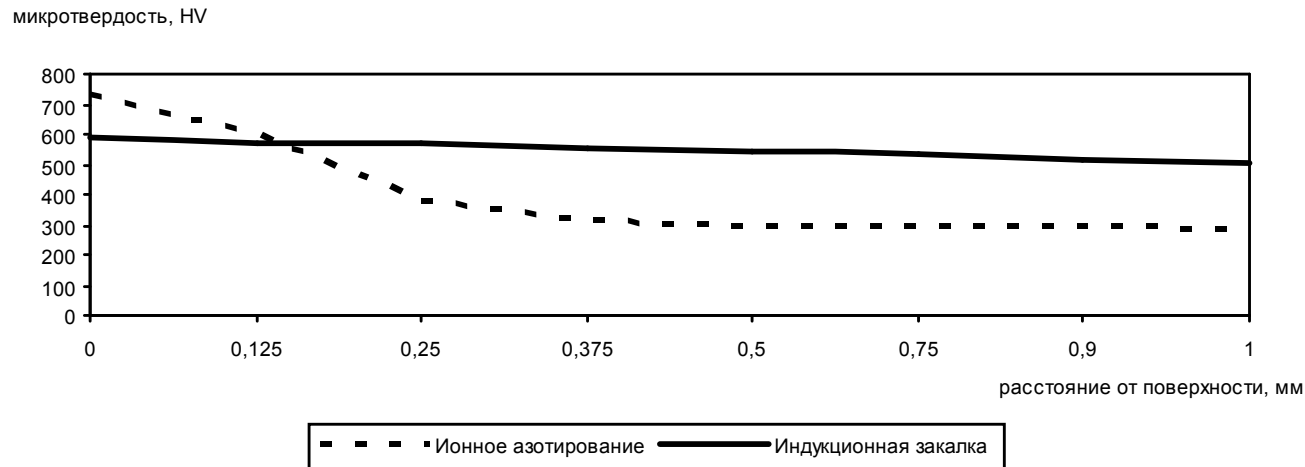
Вид Б



Місця розташування дефектів колінчатого вала

А, Б - заломы і задири болтів на передньому та задньому торцях, В - зноси шатунних шийок, Г - зноси та задири корінних шийок, Е - задири поверхні під підшипник первинного вала, И - зношування упорних поверхонь півкілець, Д - поверхні під сальник, змінання шпонкових пазів, Ж - забоїни на протывагах.


Дослідження ремонтпридатності колінчатих валів двигунів КАМАЗ



Розподілу мікротвердості по глибині зміцнених шарів для різних способів зміцнення колінчатих валів

Конструктивно-технологічні заходи щодо підвищення ремонтопридатності колінчатого вала

№	Захід	Ефект
1.	Запроєктування другорядні споживачі масла за рахунок зменшення діаметрів маслорозподільних отворів опор розподільного вала з 8 до 4 мм	Скорочена нерівномірність тиску масла по корінних опорах на 20%.
2.	Збільшений діаметр отвору у верхньому корінному вкладаші з 5 до 7 мм і збільшена ширина канавки у вкладаші з 5 до 7 мм	Витрата масла через шатунні підшипники підвищується на 35-40%, критичні режими спостерігаються при більш високих частотах.
3.	Установка масляного насоса підвищеної продуктивності з 85 до 150 л/хв із удосконаливими клапанами	Підвищення тиску в системі змащення в середньому на 10%, створення запасу продуктивності.
4.	Вдосконаленим очищенням й охолодженням масла фільтрами й теплообмінником	Підвищений ступінь очищення масла й покращився тепловий режим двигуна.
5.	Вдосконалення колінчатого вала (відмова від відцентрових гидроподшипників і зміна масляних каналів)	Підвищення втомної міцності колінчатого вала, поліпшення змащення шатунних підшипників.
6.	Установка маслорозподільного насоса на деяких моделях двигунів	Стабілізація роботи системи змащення в екстремальних умовах (грізальні режими).
7.	Введення однієї підведення масла до шатунних підшипників	Підвищений тиск масла в корінних підшипниках на 0,06 - 0,17 МПа, знижений критичний тиск розриву потоку
8.	Ликвідована втулка відцентрового очищення масла в шатунній порожнині	Знизився тиск першого критичного режиму змащення шатунних підшипників.
9.	Зменшення нагльу шатунних вкладашів за рахунок зменшення величини вкладання й розміру у вільному стані	Зниження напруг у вкладашах і їх деформацій при роботі.
10.	Введення полірування масляних клапанів колінчатого вала	Підвищення границі витривалості на 14-28%.
11.	Введена термообробка шийок СВЧ замість азотування	З'явилася можливість перешліфовок з 4 ремонтних розміру з інтервалом 0,5 мм
12.	Впроваджене при ремонті перед перешліфовкою виправлення осі колінвала карбуванням жолобків	Знизився відсоток перескоків через ремонтний розмір і вибракування при перешліфовці



Завдання розробки способу ремонту азотованого колінчатого вала двигуна Євро-2 КАМАЗ-740

- 1 Ремонт колінчатого вала. Видалення зміцненого шару
- 2 Зміцнення колінчатого вала після шліфування шийок на глибину більш 0,5 мм



Аналітичне дослідження технологій і способів ремонту колінчатих валів двигунів КАМАЗ

Можливі дефекти колінчатого вала, що підлягають відновленню:

- зношування/провертання шатунних і/або корінних шийок;
- зношування шийки носка;
- зношування шийки хвостовика;
- тріщина на хвостовику;
- деформація торця.



Аналітичне дослідження технологій і способів ремонту колінчатих валів двигунів КАМАЗ

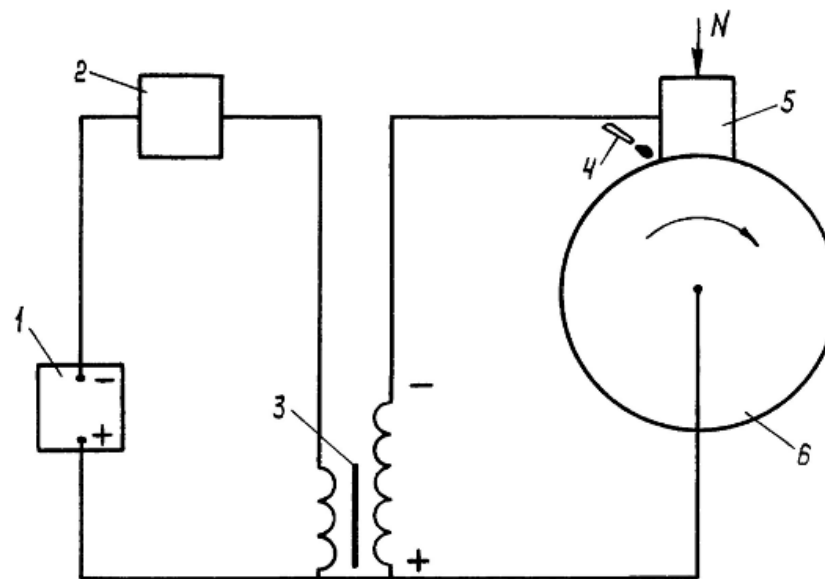
- 1 Шліфування колінчатих валів
- 2 Наплавлення
- 3 Електрохімічний метод обробки
- 4 Термічна обробка
- 5 Хіміко-термічна обробка

Практичні рекомендації

Видалення азотованого зміцненого шару колінчатого вала КАМАЗ електрохімічним методом

Спосіб 1. Спосіб електроерозійного шліфування тіл обертання

Відомий спосіб електроерозійного шліфування тіл обертання, при якому електроду-заготовці задають обертання, до нього підводять на певну відстань електрод-інструмент, між електродами подають струм і до електродів подають імпульси технологічного струму (амплітудні значення напруги підтримуються на рівні від 20 до 200 В, струму від 10 до 50 А при частоті імпульсів до 100 кГц).



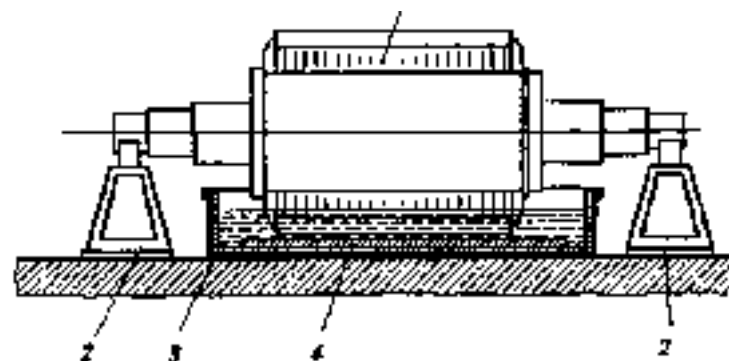
Принципова схема обробки поверхні

Практичні рекомендації

Видалення азотованого зміцненого шару колінчатого вала КАМАЗ електрохімічним методом

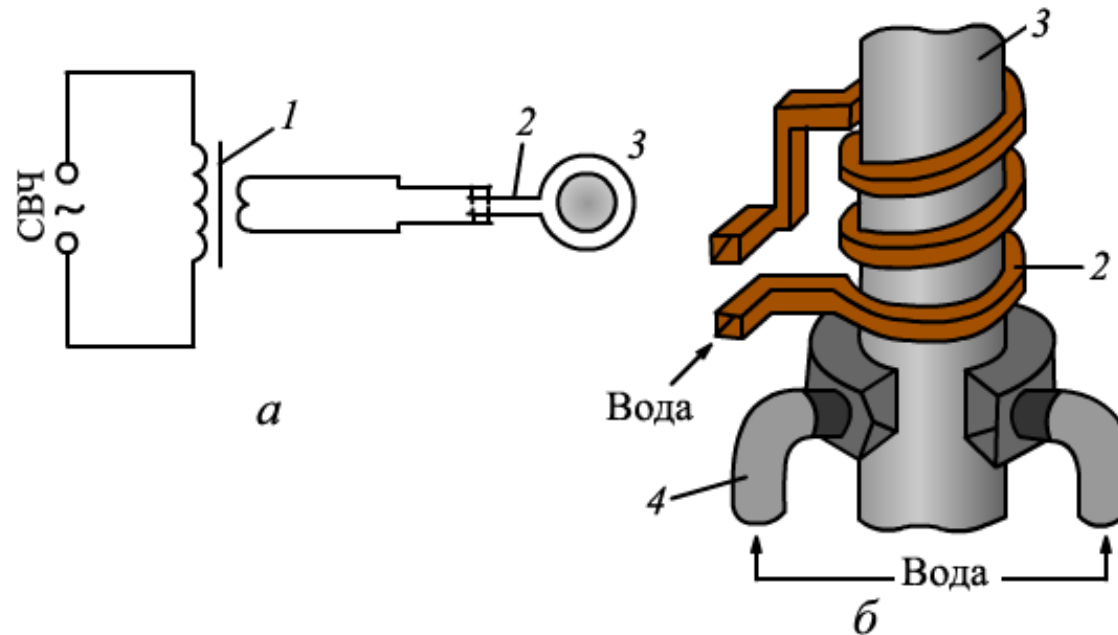
Спосіб 2. Пристрій для електрохімічної обробки шийок колінчатого вала

Відомий пристрій для електролітичного очищення металевих поверхонь, що містить рухливий електрод, виконаний у вигляді гнучкої пластини, ущільнення з ізолюючого матеріалу, закріплене по периметру електрода, що фіксують елементи з діелектричного матеріалу та штуцера для підведення і відводу електроліту. Недоліком цього пристрою є недостатня точність розмірної обробки, низька продуктивність процесу.



Пристрій для електрохімічної обробки шийок колінчатого вала

Індукційне гартування струмами високої частоти



Принцип дії індуктора установки для високочастотного нагрівання виробів:
а — принципова схема; б — загальний вигляд; 1 — трансформатор; 2 — індуктор; 3 — виріб; 4 — душовий пристрій

Фінішна обробка колінчатого вала

КАМАЗ

Після шліфування колінчатого вала, з наступним зміцненням індукційним загартуванням СВЧ, необхідно виконати фінішну обробку колінчатого вала. Це шліфування на шліфувальному верстаті до номінальних розмірів $+0,02-0,03$ мм, суперфінішування і полірування.

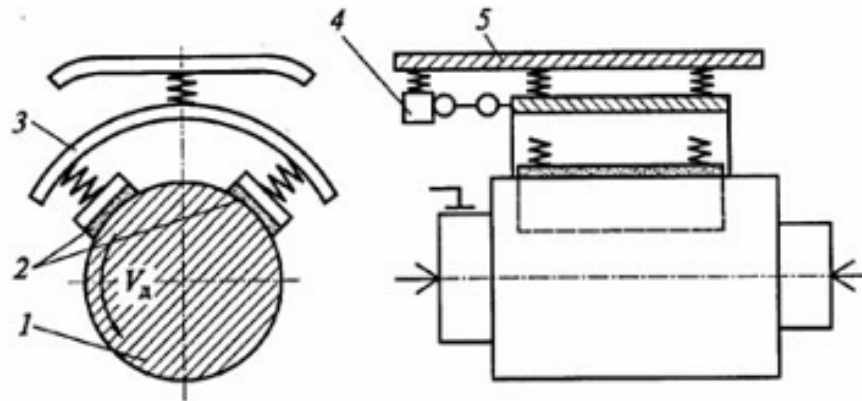


Схема процесу суперфінішування

1 – деталь; 2 – абразивні бруски; 3 – з'єднувальна дуга; 4 – вібратор, який задає осцилюючі рухи абразивних брусків ($200-1000$ хв-1); 5 – пристрій для зворотно-поступального переміщення дуги з брусками (хід 2-6 мм); V_d – лінійна швидкість деталі

Технологічний проект ділянки ремонту колінчатих валів

Виходячи з вище наведених методик, ділянка буде обладнана:

Найменування	Кіл-сть	Габаритні розміри, мм
Верстат шліфувальний	2	3650x2250x1800
Електроерозійний верстат	1	967x450x1800
Зварювальний напівавтомат	1	480x275x380
Пристосування для виправлення колінчатих валів	1	1200x70x700
Призма	1	1200x30x40
Компресор	1	2030x680x1400
Шафа інструментальна	2	1850x600x500
Верстат	1	870x1200x700
Стелаж	2	2000x1000x300



Аналіз шкідливих та небезпечних факторів на автотранспортному підприємстві

- 1 Мікроклімат
- 2 Виробниче освітлення
- 3 Шкідливі речовини у повітрі робочих будівель
 - 3.1 Промисловий пил
 - 3.2 Промислові отрути
- 4 Шум, звук та вібрація

ВИСНОВОК

За результатами виконаного проекту стану питання ремонтпридатності колінчатого вала можна зробити наступні висновки:

Основними причинами ремонту або заміни колінчатого вала є задири шийок, зношування вище граничних значень при задирах, втомне руйнування, залишкові деформації у вигляді вигину осі, тріщини на поверхні шийок, які обумовлені завершенням процесу повертання вкладишів. Від завершення або попередження цього процесу залежить і ремонтпридатність і довговічність колінчатого вала.

Слід зазначити, що вихід з ладу азотованих колінчатих валів найчастіше обумовлений недбалою експлуатацією. Часті перевантаження, наслідком якого є перегрів третьових пар у доповненні з не якісним моторним маслом призводять до поломки двигуна.

Колінчаті вали двигунів Євро-2 КАМАЗ-740 допускають ремонт перешліфовкою в перший ремонтний розмір, без повторного зміцнення шийок. Моделі владішей колінчатого вала 740.60 дозволяють ремонтувати колінчатий вал зниженням товщини шийок на 0,25 мм по діаметру. Однак не глибокий зміцнений шар глибиною 0,5-0,7 мм, знижує можливість ремонтпридатності колінчатого вала при глибоких задирах, коли потрібна перешліфовка на два ремонтні розміри. А також висока твердість азотованого шару не дозволяє застосовувати звичний метод перешліфовки колінчатого вала в ремонтний розмір через підвищену витрату абразивного кола. У випадку глибокого проворота та задрів шийок необхідно буде провести повторне зміцнення.

Для рішення цих двох ключових питань були розроблені способи зняття азотованого шару колінчатого вала методом електрохімічного шліфування і повторне зміцнення індукційним загартуванням струмами високої частоти.

Зняття зміцненого шару проводиться електроерозійним устаткуванням. Повторне зміцнення проводиться індукційною установкою в заводських умовах, або впровадженням цієї технології у власному виробництві.

Робочий інструмент цих двох методів має невеликий розмір, що дає можливість застосовувати його установкою на шліфувальний верстат, це буде зручним для процесу чистового шліфування в номінальний розмір або фінішної обробки.

У випадку повної не ремонтпридатності колінчатого вала існує можливість застосування колінчатих валів двигунів Євро-3 з маркуванням 740.63-1005020-10. Ці колінчаті вали зміцнюються струмами високої частоти і мають у собі всі переваги колінчатих валів, зміцнених індукційним загартуванням.

Однак виникають наступні питання:

Перша, ця поведінка колінчатого вала зміцненого СВЧ і азотуванням одночасно, стик цих двох зміцнень припадає на жолобнику шийок.

Друге питання, це залишкова міцність, тому що у випадку ремонту товщина шийок зменшується, у наслідок чого перекриття корінних і шатунних шийок також зменшується, що знижує міцність на скручування.

Залишається необхідним провести стендові дослідження двигуна з відремонтованим за пропонованою технологією колінчатим валом для перевірки можливості впровадження даної технології ремонту на практиці.



Доповідь закінчено

Дякую за увагу!