

ЗМІСТ

Вступ.....	
1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ	
1. Аналіз роботоздатності і надійності кривошипно – шатунного механізму автомобіля ВАЗ – 21043.....	
1.1. Призначення та основні вимоги до роботи кривошипно – шатунних механізмів.....	
1.2. Умови роботи КШМ і оцінка його конструкції.....	
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	
2.1 Основні несправності кривошипно – шатунного механізму.....	
2.2 Ремонт деталей КШМ двигуна ВАЗ – 21043.....	
2.3 Методи відновлення колінчастих валів автомобільних двигунів.....	
2.4 Сутність процесу і структурні особливості механізаційних покриттів поверхностей.....	
2.5 Сутність метода електродугової наплавки під шаром флюса.....	
2.6. Вібродугове наплавлення.....	
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	
Розрахунок обладнання для відновлення колінчастого вала автомобіля ВАЗ– 21043.....	
3.1 Вибір обладнання.....	
3.2 Порядок роботи пристосування.....	
3.3 Розрахунок на міцність.....	
3.4 Розрахунок оптимальної виробничої програми.....	
3. Вибір методу для відновлення колінчастого вала.....	
3.1 Основні несправності кривошипно – шатунного механізму.....	
3.2 Ремонт деталей КШМ двигуна ВАЗ – 21043.....	

					КРБ.АТТТ.26.0003.000.ПЗ	Лис
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Да		

3.3	Методи відновлення колінчастих валів автомобільних двигунів.....
3.4.	Сутність процесу і структурні особливості механізаційних покритій поверхностей.....
3.5.	Сутність метода електродугової наплавки під шаром флюса.....
3.6.	Вібродугове наплавлення.....
4.	Розробка технологічного обслуговування та технології розбирання – збирання двигуна автомобіля ВАЗ – 21043.....
4.1.	Технічне обслуговування.....
4.2.	Розбирання і збирання двигуна.....
5.	
6.	Механізація розробленого технологічного процесу відновлення колінчастого вала двигуна ВАЗ – 21043.....
4	РОЗДІЛ 3 ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ.....
4.1.	Нормативно – правова основа роботи з ОП.....
4.2.	Організація та управління ОП на підприємстві.....
4.3.	Стан умов праці при виконанні робіт по відновленню ресурсів колінчастих валів.....
4.4.	Охорона праці та техніка безпеки на механічній ділянці.....
4.5.	Протипожежна профілактика на механічній ділянці.....
5	ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ.....
	ВИСНОВКИ.....
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....

					КРБ.АТТТ.26.0003.000.ПЗ	Лис
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Да		

ВСТУП

Автомобільний транспорт є однією з найважливіших складових сучасної економіки, забезпечуючи мобільність населення, розвиток промисловості та функціонування інфраструктури. Особливе місце в структурі автотранспортних засобів займають автомобілі категорії М1, які широко використовуються як у приватному секторі, так і в комерційній діяльності. У процесі експлуатації автомобілів відбувається поступове зношування їх вузлів і агрегатів, що призводить до зниження техніко-економічних показників, погіршення надійності та безпеки руху. У зв'язку з цим важливого значення набувають питання технічного обслуговування та ремонту двигунів внутрішнього згоряння.

Двигун є одним із найбільш складних і відповідальних агрегатів автомобіля, від технічного стану якого безпосередньо залежить працездатність транспортного засобу. Однією з ключових деталей двигуна є колінчастий вал, який сприймає значні механічні та термічні навантаження під час роботи. Унаслідок тривалої експлуатації відбувається зношування корінних і шатунних шийок, виникають деформації, тріщини та інші дефекти, що можуть призвести до серйозних несправностей двигуна. Відновлення колінчастого валу є економічно доцільною альтернативою його заміні, оскільки дозволяє значно зменшити витрати на ремонт і продовжити термін служби двигуна.

Актуальність теми бакалаврської роботи зумовлена необхідністю вдосконалення технологічних процесів ремонту двигунів автомобілів категорії М1, зокрема шляхом впровадження ефективних методів відновлення колінчастих валів. Сучасні вимоги до якості ремонту передбачають забезпечення високої точності обробки, необхідної шорсткості поверхонь, надійності та довговічності відновлених деталей при мінімальних витратах ресурсів.

					КРБ.АТТТ.26.0003.000.ПЗ	Лис
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Да		

Метою даної роботи є розроблення технологічного процесу ремонту двигунів автомобілів категорії М1 з відновленням колінчастого валу в умовах ПП «Євротранс-сервіс».

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі основні завдання:

- проаналізувати умови експлуатації та причини зношування колінчастих валів двигунів;
- дослідити сучасні методи ремонту та відновлення деталей двигуна;
- розробити технологічний процес відновлення колінчастого валу;
- обґрунтувати вибір обладнання, інструментів і режимів обробки;
- виконати розрахунок технологічних параметрів і норм часу;
- оцінити економічну ефективність запропонованих рішень;
- розробити заходи з охорони праці та безпеки під час виконання ремонтних робіт.

Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості впровадження розробленого технологічного процесу в умовах ПП «Євротранс-сервіс», що дозволить підвищити якість ремонту двигунів, знизити витрати на відновлення деталей і забезпечити підвищення надійності роботи автомобільного транспорту.

Таким чином, розроблення ефективного технологічного процесу ремонту двигунів із відновленням колінчастого валу є важливим науково-практичним завданням, вирішення якого сприятиме підвищенню ефективності функціонування підприємств автомобільного транспорту та покращенню експлуатаційних характеристик транспортних засобів.

					КРБ.АТТТ.26.0003.000.ПЗ	Лис
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Да		

1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Аналіз конструкції і працездатності двигуна автомобіля категорії М1 в умовах експлуатації для ПП «Євротранс – сервіс»

На автомобілях ВАЗ установлюються двигуни (Рис.1.1) однакової конструкції, але з різним об'ємом циліндрів. Вони розрізняються, в основному, розмірами блоку циліндрів, поршнів, колінчастого валу і деталей ланцюгового приводу. Блок циліндрів 18 відлитий із спеціального чавуну. Циліндри блоку по діаметру поділяються через 0,01 мм на п'ять класів, що позначаються літерами А, В, С, D, Е. Клас циліндра розташовано на нижній площині блоку проти кожного циліндра. Циліндр і сполучений з ним поршень повинні бути одного класу для забезпечення зазору між поршнем і циліндром 0,05-0,07 мм. Діаметри циліндрів кожного класу наступні, мм:

Клас Діаметр циліндра

А 76,000-76.010 79.000-79.010

В 76,010-76,020 79.010-79.020

С 76,020-76.030 79.020-79.030

D 76,030-76,040 79,030-79.040

Е 76,040-76,050 79,040-79,050

У нижній частині блоку циліндрів розташовано п'ять опор корінних підшипників колінчастого валу з тонкостінними сталєалюмінієвими вкладишами. Отвори під підшипники колінчастого вала в блоці циліндрів обробляються в зборі з кришками 2. Тому кришки підшипників невзаємозамінні, і для відмінності на їх зовнішній поверхні зроблені риски. У задній опорі є гнізда для установки упорних півкільць 36, утримуючих колінчастий вал від осьових переміщень. Спереду встановлюється сталєвоалюмінієве півкільце, а ззаду - металокерамічне (жовтого кольору), просочене маслом.

					КРБ.АТТТ.26.0003.000.ПЗ	Лис
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Да		

Величина осьового зазору колінчастого валу при складанні двигуна забезпечується в межах 0,06-0,26 мм. Якщо в експлуатації зазор перевищує максимально допустимий (0,35 мм), необхідно замінювати упорні півкільця новими або ремонтними, збільшеними на 0,127 мм. Канавки, що знаходяться на одній стороні півкільця, повинні бути повернені до упорних поверхонь колінчастого валу. У передній частині блоку циліндрів є порожнина для приводу механізму газорозподілу, закрита кришкою 8. Із задньої сторони до блоку циліндрів прикріплений утримувач 35 заднього сальника.

У кришку 8 і утримувач 35 встановлені самопіджимні сальники. У лівій частині блоку встановлено валик 12 приводу допоміжних агрегатів. В отвори під підшипники валика запресовані сталєвоалюмінієві втулки 51. Головку циліндрів 19 загальну для чотирьох циліндрів, відлито з алюмінієвого сплаву. У головку запресовані чавунні сідла і направляючі втулки клапанів. У отворах напрямних втулок нарізані спіральні канавки для мастила. Для зменшення проникнення масла в камеру згоряння через зазори між втулкою і стрижнем клапана застосовані металорезинові масловідбивні ковпачки.

Головка циліндрів кріпиться до блоку циліндрів одинадцятьма болтами. Між головкою і блоком циліндрів встановлена прокладка, виготовлена з азбестового матеріалу на металевому каркасі і просочена графітом. Поршні 15 виготовлені з алюмінієвого сплаву і покриті шаром олова для поліпшення припрацьовуваності. Юбка поршня в поперечному перерізі овальна, а по висоті має конічну форму. Крім того, в бобишки поршня залиті сталеві теплорегулюючі пластини. Все це виконано для компенсації нерівномірної теплової деформації поршня при нагріванні. У бобишках поршня є отвори для проходу мастила до поршневого пальця.

Отвір під поршневий палець зміщений від осі симетрії на 2 мм в праву сторону двигуна для зменшення стуку поршня при переході через ВМТ. Тому близько отвору під поршневим пальцем є мітка "П", яка при складанні повинна бути звернена в бік передньої частини двигуна.

					КРБ.АТТТ.26.0003.000.ПЗ	Лис
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Да		

Поршні, як і циліндри, по зовнішньому діаметру сортуються на п'ять класів через 0,01 мм, а по діаметру отвору під поршневий палець - на три категорії через 0,001 мм, що позначаються цифрами 1. 2, 3. Клас поршня (літера) і категорії отвори під поршневий палець (цифра) клеймуються на днище поршня. Поршні за масою в одному і тому ж двигуні повинні бути підібрані з максимально допустимим відхиленням (2.5 г).

Поршневі кільця 14. 16 і 17 виготовлені з чавуну. Зовнішня поверхня верхнього компресійного кільця 17 хромована для підвищення зносостійкості і для поліпшення припрацьовуваності має бочкоподібну форму твірною. Нижнє компресійне кільце 16 - скребкового типу (з проточкою по зовнішній поверхні), фосфатовані. Кільце треба встановлювати проточкою вниз. Масло-знімне кільце 14 має прорізи для знісання з циліндра мастила і внутрішню виту пружину (розширювач). Шатуни 49 - сталеві, ковані, з різною нижньою головою, у якій встановлюються вкладиші шатунного підшипника. Шатун обробляють разом з кришкою, тому при складанні номери на шатуні і кришці повинні бути однакові.

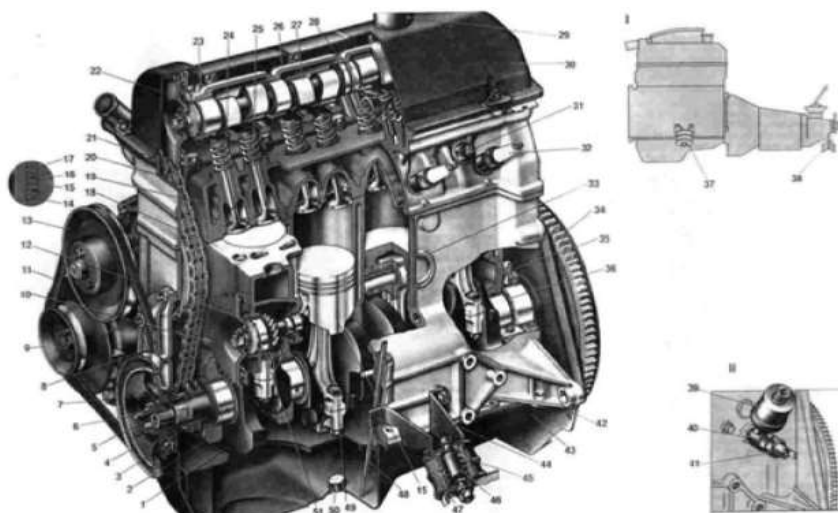


Рисунок 1.1-Двигун (поздовжній розріз)

1. Колінчастий вал; 2. Кришка першого корінного підшипника; 3. Зірочка колінчастого валу, 4. Шків колінчастого валу; 5. Шпонка шківів і зірочки колінчастого валу; 6. Храповик;

					КРБ.АТТТ.26.0003.000.ПЗ	Лис
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Да		

7. Передній сальник колінчастого вала; 8. Кришка приводу механізму газорозподілу; 9. Шків генератора; 10. Зірочка приводу масляного насоса і розподільника запалення; 11. Ремінь приводу насоса охолоджувальної рідини та генератора; 12. Валик приводу масляного насоса, паливного насоса і розподільника запалення; 13. Шків водяного насоса охолоджуючої рідини; 14. Масло-знімальне кільце; 15. Поршень, 16. Нижнє компресійне кільце, 17. Верхнє компресійне кільце; 18. Блок циліндрів; 19. Головка циліндрів, 20. Ланцюг приводу механізму газорозподілу; 21. Прокладка кришки головки циліндрів; 22. Зірочка розподільного валу; 23. Установчий виступ на корпусі підшипників розподільного валу; 24. Випускний клапан; 25. Впускний клапан; 26. Корпус підшипників розподільного вала; 27. Розподільний вал, 28. Важіль приводу клапана; 29. Маслозаливна горловина; 30. Кришка головки циліндрів; 31. Датчик показчика температури охолоджуючої рідини; 32. Свічка запалювання; 33. Палець поршня; 34. Маховик; 35. Тримач заднього сальника колінчастого вала; 36. Упорне півкільце колінчастого вала; 37. Передня опора двигуна; 38. Задня опора двигуна; 39. Датчик показчика тиску масла; 40. Штуцер; 41. Датчик контрольної лампи тиску масла; 42. Передня кришка картера зчеплення; 43. Масляний картер; 44. Кронштейн передньої опори; 45. Пружина передньої опори, 46. Буфер подушки передньої опори; 47. Гумова подушка передньої опори; 48. Показчик рівня масла; 49. Шатун з кришкою у зборі; 50. Пробка зливного отвору масляного картера; 51. Втулки валика приводу масляного насоса, паливного насоса і розподільника запалення.

Колінчастий вал 1 - пятипорний. відлитий з чавуну. Шийки валу загартовані струмами високої частоти на глибину 2-3 мм. У задньому кінці колінчастого вала виконано гніздо під передній підшипник первинного валу коробки передач, по зовнішньому діаметру якого центрується маховик 31. Маховик встановлюється на колінчастий вал так, щоб мітка (конусоподібна лунка близько зубчастого обода маховика) і вісь шатунної шийки першого циліндра знаходилися в одній площині і по один бік осі колінчастого вала. Вкладиші корінних і шатунних підшипників - тонкостінні, сталєвоалюмінієві.

Всі шатунні вкладиші однакові і взаємозамінні. Верхні вкладиші 1-го, 2-го, 4-го і 5-го корінних підшипників однакові, з канавкою на внутрішній поверхні, а нижні без канавки. Вкладиші 3-го корінного підшипника

					КРБ.АТТТ.26.0003.000.ПЗ	Лис
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Да		

відрізняються від інших більшою шириною і відсутністю канавки на внутрішній поверхні.

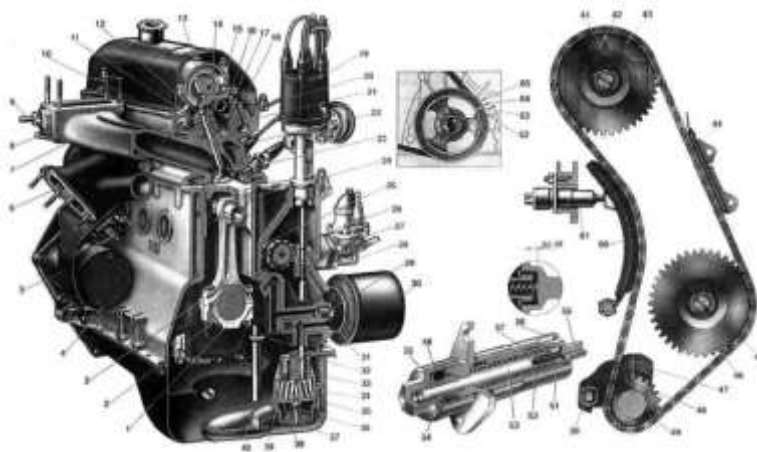


Рисунок 1.2- Двигун (поперечний розріз)

1. Кришка шатуна; 2. Вкладиш шатуна; 3. Шатун; 4. Стартер, 5. Теплоізолюючий щиток стартера; 6. Випускний колектор; 7. Впускна труба; 8. Дренажна трубка впускної труби;

9. Штуцер трубки для відведення охолоджувальної рідини; 10. Зовнішня пружини клапана; 11. Внутрішня пружина клапана; 12. Сухар клапана; 13. Тарілка пружин;

14. Масловідбивний ковпачок; 15. Важіль приводу клапана; 16. Пружина важеля приводу клапана; 17. Регулювальний болт клапана; 18. Контргайка регулювального болта;

19. Розподільник запалювання; 20. Стопорна пластина пружини важеля клапана;

21. Втулка регулювального болта; 22. Напрямна втулка клапана; 23. Сідло клапана; 24. Поршень, 25. Ексцентрик для приводу паливного насоса; 26. Валик приводу допоміжних агрегатів; 27. Шестерня приводу масляного насоса і розподільника запалення; 28. Паливний насос; 29. Штуцер кріплення масляного фільтру; 30. Масляний фільтр; 31. Прокладка; 32. Валик масляного насоса; 33. Вісь веденої шестерні масляного насоса; 34. Корпус масляного насоса; 35. Ведуча шестерня масляного насоса; 36. Пружина редукційного клапана; 37. Редукційний клапан масляного насоса; 38. Кришка масляного насоса; 39. Ведена шестерня масляного насоса; 40. Приймний патрубок масляного насоса; 41. Установчий виступ на корпусі підшипників розподільного валу; 42. Установча мітка на зірочці розподільного валу; 43. Зірочка розподільного валу; 44. Заспокоювач ланцюга; 45. Зірочка приводу допоміжних агрегатів; 46. Ланцюг приводу розподільного валу; 47. Установча мітка на блоці циліндрів; 48. Установча мітка на

зірочці колінчастого вала; 49. Зірочка колінчастого вала; 50. Обмежувальний палець; 51. Корпус натягувача ланцюга; 52. Пружина натягувача ланцюга; 53. Стрижень натягувача; 54. Затискний сухар стрижня; 55. Ковпачкова гайка; 56. Пружинне кільце; 57. Пружина плунжера; 58. Стопорне кільце плунжера; 59. Плунжер натягувача; 60. Бошмак натягвача; 61. Натягувач; 62. Мітка ВМТ на шків колінчастого вала; 63. Мітка випередження запалювання; 64. Мітка випередження запалювання 5°; 65. Мітка випередження запалювання на 10°.

Газорозподільний механізм забезпечує наповнення циліндрів двигуна горючою сумішшю і випуск відпрацьованих газів відповідно до прийнятого для двигуна порядку роботи циліндрів і фазами газорозподілу. До деталей механізму відносяться: розподільний вал, клапани та направляючі втулки, пружини з деталями кріплення, важелі приводу клапанів.

Розподільний вал, керуючий відкриттям і закриттям клапанів, чавунний, литий. Тертьові поверхні кулачків піддані вибілюванню. Цей процес полягає в електродуговій оплавленні поверхонь, в результаті якого утворюється шар так званого "білого" чавуну, який має високу твердість. Вал обертається на п'яти опорах у спеціальному корпусі 26, а від осьових переміщень утримується упорним фланцем, поміщеним у проточці передньої опорної шийки валу.

Клапани (впускний і випускний) розташовані в головці циліндрів похило в один ряд. Головка впускного клапана має більший діаметр для кращого наповнення циліндра, а робоча фаска випускного клапана, що працює при високих температурах в агресивному середовищі випускних газів, має наплавлення з жаростійкого сплаву. Пружини 10 і 11 (рис. 4) притискають клапан до сидла і не дозволяють йому відриватися від важеля приводу. Верхня опорна тарілка 13 пружин утримується на стрижні клапана двома сухарями 12 які мають у складеному вигляді форму усіченого конуса.

Важелі 15 передають зусилля від кулачка розподільного вала та клапанів. Важіль одним кінцем спирається на сферичну головку регулювального болта 17, а іншим на торець клапана. Регулювальний болт

					КРБ.АТТТ.26.0003.000.ПЗ	Лис
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Да		

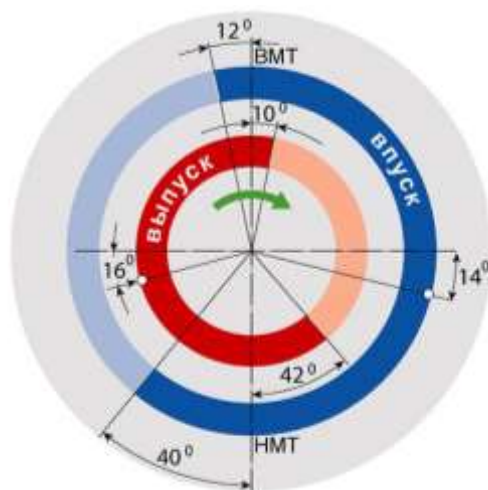
вкручений у втулку 21 і стопориться контргайкою 18. Привід допоміжних агрегатів. Допоміжні агрегати двигуна і механізм газорозподілу приводяться в дію від колінчастого вала за допомогою ланцюгової передачі. Вона складається з дворядного втулочно-роликового ланцюга 46. ведучої зірочки 49 на колінчастому валу, веденої зірочки 43 розподільного вала, заспокоювача 44 ланцюга і натягувача 61 з бошмаком 60. Бошмак натягувача і заспокоювач ланцюга мають сталевий каркас з привулканізіруваним шаром гуми.

При відкрученні фіксуєної гайки 55 ланцюг натягується бошмаком 60. на який діють пружини 52 і 57 через плунжер 59. Бошмак натягувача обертається навколо болта кріплення. Після зтягування гайки 55 стрижень 53 затискається пантами сухаря 54, внаслідок чого блокується пружина 52 натяжителя ланцюга. При роботі двигуна на плунжер 59 впливає тільки внутрішня пружина 57, що забезпечує завдяки зазору 0,2-0,5 мм в механізмі натяжителя компенсацію коливань ланцюга. Заспокоювач 44 ланцюга гасить коливання провідною гілки ланцюга. При роботі двигуна ланцюг витягується. Він вважається працездатним, якщо натягувач забезпечує його натяг, тобто якщо ланцюг витягнувся не більше, ніж на 4 мм.

Валик 26 приводу масляного насоса, розподільника запалювання і паливного насоса встановлений уздовж двигуна і має дві опорні шийки, гвинтову шестерню і ексцентрик 25, який через штовхач приводить в дію паливний насос. Гвинтові шестерня валика 26 перебуває в зачепленні з шестірнею 27, яка приводить у дію розподільник запалювання і масляний насос. Шестерня 27 обертається в металокерамічній втулці, запресованої до блоку циліндрів. У шестірні виконаний отвір з шліцами, в який входять шліцеві кінці валиків розподільника запалювання і масляного насоса. Робота двигуна. За один робочий цикл в циліндрі двигуна відбувається чотири такту впускання горючої суміші, стиснення, робочий хід і випуск відпрацьованих газів. Ці такти здійснюються за два оберти колінчастого вала, тобто кожен такт відбувається за пів оберту (180) колінчастого вала.

					КРБ.АТТТ.26.0003.000.ПЗ	Лис
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Да		

Впускний клапан починає відкриватися за 12° до підходу поршня до верхньої мертвої точки (ВМТ). Це необхідно для того, щоб клапан був повністю відкритим, коли поршень піде вниз. Закривається клапан через 40°



після проходження поршнем нижньої мертвої точки (НМТ). Внаслідок інерційного напору струменя усмоктуваної горючої суміші вона продовжує поступати в циліндр, коли поршень вже почав рух вгору, і тим самим забезпечується краще наповнення циліндра.

Випускний клапан починає відкриватися за 42° до НМТ. У цей момент тиск в циліндрі ще досить великий, і гази починають інтенсивно витікати з циліндра. Закривається клапан через 10° після проходження поршнем ВМТ. Існує такий момент (22° повороту колінчастого валу близько ВМТ), коли відкриті одночасно обидва клапани впускний і випускний. Такий стан називається перекриттям клапанів. Через малий проміжок часу перекриття клапанів не призводить до проникнення відпрацьованих газів у впускний трубопровід, а навпаки, інерція потоку відпрацьованих газів викликає підсмоктування горючої суміші в циліндр і покращує його наповнення.

Щоб забезпечити узгодження моментів відкриття і закриття клапанів з кутами повороту колінчастого валу (тобто забезпечити правильну установку фаз газорозподілу), на зірочках колінчастого і розподільного валів є мітки 48 і 42, а також 47 на блоці циліндрів і 41 (виступ) на корпусі підшипників розподільного валу. Якщо фази газорозподілу встановлені правильно, то при положенні поршня четвертого циліндра у ВМТ наприкінці такту стиснення мітка 41 повинна збігатися з міткою 42, а мітка 48 з міткою 47. Коли порожнина приводу розподільного валу закрита кришкою, то становище

колінчастого вала можна визначити по мітках на шківі колінчастого вала й кришці приводу розподільного вала.

Щоб забезпечити правильну роботу механізму газорозподілу при тепловому розширенні деталей на працюючому двигуні, зазори між кулачками і важелями приводу клапана встановлюються рівними 0,15 мм на холодному двигуні. Якщо зазори більше, то клапани будуть відкриватися з запізненням і закриватися з випередженням. Якщо зазору немає, то клапани на працюючому двигуні будуть залишатися трохи відкритими. У результаті різко скоротиться довговічність клапанів і сідел, впаде потужність двигуна.

1.1.2 Призначення та основні вимоги до роботи кривошипно – шатунних механізмів.

Кривошипно – шатунний механізм (КШМ) призначений для сприйняття тиску газів у циліндрах і для перетворення зворотно – поступального руху поршнів в обертальний рух колінчастого вала двигуна. КШМ складається із: блока циліндрів рядного двигуна ВАЗ – 21043, головки блока циліндрів, поршнів в сборі, гільзи мокрого типу, шатуни з шатунними підшипниками, поршневі пальці, колінчастий вал з маховиком, піддон картера.

Блок циліндрів виготовлений з алюмінієвого сплаву, а гільзи із спеціального високоякісного чавуну. Для максимального зниження сил тертя внутрішня поверхня циліндрів механічною обробкою (хонінгуванням) доведена до дзеркального стану, який називають дзеркалом циліндра, по якому ковзає поршень. Порожнини, утворені підвійними стінками блоку циліндрів, або зовнішніми стінками блоку і гільзами, служать для циркуляції охолоджувальної рідини. Їх називають сорочкою охолодження. З подібними порожнинами головки циліндрів сорочка охолодження блока з'єднується з отворами гільзи, що безпосередньо омиваються охолоджувальною рідиною, називають мокрими гільзами. У верхню зону гільз запресовують вставки

					КРБ.АТТТ.26.0003.000.ПЗ	Лис
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Да		

довжиною 50 – 60 мм з більш зносостійкого матеріалу, що значно збільшує довговічність циліндрів двигуна.

У нижній частині блокартера розміщені підшипники ковзання корінних шийок колінчастого вала, які закриті кришками.

Головка блока виготовлена з алюмінієвого сплаву, у ній частково розміщені камери згорання. У верхній її частині є отвори для розміщення розподільного валу. Для установки клапанів у головку впресовані направляючі втулки і сідла клапанів.

Крім того, в тілі головки зроблені канали для передачі в циліндри горючої суміші, а також порожнини для охолоджувальної рідини. Площина з'єднання головки з блоком циліндрів герметично ущільнена жаростійкою сталезбестою прокладкою. До блоку циліндрів головку прикріплюють за допомогою болтів.

Поршень є однією з головних рухомих деталей кривошипно – шатунного механізму, що сприймає тиск газів. Цей тиск набуває свого найбільшого значення на початку такту «Робочий хід». Сумарна величина тиску у сучасних бензинових двигунів досягає 20...30 кН (2...3 т), а в дизелях вона більша у 2,0...2,5 рази. Тому поршні, а особливо їх верхня частина – головка, повинні бути досить міцними.

Між боковими поверхнями поршня і дзеркалом циліндра у площині обертання кривошипу діють сили тертя. Для їх зменшення бокова поверхня поршня має бути досить гладкою і по можливості, вкритою антифрикційним матеріалом.

Між поршневим пальцем і отвором для нього в поршневій частині поршня – бабищі також виникають сили тертя. Для його зменшення внутрішню поверхню отвору в бабищі і поршневий палець необхідно відповідно якісно обробити.

Під час рівномірного обертання колінчастого вала швидкість поступального руху поршня безперервно змінюється, внаслідок чого на поршень діють досить значні сили інерції, зрештою обмежуючи

					КРБ.АТТТ.26.0003.000.ПЗ	Лис
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Да		

максимальну частоту обертання двигуна. Для зменшення цих сил масу поршнів необхідно робити по можливості мінімальною.

Безпосередньо стикаючись з гарячими газами, верхня частина поршня – головка нагрівається, розширюється і навіть може заклинитися в циліндрі. Щоб запобігти цьому, метал з якого зроблені поршні, повинен бути достатньо термостійким, а у конструкції поршнів необхідно передбачити заходи проти заклинювання.

Матеріалом для поршню частіш за все оберають легкий алюмінієвий сплав, який має необхідну міцність, достатню термостійкість, добру теплопровідність і високі антифрикційні властивості. Верхню частину поршню – днище виготовляють плоским, опуклим, увігнутим чи фігурної форми з виточками під головки клапанів.

Для того, щоб уникнути заклинювання в циліндрі більш нагрітої головки поршня її діаметр роблять на 0,10...0,15 мм меншим, ніж внутрішній діаметр циліндра. Отже, головка не ущільнює поршень у циліндрі.

Роль ущільнюючого елемента виконують два компресійних кільця. Для їх розміщення на зовнішній частині головки виточені канавки.

Нижня канавка на головці поршня призначена для розміщення кільця, що знімає мастило з дзеркала циліндра. Завдяки цьому кільцю мастило не потрапляє до камери згорання, а стікає крізь дренажні отвори в канавці у середину поршня. Знизу днище поршня укріплено ребрами. У внутрішніх потовщеннях поршня – бобишках зроблені отвори для поршневого пальця. Обертаючись в бобишках, палець у той же час фіксується в осьовому напрямку стопорними кільцями. Нижня частина – юбка поршня виконує роль підшибника ковзання, що спрямовує рух поршня по дзеркалу циліндра, та сприймає бокову силу. Юбку поршня виконують у вигляді еліпсу, більша вісь якого співпадає з площиною хитання шатуна. Крім того, на сучасних двигунах більш розповсюдженою є конструкція поршнів з інварними вставками – сталевими пластинами, встановленими у товщу юбки, які мають коефіцієнт теплового розширення, менший ніж алюміній. При нагріванні

					КРБ.АТТТ.26.0003.000.ПЗ	Лис
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Да		

поршня ці пластини стягують його юбку в площині хитання шатуна, виключаючи тим саме її заклинювання в циліндрі.

Для зменшення сили тертя між юбкою поршня і циліндром, а також для прискорення притирання нового поршня до дзеркала циліндра зовнішня поверхня юбки гальванічним методом покривається шаром олова, товщиною 0,02...0,03 мм.

Поршневі кільця за призначенням поділяють на компресійні та мастилознімальні. Компресійні кільця застосовують для ущільнення рухомого з'єднання поршня з циліндром. Вони запобігають проникненню газів з надпоршневого простору в картер двигуна.

Крім того, за допомогою кілець від поршня до циліндра відводиться частина теплоти, яка виділяється при згоранні горючої суміші. Виготовляють компресійні кільця переважно із спеціальних легованих чавунів, що знижує силу тертя їх по дзеркалу циліндра і забезпечує достатню пружність та стійкість проти спрацювання цих важливих деталей. Оскільки кільце має розріз – замок, у вільному стані його зовнішній діаметр більший за діаметр циліндра. Після постановки у циліндр завдяки силам пружності кільця щільно притискаються до дзеркала циліндра по всьому колу і надійно герметизують поршень у циліндрі. Висота компресійних кілець точно підігнано до висоти канавок на поршні. Установлені на поршень, кільця повинні вільно рухатись у канавках (зазори між стінками канавок і кілець 0,06...0,16 мм).

Мастилознімальні кільця призначені для видалення зайвого мастила з поверхні циліндра. Головною вимогою до їх конструкції є виключення проникнення мастила у камеру згорання. У сучасних двигунах найчастіше застосовують кільця, зібрані з двох сталевих напівкілець. Таке збірне кільце має осьовий та радіальний сталеві розширювачі, які своєю пружністю збільшують тиск кілець на поверхню циліндра і погіршують їх роботу.

Поршневий палець шарнірно з'єднує поршень із шатуном. Під час роботи двигуна він має значні зусилля, змінні за величиною й напрямком.

					КРБ.АТТТ.26.0003.000.ПЗ	Лис
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Да		

Виготовляють пальці трубчастої форми, з малевуглецевої сталі, обробку проводять так, щоб осердя було в'язким, а поверхня стійкою проти спрацювання. У сучасних двигунах застосовують неплаваючі пальці. Вони запресовані у верхні головки шатунів і обертаються тільки в бабишках поршня. Шатун з'єднує поршень з колінчастим валом. Він повинен бути міцним і в той же час жорстким та легким. У шатуна розрізняють поверхню і нижню головки та стержень (тіло). Нижню головку шатуна обробляють разом з кришкою, тому розукомплектовувати їх або навіть кріпити кришку, повернути на 180° , не можна.

Для правильного складання на нижній головці шатуна і на кришці нанесені відповідні мітки, які необхідно сумістити під час складання.

Вкладиш являє собою стальну стрічку завтовшки 20...25 мм, внутрішня поверхня якої, для зменшення тертя, вкрито шаром антифрикційного матеріалу – як правило, алюмінієвого сплаву. Для того щоб вкладиші не проверталися в головках шатунів, на їх зовнішній стороні зроблені виступи, що входять у відповідні канавки на шатунах і кришках. Якщо в шатуні є канал для мастила, то у верхній половині вкладиша зроблено отвір.



Колінчастий вал складається з кривошипів і сприймає сили що передаються через шатуни від поршнів. За його допомогою ці сили

					КРБ.АТТТ.26.0003.000.ПЗ	Лис
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Да		

перетворюються у крутний момент двигуна. Для того, щоб багатоциліндровий двигун обертався рівномірно, робочі ходи в різних циліндрах повинні відбуватися не одночасно, а через рівні кути повороту колінчастого валу. Ці кути визначають діленням тривалості чотиритактного циклу (720^0) на кількість циліндрів двигуна. Порядок роботи сучасного чотирициліндрового двигуна $1 - 3 - 4 = 2$. Рівнозначним йому може бути порядок $1 - 2 - 4 - 3$.

Колінчастий вал складається з кривошипів кожного з циліндрів. Кожний кривошип включає дві корінні і одну шатунну шийки. До шатунної шийки колінчастого валу рядних двигунів кріплять один шатун: взаємне розташування шатунних шийок обумовлене кількістю циліндрів у двигуні і порядком їх роботи.

Колінчастий вал виготовляють із сталі, його корінні та шатунні шийки з'єднані між собою за допомогою щок з противагами на передньому кінці колінчастого валу розташований циліндричний носок, де закріплюють зубчасте колесо для паса привода газорозподільного механізму. На задньому кінці розташований фланець, до якого кріпиться маховик.

Для збільшення твердості та зносостійкості шийки сталевих колінчастих валів загартовують струмами високої частоти, а потім шліфують. Переходи (галтелі) від шийок до щік для підвищення міцності валу виконують плавними (еліптичними).

Для зменшення ваги сучасні колінчасті вали виготовляють з внутрішніми порожнинами у шийках. Порожнини корінних і шатунних шийок з'єднані між собою каналами для проходу мастила. Крім того, ці порожнини використовують як місця для збирання бруду.

Для можливості очищення під час ремонту ці порожнини закриті різьбовими пробками.

Противаги на колінчастому валі призначені для часткового розвантаження корінних шийок від навантажень, що створюються від центровими силами та силами інерції мас, що рухаються поступово.

					КРБ.АТТТ.26.0003.000.ПЗ	Лис
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Да		

Підшипники корінних шийок колінчастого вала влаштовані аналогічно шатунним. Але вони відрізняються більшою товщиною тертя та більш товстою сталевною основою вкладишів.

Кришка корінних підшипників виготовлених за одне ціле, з отворами картера двигуна і тому вони не взаємозамінні. До блок картера їх кріплять шпильками з гайками.

Маховик призначений для зменшення нерівномірності обертання колінчастого вала двигуна, а також для прокручування двигуна під час запуску.

1.2 Умови роботи КШМ і оцінка його конструкції

Умови роботи деталей КШМ характеризуються значними і швидко змінними зусиллями що виникають в них при різних режимах роботи двигуна. В зв'язку з цим до деталей КШМ висуваються підвищені вимоги щодо прочності тепло і зносостійкості, збереженню механічних властивостей у діапазоні робочих температур. Найбільше розповсюдження у ДВЗ отримали дві схеми КШМ: нормальна та зміщена (рис.1.1).

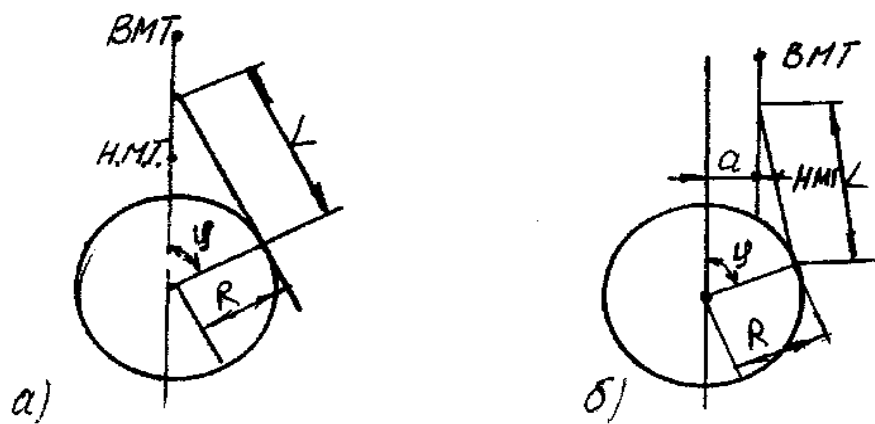


Рисунок 1.3- Схеми КШМ: а) нормальна; б) зміщена

КШМ характеризується основними двома безрозмірними параметрами:

- відношенням радіуса кривошипа до довжини шатуна:

$$\lambda = \frac{R}{l}; \quad (1.1)$$

					КРБ.АТТТ.26.0003.000.ПЗ	Лис
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Да		

- відносним зміщенням:

$$K = \frac{a}{R}. \quad (1.2)$$

Одним із основних критеріїв оцінки двигуна автомобіля – це урівноваженість.

Ціль урівноваженості – зменшення сил, які виникають при обертанні неурівноважених мас деталей і зворотно – поступального руху деталей КШМ. Врівноваженість двигуна досягається шляхом відповідної кількості і розташування циліндрів з оптимально допустимими параметрами мас, а також відповідне розміщення відбалансованого колінчастого валу.

При роботі КШМ в період згорання палива газу переміщують поршень усередині гільзи циліндра, зусилля через шатун передається на колінчастий вал. Створений крутячий момент на колінчастому валу через маховик передається на трансмісію автомобіля, а в передній частині двигуна через шків колінчастого валу на вентилятор, генератор і ГРМ.

Оцінка конструкції КШМ автомобіля ВАЗ – 21043 повинна забезпечувати врівноваженість сил інерції першого порядку для першого і четвертого циліндрів.

					КРБ.АТТТ.26.0003.000.ПЗ	Лис
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Да		

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Розробка технічного обслуговування та технології розбирання-збирання двигуна автомобіля ВАЗ - 21043

2.1.1 Технічне обслуговування

Для тримання автомобіля в технічно справному стані необхідно проводити профілактичні обслуговування. Для цього завод виробник установлює наступні види періодичності технічного обслуговування .

- 1.Щоденне обслуговування - ЩО;
- 2.Після першої тисячі км. пробігу ТО - 1000;
- 3.Через кожні 5000км. пробігу ТО - 1;
- 4.Через кожні 20000км. - ТО - 2;
- 5.Сезонне обслуговування.

Обслуговування двигуна включає такий перелік:

1. При ЩО: перевірити рівень масла і при необхідності долити в картер, перевірити і при необхідності долити охолоджуючу рідину в розширювальний бачок. Перевірити зовнішній вид автомобіля і сигнальну апаратуру.
2. При ТО-1 перевірити герметичність системи паливної, смазочної і охолодження двигуна, а також кріплення навісного пристосування і приборів на ньому. При необхідності ліквідувати несправності та перевірити кріплення двигуна до кузова автомобіля; перевірити, при необхідності відрегулювати натяг приводних ременів; перевірити стан приборів в системі живлення двигуна; перевірити рівень і якість масла в картері двигуна і при необхідності замінити; перевірити повітряний фільтр двигуна і при необхідності провести обслуговування або заміну.
3. При ТО-2: виконується роботи щоденного обслуговування та ТО-1 крім того додатково провести наступні обслуговування:
 - промити систему охолодження для очищення накипу і осадків;

					КРБ.АТТТ.26.0003.000.ПЗ	Лис
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Да		

- перевірити кріплення радіатора та пристосування двигуна;
- перевірити компресію в циліндрах двигуна;
- перевірити кріплення впускного і випускного трубопроводів та труб глушника;
- перевірити герметичність системи змащення та охолодження;
- перевірити роботу паливного насоса;
- виконати мастильні роботи відповідно карти змащення.

При сезонному обслуговуванні, виконати весь об'єм робіт ТО-2 та замінити охолоджуючу рідину двигуна. На рисунку виконана схема технічного обслуговування ТО, ПР автомобіля ВАЗ-21043.

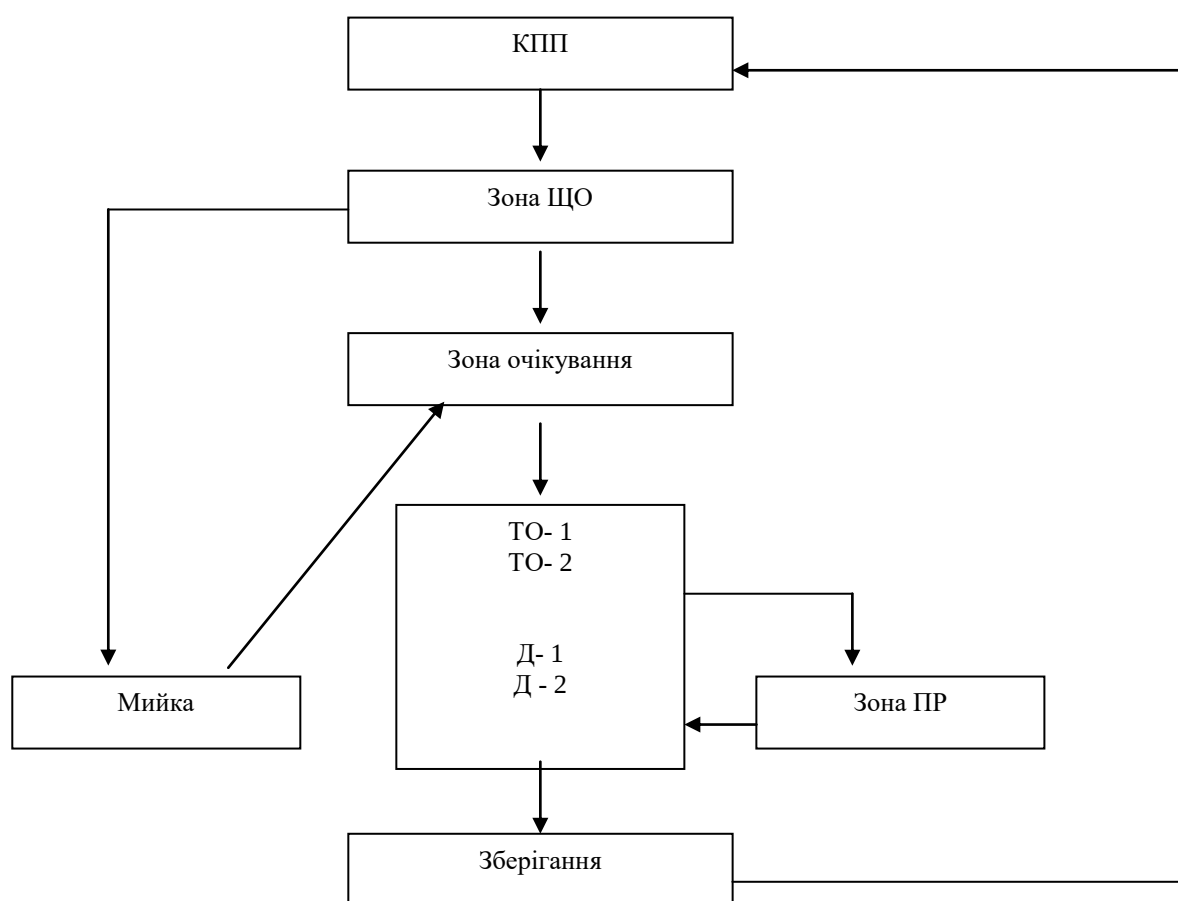


Рисунок 2.1- Схема технічного обслуговування автомобілів категорії М1

2.2 Розробка технологічної карти зняття двигуна з автомобіля

Демонтаж двигуна для проведення ремонту або технічного обслуговування виконує слюсар з ремонту автомобілів в кількості 2 чол. 3 розряду. Загальна норма часу: 2,50–2,80 люд.-год

Таблиця 2.1-Технологічна карта зняття двигуна

№ п/п	Найменування операції	Обладнання та інструмент	Норма часу, год	Технічні вказівки
1	Встановити автомобіль на пост ремонту	Підйомник або оглядова канава	0,10	Зафіксувати автомобіль стоянковим гальмом
2	Від'єднати клеми акумуляторної батареї	Ключ 10 мм	0,05	Спочатку від'єднати мінусову клему
3	Злити охолоджувальну рідину	Ємність, викрутка, ключі	0,15	Рідину зливати в підготовлену тару
4	Злити моторну оливу	Ключ 17 мм, ємність	0,10	Дотримуватись вимог екологічної безпеки
5	Зняти капот автомобіля	Ключі 10–13 мм	0,15	Роботу виконувати удвох
6	Від'єднати проводи електрообладнання двигуна	Викрутка, плоскогубці	0,20	Позначити проводи для подальшого монтажу
7	Від'єднати паливопровод	Ключі ріжкові	0,10	Запобігти витіканню пального
8	Від'єднати патрубки системи охолодження	Викрутка, пасатижі	0,10	Послабити хомути кріплення
9	Зняти радіатор системи охолодження	Ключі 10–13 мм	0,20	Не пошкодити соти радіатора
10	Від'єднати приймальну трубу глушника	Ключі 13–17 мм	0,15	Попередньо обробити різьбу мастилом
11	Від'єднати троси керування та приводи	Плоскогубці, викрутка	0,10	Акуратно демонтувати кріплення
12	Від'єднати карданний вал або приводи КПП	Набір ключів	0,25	Позначити взаємне положення деталей
13	Від'єднати коробку передач від кузова	Домкрат, ключі	0,20	Підтримати коробку передач
14	Закріпити двигун на талі або кран-балці	Таль, стропи	0,15	Перевірити надійність стропування
15	Відвернути болти кріплення опор двигуна	Ключі 17–19 мм	0,15	Роботу виконувати обережно
16	Вийняти двигун з моторного відсіку	Таль або кран-балка	0,25	Не допускати перекосів двигуна
17	Встановити двигун на стенд	Стенд для двигунів	0,10	Надійно закріпити двигун

2.3 Розробка технологічної карти розбирання і збирання двигуна

Роботу по розбиранню-збиранню двигуна виконують слюсарі 3 та 4 розряду на стенді

Перед розбиранням двигуна необхідно промити його гарячим (t^0 80-90 0 C) розчином кальцеїрованої або каустичної соди, а потім ополоснути проточною водою нагрітою до температури 50-60 0 C. Після цього просушити та продути стисненим повітрям від цехової магістралі. Зняти навісне обладнання та відокремити коробку передач разом із зчепленням. Після виконання цих робіт двигун необхідно установити на спеціальний стенд для розбирання і збирання.

Таблиця 2.2 - Технологічна карта розбирання двигуна

№ п/п	Найменування операції	Інструмент та обладнання	Норма часу, год	Технічні вказівки
1	Встановити двигун на стенд	Таль, стенд	0,10	Надійно закріпити двигун
2	Злити залишки оливи	Ємність, ключі	0,05	Дотримуватись чистоти
3	Зняти генератор, стартер та навісне обладнання	Набір ключів	0,30	Маркувати кріплення
4	Зняти повітряний фільтр і карбюратор (інжектор)	Викрутка, ключі	0,20	Не пошкодити прокладки
5	Зняти клапанну кришку	Ключ 10 мм	0,10	Очистити поверхню
6	Демонтувати газорозподільний механізм	Ключі, знімач	0,35	Встановити мітки ГРМ
7	Зняти головку блока циліндрів	Ключі, вороток	0,30	Відгвинчувати болти по схемі
8	Зняти піддон картера	Ключі 10–13 мм	0,15	Не пошкодити ущільнення
9	Демонтувати масляний насос	Ключі	0,10	Перевірити стан шестерень
10	Зняти шатунно-поршкову групу	Оправка, ключі	0,40	Маркувати шатуни та кришки
11	Демонтувати колінчастий вал	Ключі, вороток	0,35	Вкладиші скласти комплектно
12	Провести очищення та дефектацію деталей	Мийна ванна, вимірювальний інструмент	0,60	Перевірити зношення деталей

Таблиця 2.3- Технологічна карта збирання двигуна

№ п/п	Найменування операції	Інструмент та обладнання	Норма часу, год	Технічні вказівки
1	Встановити колінчастий вал	Динамометричний ключ	0,35	Затягувати згідно моменту
2	Встановити поршні та шатуни	Оправка для кілець	0,40	Дотримуватись напрямку монтажу
3	Встановити масляний насос	Ключі	0,10	Перевірити легкість обертання
4	Встановити піддон картера	Герметик, ключі	0,15	Рівномірно затягнути болти
5	Встановити головку блока циліндрів	Динамометричний ключ	0,35	Затягування у визначеній послідовності
6	Зібрати газорозподільний механізм	Знімач, ключі	0,40	Встановити фази газорозподілу
7	Встановити клапанну кришку	Ключ 10 мм	0,10	Перевірити ущільнення
8	Встановити навісне обладнання	Набір ключів	0,30	Відрегулювати натяг ременів
9	Заправити двигун оливою	Лійка, мастило	0,05	Використовувати рекомендовану оливу
10	Провести контрольне прокручування двигуна	Ключ, стенд	0,10	Перевірити відсутність заклинювань

2.4 Вибір методу для відновлення колінчастого вала.

2.4.1 Основні несправності кривошипно – шатунного механізму.

В кривошипно – шатунному механізмі автомобіль ВАЗ – 21043 можуть виникати наступні основні несправності:

- відложення нагару на дніще поршня і в канавках під кільця;
- спрацювання компресійних і мастилознімальних кілець;
- зношення шатунних пальців;
- підвищене зношення дзеркала циліндра;
- зношення корінних і шатунних підшипників колінчастого валу;
- зношення, овальність або конусність корінних і шатунних шийок колінчастого валу;

					КРБ.АТТТ.26.0003.000.ПЗ	Лис
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Да		

- непаралельність осей верхньої і нижньої головок шатуна;
- деформація шатуна;
- розбалансування колінчастого валу;
- ослаблення кріплення маховика до колінчастого валу;
- зношення зубців на маховику.

2.4.2 Ремонт деталей КШМ двигуна ВАЗ – 21043

До основних операцій технологічного процесу ремонту деталей КШМ відносяться: мийка двигуна, розбирання двигуна, розбирання КШМ, мийка і очистка від нагара деталей КШМ, дефектовка, сортування деталей (пригодні на ремонт, а не придатні у бракоізолятор), розтачка циліндрів під ремонтний розмір поршнів, заміна компресійних і маслоснімальних кілець, заміна поршневого пальця, правка шатунів, проточка шийок колінчастого валу під ремонтний розмір, заміна корінних і шатунних вкладишів на ремонтні, заміна зубчастого вінця, балансування колінчастого валу в зборі з маховиком.

Таблиця 2.4- Ремонтні товщини вкладишів шатунних підшипників, мм.

Номінальна	Збільшена (ремонтна)			
	0,25	0,50	0,75	1,0
1,723	1,848	1,973	2,098	2,223
1,730	1,855	1,980	2,105	2,230

Таблиця 2.5- Ремонтні товщини вкладишів корінних підшипників.

Номінальна	Збільшена (ремонтна)			
	0,25	0,50	0,75	1,0
1,824	1,949	2,074	2,199	2,324
1,831	1,956	2,081	2,206	2,331

2.4.3 Методи відновлення колінчастих валів автомобільних двигунів

Під час роботи автомобільних двигунів колінчасті вали, із –за великих навантажень, підлягають значному зносу: особливо в процесі роботи двигунів зношуються в колінчастих валах корінні і шатунні шийки, посадочні поверхні

під підшипник первинного валу коробки передач, шпоночні канавки шестерні розподільного валу, різьба під храповик і інші.

Найбільшому зносу підлягають шийки колінчастого валу, що характерно – інтенсивність зношення шатунних шийок в 1,5 – 2 рази більше інтенсивності зношення корінних.

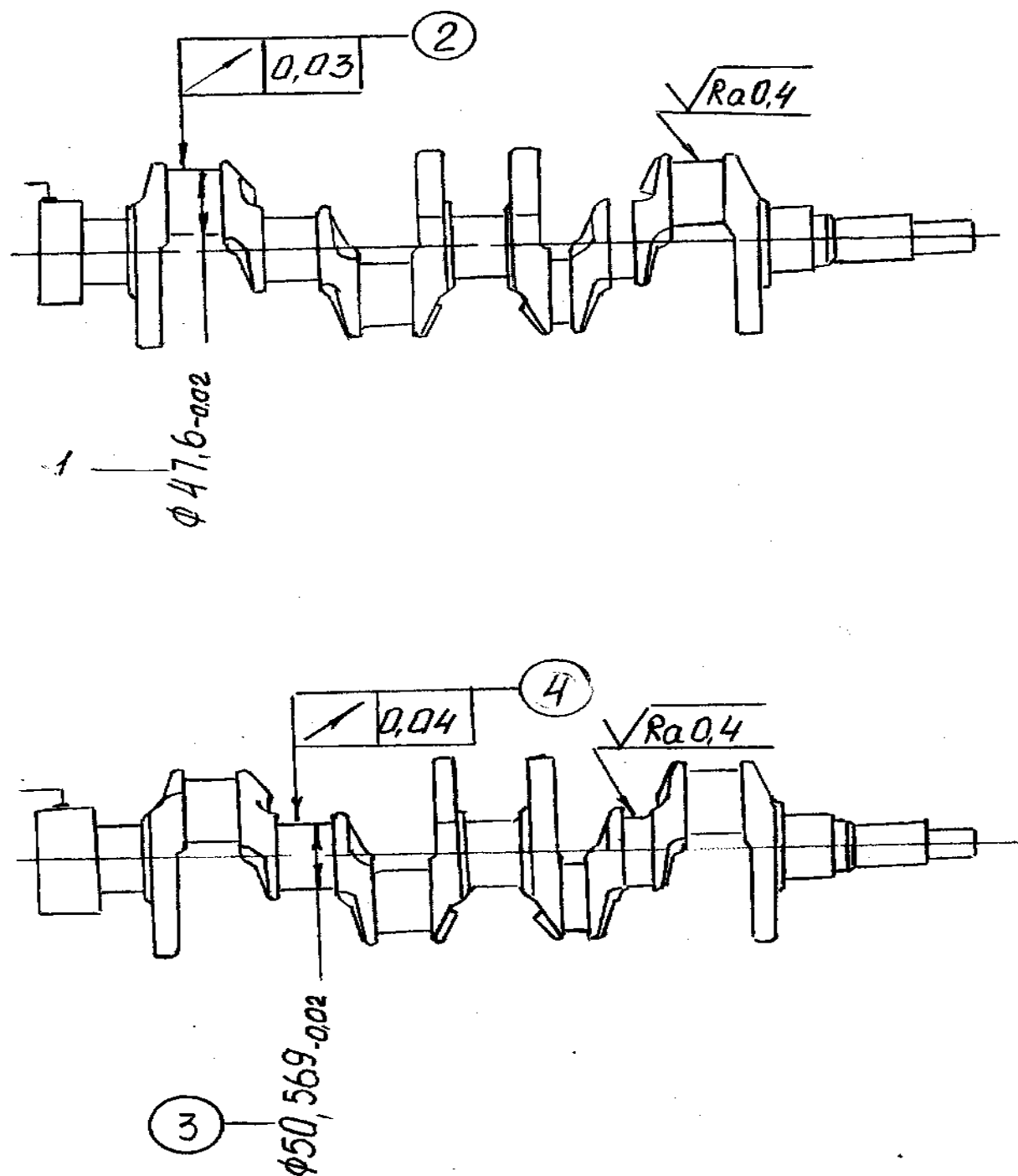


Рисунок 2.2- Розміри шийок колінчастого валу

					КРБ.АТТТ.26.0003.000.ПЗ	Лис
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Да		

Відновлення шийок колінчастих валів в основному виконується такими методами:

- проточування шийок корінних і шатунних під ремонтний розмір;
- нарощування шару метала методом напилення;
- електродугова наплавка метала;
- вібродугова наплавка метала;
- металізація корінних і шатунних шийок;
- шліфування під ремонтний розмір.

Технологічний процес відновлення шийок металізацією складається із трьох основних операцій:

- підготовка поверхності під металізацію;
- проведення металізації;
- обробка напиленого металізацією шара метала.

2.4.4 Сутність процесу і структурні особливості металізаційних покриттів поверхностей.

Металізацією розпиленого металу називають процес, при якому метал проволочи подається в спеціальний апарат металізатор і на виході із нього розплавляється ацетилено – кисневим полум'ям, або електричною дугою, або такими високої частоти. Потім потоком сжатого повітря, або інертних газів наноситься на поверхність відновлюємої деталі. В залежності від засоба розплавлення метала, металізацією підрозділяють на газову, електродугову і високочастотну. Найбільше розповсюдження в нашій країні має електродугова металізація. Щодо газової металізації та вона найшла штрике застосування за кордоном.

Застосування електродугової металізації в ремонтноиу виробництві пояснюється такими перевагами цього способу перед другими. При металізації можна принести любую товщину метала, починаючи від 0,03 мм до кількох міліметрів на різні матеріали метала, не допускати при цьому

					КРБ.АТТТ.26.0003.000.ПЗ	Лис
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Да		

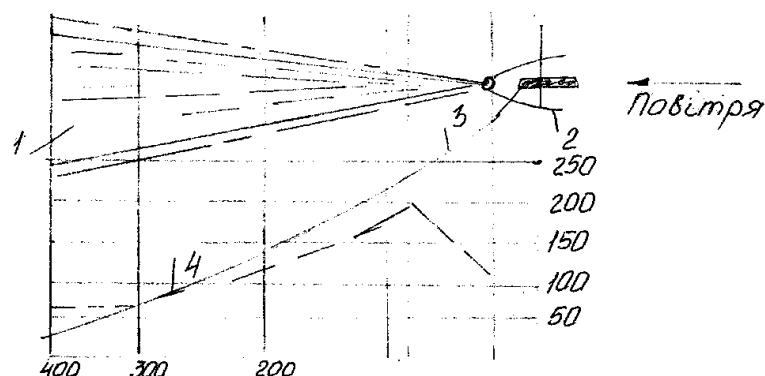
перегріву метала. Металізувати можна не тільки метали, а і дерево, скло, гіпс, пластмаси і інше.

Металізаційне покриття має ряд цінних властивостей, наприклад, висота і носистійкість, при рідкому і полурідкому терті. Але вона має і ряд недоліків, наприклад, недостатню високу міцність зчеплення покриття з основним металом відновлювальної деталі, а також загальні труднощі підготовки до металізації деталей які термічно опрацьовані та мають велику твердість, значні витрати метала, що характерно особливо при металізації малогабаритних деталей.

Відновлення деталей металізації включає підготовку поверхні до нанесення металопокривання, проведення технології металізації, а потім механічну обробку. В основному металізація складається із трьох процесів:

- підготовка і плавлення твердого метала проволочки;
- розпилення розплавленого метала потоком повітря на поверхність відновлюємої деталі і формування покриття;
- механічна обробка напиленого шара метала.

На рисунку приведена схема процесу розпилення метала.



На процес напилення, що створюється у вогнищі плавлення електрода, великий вплив має швидкість подачі проволочки і тиск потоку дуття повітря. Підвищення швидкості подачі проволочки визивають зріст максимальної сили тока і збільшують період коротких замиканій електродів, що визивають

збільшення кількості більш крупних часток розпиленого металу. Підвищення тиску дуття потоку стиснутого повітря при однакових умовах визиває також збільшення періода горіння дуги, що благоприятно утворює якість розпила.

2.4.5 Сутність метода електродугової наплавки під шаром флюса

Сутність цього методу заключається в тім, що тонка зварювальна проволока діаметром 1,2 – 2 мм подається спеціальною зварювальною головкою до обертаємої деталі. Одночасно супорту токарного верстату, на якому закріплена зварювальна головка, надається поступовий рух уздовж наплавляємої поверхності деталі. Горіння дуги поміж деталлю і зварювальною проволокою відбувається під шаром флюса. В результаті розплавлення проволоки на поверхні деталі наплавляється шар металу, товщина якого залежить від режимів наплавки і знаходиться в межах від 1 до 5 мм.

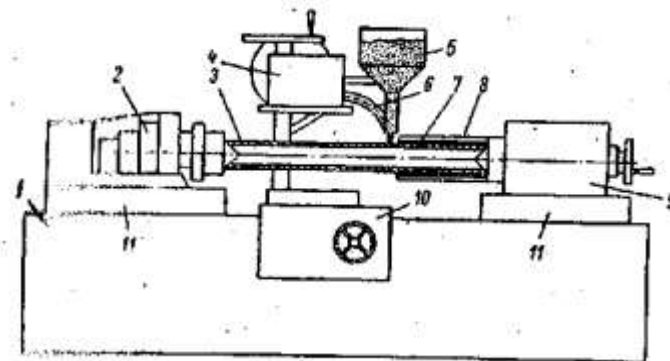


Рисунок 2.4 - Установка для автоматичної наплавки деталей під шаром флюса:

- 1 – станина; 2 – передня бабка; 3 – деталь; 4 – механізм передачі проволоки;
5 – бункер з флюсом; 6 – барабан; 7 – наплавлений метал; 8 – шлавкова плівка; 9 – задня бабка; 10 – супорт; 11 – підкладки.

При наплавленні на деталь, що виготовлена із сталі 40 або 45 приміняють зварювальну проволоку – св – 10Г2; СВ – 18 ХГСА і флюси Оксд. – 5 або АН – 348 А. Крок наплавки деталей діаметром більше 50 мм приймають рівним 2 – 5 мм/об. при швидкості обертанні деталей 2 – 3 об/хв.

					КРБ.АТТТ.26.0003.000.ПЗ	Лис
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Да		

Швидкість подачі проволочи 100 – 150 м/год. Сила зварювального тока 160 – 180 А.

Установка для напилювання монтірується на токарних верстатах з додатковим редуктором для пониження числа обертів шпінделя, або на спеціальних верстатах. Для отримання джерела енергії дуги застосовують перетворювачі ПС – 500 і інші з розподільним обладнанням. Подача проволочи відбувається зварювальними головками ПДШМ – 500; А – 380 і іншими.

Вібродуговою наплавкою відновлюються деталі із сталі і чугуна зносом від 0,5 до 3 мм. Цей спосіб відновлення застосовується для колінчастих валів, хрестовин каркадів, фланців і валів коробок передач, роздаточних коробок, попіввісей ведучих мостів і інше.

2.6 Вібродугове наплавлення.

Сутність такого способу наплавлення заключається в тім, що електродна проволочка діаметром 1,2 – 2 мм подається спеціальною головкою взону наплавлення до обертаємої деталі. Одночасно з рухом подачі проволочи надається вібраційний рух з необхідною частотою і амплітудою. В зоні дотикання електрода до відновлювальної деталі подається охолоджуюча рідина або інертний газ. Електрод послідовно зварюється і відривається від деталі, що створює гвинтову наплавлену поверхність. Переміщення електрода подовж відновлювальної деталі виконується разом з супертом на якому закріплена наплавляюча головка. Наплавлення виконують при постійному струму обратної полярності від низьковольтних генераторів типу НД, або селенових випрамлячів ВСТ, напругою 18 – 24 В. Подача і вібрація проволочи виконується за допомогою наплавочних головок тмпа 1 КУМА – 5М, УАНЖ – 6 і інші.

Основною перевагою вібродугової наплавки є дуже малий термічний вплив на деталь. Для підготовки поверхні шийок колінчастого валу під металізацію застосовуємо анодно – механічний спосіб, що забезпечує надійне

					КРБ.АТТТ.26.0003.000.ПЗ	Лис
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Да		

зчеплення наплавляємого шара з основним металом деталі, а також дозволяє проводити напилення шара на метал деталі.

Металізація виконується на токарних верстатах за допомогою спеціальної установки – електрометалізатора. Поверхність після металізації шийок має

відкриті пори, що надає можливість інтенсивно вбирати мастильні матеріали.

Вібродугова наплавка шийок дозволяє відновлювати шийки до номінального розміра. Для зменшення негативного впливу і зменшення утомленої міцності під час вібродугової наплавки шар метала нарощують не доходя до гантелей шийок.

Після наплавки виконується правка вала і шліфування. Термічної обробки при застосуванні такої технології не потрібно проводити.

Найбільше застосування в ремонтній практиці отримав спосіб відновлення шийок шліфуванням під ремонтний розмір. Технологічний процес відновлення шийок колінчастого валу таким способом включає наступні операції: правку вала, шліфування корінних і шатунних шийок і їх полірування. Правку будемо виконувати гідравлічним або кривошипним пресом. Шліфування загалом виконується на круглошліфувальних верстатах. Всі шийки колінчастого валу шліфуються під один ремонтний розмір.

При обробці шатунних шийок на круглошліфувальних верстатах за базу приймають попередньо шліфовані корінні шийки валу. При кутовому базуванні колінчастого валу необхідно передбачувати площадки на противагах валу.

Ремонтні розміри установлюють незалежно друг від друга відповідно допусків по технічним умовам. Шатунні шийки колінчастого валу двигуна ВАЗ – 21043 мають чотири ремонтні розміри:

- номінальний розмір 47,83 – 47,85 мм;
- перший ремонтний розмір 47,60 – 0,02;
- другий ремонтний розмір 47,35- 0,02;

					КРБ.АТТТ.26.0003.000.ПЗ	Лис
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Да		

- третій ремонтний розмір 47,10- 0,02;
- четвертий ремонтний розмір 46,85 – 0,02.

Корінні шийки колінчастого вала також мають чотири ремонтних розміра:

- номінальний розмір 50,799 – 50,819 мм;
- перший ремонтний розмір 50,569 – 0,02;
- другий ремонтний розмір 50,319 – 0,02;
- третій ремонтний розмір 50,069 – 0,02;
- четвертий ремонтний розмір 49,818-0,02.

Обробка колінчастого валу під ремонтний розмір знайшла широке застосування внаслідок простоти технологічного процесу відновлення на універсальних верстатах, великої техніко – економічної ефективності, простоти застосованого інструмента, а також можливість багаторазового відновлення ресурса колінчастого валу.

Після проведення всіх робіт зі шліфування необхідно ретельно промити масляні канали в колінчастому валу, щоб видалити металеву стружку та абразив.

Важливі допуски і масляні зазори

Крім самих діаметрів шийок, для правильної збірки двигуна необхідно контролювати масляні зазори між шийками і вкладишами. Саме ці зазори забезпечують наявність масляного клина, який запобігає сухому тертя.

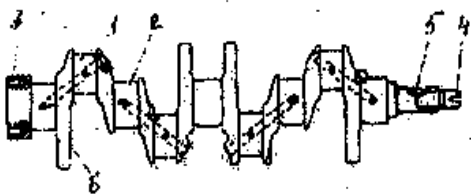
- Зазор в шатунних підшипниках: 0,026–0,073 мм
- Зазор в корінних підшипниках: 0,02–0,067 мм
- Осьовий зазор колінчастого вала (контролюється упорними півкільцями): 0,06–0,26 мм

Дотримання цих параметрів не менш важливе, ніж точне шліфування шийок. Надмірно великий зазор призведе до падіння тиску масла і стуку, а занадто малий – до масляного голодування і швидкого зносу або навіть заклинювання двигуна.

Розробка карти технічних вимог на дефектацію колінчастого валу

					КРБ.АТТТ.26.0003.000.ПЗ	Лис
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Да		

Таблиця 2.6- Карта технічних вимог на дефектовку колінчастого валу.

Деталь (збірна одиниця): колінчастий вал						
			Номер деталі: 2112 – 1005016 Матеріал: чугун ВЧ 50 - 2 Твердість: НВ 196...233			
Позиція ескізу	Можливі дефекти	Спосіб встановлення дефекта і способи контролю	Розмір, мм			Висновок
			За робочим кресленням	Допустимий без ремонту	Допустимий для ремонту	
1,2,3, 4,5,6	Попередній контроль якості і порядок дефектовки	Огляд	-	-	-	Зварювальна
1.	Знос поверхні під шатунні вкладиші	Мікрометр	ϕ48-0,17	47,68	47,63	Шліфування під ремонтний розмір
2.	Знос поверхні під корінні вкладиші	Мікрометр	-0,211 ϕ51-0,161	50,70	50,6	Шліфування під ремонтний розмір
3.	Знос різьби для кріплення маховика	Огляд шабло-пробкою М10×1,25				
4.	Знос різьби кріплення шківів	Огляд шабло-пробкою М10×1,25				
5.	Знос паза під шпонку	Огляд, нутромір				

2.7- Розрахунок технологічного процесу відновлення колінчастого валу

1. Розрахунок штучного часу $T_{шт}$, витраченого на мийку одного колінчастого валу:

$$T_{шт} = T_o + T_e + T_{обс} + T_{відп}; \quad (2.1)$$

$$T_{шт} = 10 + 2 + 2 + 1 = 15 \text{ хв};$$

де T_o – основний (машинний) час.

Приймаємо $T_o = 10 \text{ хв}$, час знаходження однієї деталі в мийочому розчині

АМ – 15 для видалення поверхневих забруднень;

T_e – допоміжний час;

$T_{обс.}$ – час обслуговування робочого місця;

$T_{відп.}$ – час перерв на відпочинок і власні потреби.

2 Розрахунок штучного часу $T_{шт}$, витраченого на дефектування колінчастого валу:

$$T_{шт} = T_o + T_e + T_{обс} + T_{відп}; \quad (2.2)$$

$$T_{шт} = 10 + 2 + 2 + 2 = 16 \text{ хв}.$$

де T_o – основний (машинний) час.

Приймаємо $T_o = 10 \text{ хв}$, час необхідний для зняття та контролю розмірів різьби під мастило спускнуну пробку, дзеркала гідроциліндра та вушка кріплення картера до рами;

T_e – допоміжний час;

$T_{обс.}$ – час обслуговування робочого місця;

$T_{відп.}$ – час перерв на відпочинок і власні потреби.

3 Дефект 1. Знос поверхні під шатунні вкладиші.

3.1 Шліфування під 1-й ремонтний розмір.

$n = 400 \text{ об/хв}$; $S = 0,015 \text{ мм/об}$; $L = 31 \times 4 = 124 \text{ мм}$

Машинний час на шліфування:

					КРБ.АТТТ.26.0003.000.ПЗ	Лис
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Да		

$$T_o = \frac{L}{n \times S}; \quad (2.3)$$

$$T_o = \frac{124}{400 \times 0,015} = 21,0 \text{ хв.}$$

Штучний час $T_{шт}$, витрачений на шліфування шатунних шийок:

$$T_{шт} = T_o + T_{\epsilon} + T_{обс} + T_{відн}; \quad (2.4)$$

$$T_{шт} = 21,0 + 2 + 2 + 4 = 29,0 \text{ хв.}$$

4. Дефект 2. Знос поверхні під корінні вкладиші.

4.1 Шліфування під 1-й ремонтний розмір:

$$n=400 \text{ об/хв}; S=0,015 \text{ мм/об}; L=32 \times 4=128 \text{ мм}$$

Машинний час на шліфування:

$$T_o = \frac{L}{n \times S}; \quad (2.5)$$

$$T_o = \frac{128}{400 \times 0,015} = 21,3 \text{ хв.}$$

Штучний час $T_{шт}$, витрачений на шліфування корінних шийок:

$$T_{шт} = T_o + T_{\epsilon} + T_{обс} + T_{відн};$$

$$T_{шт} = 21,3 + 2 + 2 + 4 = 29,3 \text{ хв.}$$

5. Дефект 3. Знос різьби для кріплення маховика.

5.1 Свердління отвору під нарізання різьби М14×2 замість зношеної різьби М12×1,5

$$n=600 \text{ об/хв}; S=0,2 \text{ мм/об}; L=31 \text{ мм} \times 6=186 \text{ мм}$$

Машинний час при свердлінні отвору під різьбу:

$$T_o = \frac{L}{n \times S}; \quad (2.6)$$

$$T_o = \frac{186}{600 \times 0,2} = 15 \text{ хв.}$$

Штучний час $T_{шт}$, витрачений на свердління отвору під різьбу М14×2:

$$T_{шт} = T_o + T_{\epsilon} + T_{обс} + T_{відн}; \quad (2.7)$$

$$T_{шт} = 15 + 2 + 2 + 4 = 23 \text{ хв.}$$

					КРБ.АТТТ.26.0003.000.ПЗ	Лис
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Да		

5.2 Нарізання різьби M14×2

$n=8 \text{ об/хв}; S=1,8 \text{ мм/об}; L=26 \times 6=156 \text{ мм}$

Машинний час при нарізанні різьби:

$$T_o = \frac{L}{n \times S}; \quad (2.8)$$

$$T_o = \frac{156}{8 \times 1,8} = 11 \text{ хв.}$$

Штучний час $T_{шт}$, витрачений на нарізання різьби:

$$T_{шт} = T_o + T_{\epsilon} + T_{обс} + T_{відн}; \quad (2.9)$$

$$T_{шт} = 11 + 2 + 2 + 4 = 19 \text{ хв.}$$

6. Дефект 4. Знос різьби кріплення шківa M10×1,5.

6.1 Свердління отвору під нарізання різьби M12×1,5 замість зношеної M10×1,5:

$n=60 \text{ об/хв}; S=0,2 \text{ мм/об}; L=24 \text{ мм}$

Машинний час при свердлінні отвору під різьбу M12×1,5:

$$T_o = \frac{L}{n \times S}; \quad (2.10)$$

$$T_o = \frac{24}{60 \times 0,2} = 2 \text{ хв.}$$

Штучний час $T_{шт}$, витрачений на свердління під різьбу:

$$T_{шт} = T_o + T_{\epsilon} + T_{обс} + T_{відн}; \quad (2.11)$$

$$T_{шт} = 2 + 2 + 2 + 4 = 10 \text{ хв.}$$

6.2 Нарізання різьби M12×1,5:

$n=60 \text{ об/хв}; S=1,5 \text{ мм/об}; L=20 \text{ мм}$

Машинний час при нарізанні різьби:

$$T_o = \frac{L}{n \times S}; \quad (2.12)$$

$$T_o = \frac{20}{6 \times 1,5} = 2,2 \text{ хв.}$$

Штучний час $T_{шт}$, витрачений на нарізання різьби:

					КРБ.АТТТ.26.0003.000.ПЗ	Лис
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Да		

$$T_{ум} = T_o + T_{\epsilon} + T_{обс} + T_{відн}; \quad (2.13)$$

$$T_{ум} = 2,2 + 2 + 2 + 4 = 10,2 \text{ хв.}$$

7. Дефект 5. Знос паза під шпонку.

7.1 Чорнове фрезерування шпоночного паза під наплавку:

$$n=40 \text{ об/хв}; S=1,2 \text{ мм/об}; L=20 \text{ мм}$$

Машинний час при фрезеруванні шпоночного паза:

$$T_o = \frac{L}{n \times S}; \quad (2.14)$$

$$T_o = \frac{20}{40 \times 1,2} = 0,4 \text{ хв.}$$

Штучний час при фрезеруванні шпоночного паза:

$$T_{ум} = T_o + T_{\epsilon} + T_{обс} + T_{відн}; \quad (2.15)$$

$$T_{ум} = 0,4 + 1 + 1,1 + 2 = 4,5 \text{ хв.}$$

7.2 Заварити полуавтоматним зварюванням проволокою ПАНЧ – 11, діаметром 1,2 мм з передньо підготовленим шпоночним пазом під наплавку:

$$T_{ум} = 2,2 + 2 + 2 + 4 = 10,2 \text{ хв.}$$

Токарна обробка завареної канавки під шпонку в розмір діаметра вала +0,2.

$$n=200 \text{ об/хв}; S=0,1 \text{ мм/об}; L=16 \text{ мм}$$

$$T_o = \frac{L}{n \times S}; \quad (2.15)$$

$$T_o = \frac{16}{200 \times 0,1} = 0,8 \text{ хв.}$$

Штучний час $T_{ум}$, витрачений на точіння під шпоночну канавку:

$$T_{ум} = T_o + T_{\epsilon} + T_{обс} + T_{відн}; \quad (2.16)$$

$$T_{ум} = 0,8 + 2 + 2 + 4 = 8,8 \text{ хв.}$$

7.4 Фрезерування шпоночного паза під номінальний розмір шпонки.

$$n=40 \text{ об/хв}; S=1,2 \text{ мм/об}; L=20 \text{ мм}$$

Машинний час при фрезеруванні шпоночного паза:

					КРБ.АТТТ.26.0003.000.ПЗ	Лис
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Да		

$$T_o = \frac{L}{n \times S}; \quad (2.17)$$

$$T_o = \frac{20}{40 \times 1,2} = 0,4 \text{ хв.}$$

Штучний час при фрезеруванні шпоночного паза:

$$T_{\text{шт}} = T_o + T_{\epsilon} + T_{\text{обс}} + T_{\text{відп}}; \quad (2.18)$$

$$T_{\text{шт}} = 0,4 + 2 + 2,6 + 4 = 9 \text{ хв.}$$

7.5 Шліфування до номінального розміра колінчастого валу в зоні завареної і обробленої канавки під шпонку:

$n=400 \text{ об/хв}; S=0,01 \text{ мм/об}; L=16 \text{ мм}$

$$T_o = \frac{16}{400 \times 0,01} = 4 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{шт}} = 4 + 2 + 2 + 4 = 12 \text{ хв.}$$

8. Балансіровка. Балансіровка відновленого колінчастого валу разом з маховиком:

$$T_{\text{шт}} = 15 \text{ хв.}$$

Таблиця 2.7- Штучний час, затрачений на технологічний процес відновлення колінчастого валу двигуна автомобіля категорії М1.

№ п/п.	Найменування операції	Застосоване обладнання	Штучний час $T_{\text{шт}}$ хв.
1	2	3	4
1	Мийна. Мийка колінчастого валу	Мийна машина ОМ – 5287. Ополіскувальна машина Ом - 5288	15
2	Дефектовочна, визначення різниці між номінальними розмірами і дійсними розмірами колінчастого валу	Дефектовочний стіл, мікрометр МК – 50-1, калібр – скоба, калібр - різьбомір	16
3	Фрезерувальна. Фрезерування шпоночного паза під наплавку	Горизонтально-фрезерний верстат 6Р18, спеціальне технологічне пристосування	4,5
4	Наплавочна. Заварити полуавтоматним зварюванням проволокою	Полуавтомат А – 547УЗ випрамitleм ВС – 300, напруга 17 ÷ 19 В, сила	10,2

					КРБ.АТТТ.26.0003.000.ПЗ	Лис
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Да		

	ПАНЧ – 11, ϕ 1,2 мм	зварювального струму 120÷140 А, швидкість зварювання 0,15 м/хв	
5	Токарна. Токарна обробка завареної канавки навалу під шпонку в розмір діаметра вала +0,2 мм	Токарний верстат 16K20. Різець T15K6	8,8
6	Фрезерувальна. Фрезерування шпоночного паза під номінальний розмір	Гориз. – фрезерний верстат 6P18, спеціальне технологічне пристосування	9
7	Свердлильна. Свердлення під різьбу M14×2	Радіально – свердлильний верстат 2M55, спеціальне пристосування	23
8	Нарізання різьби M14×2	Радіально – свердлильний верстат 2M55	19

1	2	3	4
9	Свердлильна. Свердління під різьбу M12×1,5	Радіально – свердлильний верстат 2M55, спеціальне пристосування	10
10	Нарізання різьби M12×1,5	Радіально – свердлильний верстат 2M55, спеціальне пристосування	10,2
11	Шліфувальна. Шліфування під 1-й ремонтний розмір шатунних шийок колінчастого вала.	Круглошліфувальний верстат 3M151, спеціальний патрон для закріплення колінчастого валу на шліфовальному верстаті	29
12	Шліфувальна. Шліфування під 1-й ремонтний розмір корінних шицок	Круглошліфувальний верстат 3M151, спеціальний патрон для закріплення колінчастого валу на шліфовальному верстаті	29,3
13	Шліфувальна. Шліфування колінчастого валу в зоні відновленої канавки під шпонку, до номінального розміра діаметра вала	Круглошліфувальний верстат 3M151, спеціальний патрон для закріплення колінчастого валу на шліфовальному верстаті	12
14	Контрольна. Контроль розмірів колінчастого валу після технологічного процесу відновлення	Комплекс вимірювального інструменту, контрольна плита, розжимні центри	10

					КРБ.АТТТ.26.0003.000.ПЗ	Лис
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Да		

15	Балансіровочна. Балансіровка колінчастого вала разом з маховиком	Балансіровочний стенд	15
	Всього		221

На виконання всіх технологічних операцій потрібно штучного часу всього – 221 хв.=3год. 41хв.

8. Методи контролю якості і надійності відновлення ресурсу колінчастого валу

Випробування і дослідження крутящих коливань колінчастого валу проводились методами торсіграфування і тензометрування. Випробування проводилися по швидкісній характеристиці на повній подачі палива в діапазоні швидкісних режимів 900 – 2100 об/хв.

Для торсіграфування застосовувався комплект апаратури, який включає індуктивний датчик, струмоз'ємник підсилювач, світлопроменевий осцилограф МПО-2 і прибори живлення. На стрічку осцилографа наносились особливі помітки часу і частоти. Для відмітки В. м. т. першому циліндрі встановлюється індукційний датчик. Зміна крутяшого моменту на послідній корінній шийці вимірялось за допомогою тензометричних датчиків з базою 10 мм, приклеєних на спеціальних пластинках і працюючих на розтягнення при закручуванні вала. Сигналами датчика торсіографа і тензодатчиків через тензопідсилювач 8АН4 – 7М реєструвалися за допомогою важільного таріровочного пристосування. Лінійне переміщення важиля на 1 мм відповідає 4' кутового закручування торсіграфа. Статична таріровка тензодатчиків проводились за допомогою денаметра ДС – 1 з діапазоном вимірювання від 0 до 1000 кг і важиля довжиною 1500 мм. Колінчастий вал при таріруванні стопорився спеціальним стопором встановленим в циліндр двигуна. Амплітуда коливань носка колінчастого вала вимірялись по осцілограмам які для якісного опрацювання збільшувались в 5,3 раза.

					КРБ.АТТТ.26.0003.000.ПЗ	Лис
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Да		

Осцилограми опрацьовались наступним образом. По відмітках В.М.Т. і часу визначили швидкісний режим двигуна і частоту коливань, відповідно розглянутої ділянки осцилограми. Двійна амплітуда коливань носка колінчастого знаходилась, як відстань по вертикалі між обгинаючою кривою коливань з обчисленням масштаба торсіограми. Для щітки напруги кручення (при обробці осцилограми) вимірювалась різниця максимальної і мінімальної ординат кривої

крутячого момента з урахуванням масштаба обчислювалась двійна амплітуда моменту 2 м. Результати опрацювання осцилограми і залежності кута закручування переднього кінця вала та двійної амплітуди максимального моменту від числа обертів двигуна наведені на рис 8.1.

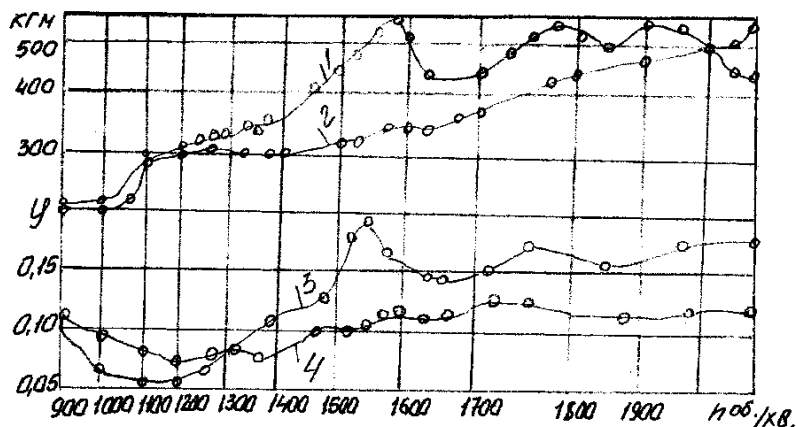


Рисунок 2.5- Залежність кута закручування і двійної амплітуди максимального моменту двигуна від числа обертів.

1 – двійна амплітуда; 2 – двійна амплітуда при наявності гасителя коливань; 3 – кут закручування вільного кінця валу; 4 – кут закручування при наявності гасителя коливань.

Порівняння результатів обробки осцилограми з результатами розрахунків показує що найбільші амплітуди відхилення від рівноваги при скручування вала отримують резонанси з восьмою гармонікою на швидкісному режимі 1500 – 1600 об/хв.

Встановлення гасителя крутильних коливань різко зменшила, як кут закручування так і напругу кручення.

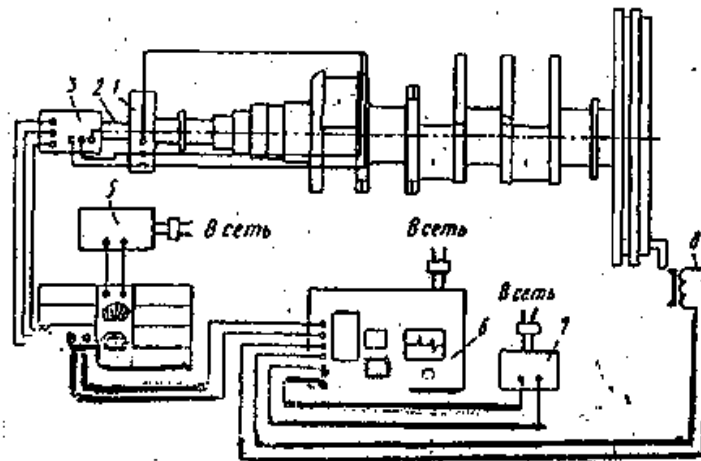


Рисунок 2.6- Схема вимірювання згинальних моментів в щоках колінчастого валу двигуна.

1 – контактна колодка; 2 – гнучкий валік; 3 – ртутний струмоз’ємник; 4 – тензопідсилювач; 5 – блок живлення; 6 – осцилограф; 7 – датчик часу; 8 – датчик В.М.Т.

На двигуні були проведені випробування, а також експериментальні динамічні, що до визначення згинаючих моментів у щоках колінчастого вала на працюючому двигуні. Тензометричні датчики встановлюються на щоках в зоні перекриття шийок. Одночасно в вимірювальну схему у суміжні плечі моста включались два датчика, семитрично відповідно нейтральної площині при згині щок у площині кривошипа.

Вивід з’єднаних проводів від датчиків до контактної колодки, закріпленої на носку колінчастого вала виконувались через масляні канали в спеціально просвердлені отвори в щоках. Для зв’язі обертаючої контактної колодки з реєструючою апаратурою був застосований ртутний струмоз’ємник, який забезпечує надійну роботу при підвищених числах обертів.

Показання тензодатчиків через тензопідсилювач 8АН4 – 7М записувалось за допомогою світлопроменевого осцелографа МПО – 2 на фотоплівку. Всі тензодатчики були відтаріровані в масштабі моментів. При обробці осцелограмом вимірялось різниця максимальної ординати кривої з урахуванням масштаба вихислялась двійна амплітуда моменту. В результаті вимірювань згинаючих моментів у щоках колінчастого вала на працюючому двигуніавтомобіля ВАЗ – 21043 було встановлено, що дійсні навантаження на деякі щоки більше розрахункових.

В висновках необхідно зупинитися на осьових коливаннях колінчастого вала, які знаходяться у взаємному зв'язку з крутящими та згибаючими коливаннями. Осьові коливання колінчастих валів набувають великих значень при збігу власних осьових коливань з числом вимушених крутильних коливань. Осьові коливання колінтастого вала створюють додаткові напруження в місцях сполуки вала із щоками.

					КРБ.АТТТ.26.0003.000.ПЗ	Лис
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Да		

4 РОЗДІЛ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

Правові питання охорони праці в нашій країні регулюються положеннями Конституції України, кодексом законів про працю (КЗПП) і законом України «Про охорону праці», а в автотранспортній галузі – і державним актом «Правила охорони праці на автомобільному транспорті», введеним у дію 01.10.97 р.

Охорона праці (ОП) – це система законодавчих актів і відповідних їм соціально- економічних, технічних, гігієнічних і організаційних заходів, що забезпечують безпеку на підприємстві, збереження здоров'я, ергономіку й працездатність людини в процесі праці.

Техніка безпеки – система організаційних і технічних заходів і засобів, що запобігають впливу на працюючих небезпечних виробничих факторів.

4.1. Нормативно – правова основа роботи з ОП

Виробничі будівлі, спорудження, устаткування, технологічні процеси повинні відповідати вимогам, що забезпечують здорові й безпечні умови праці. Ці вимоги включають раціональне використання території й виробничих приміщень, правильну експлуатацію устаткування і організацію технологічних процесів, захист працюючих від впливу шкідливих речовин праці утримання виробничих приміщень і робочих місць відповідно до санітарно – гігієнічних норм і правил.

Для комплексного рішення забезпечення безпечних умов праці в нашій країні діє система стандартів по безпеці праці, що містить у собі правила, норми й організаційно – методичні документи по охороні праці, а також стандарти й норми, по видах небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

Для всіх працівників при організації й виконанні робіт, зв'язаних з експлуатацією, профілактичним обслуговуванням і ремонтом транспортних засобів, а також при проектуванні й реконструкції підприємств, їхніх

					КРБ.АТТТ.26.0003.000.ПЗ	Лис
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Да		

виробничих об'єктів, споруджень, розробці технологічних процесів, устаткування й т. д., обов'язкові вимоги Правил охорони праці на автомобільному транспорті, введених у дію 13.01.1997 р.

При виконанні робіт, що неспецифічні для підприємств автомобільного транспорту, варто керуватися міжгалузевими правилами, нормами, стандартами й іншими нормативними актами про охорону праці.

Законодавство про працю зобов'язує дотримуватись правил і норм охорони праці. У відношенні посадових осіб адміністративно – технічного персоналу підприємств і установ, що допускають порушення правил охорони праці, передбачена дисциплінарна, адміністративна, матеріальна, а в деяких випадках і кримінальна відповідальність. Для комплексного рішення забезпечення безпечних умов праці в нашій країні діє система стандартів по безпеці праці (ССБП), що містить у собі правила, норми й організаційно – методичні документи по охороні праці, а також стандарти й норми по видах небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Крім Державних стандартів ССБП, важливими документами є: будівельні норми й правила (БніП), Норми технологічного проектування промислових підприємств (НТН), правила монтажних робіт й безпечної експлуатації різного устаткування.

4.2 Організація та управління ОП на підприємстві

Управління охороною праці – це підготовка, прийняття та реалізація рішень щодо здійснення організаційних, технічних, санітарно – гігієнічних і лікувально – профілактичних заходів, спрямованих на забезпечення здоров'я та працездатності робітників під час праці. Система управління охороною праці (СУОП) є складовою частиною загальної системи керування підприємством. При автоматизованій системі управління підприємством, управління охороною праці є її складовою частиною, або підсистемою. Управління охороною праці передбачає діяльність практично всіх служб і підрозділів підприємства. Об'єктом управління є діяльність структурних підрозділів, яка спрямована на створення безпечних і здорових

					КРБ.АТТТ.26.0003.000.ПЗ	Лис
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Да		

умов праці. Управління охороною праці на підприємстві в цілому здійснює його керівник (власник), а в підрозділах (цехах, відділах, службах) – їх керівники або головні фахівці. Координує всю цю діяльність – служба охорони праці. Задачі служби охорони праці та її функції викладені в «Типовому положенні про службу охорони праці, яку затверджено наказом комітету Держнагляд охорони праці від 3 серпня 1993 р. № 73.

Служба охорони праці створюється незалежно від форми власності та видів діяльності для виконання правових, організаційно – технічних, санітарно – гігієнічних, соціально – економічних і лікувально – профілактичних заходів, спрямованих на запобігання нещасним випадкам, професійним захворюванням і аваріям у процесі праці.

Для здійснення вищезазначених цілей служба охорони праці повинна вирішувати такі завдання:

- забезпечувати безпеку виробничих процесів, устаткування, будівель і споруд;
- забезпечувати працюючих засобами індивідуального та колективного захисту;
- здійснювати професійну підготовку і підвищення кваліфікації працівників з питань охорони праці, вести пропаганду безпечних методів праці;
- забезпечувати оптимальні режими праці і відпочинку працюючих; вимагати професійного добору виконавців для певних видів робіт.

Підпорядковується служба охорони праці безпосередньо керівнику підприємства (власнику).

Основними функціями, що розробляє й втілює служба охорони праці, є:

1. Створення ефективної СУОП, яка б сприяла удосконаленню діяльності структурного підрозділу й кожної посадової особи.

					КРБ.АТТТ.26.0003.000.ПЗ	Лис
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Да		

2. Здійснення оперативно- методичного керівництва роботою з охорони праці.

3. Розробка разом з структурними підрозділами заходів щодо забезпечення норм безпеки, гігієни праці та виробничого середовища або їх підвищення, якщо згоди досягнуто, а також підготовка розділу «Охорона праці» у колективному договорі.

4. Розробка методики запровадження інструктажу з питань охорони праці і його проведення.

5. Забезпечення працюючих правилами, стандартами, нормами, положеннями, інструкціями та іншими нормативними актами.

6. Проведення паспортізації цехів, діляниць, робочих місць щодо відповідальності їх вимогам охорони праці.

7. Здійснення оперативного та потокового контролю за станом охорони праці підприємства.

8. Розслідування, облік, аналіз нещасних випадків, професійних захворювань і аварій, а також розрахунок заподіяної шкоди від цих подій.

9. Доля в підготовці та складанні статичних звітів підприємства з питань охорони праці.

10. Розробка перспективних та поточних планів роботи підприємства щодо створення безпечних та нешкідливих умов праці.

11. Планування та контроль витрат коштів на охорону праці з фрнду охорони праці.

12. Пропаганда та агітація безпечних та нешкідливих умов праці шляхом проведення консультації, конкурсів, бесід, лекцій, наочної агітації та роботи методичного кабінету та кабінету з питань охорони праці.

13. Організація навчання, підвищення кваліфікації та перевірки знань з питань охорони праці посадових осіб.

14. Доля в роботі комісії з питань охорони праці підприємства та допомога в опрацюванні необхідних матеріалів та реалізації її рекомендацій.

					КРБ.АТТТ.26.0003.000.ПЗ	Лис
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Да		

15. Доля в комісіях по введенню в дію цехів, дільниць, нового устаткування або після його капітального ремонту.

16. Забезпечення працюючих колективними та індивідуальними засобами захисту від шкідливих та небезпечних факторів виробництва, лікувально – профілактичним харчуванням, миючими засобами, санітарно – побутовими приміщеннями, надання передбачених законодавством пільг і компенсацій, пов'язаних із важкими й шкідливими умовами праці.

17. Контроль за додержанням вимог трудового законодавства щодо використання праці неповнолітніх, інвалідів та жінок, проходження попередніх, періодичних, щорічних обов'язкових та інших передбачених відповідними документами медичних оглядів працівниками підприємства.

18. Контроль за дотриманням чинного законодавства, міжгалузевих, галузевих та інших нормативних актів, виконання посадових інструкцій, проведення інструктажів на робочому місці, виконання приписів органів державного нагляду, наказів, розпоряджень, а також заходів до усунення причин нещасних випадків і аварій, які зазначені в актах розслідувань.

19. Контроль за відповідністю нормативним актом про охорону праці машин, механізмів, устаткування транспортних засобів, технологічних процесів, засобів щодо аварійного колективного та індивідуального захисту працюючих, наявність технологічної документації на робочих місцях.

4.3 Стан умов праці при виконанні робіт по відновленню ресурсів колінчастих валів

Технологічний процес відновлення колінчастих валів включає ряд несприятливих умов для виконавців робіт, на верстатах шліфувальної групи електробезпеки, шуму та пожежобезпеки.

На робочих місцях зварювання і наплавки присутні такі шкідливі фактори, як ультрафіолетове випромінювання, виділення шкідливих речовин в процесі горіння, надмірне виділення теплоти.

					КРБ.АТТТ.26.0003.000.ПЗ	Лис
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Да		

На робочих місцях шліфування має наявність підвищеного вмісту абразивної суміші в повітрі, та підвищений шум при роботі на верстаті.

При роботі на токарних верстатах обов'язкова присутність підвищеного шуму, небезпека отримати травму від обертальних частин устаткування, а також можливість травмування стружкою при точінні.

Небезпека травмування при роботі з піднімально 0 транспортними механізмами.

При відновленні ресурсу колінчасті вали подаються на робоче місце для відновлення кран – балкою.

Для устаткування кран – балкою допускаються працівники, які спеціально підготовлені та навчені правилами безпечної експлуатації піднімально – транспортних механізмів.

4.4 Охорона праці та техніка безпеки на механічній дільниці

Вантажно – розвантажувальні роботи необхідно виконувати під керівництвом відповідальної особи, що призначається адміністрацією підприємства. Ця особа перевіряє справність вантажопідіймальних механізмів, такелажу, пристосувань та іншого інвентаря, інструктує робітників, пояснюючи їм їх обов'язки, послідовність виконання операцій та значення застосування при цьому сигналів. Вантажно – розвантажувальні роботи слід виконувати із застосуванням засобів малої механізації (візки, лебідки, вагонетки) та за допомогою підіймально – транспортного обладнання. Проведенню цих робіт попередньо вимагає складання технологічних карт і проектів виконання робіт. На місці виконання робіт вивішуються знаки безпеки. Для штучних вантажів застосовуються піддони, контейнери, пакетоформувальні засоби, а для сипучих – пневмотранспорт, що виключає забруднення повітря. При виникненні небезпечної ситуації особа, відповідальна за проведення робіт повинна вжити запобіжних заходів або припинити їх.

					КРБ.АТТТ.26.0003.000.ПЗ	Лис
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Да		

Майданчики, де проводяться вантажно – розвантажувальні роботи повинні мати рівне та тверде покриття або твердий ґрунт, мати ухил не більше 5°, а також природне і штучне освітлення.

До робіт з вантажопідіймальними пристроями допускаються особи не молодші 18 років, які пройшли медичний огляд і спеціальне навчання, склали іспит кваліфікаційній комісії й одержали посвідчення.

До робочого місця пред'являються наступні вимоги:

- очистити робоче місце від зайвих деталей і інструментів;
- перевірити справність і готовність устаткування й допоміжних пристосувань;
- перед початком роботи слюсар забор'язаний упорядкувати спецодяг;
- після закінчення роботи інструмент і устаткування упорядковують, протирають ящики, гнізда, полки і стилажі.

Убирають і чистять робоче місце щодня. Про всі помилки, несправності, виявлені у процесі роботи, повідомляється керівникові виробничої ділянки або його заступникові.

Рубання і різання металу ручним інструментом можна виконувати тільки при фіксованому положенні виробів деталей або заготовок застосовуючи для цього лебідки, затискачі для тонкого листового металу, а також плити й ковалда для товстого й смугового металу.

Різальний інструмент вибирають відповідно до товщини оброблюваного металу. Більше ефективна різка металу механічними ножівками, гильотинними ножицями. Безпека роботи такими пристосуваннями обумовлюється загальними вимогами охорони праці для верстатного встаткування.

Робота з ручного обпилювання металів не є важкою або небезпечною, але використання напильників без ручок, з гострими хвоставиками може привести до поранення рук. Не можна здувати металеву стружку з оброблюваної поверхні або площини напилка. Їх необхідно змити щіткою.

					КРБ.АТТТ.26.0003.000.ПЗ	Лис
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Да		

Робітник, що користується пневматичним інструментом, не має право його самостійно регулювати або виправляти. Небезпечними і забороненими є вставка або виймання робочого пневматичного інструмента.

Пневматичний інструмент необхідно змазувати 2...3 рази в зміну. Нові інструменти наприкінці зміни варто промити – ті частини, що рухаються.

4.5 Протипожежна профілактика на механічній ділянці

Основними причинами збудження пожеж на ділянці є:

- порушення правил експлуатації електрообладнання;
- порушення правил пожежної безпеки при зварювальних роботах;
- самозагорання промаслених обтиральних матеріалів;
- статична й атмосферна дія електрики;
- необережне поводження з вогнем.

На підприємствах застосовують автоматичні стаціонарні установки пожегогасіння, які складаються з постійно встановлених апаратів, де зберігається вогнегасна речовина, і пристроїв, пов'язаних з системою трубопроводів, подання вогнегасних речовин до об'єкта.

Автоматичні установки поділяються на порошкові, газові, пінні та рідинні і класифікуються в залежності від використання засобу гасіння: водяні (водохімічні), парові, пінні, газові, порошкові й комбіновані. Вибір тієї чи іншої установки здійснюється відповідно до особливостей технологічного процесу й техніко – економічного обґрунтування.

Перелік об'єктів, які повинні бути обладнані автоматичними установками пожегогасіння ДСТУ 12.4009-83.

					КРБ.АТТТ.26.0003.000.ПЗ	Лис
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Да		

4 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

Розрахунок витрат на заходи, що пропонуються в дипломній роботі проведемо розрахунок вартості нововведень, що пропонується задля удосконалення роботи автотранспортного підприємства,[15].

До витрат, які відносяться на собівартість впровадження відносяться:

- витрати на підготовчі (дослідні – конструкторські) роботи ($B_{\text{підг}}$);
- матеріальні витрати (M_a), в тому числі: витрати на придбання спеціального обладнання, верстатів, оснащення яке необхідне для впровадження запропонованих заходів;
- витрати на оплату праці робітників, що здійснюють монтаж, спорудження, налагодження ($З_{\text{осн}}$);
- відрахування до фондів обов'язкового соціального страхування ($B_{\text{зв}}$);
- адміністративні витрати ($B_{\text{адм}}$);
- витрати на придбання, або створення програмного продукту ($C_{\text{пп}}$), за умови що експлуатація системи здійснюється за допомогою спеціального програмного забезпечення;
- витрати на ведення системи в експлуатацію ($H_{\text{експ}}$).

Розрахунок витрат на підготовчі (дослідно-конструкторські) роботи

Витрати на підготовчі (дослідно-конструкторські) роботи включають:

- матеріальні витрати пов'язані з вибором та обґрунтуванням кількості і якості необхідного обладнання та ін.;
- оплата праці розробників з відрахуваннями до фондів соціального страхування;
- експериментально виробничі витрати та витрати на випробування;
- накладні витрати (експлуатація та амортизація основних фондів, які використовуються проведенні дослідів та іспитів, адміністративні витрати, оплата додаткових послуг та інформації).

					КРБ.АТТТ.26.0003.000.ПЗ	Лис
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Да		

Вищеназвані матеріальні витрати є важко обчислюваними. Всі ці витрати, як правило розраховуються за допомогою коефіцієнта, що встановлюється у відношенні до витрат на оплату праці розробників. За такою же методикою доцільно обраховувати і витрати накладні та експериментально-виробничі. Загальний коефіцієнт (k) таких витрат може бути від 1 до 2, що відповідає середнім показникам по Україні.

$$B_{\text{ндог}} = Z_{\text{кон}} + Z_{\text{кон}} \cdot k, \quad (5.1)$$

де: $Z_{\text{кон}}$ – заробітна плата розробників з відрахуваннями до фондів соціального страхування;

k – Коефіцієнт непрямих витрат, $k=1,2$

Заробітну плату розробників з відрахуванням до фондів соціального страхування розраховується за формулою:

$$Z_{\text{кон}} = t_{\text{роз}} \cdot Ч \cdot Z_{\text{тар}} + Z_{\text{доод}} + B_{\text{соц}}, \quad (5.2)$$

де: $t_{\text{роз}}$ – витрати робочого часу на розробку інженерного рішення, щодо нововведень (в місяцях), $t_{\text{роз}}=1$ міс.;

$Ч$ – кількість розробників відповідної професії і кваліфікації, $Ч=2$ чол.;

$Z_{\text{тар}}$ – основний тарифний фонд заробітної плати розробника (грн./міс.) за даними підприємства, $Z_{\text{тар}}=12500$ грн.;

$Z_{\text{доод}}$ – розмір додаткової заробітної плати, згідно розмірів, що діють на досліджуваному підприємстві, $Z_{\text{доод}}=20\%$

$$Z_{\text{доод}} = \frac{(t_{\text{роз}} \cdot Ч \cdot Z_{\text{тар}}) \cdot n_{\text{доод}}}{100}, \quad (5.3)$$

де: $n_{\text{доод}}$ – розмір додаткової заробітної плати у відсотках, $n_{\text{доод}}=20\%$;

$B_{\text{соц}}$ – відрахування до фондів загальнодержавного соціального

					КРБ.АТТТ.26.0003.000.ПЗ	Лис
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Да		

страхування.

$$З_{\text{дод}} = \frac{(1 \cdot 2 \cdot 12500) \cdot 20}{100} = 5000 \text{ грн.},$$

$$З_{\text{кон}} = 1 \cdot 2 \cdot 12500 + 5000 = 30000 \text{ грн.},$$

$$B_{\text{соц}} = З_{\text{кон}} \cdot \frac{H_{\text{соц}}}{100}, \quad (5.4)$$

де: $H_{\text{соц}}$ – сумарний норматив відрахувань у фонди соціального страхування.

$$B_{\text{соц}} = 30000 \cdot \frac{39}{100} = 11700 \text{ грн}$$

Загалом витрати з урахуванням відрахувань

$$З_{\text{кон}} = 30000 + 11700 = 41700 \text{ грн.},$$

Підставляючи дані в формулу 8.1 отримаємо:

$$B_{\text{підг}} = 41700 + 11700 + 41700 \cdot 1,2 = 103440 \text{ грн}$$

Розрахунок матеріальних витрат на впровадження розроблених заходів.

Матеріальні витрати на запропоновані заходи (M_B)

Таблиця 5.1

Найменування обладнання	Ціна, грн.
Стенд для розбирання – складання двигунів	52900
Копіюєшліфувальний верстаті 3А433	95000
Наплавлювальний автомат АДПГ-500	72500
Разом	220400

Монтаж та налагодження обладнання провадиться фірмою - постачальником (т.з. «шефмонтаж») і вартість цієї послуги вже врахована в ціну обладнання.

					КРБ.АТТТ.26.0003.000.ПЗ	Лис
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Да		

Розрахунок загально виробничих (накладних) витрат.

Витрати на організацію виробництва, на утримання та експлуатації. Машин та обладнання називаються загально виробничими. Вони є непрямыми. Для їх розрахунку доцільно використати коефіцієнт відносно матеріальних витрат, $H_{зв}=0,25$.

$$B_{зв} = M_v \cdot H_{зв}, \quad (5.5)$$

$$B_{зв} = 220400 \cdot 0.25 = 55100 \text{ грн},$$

Розрахунок адміністративних витрат

Адміністративні витрати – це витрати, які пов’язані з управлінням і обслуговуванням виробництва.

Адміністративні витрати є також непрямыми і для їх розрахунку використовують норматив.

$$B_{адм} = \frac{M_v \cdot H_{адм}}{100}, \quad (5.6)$$

де: $H_{адм}$ – норматив адміністративних витрат, $H_{адм}=50\%$.

$$B_{адм} = \frac{220400 \cdot 50}{100} = 110200 \text{ грн},$$

Витрати на введення обладнання в експлуатацію

У відповідності до нормативних актів України до первісної вартості основних засобів включаються всі витрати, які несе підприємство на введення їх експлуатацію (витрати на пробні запуски, на доставку до місця експлуатації, навчання персоналу роботі).

Витрати на навчання персоналу роботі визначимо наступним чином:

$$H_n = T_n \cdot (B_{перс} \cdot (1 + 3_о) \cdot (1 + H_{соц})). Ч, \quad (5.7)$$

					КРБ.АТТТ.26.0003.000.ПЗ	Лис
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Да		

де: T_n – термін навчання, $T_n=10$ год.;

$B_{перс}$ – годинна ставка працівника, якого навчають, $B_{перс}=42$ грн/год.;

$Ч$ – чисельність працівників, що потребують навчання, $Ч=2$ чол.;

$З_0$ – коефіцієнт додаткової заробітної плати працівника, якого навчають.

$$H_n = 10 \cdot (42 \cdot (1 + 1,2) \cdot (1 + 0,39)) \cdot 2 = 2568,72 \text{ грн.}$$

Визначення повної вартості заходів, що впроваджуються ($B_{нов}$).

До повної собівартості відносяться всі витрати на створення, проектування та введення її в експлуатацію, обладнання, устаткування, тобто

$$B_{нов} = B_{підг} + M_{\epsilon} + B_{зв} + B_{адм} + H_n, \quad (5.8)$$

$$B_{нов} = 103440 + 220400 + 55100 + 110200 + 2568,72 = 491708,72 \text{ грн.}$$

Розрахунок собівартості запропонованих робіт

Таблиця 5.2- Річні витрати матеріалів

№ п/п	Найменування покупних матеріалів	Одиниця виміру	Необхідна кількість	Ціна за одиницю, грн.	Сума, грн.
1	Запасні частини (шестерні, підшипники, сальники та інші)	т	0,4	35000	14000
2	Обтиральні матеріали(ветошь)	кг	100	28	2800
3	Мастила	л	150	150	22500
	Всього матеріальних витрат, грн.				39300

Розрахунок річної заробітної плати ремонтників.

Розрахунок заробітної плати обслуговуючого персоналу проводиться за формулою:

					КРБ.АТТТ.26.0003.000.ПЗ	Лис
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Да		

$$Z_{рем} = (t_{рем} \cdot Ч \cdot Z_{тар}) \cdot N + Z_{дод} + B_{соц}, \quad (5.9)$$

де: $t_{рем}$ - трудомісткість робіт, $t_{рем}=22$ чол/год.;

$Ч$ - кількість робітників, що виконують дані роботи відповідної професії і кваліфікації, $Ч=3$ чол.;

$Z_{тар}$ - основний тарифний фонд заробітної плати робітника, $Z_{тар}=72$ грн/год.;

N - запланований обсяг робіт, од. (кількість ремонтних одиниць, кількість операцій) за місяць, $N=10$;

$Z_{дод}$ - розмір додаткової заробітної плати, $Z_{дод}=20\%$;

$B_{соц}$ - відрахування до фондів загальнодержавного соціального страхування, $B_{соц}=39\%$

$$Z_{рем} = (72 \cdot 10 \cdot 22 \cdot 3 + 1530 + 3580) = 75556,8 \text{ грн.}$$

Розрахунок амортизаційних відраховувань

Амортизація – це процес перенесення вартості основних фондів на вартість готової продукції частинами з метою її повного відшкодування.

Амортизацію доцільно розраховувати прямолінійним, або виробничим методом. Прямолінійний метод, коли амортизована вартість списується рівними частками встановленого терміну експлуатації:

$$A_p = \frac{B_{нов}}{T_{ек}}, \quad (5.10)$$

де: $T_{ек}$ - термін корисної експлуатації системи, $T_{ек}=15$ років

$$A_p = \frac{491708,72}{15} = 32780,5 \text{ грн.}$$

Розрахунок витрат енергії.

До витрат які будуть понесені в зв'язку з експлуатацією системи

					КРБ.АТТТ.26.0003.000.ПЗ	Лис
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Да		

(дільниці) відносяться витрати електроенергії, розмір якої розраховується за формулою:

$$E = N_e \cdot B \cdot t_e, \quad (5.11)$$

де: N_e - споживча потужність (кВт/год), $N_e=5$ кВт/год.;

B - регламентований час роботи на протязі року, $B=1820$ год.;

$t_e = 10,8$ грн/кВт -тариф на електроенергію для промислових підприємств.

$$E=5 \cdot 1820 \cdot 10.8=98280 \text{ грн.}$$

Розрахунок витрат на утримання.

До витрат на утримання технологічного обладнання відноситься зношування малоцінного і швидкозношуваного інструменту та виробничого оснащення, послуги інших підрозділів і організацій (діагностика, технічне обслуговування, інші витрати на господарські потреби, витрати на експлуатацію та утримання виробничого приміщення).

Витрати на поточний ремонт ($P_{ном}$) згідно діючих нормативних актів розраховуємо формулою:

$$P_{ном} = B_{нов} \cdot 6\%, \quad (5.12)$$

$$P_{ном} = 491708,72 \cdot 0,06 = 29502,52 \text{ грн.}$$

Таблиця 5.3 Калькуляція собівартості робіт (послуг), що впроваджено

Назва статей калькуляції	Умовне позначення	Сума, грн.
Матеріали, напівфабрикати та сировина	B_m	39300
Фонд оплати праці ремонтників з відрахуваннями до фондів соціального страхування	$Z_{рем}$	75556,8
Амортизація обладнання	A_p	32780,8
Витрати енергії	E	98280

Продовження таблиці 5.3

Витрати на поточний ремонт та утримання обладнання	$P_{пот}$	29502,52
Разом виробнича собівартість		182600,12
Адміністративні витрати 20% виробничої собівартості	$B_{адм}$	110200
Повна собівартість робіт (послуг)		292800
Економічна ефективність відновлення КВ		89402
Строк окупності		5,5років

Розрахунок річного економічного ефекту.

Економічний ефект – корисний результат, який вимірюється в даному випадку різницею між доходом впровадження заходів і грошовими витратами на її придбання та експлуатацію.

Річний економічний ефект (E_{ef}) який отримує підприємство від запропонованих нововведень на підприємстві розраховується за формулою:

$$E_{ef} = \Delta E_e - E_n \cdot K, \quad (5.13)$$

де: E_{ef} - економічна ефективність;

K – капітальні витрати – витрати на створення та впровадження в експлуатацію системи, $K = V_{пов} = 491708,72$ грн.;

E_n – коефіцієнт ефективності капітальних вкладень, на сьогодні його приймають рівним до ставок банків за кредитами для підприємств на купівлю основних фондів, $E_n = 20\%$.

Економічна ефективність – здатність приносити економічний ефект, іншими словами це економія ресурсів (в грошовому виразі) протягом року.

$$\Delta E_e = (Z_1 - Z_2), \quad (5.14)$$

Z_1 – витрати до впровадження;

Z_2 – витрати після впровадження.

Згідно даних підприємства затрати на обслуговування агрегатів автомобілів до впровадження дільниці $Z_1 = 270732,74$ грн.

Затрати після створення дільниці за рахунок економії часу на виконання робіт $Z_2 = 82989$ грн.

$$\Delta E_e = (270732,74 - 82989) = 187743,74 \text{ грн.}$$

$$E_{ef} = 187743,74 - 0,20 \cdot 491708,72 = 89402 \text{ грн.}$$

					КРБ.АТТТ.26.0003.000.ПЗ	Лис
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Да		

Важливим показником, який характеризує ефективність запропонованих заходів є термін окупності капітальних вкладень.

Термін окупності – це той строк за який підприємство може відшкодувати витрати на капітальні вкладення. Він визначається за формулою:

$$T_{ок} = \frac{B_{нов}}{E_{эф}}, \quad (5.15)$$

$$T_{ок} = \frac{491708,72}{89402} = 5,5 \text{ років}$$

Економічні розрахунки, виконані в рамках бакалаврської кваліфікаційної роботи, підтвердили доцільність організації ремонту двигунів із відновленням колінчастих валів на спеціалізованій дільниці, оснащений сучасним технологічним обладнанням. Впровадження запропонованих заходів дозволяє підвищити якість ремонтних робіт, скоротити витрати на придбання нових деталей та забезпечити більш раціональне використання матеріальних ресурсів підприємства.

Проведений аналіз показав, що створення та оснащення дільниці є економічно вигідним рішенням, оскільки забезпечує отримання річного економічного ефекту в розмірі 89 402 грн. Отриманий економічний результат становить близько 5 % від загальних витрат на технічне обслуговування та ремонт автомобілів, що свідчить про ефективність запропонованих технічних і організаційних рішень.

Крім того, використання сучасного обладнання сприяє підвищенню продуктивності праці ремонтного персоналу, зменшенню трудомісткості виконання операцій та покращенню умов праці. Розрахований термін окупності капіталовкладень становить 5,5 року, що є прийнятним показником для підприємств автомобільного транспорту та підтверджує економічну обґрунтованість реалізації проєкту.

					КРБ.АТТТ.26.0003.000.ПЗ	Лис
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Да		

Таким чином, впровадження ділянки з ремонту двигунів та відновлення колінчастих валів дозволяє не лише підвищити технічну готовність рухомого складу, а й забезпечує отримання стабільного економічного ефекту, що робить запропонований проєкт перспективним та доцільним для практичного впровадження.

					КРБ.АТТТ.26.0003.000.ПЗ	Лис
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Да		

ВИСНОВКИ

У процесі виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи було розроблено технологію ремонту колінчастого вала двигуна автомобілів категорії М1 із відновленням його експлуатаційного ресурсу. Проведені дослідження та виконані розрахунки дали змогу сформулювати такі висновки:

Актуальність теми підтверджується значною поширеністю автомобілів категорії М1 у сфері особистих та службових перевезень. Під час тривалої експлуатації двигуни легкових автомобілів зазнають інтенсивних навантажень, що призводить до зношення колінчастого вала. Несправності цього вузла негативно впливають на роботу двигуна, знижують його надійність і можуть спричинити серйозні поломки. Відновлення колінчастого вала є економічно вигідним рішенням, яке дозволяє продовжити термін служби двигуна без значних витрат на придбання нових деталей.

У роботі виконано аналіз основних причин виникнення дефектів колінчастого вала. До найбільш поширених належать зношення корінних і шатунних шийок, поява рисок та задирів, овальність поверхонь, тріщини, а також деформація вала. Встановлено, що основними причинами пошкоджень є недостатнє мащення, використання неякісної моторної оливи, перевантаження двигуна, порушення режимів експлуатації та несвоєчасне технічне обслуговування.

Було проведено порівняльний аналіз сучасних способів відновлення колінчастих валів. Розглядалися методи шліфування під ремонтний розмір, наплавлення, металізація, плазмове напилення та термічна обробка. За результатами аналізу найбільш доцільною визначено технологію відновлення із застосуванням наплавлення зношених поверхонь з

					КРБ.АТТТ.26.0003.000.ПЗ	Лис
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Да		

подальшою механічною обробкою та шліфуванням шийок до необхідних розмірів.

Розроблено технологічний процес ремонту колінчастого вала, який включає:

- очищення та мийку деталі;
- дефектацію і перевірку геометричних параметрів;
- відновлення зношених поверхонь методом наплавлення;
- механічну обробку та шліфування шийок;
- балансування колінчастого вала;
- контроль твердості та остаточну перевірку якості ремонту.

Запропонована технологія може бути реалізована в умовах ремонтних підприємств та станцій технічного обслуговування із застосуванням стандартного обладнання.

У ході роботи виконано необхідні технологічні розрахунки припусків на механічну обробку, режимів шліфування та вибору матеріалів для відновлення поверхонь. Встановлено, що використання легованих наплавлювальних матеріалів забезпечує високу зносостійкість і міцність відновлених шийок колінчастого вала, що дозволяє отримати ресурс, близький до ресурсу нової деталі.

Економічний аналіз показав ефективність запропонованої технології ремонту. Вартість відновлення колінчастого вала є значно нижчою порівняно із придбанням нового вузла, що дозволяє скоротити витрати на ремонт двигуна та підвищити економічну ефективність експлуатації автомобілів категорії М1.

Також у роботі розглянуто питання охорони праці та безпеки під час виконання ремонтних операцій. Визначено основні небезпечні фактори при проведенні наплавлювальних, шліфувальних та вимірювальних робіт. Для забезпечення безпечних умов праці запропоновано застосування засобів індивідуального захисту, ефективної вентиляції робочих місць та дотримання правил експлуатації обладнання.

					КРБ.АТТТ.26.0003.000.ПЗ	Лис
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Да		

Виконане техніко-економічне обґрунтування підтвердило доцільність впровадження розробленої технології в умовах автотранспортних підприємств, ремонтних майстерень та СТО. Результати роботи можуть бути використані для ремонту колінчастих валів різних моделей легкових автомобілів.

Отже, у результаті виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи поставлена мета була досягнута - розроблено ефективну технологію ремонту колінчастого вала двигуна автомобілів категорії М1, яка забезпечує відновлення працездатності деталі, підвищення надійності двигуна та зниження витрат на ремонт і технічне обслуговування автомобілів.

					КРБ.АТТТ.26.0003.000.ПЗ	Лис
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Да		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Методичні вказівки щодо виконання випускної кваліфікаційної роботи бакалавра зі спеціальності 274 «Автомобільний транспорт»/Укл. Головіна О.В. Кременчук, 2023. 36 с.
2. Методичні вказівки з виконання курсового проекту з дисципліни «Технічна експлуатація автомобілів» студентами денної та заочної форм навчання спеціальності 274 «Автомобілі та автомобільне господарство». / Укл. О. В. Головіна. Кременчук, 2022. 41 с.
3. Кукурудзяк Ю. Ю. Технічна експлуатація автомобілів. Організація технологічних процесів ТО і ПР : навчальний посібник / Ю. Ю. Кукурудзяк, В. В. Біліченко. Вінниця : ВНТУ, 2010. 198 с.
4. Основи технічної діагностики колісних транспортних засобів : навчальний посібник / Біліченко В. В., Крещенецький В. Л., Кукурудзяк Ю. Ю., Цимбал С. В. Вінниця : ВНТУ, 2012. 118 с.
5. Калкаманов С. А. Конспект лекцій з дисциплін «Технічна діагностика електромеханічних систем», «Діагностування рухомого складу електричного транспорту» (для студентів усіх форм навчання за напрямом підготовки 6.050702 «Електромеханіка» спеціальності "Електричний транспорт") / С. А. Калкаманов, А. В. Коваленко, В. М. Шавкун; Харк. нац. ун-т міськ. госпва ім. О. М. Бекетова Х.: ХНУМГ, 2014. 152 с.
6. Форнальчик С.Ю. Технічна експлуатація та надійність: навч. посіб.[для студ. вищ. навч. закл.] / С.Ю. Форнальчик, М.С. Олісевич -Львів Афіша, 2004. 492 с.
7. Лудченко О А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: Підручник. - К.: Знання-Прес, 2003. 511 с.,
8. <https://banga.ua/pages/gruzovie-sng/gaz/teh-documentacia-gaz/rukovodstvo-gaz-32213/gl-10-4>

					КРБ.АТТТ.26.0003.000.ПЗ	Лис
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Да		

9. Закон України «Про охорону праці» від 14.10.1992 №2694-12 (<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text>).
10. ГОСТ 12.3.002-75 “Процеси виробничі”.
11. ГОСТ 12.3.017-79 “Ремонт і технічне обслуговування автомобілів”.
12. Постанова Кабінета міністрів України N 442 від 1серпня 1992 «Про Порядок проведення атестації робочих місць за умовами праці» (<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/442-92-%D0%BF#Text>).
13. ГОСТ 12.1.005-88 «Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони».
14. Наказ міністерства внутрішніх справ України № 1417 від 30.12.2014 «Про затвердження Правил пожежної безпеки в Україні».
15. Економіка підприємства: Навч.-метод. посібник. / М.В.Афанасьєв, О.Б. Плоа: Харківський економічний університет, Х.: ВД “Інжек”, 2007. 320 с.
16. ДСТУ 3321:2003. Система конструкторської документації. - К.: Держспоживстандарт України, 2005.
17. О.М. Коробочка, О.Г. Чернета, Р.Г. Волощук / Технологічне обладнання для ремонту автомобілів / Навчальний посібник / - Кам'янське: ДДТУ, 2017. 215 с.
18. С.Г.Бондаренко /Основи технології машинобудування/ Навчальний посібник/ Магнолія 2006, 2024. 550 с.
19. . Відновлення автомобільних деталей: Технологія й устаткування: Посіб. Для вузів/ В.Е. Канарчук, А.Д. Чигринец, О.Л. Шарпак, П.М. Шоцкий. М.: Транспорт, 1995. 303с:іл.
20. Гольд Б.В. Констрування й розрахунок автомобілів. М.: Машгиз, 1962.
21. ДержавтотрансНДІпроект Мінтрансу України. Положення про технічне обслуговування й ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту. Київ, 1998.

					КРБ.АТТТ.26.0003.000.ПЗ	Лис
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Да		

22. Правила охорони праці на автомобільному транспорті. Державний нормативний акт про охорону праці. К.: Основа, 1997. 328с.
23. Технологія ремонту автомобілей. К.: Вища шкала.

					КРБ.АТТТ.26.0003.000.ПЗ	Лис
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Да		