

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

Пояснювальна записка

ДО ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ

бакалавра

Освітньо-кваліфікаційний рівень

Галузь знань **13 Механічна інженерія**

Шифр і назва галузі знань

Напрямок підготовки (спеціальність): **132 «Матеріалознавство,
Відновлення та технічний сервіс автомобілів»**

Шифр і назва напрямку підготовки (спеціальності)

на тему: **«Відновлення розподільного валу двигуна MZR Z6
автомобіля Mazda із зміцненням поверхні кулачків шляхом
вигладжування»**

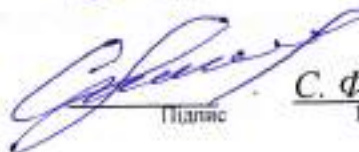
Шифр **ДРМТВАТАМ 23. 20102.000 ПЗ**

Виконав: студент 3-го курсу,
група МТВАс-20-2


Підпис

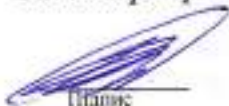
В. Р. Петровський
Ініціали, прізвище

Керівник к.т.н., доц. каф ТАМ.


Підпис

С. Ф. Посонський
Ініціали, прізвище

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


Підпис

О. В. Духа
Ініціали, прізвище

9 06 2023 р.

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії, транспорту та архітектури

Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства

Освітній рівень бакалавр

Спеціальність 132 «Матеріалознавство».

Спеціалізація «Відновлення та технічний сервіс автомобілів»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТАМ


Диха О.В.
06 березня 2023 року

ЗАВДАННЯ

НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Петровському Володимиру Руслановичу

Прізвище, ім'я, по батькові

1. Тема роботи: *Відновлення розподільного валу двигуна MZR Z6 автомобіля Mazda із зміцненням поверхні кулачків шляхом вигладжування.*

керівник роботи: Посонський Сергій Феліксович, доцент каф. ТАМ.

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

Затверджено наказом університету від 1.03.2023 р. № 5 (Д 14)

2. Строк подання студентом проекту (роботи) на кафедру 17.06.2023 р.

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

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

1) Аналіз конструкції та умов роботи газорозподільного механізму двигуна mZR z6.

2) Аналіз сучасних методів відновлення та зміцнення чавунних розподільних валів.

3) Дослідження процесу оздоблювально-зміцнювальної обробки кулачкових валів.

4) Технологічний процес ремонту та відновлення розподільного валу двигуна MZR Z6 автомобіля MAZDA 3.

5. Розробка конструкції пристосування для обробно-зміцнювальної обробки кулачків розподільного валу

5. Перелік графічного матеріалу (презентація):

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

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

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

7. Дата видачі завдання 06 березня 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Аналіз конструкції та умов роботи газорозподільного механізму двигуна m3r z6.	27.03.2023	вик
2	Аналіз сучасних методів відновлення та зміцнення чавунних розподільних валів	4.04.2023	вик
3	Дослідження процесу оздоблювально-зміцнювальної обробки кулачкових валів	01.05.2023	вик
4	Технологічний процес ремонту та відновлення розподільного валу двигуна MZR Z6 автомобіля MAZDA 3	18.05.2023	вик
5	Розробка конструкції пристосування для обробно-зміцнювальної обробки кулачків розподільного валу	25.05.2023	вик
6	Оформлення роботи	10.06.2023	вик
7	Захист роботи	17.06.2023	

Студент


Підпис

Петровський В.Р.
Ініціали, прізвище

Керівник роботи


Підпис

Посонський С. Ф.
Ініціали, прізвище

РЕФЕРАТ

Студент гр. МТВАс-20-2 Петровський В.Р.

Структура та обсяг пояснювальної записки. Дипломна робота на тему «Відновлення розподільного валу двигуна MZR Z6 автомобіля Mazda із зміцненням поверхні кулачків шляхом вигладжування» складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел, який налічує 22 найменувань, розміщених на 2 сторінках, та 3 додатків розміщених на 21 сторінках. Роботу викладено на 64 сторінках, з них 56 сторінок основного тексту, на яких розміщено 23 рисунки і 5 таблиць.

При відновленні зношених чавунних деталей автомобілів широко застосовується відновлення зварювання та наплавлення. Однак наплавлення чавуну має свої нюанси, і технологічні труднощі, внаслідок появи тендітного наплавленого шару, схильного до появи тріщин. До таких деталей відноситься розподільчий вал двигуна внутрішнього згоряння (ДВЗ) автомобіля «Mazda 3».

Зазвичай фінішною операцією після відновлення шліфування, полірування або вигладжування в залежності від одержання необхідних характеристик поверхні.

Метою даної роботи є розробка технологічного процесу відновлення розподільного валу двигуна MZR Z6 автомобіля Mazda із зміцненням поверхні кулачків шляхом вигладжування.




Завдання роботи:

- 1) Виконати аналіз конструкції та умов роботи газорозподільного механізму двигуна MZR Z6.
- 2) Виконати аналіз пошкоджень газорозподільного валу двигуна та запропонувати методи діагностики і ремонту.
- 3) Виконати аналіз сучасних методів відновлення та зміцнення деталей типу вал, кулачок.
- 4) Вибрати технологічне обладнання, технологічне оснащення та інструменти, розрахувати режими обробки для відновлення валу.
- 5) Розробити пристосування для вигладжування кулачків розподільного валу після наплавлення.

Перелік ключових слів: ДВИГУН MZR Z6, ГАЗОРОЗПОДІЛЬНИЙ ВАЛ, КУЛАЧОК, НАПЛАВЛЕННЯ, ВИГЛАДЖУВАННЯ.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ ТА УМОВ РОБОТИ ГАЗОРОЗПОДІЛЬНОГО МЕХАНІЗМУ ДВИГУНА MZR Z6.	7
1.1 Двигун MZR Z6 автомобіля Mazda.	7
1.2 Газорозподільний механізм двигуна внутрішнього згоряння.	11
1.2.1 Призначення, конструкція та принцип роботи ГРМ.	11
1.2.2 Газорозподільний механізм двигуна MZR Z6 Mazda 3.	20
1.3 Діагностика і ремонт ГРМ двигуна MZR Z6.	24
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ ВІДНОВЛЕННЯ ТА ЗМІЦНЕННЯ ЧАВУННИХ РОЗПОДІЛЬНИХ ВАЛІВ.	32
2.1 Основні види наплавлення розподільних валів.	32
2.2 Термічна та механічна обробка розподільних валів після наплавлення.	36
2.3 Аналіз сучасних методів зміцнення розподільчих валів.	37
РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ОЗДОБЛЮВАЛЬНО- ЗМІЦНЮВАЛЬНОЇ ОБРОБКИ КУЛАЧКОВИХ ВАЛІВ.	41
3.1 Перший спосіб реалізації вигладжування кулачкових валів.	41
3.2 Другий спосіб реалізації вигладжування кулачкових валів.	42
3.3 Третій спосіб реалізації вигладжування кулачкових валів.	42
Четвертий спосіб реалізації вигладжування кулачкових валів.	46
РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС РЕМОНТУ ТА ВІДНОВЛЕННЯ РОЗПОДІЛЬНОГО ВАЛУ ДВИГУНА MZR Z6 АВТОМОБІЛЯ MAZDA 3	50
4.1 Технологічний маршрут технологічного процесу.	50
4.2 Вибір засобів технологічного оснащення.	50
4.3 Проектування технологічних операцій.	51
4.3.1. Розрахунок режимів обробки.	51
4.3.2 Розрахунок норм часу.	52
РОЗДІЛ 5. РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ПРИСТОСУВАННЯ ДЛЯ ОБРОБНО-ЗМІЦНЮВАЛЬНОЇ ОБРОБКИ КУЛАЧКІВ РОЗПОДІЛЬНОГО ВАЛУ.	54
5.1 Технічне завдання розробку пристосування для вигладжування та опис його конструкції.	54
5.2 Принцип роботи пристосування для вигладжування.	58
5.3 Конструкторські розрахунки.	59
ВИСНОВКИ	61
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	62
ДОДАТКИ	64

ДРМТВАТАМ 23.20102.000. ПЗ				
Зм	Арк	№ Докум.	Підпис	Дата
Виконав		Петровський		
Перевір.		Посонський		
Н.контр.		Бабак		
Затвер.		Диха		
Відновлення розподільного валу двигуна MZR Z6 автомобіля Mazda із зміцненням поверхні кулачків шляхом вигладжування			Літера	Аркуш
			Аркушів	Аркушів
			4	64
МТВАс-20-2				

ВСТУП

Одним із основних питань ремонтного виробництва є відновлення зношених деталей. При цьому важливою умовою є їх відновлення до рівня нових за відносно невисокої собівартості. При відновленні деталей необхідно керуватися найсучаснішими технологіями у світі, що застосовуються у технології відновлення та ремонту деталей.

При відновленні зношених чавунних деталей автомобілів широко застосовується відновлення зварювання та наплавлення. Однак наплавлення чавуну має свої нюанси, і технологічні труднощі, внаслідок появи тендітного наплавленого шару, схильного до появи тріщин. До таких деталей відноситься розподільний вал двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ) автомобіля «Mazda 3». Відомо де кілька методів відновлення розподільчих валів, в залежності від матеріалу вала, типу пошкоджених поверхонь та конструктивних особливостей.

При незначному зносі кулачків їх шліфують до відновлення профілю, але на глибину не більше 0,5 мм. Кулачки з великим зносом, ексцентрик, посадкові поверхні, а також зношене різьблення відновлюють нарощуванням металу, потім обробляють під номінальні розміри. Часто застосовують плазмове наплавлення при відновленні відповідальних деталей, (гладких валів та деталей зі складним профілем) із місцевим зносом. Спосіб найбільш ефективний при відновленні поверхонь площею 5...50 мм і величиною зносу 0,1...1,0 мм, при цьому витрата порошків невелика, глибина термічного впливу зазвичай не перевищує 0,5...0,6 мм, а деформації деталі відсутні [1]. За допомогою лазерного наплавлення відновлюють, наприклад, кулачки розподільних валів, поверхні ротора турбокомпресора, осі фільтрів тонкого очищення масла, фаски клапанів.

Застосування невстановлених ремонтних розмірів допускається лише як виняток. Способом ремонтних розмірів відновлюються циліндри двигунів,

					ДРМТВАТАМ 23.20102.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

колінчасті та розподільні вали, штовхачі, клапани, шворні, гальмівні барабани та інші деталі. Цей спосіб широко застосовується для відновлення різьбових пар, коли пошкоджене різьблення розсвердлюють і нарізають нове різьблення найближчого розміру. Цим способом відновлюють корінні та шатунні шийки колінчастих валів, опорні шийки розподільчих валів, гільзи циліндрів та багато інших деталей. До переваг цього способу відновлення деталей слід віднести простоту технологічного процесу і устаткування, що застосовується, високу економічну ефективність, збереження взаємозамінності.

Кожен метод відновлення має свої переваги та недоліки, але слід відмітити, що кінцевим результатом відновленої поверхні має бути забезпечення геометрії робочих поверхонь та характеристик, що не поступаються новим. Зазвичай фінішною операцією після відновлення шліфування, полірування або вигладжування в залежності від одержання необхідних характеристик поверхні.

Метою даної роботи є розробка технологічного процесу відновлення розподільчого валу двигуна MZR Z6 автомобіля Mazda із зміцненням поверхні кулачків шляхом вигладжування.

Завдання роботи:

- 1) Виконати аналіз конструкції та умов роботи газорозподільного механізму двигуна MZR Z6.
- 2) Виконати аналіз пошкоджень газорозподільного валу двигуна та запропонувати методи діагностики і ремонту.
- 3) Виконати аналіз сучасних методів відновлення та зміцнення деталей типу вал, кулачок.
- 4) Вибрати технологічне обладнання, технологічне оснащення та інструменти, розрахувати режими обробки для відновлення валу ГРМ.
- 5) Розробити пристосування для вигладжування кулачків розподільчого валу після наплавлення.

					ДРМТВАТАМ 23.20102.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ ТА УМОВ РОБОТИ ГАЗОРОЗПОДІЛЬНОГО МЕХАНІЗМУ ДВИГУНА MZR Z6.

1.1 Двигун MZR Z6 автомобіля Mazda.

У 2003 році з'явилося перше покоління Mazda 3. Цей автомобіль сподобався автолюбителям практично відразу. Новий дизайн, що прийшов на зміну зовнішньому вигляду, популярним у цьому кінці 90-х 323 і 626 виявився до душі багатьом. І дійсно, на той момент третя серія здавалася однією з найпривабливіших моделей у малому середньому класі (тоді просто середньому). Її симпатична морда та спортивний лаконічний силует вигідно виділявся серед Фокусів, Альмерів, Лансерів, Меганов того часу. Але не лише зовнішнім виглядом «тройчатка» завойовує таку популярність. Ці автомобілі набули репутації надійних, технологічних, невибагливих. Цей список можна продовжувати, але зараз нас буде цікавити конкретний вузол цієї машини - двигун Mazda 3. У лінійці силових агрегатів цієї моделі чимало варіантів, що говорить, до речі, про загальну затребуваність автомобіля широкою аудиторією та великою роботою, виконаною інженерами компанії для того, щоб задовольнити ці потреби. Для різних країн призначалися різні моделі двигунів залежно, мабуть, від попиту та можливостей обслуговування, в Україні найбільш відомі бензинові четвірки об'ємом від 1.6 до 2.3 літра, хоча зустрічаються й інші, але це переважно або японці або американці, проте зустрічаються дизельні агрегати, призначені для ринку Європи, та, рідше, азіати. Усі вони досить рідкісні.

Двигун Mazda 3 1.6 MZR Z6 став наймасовішим на цьому автомобілі. Він встановлювався на цю модель з 2003 по 2013 рік, тобто на машини першого (BK) та другого (BL) поколінь. Конструктивно є рядною четвіркою з двома розподільними валами у верхньому розташуванні та шістнадцятиклапанною ГБЦ [2]. Розташований поперечно у підкапотному

					ДРМТВАТАМ 23.20102.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

просторі. Таке рішення є найпоширенішим на автомобілях цього класу на сьогоднішній день. Близьким родичем MZR Z є силовий агрегат Duratec від Ford Focus 2. Двигун має чавунний блок циліндрів, алюмінієву голову. Система змащення комбінована - розбризкування та під тиском. Охолодження водяне.

У кращих традиціях Mazda даний двигун торкнулися і сучасні на той момент технології такі як система зміни фаз газорозподілу (вони називають її S-VT), довжина впускного колектора, що змінюється, і система рециркуляції відпрацьованих газів EGR. Їх застосування дозволило значно підвищити економічність та зменшити кількість шкідливих викидів цього двигуна. Зазвичай у таких випадках зростає ще й потужність, як, наприклад, у корейців у двигунах Gamma і Theta, але власники Mazda 3 цього не відчули. Автомобіль з таким двигуном може похвалитися потужністю лише 105 л. с. і 145 Нм крутного моменту [2], що дуже скромно серед конкурентів, враховуючи хорошу керованість і спортивний зовнішній вигляд «троячки».

Нова модель позиціонувала себе як постійний змінник Mazda Familia. Через 5 років виробник представив друге покоління машини. Новинка постійно доопрацьовувалась і вдосконалювалася, так у 2011 році на Женевському автосалоні перед світовою публікою постала рестайлінг версія другої генерації. А вже за два роки у незвичному для дебюту автомобілів місці – в Австралії – офіційно анонсували старт виробництва третьої за рахунком версії Mazda 3.

Автомобіль набув широкого поширення по всьому світу. Почасти це пов'язано з тим, що транспортні засоби гольф-класу найбільше затребувані серед автолюбителів у Європі. Mazda 3 високо цінують за універсальність, ходові якості та динамічні характеристики. Уподобала модель і вітчизняний водій. Все-таки японські машини, перш за все, це висока якість складання та надійність. Лише за 10 років виробництва моделі було реалізовано понад 4

					ДРМТВАТАМ 23.20102.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

мільйони екземплярів авто, що стало своєрідним рекордом компанії. Значний внесок у популяризацію авто роблять ресурсомісткі японські двигуни.

Двигун Mazda 3 нового, третього покоління автомобіля в Україні є бензиновим агрегатом робочим об'ємом 1.5, 1.6 або 2.0 літра. При цьому в Європі є ще й дизельні варіанти, а в Японії пропонують цю машину загалом із гібридною силовою установкою.

Базовий двигун Mazda 3 1.6, це добре знайомий по колишньому поколінню автомобіля бензиновий 16-клапанний агрегат робочим об'ємом 1,6 літра або 1598 кубічних сантиметрів. Це 4-циліндровий мотор із клапанним механізмом із двома розподільними валами DOHC (рис. 1.1). У приводі ГРМ використовується ремінь. Потужність двигуна складає 104 л.с. (77 кВт) при 6000 оборотах за хвилину. Максимальний крутний момент становить 144 Нм при 4000 обертах за хвилину. Повні технічні характеристики двигуна наведено в таблиці 1.1 [2]. Як паливо використовується бензин марки АІ-95. Двигун повністю відповідає екологічному класу Євро 4. Зазвичай, двигун 1.6 поєднується або з 5-ступінчастою механікою, або з 4-діапазонним автоматом.

Що стосується динаміки розгону авто з цим двигуном, то тут, власне, нічого цікавого немає. Автомобіль чисто міський та двигун налаштований так само. Як і у рідного брата Фокусу приємні відчуття від розгону закінчуються одразу після виїзду на трасу. Якщо у міському потоці перебудови із прискореннями ще можна практикувати, то на швидкості понад 80 все потрібно прораховувати заздалегідь. Навіть при спробі продавити підлогу машини в районі педалі газу наскрізь відчутти адекватну чуйність не вдасться. Те саме стосується і завантаження авто. Якщо в салоні більше двох осіб, а в багажнику більш менш істотна поклажа від динаміки залишаються тільки натяки, хоча, треба визнати, відчуття впевненості за кермом присутні, чи завдяки налаштуванням підвіски, чи важкому інформативному керму, чи непоганій шумоізоляції, а , швидше за все, усьому разом.

					ДРМТВАТАМ 23.20102.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8



Рисунок 1.1 – Загальний вигляд двигуна MZR Z6

Витрата палива Mazda 3 1.6 з двигуном MZR Z6 невисокий, місто 8.5, траса 5.3, змішане 6.5. У цьому автомобілі економічність дуже залежить від манери їзди. Так як мотор 1.6 верховий, з низів відверто слабенький, то для отримання більш-менш відчутної динаміки доводиться його крутити і тут про цифри, написані в мануалі, доведеться забути, авто буде їсти набагато більше.

Загалом, двигун виявився досить вдалим, що піддається його використанню на різних моделях Mazda протягом більше 10 років. При своєчасному обслуговуванні у адекватних власників рідко завдає незручностей і вважається надійним як у автолюбителів так і ремонтників. З обслуговування вимагає заміни розхідників кожні 15 тис км, регулювання зазорів клапанів після пробігу 100 тис км та контролю стану ланцюга ГРМ. Основні проблеми пов'язані із витратою масла — наслідком залягання кілець, стукотом клапанів на холодну та гарячу, якщо вони вимагають регулювання, втратою потужності, яка зазвичай лікується чищенням дросельної заслінки.

					ДРМТВАТАМ 23.20102.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

Таблиця 1.1 – Технічні характеристики двигуна MZR Z6.

Характеристика	Значення	Характеристика	Значення
Виробник	Hiroshima Plant	Кр. момент	144 Нм
Роки випуску	2001 – т.ч.	Матеріал головки	Алюміній
Об'єм	1,6 л (1598 см ³)	Матеріал блоку	Чавун
Потужність	105 к.с.	Еко норма	Євро – 4
К-сть циліндрів	4	Витрати пального	6,5 л на 100 км
К-сть клапанів	16	К-сть масла	4,2 л
Діаметр циліндра	78 мм	Маркування масла	5W-30
К-сть клапанів	16	Ресурс	250000 км

Іноді зустрічаються автомобілі із встановленим газовим обладнанням, згодом цей тюнінг призводить до прогорання клапанів та втрати потужності. Однак двигун успішно підлягає капітальному ремонту, після якого, якщо заливати нормальне мастило і їздити не доводячи до максимальних обертів, може працювати ще десятки, а то й сотні тисяч кілометрів.

1.2 Газорозподільний механізм двигуна внутрішнього згорання.

1.2.1 Призначення, конструкція та принцип роботи ГРМ.

Більшість сучасних автотранспортних засобів, включаючи легкові автомобілі, обладнується двигунами внутрішнього згорання (ДВЗ), як правило, чотиритактними поршневіми. У такому випадку крім кривошипно-шатунного механізму (КШМ), що включає циліндропоршкову групу, конструкції двигуна передбачається установка газорозподільного механізму (ГРМ). Саме синхронна робота, взаємодія елементів КШМ та ГРМ забезпечує робочий цикл двигуна, що складається з чотирьох тактів (впуск, стиснення, робочий хід, випуск).

					ДРМТВАТАМ 23.20102.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

ГРМ використовують різні типи. Є золотникові, поршневі (із системою Найта), але вони не знайшли широкого застосування на легкових автомобілях. Найбільш поширена схема - використання клапанного механізму, його називають клапанною групою. Крім цього, у кожного ГРМ є привід, корпус (інтегрований або відокремлений), а також розподільний вал (часто система валів, хоча вже з'являються схеми, в яких розподільний вал не використовується, а клапани приводяться в дію за допомогою електромагнітного приводу або іншим способом). ДВЗ є, але поки що на серійні автомобілі не ставляться). З метою повноти картини зазначимо, що є експериментальні двигуни без ГРМ.

У процесі експлуатації ГРМ та його компоненти вимагають обслуговування (це стосується, перш за все, приводу та клапанної групи), а часом і ремонту, удосконалення (мова про розподільний вал і фази газорозподілу).

Зупинимося докладніше на класичному клапанному, з розподільним валом (валами) ГРМ чотиритактного двигуна, як конструкційному рішенні, що застосовується на більшості сучасних ДВЗ.

Ключові компоненти газорозподільного механізму, починаючи від колінчастого валу (рис. 1.2) [3]:

- привід, що забезпечує механічний зв'язок між колінчастим і сполученим розподільним валом (іноді їх кілька);
- розподільний вал (іноді ряд валів, в повній залежності від компонування ДВЗ та загальної кількості клапанів);
- клапанна група (складається з клапанів (одного або кількох впускних, а ще випускних), найчастіше спеціальних пристроїв, що забезпечують взаємодію безпосередньо з розподільним валом, прямий зв'язок між розподільним валом і групою впускних, випускних клапанів майже не застосовується, тільки через проміжні механізми);

					ДРМТВАТАМ 23.20102.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

- корпус (це та частина двигуна, де розташовуються розподільний вал (кілька валів), а також клапанна група ГРМ, компоненти інших систем, наприклад, мастила).

Крім цього, сучасні двигуни, їх ГРМ, як правило, обладнуються додатковими вузлами. Тобто, вони на одних силових агрегатах присутні, на інших немає, не є обов'язковими. Таких компонентів багато, назовемо ті, що зустрічаються практично завжди чи дуже часто. Це, перш за все, датчики положення розподільного валу (ДПРВ, вони ж датчики Холла, визначають кутове положення механізму газорозподілу, ставляться в тому випадку, якщо двигун обладнаний ЕБУ, електронним блоком управління, із сучасних моторів таких 99,9%). Крім цього, можуть встановлюватися компоненти різних систем. Наприклад, є системи, що забезпечують зміну фаз газорозподілу, інші відключають циліндри. Виділимо і пристрої, що регулюють теплові зазори клапанів, зараз це гідрокомпенсатори (іноді гідроопори), що раніше використовувалися й інші.

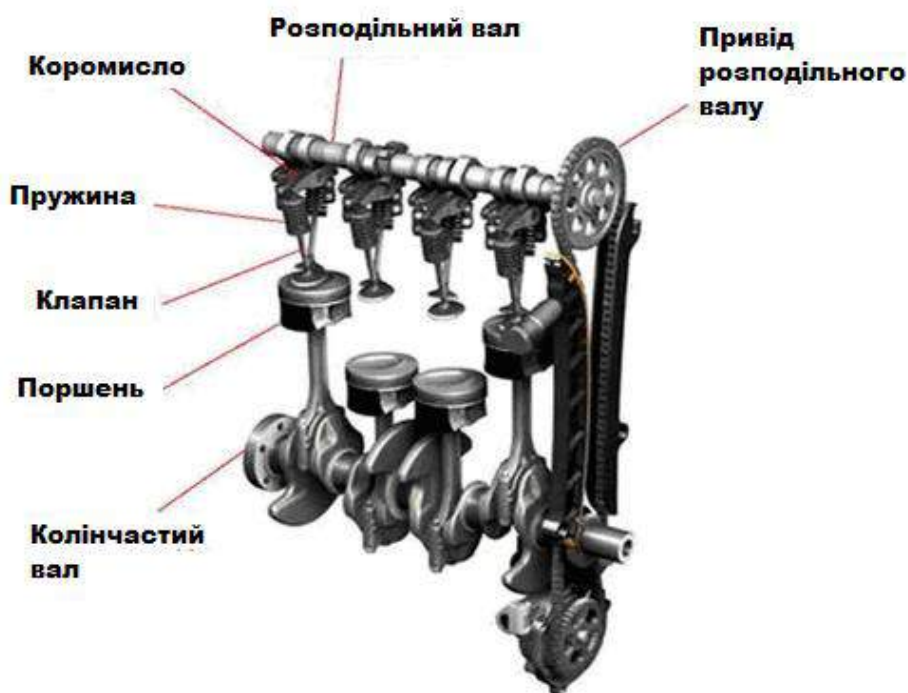


Рисунок 1.2 – Складові газорозподільного механізму

					ДРМТВАТАМ 23.20102.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Слід розуміти, що це основні варіанти, конструкційні рішення використовуються різні, навіть у рамках однієї схеми. Тобто краще розглядати кожен окремо взятий двигун окремо. Розглянемо всі компоненти окремо.

Привід ГРМ. Щоб забезпечити зв'язок між розподільчим і колінчастим валом активно використовується три основні рішення - ланцюг, ремінь, шестерня або застосовується їх комбінація. Інших варіантів поки що не придумали. Вибір приводу залежить від розміщення розподільного валу та колінчастого по відношенню один до одного, а також конструкційних особливостей самого силового агрегату.

Ланцюговий тип приводу ГРМ (рис. 1.3), виходячи з назви, включає таку деталь як ланцюг ГРМ. На розподільнику та колінчастому валі встановлюються зубчасті шестерні, їх ще звать зірочками. На них одягається ланцюг. Через те, що вона має високий ступінь інерції, її ховають під кожух, ставлять додатково заспокійники і натягувачі (їх буває кілька, автоматичні та механічні, як правило, гідронатяжники).

Принцип роботи простий, обертається колінчастий вал і зірочка на ньому, задіюється ланцюг, що забезпечує обертання зірочки розподільного валу, завдяки чому він взаємодіє з компонентами клапанної групи.

Ланцюги використовуються різні, основні види - втулкові, роликові та зубчасті (вони пластинчасті). Крім цього відмінності існують і в кількості рядів, однорядні ланцюги (у них один ряд), роликові ланцюги із загальною кількістю рядів від 2-х до 4-х, втулкові ланцюги також бувають дворядними.

Головна проблема в такій ситуації поломка допоміжних пристроїв (зірочок, натягувачів, заспокоювачів) [3] або самого ланцюга, він перескакує через один або відразу кілька зубів. У результаті порушуються існуючі фази газорозподілу, відбувається розсинхронізація роботи клапанів та поршнів, а це іноді призводить до серйозних поломок, аж до капремонту двигуна. Однорядні ланцюги мають властивість обриватися. Якщо у дворядних

					ДРМТВАТАМ 23.20102.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

ланцюгах обрив однієї гілки не призводить до критичних наслідків, то обрив (розрив) однорядного ланцюга це як мінімум несправності ГРМ та КШМ, а якщо двигун не вимкнути одразу, то капремонт двигуна. Багато залежить від специфіки самого двигуна. Обірваний ланцюг має дуже високу інерцію, у ряді двигунів вона здатна знищити половину навісного обладнання, поки водій не схаменеться.



Рисунок 1.3 – Ланцюговий привід ГРМ

Тому при кожному ТО бажано перевіряти стан ланцюгового приводу ГРМ (це, звичайно, складно, він закритий кожухом і іноді, щоб перевірити, потрібно половину двигуна розібрати). Сучасні однорядні ланцюги, навіть не китайські, а дуже відомих та шановних автовиробників на ряді двигунів мають низький ресурс у 40000 км [4, 5].

У разі виявлення поломок проводиться заміна несправних компонентів ланцюгового приводу. Якщо потрібно замінити ланцюг ГРМ, краще купувати ремкомплект, який включає всі елементи, і змінювати

					ДРМТВАТАМ 23.20102.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

одночасно все і відразу. По-перше, так можна заощадити, а по-друге, так надійніше. Капітальний ремонт двигуна вийде набагато дорожче, якщо взагалі можливо буде його відремонтувати, а часом доводиться або новий блок купувати, або сам двигун.

Ремінний привід ГРМ. Другий найпоширеніший тип приводу ГРМ – ремінний. Конструкційну схему зображено на рис. 1.4. На розподільнику та колінчастому валу є шків або зубчасті шестерні. На них натягується ремінь, що забезпечує стійкий зв'язок і передачу певного крутного моменту безпосередньо від колінчастого до розподільного валу. Обертається колінчастий вал, обертається його зірочка або шків, слідом ремінь, який і задіє зірочку або шків розподільного валу.



Рисунок 1.4 – Ремінний привід ГРМ

Тут два рішення, якщо використовується клиновий або полікліновий ремінь - передбачена установка шківів, а якщо встановлений зубчастий ремінь, використовуються зірочки, що знаходяться в зчепленні з ремнем. Відразу відзначимо, що профіль зубів значно відрізняється, це слід враховувати, коли виконується заміна ременя ГРМ [6].

Крім ременя ремінний привід ГРМ включає додаткові компоненти – ролики (два види, перші опорні, другі натяжні). Опорні відповідають за

					ДРМТВАТАМ 23.20102.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

позиціонування, простіше кажучи, розташування ременя щодо інших вузлів ГРМ і КШМ, а натяжні забезпечують необхідний рівень натягу ременя, щоб він не зіскакував з шківів або зірочки або не перескакував на кілька зубів підряд, якщо схема з зубчастим ременем.

Порушення в роботі ремінного приводу, як і у випадку з ланцюговим приводом ведуть до розсинхронізації роботи клапанів і поршнів, далі ремонт двигуна. Найбільше лихо може статися у разі розриву ременя ГРМ, коли поршні рухаються, а клапани нерухомі. Якщо в клапанах немає цековок, то вони можуть погнутися, пробити поршні або що ще гірше стінки циліндрів, пошкодивши блок, часом гне розподільний вал і трапляється безліч інших неприємностей. Усі вони багато в чому обумовлені зношеністю та ушкодженнями. Це веде до появи надривів, розривів, тріщин та високої ймовірності обриву. Крім пошкоджень та зношеності, є й інші фактори, що ведуть до деформації ременя ГРМ.

У деяких ДВЗ конструкційна схема передбачає застосування приводу ГРМ як передачі заданого крутного моменту між валами (колінчастим і розподільним) та забезпечення роботи певного навісного устаткування сполучених систем. Наприклад, класична схема коли привід ГРМ відповідає ще й за роботу помпи (водяного насоса) системи охолодження, іноді масляного насоса в системі мастила, паливного насоса, що встановлюється в паливній системі, та інших. Часто зустрічається саме схема з водяною помпою.

Шестерний привід. Шестерний привід використовується рідко, але це той випадок, коли пошкоджуватися практично нема чому. На розподільний і колінчастий вали встановлюються зубчасті шестірні (рис. 1.5), між ними розташовуються проміжні шестірні, вони забезпечують стійкий зв'язок між валами, а також надають різного додаткового обладнання. Принцип роботи як у годинниковому механізмі. Зуби однієї шестерні зачіплюються

					ДРМТВАТАМ 23.20102.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

безпосередньо з зубами іншої і змушують її обертатися і так далі по ланцюжку від шестерні колінчастого валу до шестерні розподільного валу.



Рисунок 1.5 – Шестерний привід ГРМ

Шестерний привід використовувався на початку ХХ століття. Вважався досить надійним, ламатися практично нічому у порівняно з ланцюговим і ремінним приводом. Недоліки такої схеми в концепції робочих параметрів сучасних автомобільних двигунів звели її використання нанівець. Вона все ще трапляється. Наприклад, Nissan використовують таку схему на силових агрегатах лінійки TD, Toyota, а Volkswagen донедавна використовував мотори BLJ, AXE і AXD [4]. Тобто поодинокі випадки рідкісні. У такій схемі поламатися можуть шестерні, тобто, знос і механічні пошкодження зубів, а також додаткові вузли в залежності від схеми конструкції, які гасять крутильні коливання.

Комбінований привід. Є автовиробники, які розробляють настільки хитромудрі схеми, використовуючи кілька типів приводу ГРМ одночасно, що часом розібратися важко і виникає питання навіщо і з якою метою.

					ДРМТВАТАМ 23.20102.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Є двигуни, у яких привід ГРМ складається з шестерень і ланцюга (рис. 1.6), тобто шестерня колінчастого валу працює в парі з проміжною шестернею, а вона у свою чергу за допомогою ланцюга об'єднана з шестернею розподільного валу. Подібних схем десятки, але використовуються вкрай рідко і окремих ДВЗ. Доходить до того, що використовується комбінація ременя і ланцюга, наприклад, ланцюг відповідає за зв'язок одного розподільного валу і колінчастого валу, а ремінь забезпечує зв'язок між двома розподільними валами або навпаки. Іноді встановлюється кілька ланцюгів або ременів ГРМ (два-три). Зазвичай вони дуже складні в обслуговуванні, експлуатації та ремонті. Трапляються такі мотори і у японських, і у корейських автовиробників, особливо дизельні [5].



Рисунок 1.6 – Комбінований привід ГРМ

Вибір виду передачі залежить від переваг автолюбителя (таблиця 1.2). Гумові вироби зношуються швидше за ланцюгові, але вони не створюють шуму. Хоча шумоізоляція на сучасних автомобілях висока та ланцюгову передачу також не чути. Дорожнеча заміни ланцюга призводить часом до того, що водії не дотримуються регламенту і змінюють його тільки за необхідності, чим дуже ризикують.

					ДРМТВАТАМ 23.20102.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Таблиця 1.2 – Переваги та недоліки приводів ГРМ [5].

Вид передачі	Переваги	Недоліки
Ремінна	- еластичність; - безшумність; - низька вартість.	- часті механічні пошкодження; - активна до паливно-мастильних матеріалів.
Ланцюгова	- Стійкість до дії зовнішніх факторів; - Точність встановлення фаз ГРМ; - Стійкість до динамічних перевантажень.	- Шумність; - Вартісна заміна
Шестеренна	- Довговічність; - Точність встановлення фаз ГРМ.	- Складність конструкції; - Вартісна заміна
Комбінована	- Можливість заміни одного з вузлів	- Складність конструкції; - Вартісна заміна

1.2.2 Газорозподільний механізм двигуна MZR Z6 Mazda 3.

Газорозподільний механізм (ГРМ) двигуна Mazda призначений для контролю надходження повітря в циліндри та відведення з них вихлопних газів. Будь-які порушення в роботі цього механізму призведуть як до нестабільної роботи ДВЗ, так і його заклинювання.

Механізм газорозподілу двигуна MZR Z6 складається з блоку клапанів та розподільчого валу, кожен із яких має свій привід (рис. 1.7) [2].

1. Клапани. Конструктивно клапан можна поділити на тарілку та стрижень. Цей елемент призначений для подачі в циліндр повітря (щоб у ньому могла утворитися повітряно-паливна суміш), а також для відведення вихлопних газів після детонації. Для утримання клапана у закритому стані використовується пружина, а для його відкриття встановлено привід – роликові важелі. Для кріплення пружини застосовані сухарі та тарілка.

2. Роликовий важіль. Цей елемент також називають коромислом. Однією стороною важіль кріпиться до стрижня клапана, а інший – до гідрокомпенсаторів. З'єднання важеля і розподільного валу – роликове, – для зменшення сили тертя.

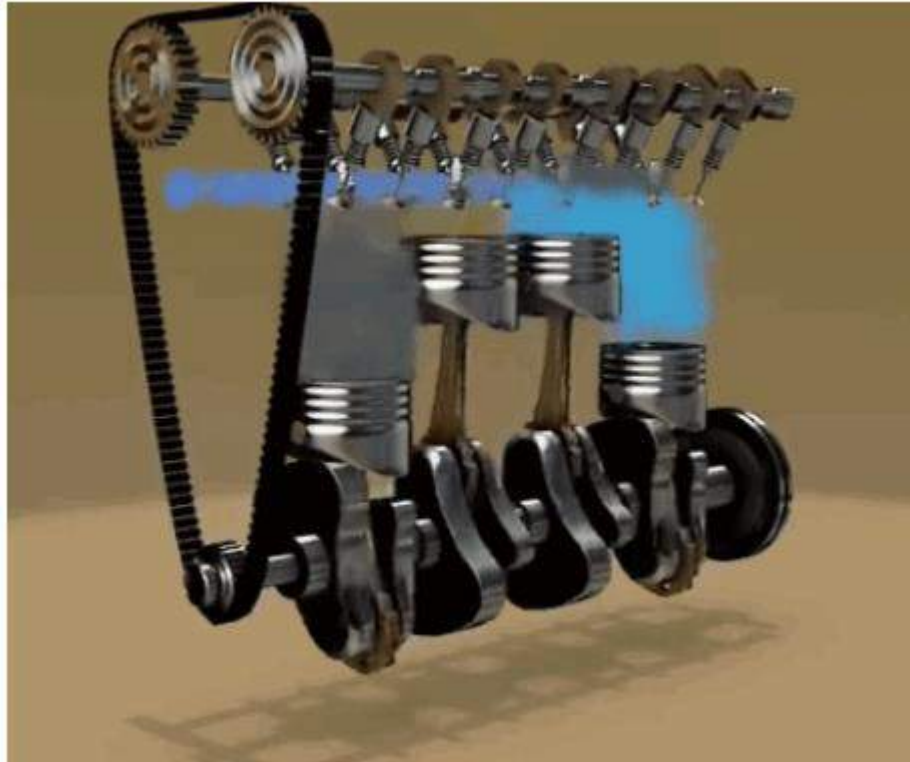


Рисунок 1.7 – Газорозподільний механізм двигуна MZR Z6

3. Гідрокомпенсатор. За допомогою цього механізму проводиться регулювання порушення теплових проміжків клапанів. Крім того, він необхідний зниження шуму від двигуна Mazda, а також забезпечення плавності його роботи. Основні елементи гідрокомпенсатора: циліндр, поршень, пружина, зворотний клапан, масляний підводний канал.

4. Розподільний вал. Розподільний вал знаходиться в ГБЦ (головці блоку циліндрів) і призначений для приведення в дію системи клапанів, забезпечуючи своєчасне їх відкриття та закриття. Його конструкція складається із стрижня (валу) та кулачків, від форми яких залежить фаза розподілу. Розташований вал на опорах, якими служать підшипники ковзання (іноді додатково до них використовують вкладиші) у так званому

					ДРМТВАТАМ 23.20102.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

ліжку, до кожного підведена магістраль для подачі олії. Щоб розподільний вал не переміщався поздовжньо, застосований упорний підшипник.

Газорозподільний механізм двигуна автомобіля MZR Z6 має два розподільні вали [2]: один розподіляє газову суміш по циліндрах (впускний розподільний вал), інший відкриває клапани для видалення відпрацьованих газів (випускний вал розподільний). Деталі механізму газорозподілу розташовуються у головці блоку циліндрів.

Розподільний вал відливається з високоміцного чавуну з вермикулярним графітом марки ЧВГ 40 ДСТУ 3925-99 [6] (механічні властивості чавуну наведені у таблиці 1.3).

Таблиця 1.3 – Механічні властивості чавуну ЧВГ 40

σ_i Н/мм ²	σ_B Н/мм	δ , %	Ударна в'язкість, a_H , кг·м/см ²	γ , г/см ²	λ , кал/(см·с·град)	НВ
700	400	1	1,1	6,8...7,4	0,087...0,09	170...230

Чавунний розподільний вал міцний і має високу зносостійкість, що важливо, оскільки обертання здійснюється в опорах ковзання, а кулачки розподільного валу знаходяться в постійному ковзному контакті з регулювальною шайбою штовхача клапанів. Висока зносостійкість валу в місцях інтенсивного тертя досягається відбілювання поверхневого шару на глибину від 0,2 мм до 1,5 мм.

Для кращої опрацювання та однозначності контакту кулачки розподільного валу крім спеціального профілю в поперечному перерізі мають невеликий скіс в осьовому напрямку у бік найближчої опори ковзання. Висота скосу $h = 0,02^{+0,015}$ мм.

Розподільний вал (рис. 1.8) має п'ять опорних шийок діаметром $24_{-0,055}^{-0,040}$ мм. Шийки розташовуються між парними кулачками та біля шківів приводу.

Шків приводу розподільного валу розміщується на крайній лівій поверхні $22_{0,029}^{0,007}$ мм. На цій поверхні виконаний паз під сегментну шпонку

					ДРМТВАТАМ 23.20102.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

R6,5 мм радіусом. В осьовому напрямку приводний шків кріпиться на розподільному валу за допомогою центрального гвинта. Для цього в лівому торці валу виконано ступінчастий отвір з різьбленням M10x1,25-6H глибиною 47^{+1} мм. З правого торця валу також виконано центровий отвір діаметром 10,6 мм зі сферичною (тороподібною) фаскою [7].



Рисунок 1.8 – Розподільні вали двигуна MZR Z6

Між парами кулачків на вільних поверхнях діаметром 22 мм виконані шийки діаметром $22_{-0,3(-0,4)}$ для базування за ними під час механічної обробки.

Основними контрольованими розмірами та параметрами деталі є:

- профіль кулачків;
- не співвісність шийок розподільного валу;
- всі осьові розміри від бази (базою є лівий торець шийки біля шківа).

Особлива увага приділяється контролю профілю при повороті $\pm 71^\circ$ (0° знаходиться у вершині кулачка). Вага готової деталі – 1,65 кг.

5. Привід розподільного валу. Для обертання розподільного валу застосований ремінний привід, який передає обертання колінчастого валу через зубчасту передачу. Ремінний привід легший за вагою і не вимагає мастила, що спрощує його використання. Єдиний недолік ременя в обмеженому ресурсі – 150 000 км. [8].

					ДРМТВАТАМ 23.20102.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

1.3 Діагностика і ремонт ГРМ двигуна MZR Z6.

Ремонт газорозподільного механізму може знадобитися у двох випадках [9]:

1. Природний знос вузлів та деталей.
2. Порушення норм експлуатації ДВЗ (невчасне ТО чи його відсутність, використання неякісного палива чи моторного масла).

Основними несправностями газорозподільного механізму є порушення теплових зазорів клапанів; витягування зубчастого ременя, зношування зубчастих шківів; ослаблення кріплень кришок підшипників розподільчого валу, нещільне закриття клапанів через зношування їх головок та сідел; зниження пружності клапанних пружин, знос підшипників, шийок та кулачків розподільчого валу, штовхачів, поршнів та їх осей, втулок та сідел клапанів. В результаті порушення регулювань і зношування деталей газорозподільного механізму прослуховуються стукіт і шум при роботі двигуна, він втрачає потужність, йде підвищена витрата масла, тощо . Після перевірки технічного стану визначають необхідність ремонту або регулювання механізму газорозподілу.

Ознаки поломок газорозподільного механізму. Залежно від несправного елемента з'являються відповідні симптоми несправності .

1. При порушенні розмірів теплових зазорів, а також зношуванні кулачків і підшипників, на низьких, а іноді і середніх оборотах ДВЗ Mazda з'являється дзвінкий металевий стукіт, при цьому потужність мотора знижується.

2. Гідрокомпенсатори дають про себе знати на холостих обертах. Їхня несправність також супроводжується втратою потужності.

3. Про швидкий обрив ременя, а також знос шківа свідчить характерний шум приводу та постріли з вихлопної системи.

					ДРМТВАТАМ 23.20102.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

4. Зношування кривошипно-шатунного механізму (КШМ), ковпачків, стрижнів клапанів і втулок супроводжується зниженням рівня моторного масла в системі, сизим димом з вихлопної труби та зменшенням тягових характеристик ДВЗ.

5. Через погану якість палива та масла на клапанах з'являється нагар, що призводить до нещільного закриття клапанів ГРМ. Завдяки цьому мотор Mazda починає працювати нерівномірно, з перебоями, а при розгоні чути металевий брязкіт.

6. Поломка клапанних пружин, відповідно і зависання клапанів, призводять спочатку до нерівномірної роботи ДВЗ, зниження його потужності і, як наслідок, перегріву та капітальному ремонту.

Визначити, що поломка відбулася саме в системі газорозподілу Mazda, досить складно, оскільки багато ознак супроводжують інші несправності двигуна, а також газовідвідної системи. Тому щоб остаточно переконатися в тому, що настав час приступати до ремонту ГРМ, слід звернутися до фахівця, який вивчить симптоми проблеми, проведе діагностику і, при необхідності, розкриє головку блоку.

Діагностика. Для проведення дослідження стану газорозподільного механізму Mazda проводять виміри [10]:

1. Фази газорозподілу визначають за допомогою моментоскопа та кутоміра на непрацюючому двигуні.

2. Теплові зазори вимірюють спеціальними щупами, що є металевими пластинами. Цей метод досить трудомісткий і який завжди точний. Тому, у разі підвищеного зносу поверхні штока і бойка коромисла, застосовують рамку з індикатором.

3. Зазори між клапаном та сідлом перевіряють при закритих клапанах. У камеру згоряння нагнітають повітря, а потім замірюють приладом ступінь його витоку.

					ДРМТВАТАМ 23.20102.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

4. Визначити, чи потрібна заміна ременя ГРМ Mazda можна лише візуально. Про необхідність цієї процедури свідчать тріщини на його внутрішній поверхні та сколи зубців.

Зношування розподільного валу: ознаки та причини. В основному заміна розподільного валу потрібна в той момент, коли з'являється характерний стукіт кулачків. Однак якщо на заводі не стався дефект при виробництві, то розподільний вал здатний легко прослужити 200-300 тисяч кілометрів. В окремих ситуаціях запчастина виходить з ладу набагато раніше. Це відбувається з таких причин:

- низький рівень масла – від цього збільшується знесення рухомих комплектуючих ДВЗ, до яких належить розподільний вал;
- агресивна їзда – активне маневрування, різкі гальмування та динамічні прискорення;
- використання неякісного масла – наявність абразивних частинок у складі робочої рідини залишає на поверхні запчастини пошкодження, внаслідок чого відбувається прискорене зношування кулачків розподільного валу.

Зношування розподільного валу: симптоми та методи їх усунення. Спочатку слід ознайомитися з характерними дефектами розподільного валу. До них слід зарахувати [10]:

- знесення та пошкодження опорних шийок валу;
- знесення кулачків валу;
- тріщини розподільного валу та інші деформації;
- спрацювання чи пошкодження місця під ущільнювачі розподільного валу;
- руйнування місць встановлення для штифтів, шківів та шестерень;
- порушення різьблення в відверненнях для кріплення.

					ДРМТВАТАМ 23.20102.000. ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зношування та пошкодження опорних шийок валу (рис. 1.9). З'являється в результаті використання відпрацьованого мастила або робочої рідини низької якості. Також причиною може стати перегрів ДВЗ.

Для вирішення такої проблеми необхідно капітально відремонтувати двигун внутрішнього згорання. Процес ремонту може передбачати такі дії:

- шліфування шийок;
- злив моторного масла та заміна рідини на більш якісну;
- очищення магістралей для подачі олії;
- діагностика системи охолодження двигуна;
- заміна масляного фільтра тощо.



Рисунок 1.9 – Зношування та пошкодження шийок валу

Зношування кулачків розподільного валу (рис. 1.10). Працюючи двигун нагрівається до високих температур, через що деякі запчастини збільшуються в розмірах. Для цього інженери передбачають тепловий зазор – невеликий простір між комплектуючими, який розрахований якраз на збільшення деталі. Якщо цей зазор відрегулювати неправильно, то кулачок не натискатиме, а битиме по штовхачу клапана. Через це незабаром може знадобитися заміна розподільного валу. Симптоматика подібної проблеми виявляється у невеликому цокоті запчастини [10].

					ДРМТВАТАМ 23.20102.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26



Рисунок 1.10 – Приклад зношування кулачків розподільного валу

Забруднення масляних каналів – це ще одна причина, яка може спричинити поломку. Особливо вразливі дизельні двигуни, де магістралі під масляну суміш відрізняються не лише складністю, а й невеликим діаметром.

Для вирішення цієї проблеми застосовуються такі дії:

- заміна розподільного валу;
- заміна гідрокомпенсатора;
- регулювання клапанної системи;
- чищення та промивання масляних магістралей;
- заміна відпрацьованого моторного масла на нову робочу рідину;
- діагностика та лагодження системи живлення.

Тріщини та деформації розподільного валу. Щоб виявити такі пошкодження на розподільчому валу, необхідно відвідати СТО. За допомогою спеціального індикатора перевіряється прогин розподільного валу. Якщо він перевищує 0,05 мм, то запчастину потрібно змінювати [10].

Тріщина розподільного валу також не підлягає ремонту (рис. 1.11). Проблема виникає через попадання в циліндр ДВЗ стороннього предмета, поломки ременя або неправильно встановлених фаз газорозподільника.

					ДРМТВАТАМ 23.20102.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27



Рисунок 1.11 – Приклад тріщини розподільного валу

Зношування або пошкодження місць під ущільнювачі розподільного валу. Подібна проблема може призвести до повної заміни розподільного валу, тому до неї слід поставитися відповідально. Проблема виявляється внаслідок тривалої роботи ДВЗ, використання відпрацьованого масла чи неакуратної заміни сальників.

Дефектування розподільного валу в такому випадку можливе за допомогою встановлення нових сальників із осьовим зміщенням або шліфування поверхонь запчастини під ущільнювачі.

Руйнування місць установки для штифтів, шківів та шестерень. Проблема відбувається через регулярні удари шківів та шестерень. Також руйнування цих елементів може статися, якщо неправильно затягнути болти для кріплення (рис. 1.12). Пошкодження місць встановлення є частим наслідком аварії, у якій пошкоджено моторний відсік транспортного засобу.

Неправильне затягування болтів для кріплення також може призвести до порушення різьблення. У такій ситуації у будь-якому випадку знадобиться заміна розподільного валу.

Розподільний вал – це важливий елемент ДВЗ, який безпосередньо впливає на ефективність роботи двигуна. Попередити поломку запчастини допоможе регулярна діагностика двигуна. У процесі досвіду майстер зможе вказати вам на проблему ще до того, як вона призвела до необхідності заміни запчастини, наприклад, за умови використання низькоякісного моторного масла.

					ДРМТВАТАМ 23.20102.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

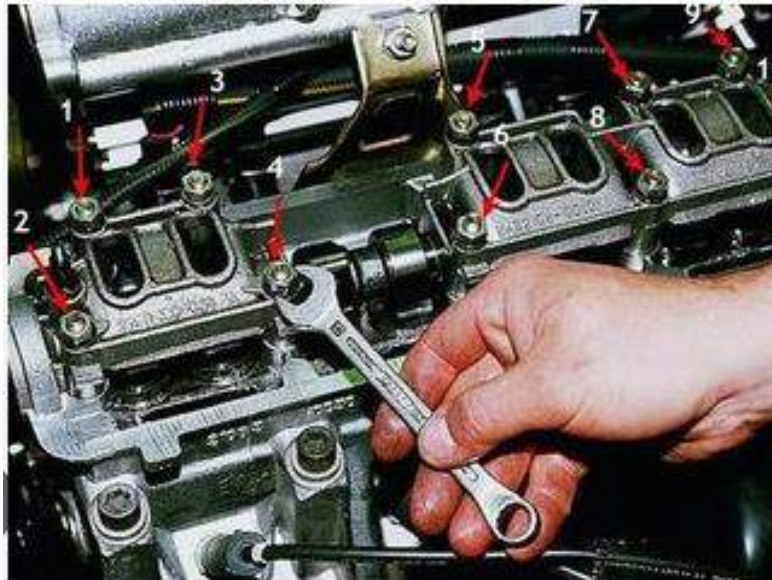


Рисунок 1.12 – Порядок затягування гвинтів кріплення

Задирки на кулачках розподільного валу (рис. 1.13) [10]. У більшості випадків виразки, задирки, раковини на кулачках виникають через нормальне зношування деталей в результаті багатогодинної роботи. Тут важливо вчасно визначити критичну ступінь зносу розподільного валу і заманити його, перш ніж він сам вийде з ладу або зашкодить інші вузли двигуна.



Рисунок 1.13 – Виразки, задирки, раковини на кулачку валу

					ДРМТВАТАМ 23.20102.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Симптомами таких пошкоджень можуть бути стукіт, вібрація та інші сторонні звуки при роботі двигуна, які посилюватимуться при підвищенні обертів.

Іноді поява задирів та раковин на кулачках пов'язана із засміченням системи змащення. Переконайтеся, що всі масляні канали чисті, не забиті брудом і олія вільно проходить по них. Критично важливо тримати систему мастила у близькому до ідеального стану, тому що бруд та сторонні частки можуть серйозно пошкодити не тільки сам розподільний вал, а й його підшипники.

Проблеми зі змащенням. Змащування деталей, що труться, дуже важливе в роботі двигуна внутрішнього згорання, так що для підтримки нормальної роботи розподільного валу мастила має бути в достатній кількості. При його нестачі, чи засмічення масляних каналів, чи через занадто великі зазори, ви отримаєте характерний знос як кулачків, так і всього розподільного валу.

Якщо залишити цю проблему без уваги, ви ризикуєте вивести підшипники з ладу або навіть зламати кулачки через підвищене тертя без мастила, яке викличе надмірні теплові навантаження на деталі, що труться.

Основні місця розподільного валу, які повинні бути завжди забезпечені гарним мастилом: між шийкою валу та роликом; між кулачком та роликом. Мінімізація тертя цих частин за рахунок мастила знизить їх знос.

Можливі й інші пошкодження розподільного валу або пов'язаних з ним деталей двигуна, які можуть виникнути не через робоче зношування кулачків. Більшість таких пошкоджень відбувається через неправильне встановлення розподільного валу.

					ДРМТВАТАМ 23.20102.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ ВІДНОВЛЕННЯ ТА ЗМІЦНЕННЯ ЧАВУННИХ РОЗПОДІЛЬНИХ ВАЛІВ.

2.1 Основні види наплавлення розподільних валів.

Для відновлення зношених поверхонь розподільних валів переважно застосовують різні методи наплавлення. Наплавлення дає можливість отримувати на робочих поверхнях деталей шари практично будь-якої товщини і хімічного складу, а також отримувати шар з необхідними корисними властивостями - високою твердістю і зносостійкістю. Розглянемо найбільш розповсюджені методи [11].

Ручне дугове наплавлення. Сутність ручного наплавлення полягає в тому, що теплом зварювальної дуги плавиться основний метал (метал деталі, що наплавляється) і присадковий матеріал (електродний стрижень з покриттям), потім відбувається кристалізація розплавленого металу.

При ручному дуговому напавленні електродом, що плавиться, режим наплавлення залежить від товщини металу, що підлягає напавленню, розмірів виробу, вимог до якості та зовнішнього вигляду та ін.

Ручне наплавлення може бути виконане: вугільними електродами, газовим полум'ям, із застосуванням литих прутків або з вдуванням порошків, в середовищі захисних газів (неплавким електродом у середовищі аргону, плазмовою дугою) та електродами з особливими властивостями. Наплавлення ведуть на постійному або змінному струмі. Застосовується в основному для наплавлення сталевих деталей на невідповідальних поверхнях. Важко контролювати якість напавленого шару.

Наплавлення під шаром флюсу. Сутність наплавлення полягає в тому, що між деталлю та оголеним металевим електродом, до яких підводиться

					ДРМТВАТАМ 23.20102.000. ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

струм від джерела живлення, виникає електрична дуга. Струм може бути змінним і постійним.

У зону дуги подають флюс. Шар флюсу завтовшки 50...60 мм закриває дугу і плавиться під впливом її тепла. Навколо зони наплавлення утворюється своєрідний захисний шар, який оберігає розплавлений метал від впливу навколишнього середовища: окислення, розбризкування, чаду та утворення пор.

Метал переноситься з дроту через дуговий проміжок у рідку ванну у вигляді крапель і перемішується з розплавленим основним металом. Склад та структура шва залежить від марки та діаметра електродного дроту, марки основного металу та складу флюсу. Після наплавлення шар флюсу з деталі слід прибрати.

Отриманий наплавлений шар має високу якість, може бути використаний для наплавлення чавунних валів.

Механізоване наплавлення. Головні особливості механізованих способів наплавлення: безперервність процесу, що досягають використанням електродного дроту або стрічки у вигляді великих мотків; підведення струму до електрода на мінімальній відстані від дуги, що дозволяє застосовувати струми великої сили без перегріву електрода; використання спеціальних пристроїв для подачі електродного матеріалу в зону дії джерела тепла і механізмів для пересування джерел тепла або виробу, що наплавляється застосування спеціальних пристроїв для закріплень і обертання наплавлюваних деталей.

Висока продуктивність обробки. Отриманий наплавлений шар має високу якість у зв'язку із стійкістю процесу. Може бути застосований для наплавлення чавунних розподільних валів [11, 12].

Наплавлення порошковим дротом. Сутність способу полягає в тому, що як електродний матеріал застосовують спеціальний порошковий дріт, до

					ДРМТВАТАМ 23.20102.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

складу якої поряд з легуючими елементами введені захисні газо - і шлакоутворюючі речовини в кількості 10... 12 % від маси дроту.

Широку перевірку пройшли два типи порошкового дроту для наплавлення під шаром флюсу та відкритою дугою без додаткового захисту.

Для наплавлення порошковим дротом як устаткування застосовують ті ж автомати та напіваавтомати, що і для зварювання та наплавлення суцільними електродними дротиками під шаром флюсу. Наплавочні порошкові дроти рекомендується застосовувати передусім для відновлення деталей з великими величинами зносу.

Наплавлення в середовищі водяної пари. Вібродугове наплавлення в захисному середовищі водяної пари з одночасним охолодженням деталі окремим струменем рідини створює сприятливі умови формування та кристалізації наплавленого шару, зменшує схильність наплавленого металу до утворення пор і тріщин, дозволяє в широкому діапазоні регулювати структуру і твердість наплавленого металу шляхом, встановлення певної витрати і місця підведення охолоджувальної рідини, підвищує втомну міцність внаслідок зменшення дефектів металу наплавлення. Для наплавлення в середовищі водяної пари використовують звичайні зварювальні напіваавтомати.

Висока якість наплавленого шару. Можливість регулювати твердість одержуваної поверхні в широкому діапазоні. Може бути застосований для наплавлення чавунних розподільчих валів.

Наплавлення в середовищі захисних газів. Сутність способу полягає в тому, що захисний газ безперервно подається в зону дуги, що горить між наплавлюваною деталлю і плавким або не плавким електродом.

У ремонтному виробництві застосовують напіваавтоматичне наплавлення в середовищі вуглекислого газу відбувається на постійному струмі при зворотній полярності, а також спосіб автоматичного електродугового наплавлення в середовищі захисного газу з спрямованим

					ДРМТВАТАМ 23.20102.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

охолодженням. Це забезпечує отримання наплавленого металу високої якості (без пір, раковин та тріщин). Охолоджуюча рідина підводиться на певну відстань від зони горіння дуги. Вона загартовує нанесений шар і дозволяє регулювати його твердість у широких межах - HRC 20...50.

Висока якість наплавленого шару. Можливість регулювати твердість одержуваної поверхні в широкому діапазоні. Може бути застосований для наплавлення чавунних розподільних валів.

Вібродугове наплавлення. Різновидом електродугового процесу плавлення металевго електрода є вібродугове наплавлення. Під час плавлення електрода задається коливальний рух (близько 100 коливань в секунду) з періодичним замиканням дугового проміжку і примусовим перенесенням електродного металу зону наплавлення. При розмиканні утворюється дуга, напруга досягає 12...28 В і більше, відбувається оплавлення поверхні деталі і плавлення електрода [11, 12].

Напругу 24...28 В застосовують для наплавлення металу порівняно великих шарів (1,5...3 мм) на значно зношені великогабаритні деталі. Низька напруга (14...16 В) застосовується при наплавленні тонкостінних деталей невеликого діаметру, де небажаний значний нагрів деталі, необхідна більш висока твердість наплавленого шару, а вимоги до втомної міцності невисокі.

Наплавлення відбувається на постійному струмі зворотної полярності. Як джерело струму використовують генератор ПСО-500 з баластним реостатом. Для стійкого горіння дуги у зварювальний ланцюг включений стабілізуючий дросель РСТЕ-34. Застосовують автомати (вібродугові головки) найрізноманітніших конструкцій.

Отриманий наплавлений шар має високу якість, може бути використаний для наплавлення чавунних валів.

					ДРМТВАТАМ 23.20102.000. ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2 Термічна та механічна обробка розподільних валів після наплавлення.

Після операції наплавлення розподільний вал необхідно піддати термічній обробці - відпуску або відпалу і нормалізації. Це необхідно, якщо технологічним процесом передбачено загартування або переплав поверхонь кулачків у середовищі захисного газу – аргону.

Після термічної обробки кулачків розподільних валів їх піддають шліфуванню заданим профілем. В якості обладнання в цьому випадку використовують копіювальний верстат, або верстат з ЧПУ для безкопірної обробки. У разі СТО використання верстата з ЧПУ дуже затратно.

Кулачки розподільного валу шліфують електрокорундовими колами (24А) на керамічному зв'язуванні (К) різною зернистістю (16...40) і твердістю (СМ, СТ), наприклад 24А16СМ16К із застосуванням змащувально-охолоджувальної рідини [13].

Твердість кулачків розподільного валу по кресленню повинна бути більшою за HRC 50 на глибину 0,7 мм. Якщо при напавленні вдається отримати таку твердість на такій глибині, то операцію переплаву кулачків у середовищі захисного газу не проводять.

Для фінішної обробки шийок розподільного валу застосовують різні способи обробки переважно - полірування та методи ППД - поверхнево-пластичного деформування.

Полірування дозволяє отримати якість поверхонь до шорсткості Ra 0,16 [14].

Альтернативним методом - вигладжуванням можна отримати не тільки шорсткість Ra 0,16, але і створити зміцнений поверхневий шар, що важливо для зниження зносу поверхні кулачка розподільного валу. Однак складність реалізації методу перешкоджає його широкому розповсюдженню при вигладжуванні розподільних валів. Складність полягає в необхідності

					ДРМТВАТАМ 23.20102.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

докладання певного зусилля по всій поверхні криволінійного кулачка, утримуючи вектор докладання сили до нормалі повірності. Як інструмент при вигладжуванні використовуються різні деформуючі елементи - куля, ролик, дорн [15].

Цим методом можна обробляти метали, які зазнають деформації в холодному стані, у тому числі чавуни. Також поверхні, відновлені наплавленням, залізненням, що мають високе зчеплення з основним металом, теж можна вигладжувати.

2.3 Аналіз сучасних методів зміцнення розподільчих валів.

Зміцнення та підвищення зносостійкості розподільчих валів після відновлення зазвичай досягають методами поверхнево-пластичного деформування (ППД).

Проведемо класифікацію та аналіз відомих методів обробки ППД, що поділяють на три групи [16].

1 група: статичні методи ППД. До статичних методів відносяться методи, при яких відбувається безперервна контактна взаємодія індентора (інструменту) з деталлю в процесі їхнього взаємного переміщення. Такі статичні методи ППД як вигладжування, дорнування і обкатування набули найбільш широкого поширення через їхню відносну простоту в реалізації. Найпоширенішим методом ППД є алмазне вигладжування. Позитивними якостями його є висока продуктивність і стійкість інструменту. Цей метод дозволяє досягти шорсткості Ra 0,32...0,1 мкм, також після обробки підвищується мікротвердість і в поверхневому шарі деталі створюються позитивні залишкові напруження. Кінематично алмазне вигладжування можна порівняти з точінням, проте замість різця застосовується алмазний індентор (вигладжувач), який, при русі, пластично деформує поверхневий шар, вирівнюючи і зміцнюючи його.

					ДРМТВАТАМ 23.20102.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

2 група: динамічні методи ППД. До динамічних методів належать методи обробки, в яких взаємодія інструменту із заготовлею носить дискретний, ударний, уривчастий характер. Найбільш розповсюдженими з них є дробоструминна обробка зі зміцненням, відцентрова обробка кульками або щітками, вібраційна обробка в замкнутому просторі та оточенні вільних деформуючих елементів [16].

3 група: Комбіновані методи ППД. До комбінованих методів обробки відносяться такі, які поряд з двома перерахованими методами ППД включають інший фізичний і / або механічний вплив на оброблювану деталь, як, наприклад, лазером, ультразвуком, пропусканням електроструму в місце контакту інструменту з заготовлею [17], попереднє нагрівання або охолодження заготовки та інші. До комбінованих методів обробки належать також методи ППД, які поєднані з процесами різання.

Одним із завдань, що стоять у роботі є застосування процесу вигладжування до фінішної обробки кулачків розподілу, для цього найкраще підходять статичні методи.

Як вказано вище, до статичних методів відносяться ті методи, при яких відбувається безперервна контактна взаємодія індентора (інструменту) з деталлю в процесі їхнього взаємного переміщення.

Проведемо детальний аналіз статичних методів, виявимо їх характерні особливості, властивості та закономірності. Класифікацію статичних методів ППД представимо у таблиці 2.1 (у дужках представлені найбільш типові приклади ППД).

З усіх різних методів зміцнювальної обробки ППД залежно від матеріалу, форми, розмірів, деталі, вимог до якості поверхні та геометричних параметрів, виробничих та інших умов ми виберемо оптимальний метод.

Вигладжування застосовується не тільки для обробки сталі, але і для обробки чавунів та кольорових металів, з однаковим відносним збільшенням міцності та зносостійкості.

					ДРМТВАТАМ 23.20102.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

У зв'язку з тим, що альтернативою ППД при обробці кулачків у нашому технологічному процесі ремонту розподільного валу є операція переплаву кулачків, то збільшення продуктивності вигладжування стоїть особливо гостро.

Таблиця 2.1 – Класифікація статичних методів обробки ППД [17].

Статичні способи поверхнево-пластичного деформування			
На вигляд тертя в контактї інструмента з деталлю			
Контактне вдавлювання (дорування)	Тертя ковзання (алмазне вигладжування)	Тертя кочення (Обкатка роликами, кульками)	Тертя кочення з прослизанням (обкатка роликами, що мають неправильну форму – усічений конус, овал, ексцентриситет)
По траєкторії руху інструменту поверхнею деталі			
Прямолінійний рух (дорнування)	Рух за заданим законом (алмазне вигладжування)	Хаотичний рух (Багатоінструментальна обробка)	Комбінація рухів (Вібраційне вигладжування)
За формою деформуючих тіл			
Сферичні	Циліндричні	Різні	

Існує кілька методів підвищення продуктивності статичних методів ППД, наведемо їх в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Шляхи підвищення продуктивності статичних методів

ППД

Спосіб підвищення продуктивності	Приклад використання
	Використання нових інструментальних матеріалів
	Інтенсифікація тепловідведення із зони обробки
	ППД за низьких температур
	Випереджальне ППД та різання
	Ультразвукове ППД
	Зрізання напливу
Збільшення кількості вигладжу вальних елементів	Двох, трьох і більше інструментальна обробка
	Багатоелементне вигладжування
Збільшення вогнища деформації	Просування (дорнування)
	Віброобробка роликками
	Вигладжування широким (в тому числі само встановлюваним) інструментом без поздовжньої подачі, що не вимагає точної установки.
	Обробка інструментами, що дають краплеподібний відбиток
	Обкатування широкими (у тому числі само встановлюваними) роликками
	Силове вигладжування

РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ОЗДОБЛЮВАЛЬНО-ЗМІЦНЮВАЛЬНОЇ ОБРОБКИ КУЛАЧКОВИХ ВАЛІВ

3.1 Перший спосіб реалізації вигладжування кулачкових валів

На інструмент, що вигладжує, діє сила P_x , спрямована перпендикулярно до основного напрямку розміщення деформуючої пластини (базової площини пластини). Величина цієї сили залежить від кута між нормаллю AB до певної точки поверхні A і радіус - вектором OA , що зв'язує цю точку з центром обертання кулачка O . (рис. 3.1) [17].

Циклічна дія сили P_x в процесі обробки може викликати пластичну деформацію гнізда, в якому закріплений інструмент, і "виламування" інструменту, що призведе до ймовірності поломки самого інструменту.

Враховуючи, що $\alpha_{\max} = 45^\circ$ а, отримаємо $\varphi_{\max} \leq 80^\circ$. При цьому значенні φ_{\max} можливий скол вершини кристалічного інструменту.

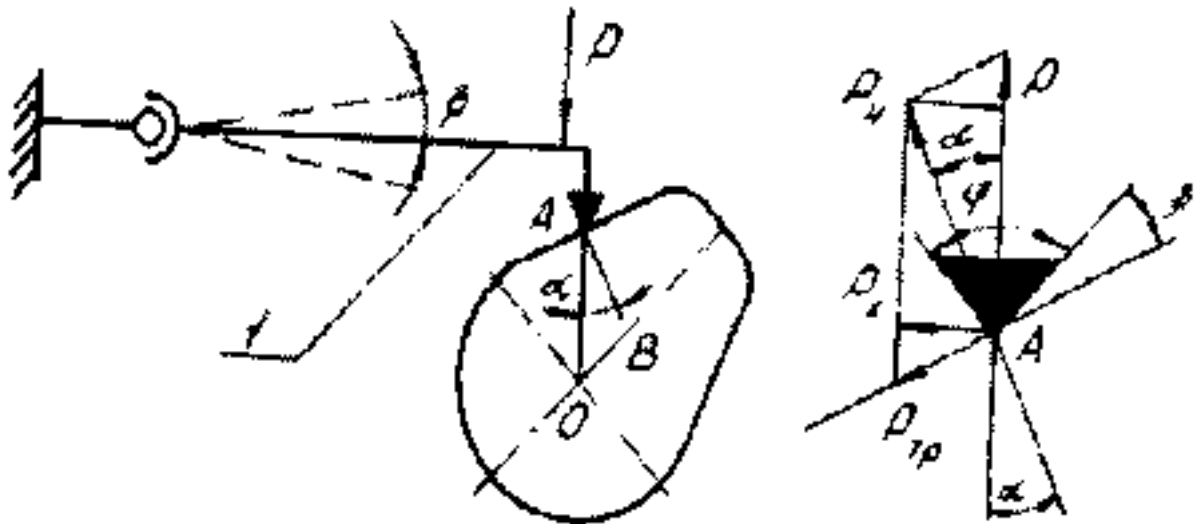


Рисунок 3.1 – Перший спосіб реалізації вигладжування кулачкових валів.

3.2 Другий спосіб реалізації вигладжування кулачкових валів

У даному випадку спосіб майже повторює перший, однак тут використовується інструментальна головка 2 (рис. 3.2), що встановлюється, з двома інструментами. Інструменти встановлюються під дією сили P , прикладеної до важеля, нормалі до оброблюваної поверхні. Недоліком другого методу є те, що потрібно прикладати вдвічі більшу силу P , ніж у разі обробки одним інструментом. Це викликає необхідність відповідного збільшення крутного моменту, що забезпечує обертання кулачкового валу.

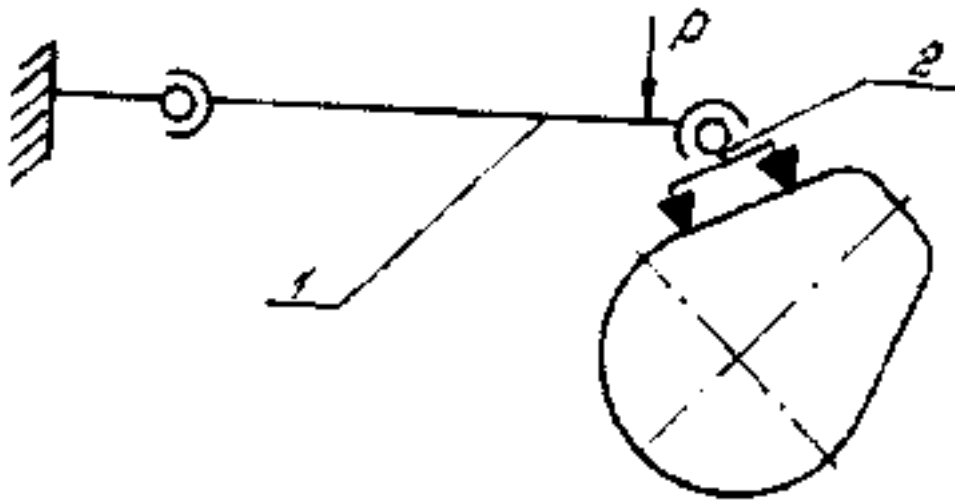


Рисунок 3.2 – Другий спосіб реалізації вигладжування кулачкових валів інструментами, що самовстановлюються.

3.3 Третій спосіб реалізації вигладжування кулачкових валів.

Цей метод вигладжування кулачкових валів дозволяє вести обробку одним інструментом при забезпеченні само встановлення інструменту за нормаллю до поверхні, що обробляється (рис. 3.3) [17-18]. Це досягається за рахунок встановлення інструмента на шарнірній ланці 3. Вісь шарніра (вісь повороту ланки) зміщена щодо точки контакту "тіло" кулачка на величину h .

					ДРМТВАТАМ 23.20102.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Працездатність способу реалізується за умови $tg\beta > \mu$, де μ – коефіцієнт тертя інструменту про заготовлю. З геометричних співвідношень випливає:

$$tg\beta = \frac{1}{\sin \alpha} (\cos \alpha) - \frac{h}{l}. \quad (3.1)$$

Максимальне значення кута α для кулачка дорівнює 45° . Цьому відповідає $l = 24$ мм. З урахуванням (3.1) отримаємо перше втілення реалізації способу:

$$\frac{h}{l} > 1,41 - \frac{\mu}{1,41}. \quad (3.2)$$

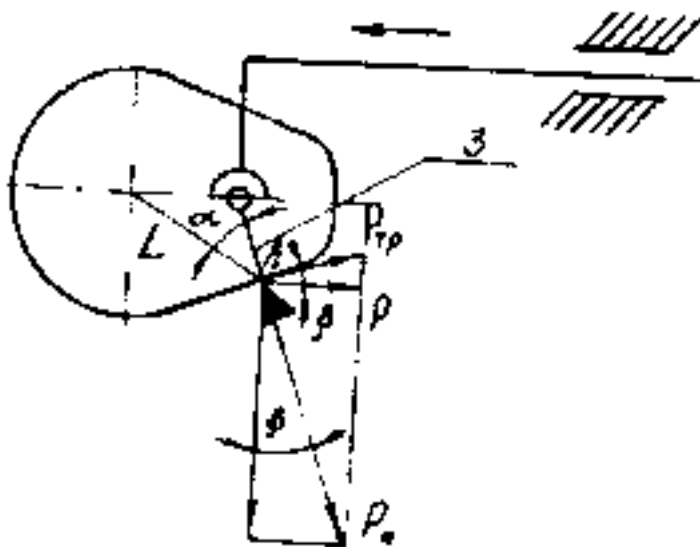


Рисунок 3.3 – Третій спосіб реалізації вигладжування кулачкових валів за рахунок самовтановлення шарнірного інструменту

Підставивши в (3.2) $\mu_1 = 0,1$ і $l = 24$ мм отримаємо $h < 32$ мм. Зі зростанням h зростає величина сили P_n стосовно прикладеної сили P . Щоб зменшити негативні наслідки цього явища слід прагнути зменшення h . Визначимо обмеження нижньої межі h .

Для практичної реалізації третього способу обробки інструмент слід закріпити в державці, що має циліндричну опорну поверхню (рис. 3.4). Вісь цієї поверхні має бути зміщена щодо вершини на величину h . Сила тертя державки об опорну циліндричну поверхню перешкоджає розвороту

державки, причому зі збільшенням радіуса циліндричної поверхні R зростає момент опору розвороту і зменшується кут розвороту державки γ . Згаданий зв'язок виражається функцією:

$$\frac{R}{h} = \frac{\sin \Delta\gamma - \cos \Delta\gamma \cdot \mu_1}{\mu_2}, \quad (3.3)$$

де μ_2 – коефіцієнт тертя в опорній парі державки; $\Delta\gamma$ – кут недовороту державки.

З (3.3) слідує, що з зменшення габаритів інструментальної головки рахунок зменшення R слід прагнути до зменшення коефіцієнта тертя μ_2 . Якщо виконати опорну поверхню з фторопласту, тоді $\mu_2 = 0,02$. В цьому випадку відношення R/h відповідні кути недовороту $\Delta\gamma$ приймуть значення, які представлені в таблиці 3.1.

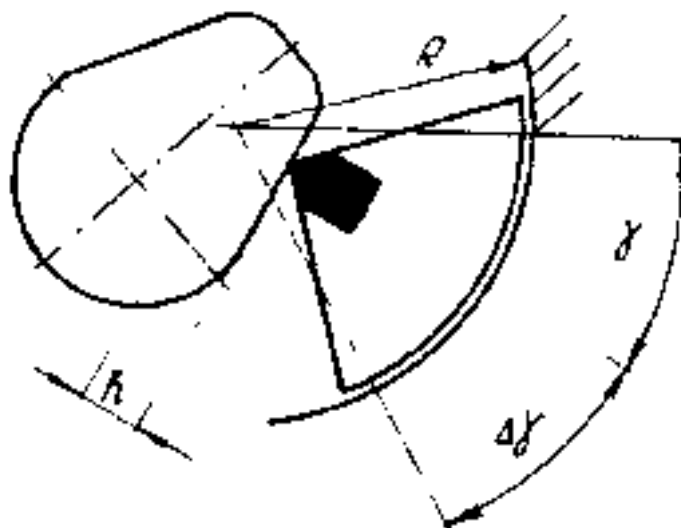


Рисунок 3.4 – Схема до розрахунку кута неповороту $\Delta\gamma$.

Таблиця 3.1 – Залежність відношення R/h і $\Delta\gamma$ при $\mu_2 = 0,02$.

$\Delta\gamma$	10^0	15^0	20^0	25^0	30^0
R/h	3,76	8,1	12,4	17,3	20,7

Зменшення кута недовороту державки може бути забезпечене за рахунок збільшення h . Однак слід враховувати, що при цьому зростає нормальна сила вигладжування P_H по відношенню до сили P , оскільки:

$$P_H = \frac{P}{\sin \alpha} \quad (3.4)$$

Тому силу P слід змінювати відповідно до (3.4) для підтримки постійного значення P_H .

Ця задача може бути вирішена за допомогою гідравлічної системи зміни сили вигладжування, представленої на рис. 3.5. Зміна тиску в порожнині гідроциліндра 2 забезпечується за рахунок автоматичного регулювання дроселя 3, рухливий (регулюючий) елемент якого механічно пов'язаний зі штоком гідроциліндра 2. Таким чином, залежно від положення інструментальної головки 1 може встановлюватись певне значення прохідного перерізу дроселя 3 і відповідне значення сили P . Дросель 3 виконується таким чином, щоб забезпечити зменшення сили P при обробці плоских ділянок кулачка та відповідне зменшення сили P при обробці циліндричних ділянок.

Система зміни сили вигладжування пристрою, виконана за схемою, представленою на рис. 3.5.

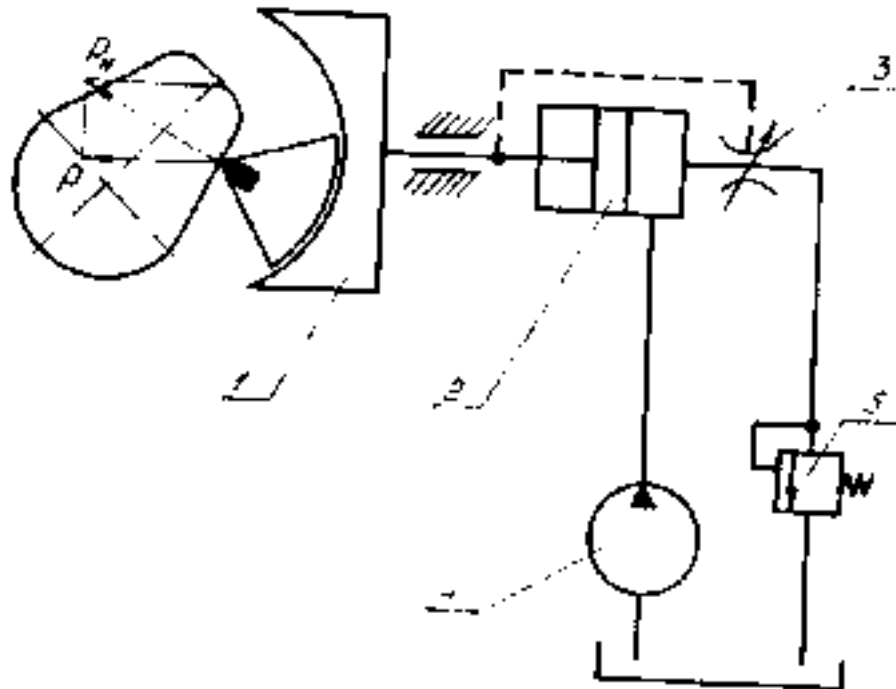


Рисунок 3.5 – Гідравлічна схема пристрою, що забезпечує зміни сили притискання інструменту.

					ДРМТВАТАМ 23.20102.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

Недоліком цього методу вигладжування є необхідність передачі значного крутного моменту на кулачковий вал. Це призводить до необхідності послідовної обробки кулачків. Перший цикл включає обробку чотирьох кулачків. При цьому один із крайніх кулачків використовується для передачі крутного моменту. Під час другого циклу обробляється чотири кулачки, що залишилися. При цьому як ведучий використовується інший, крайній, раніше оброблений кулачок.

3.4 Четвертий спосіб реалізації вигладжування кулачкових валів.

Четвертий метод вигладжування усуває недоліки третього методу. Сутність методу у тому, що обробку профілю кулачка ведуть трьома інструментами (рис. 3.6) [17-18]. Обробку циліндричних ділянок ведуть одним інструментом, при цьому кулачок 1 обертають, а інструмент 2 переміщують у площині, що проходить через вісь обертання кулачка. Потім кулачок зупиняють і обробку плоских ділянок здійснюють двома іншими інструментами б, встановленими симетрично щодо осі симетрії профілю кулачка шляхом повідомлення зворотно-поступального переміщення вздовж цих ділянок [19-20].

На етапі конструктивного опрацювання способу виявилось можливим виключити необхідність зупинки кулачкового валу в процесі обробки плоских ділянок. Обробка цих ділянок здійснюється в процесі обертання кулачкового валу, при цьому інструментальна головка розгортається разом з кулачком за рахунок шарнірної підвіски і одночасно здійснює зворотно-поступальний рух за допомогою гідроциліндра Г2 (рис. 3.7, а). Потім за допомогою гідроциліндра г₁ інструменти виводяться із зони обробки, включається гідроциліндр Гб, який вводить в цю зону інструмент, що забезпечує обробку циліндричних ділянок (рис. 3.7, б). Перехід інструменту з одного діаметра кулачка на інший здійснюється за допомогою гідроциліндра

					ДРМТВАТАМ 23.20102.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Г4. Зусилля вигладжування плоских ділянок визначається гідроциліндром Г3, а циліндричних - гідроциліндром Г5. Етапи обробки циліндричних та плоских ділянок кулачка здійснюються послідовно (рис. 3.8).

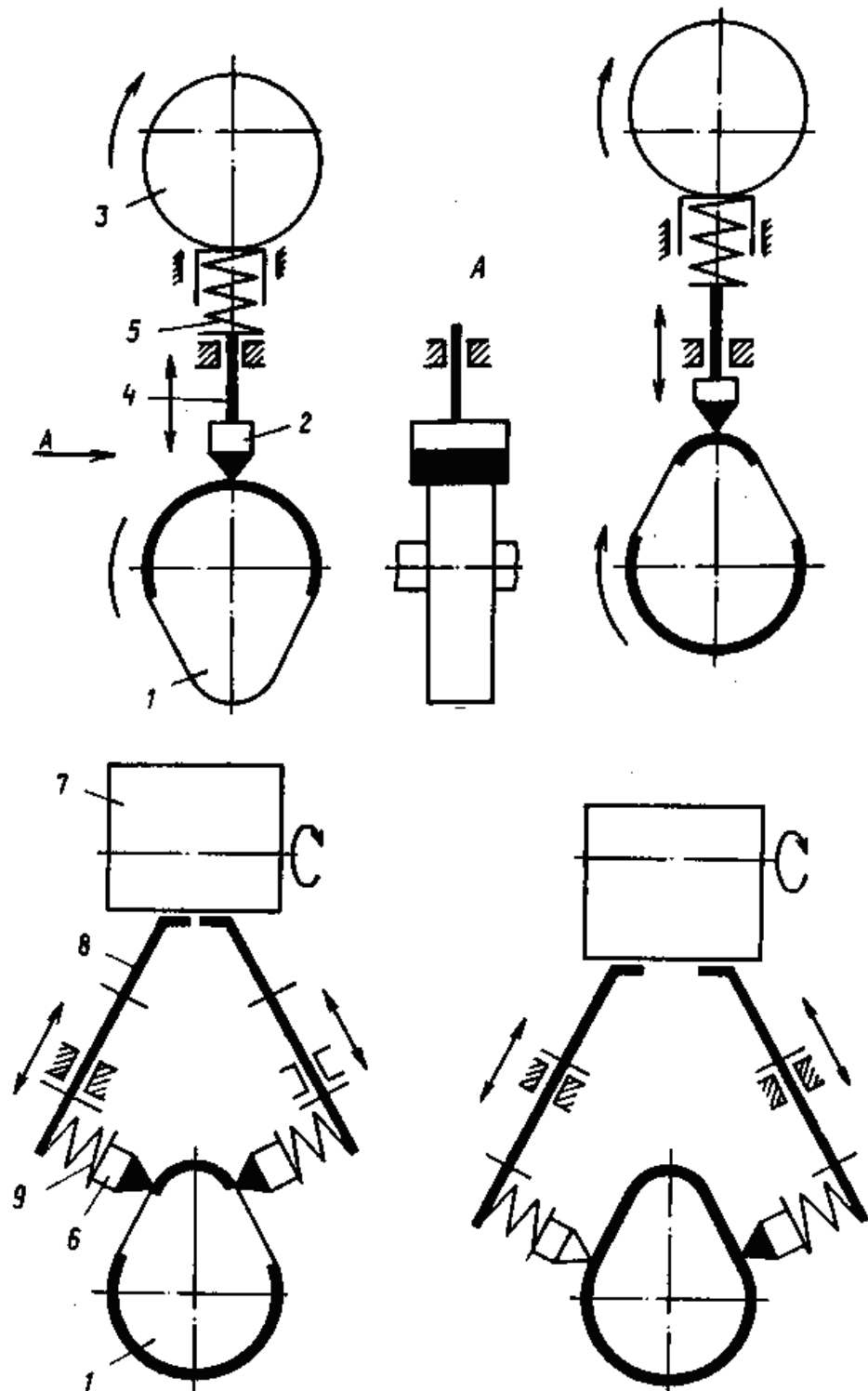
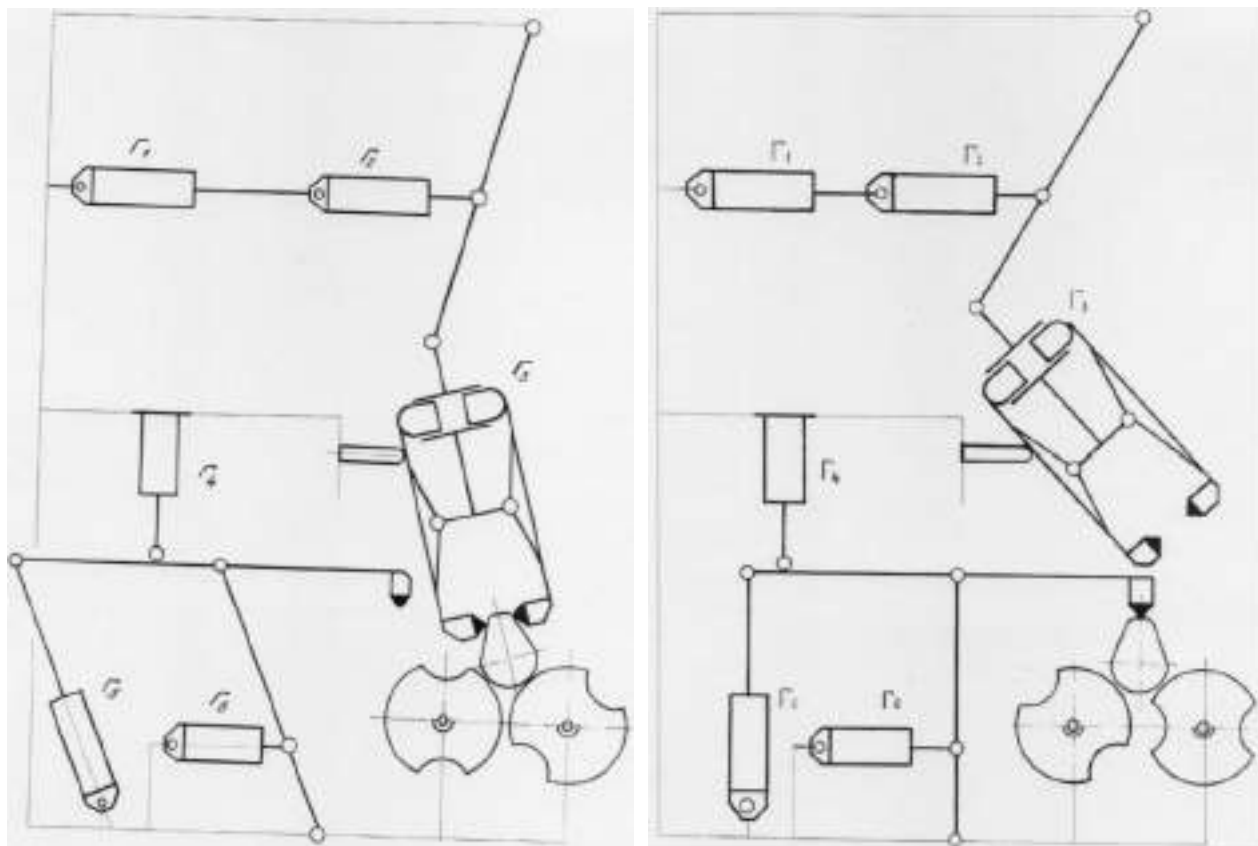


Рисунок 3.6 – Спосіб оздоблювально-зміцнювальної обробки широким інструментом деталей складної форми.

					ДРМТВАТАМ 23.20102.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Розроблено кінематичну схему верстата, що реалізує розглянутий метод вигладжування кулачкових валів.



а)

б)

Рисунок 3.7 – Конструктивна схема реалізації четвертого методу вигладжування:

а - обробка плоских ділянок; б - обробка циліндричних ділянок кулачка.

					ДРМТВАТАМ 23.20102.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

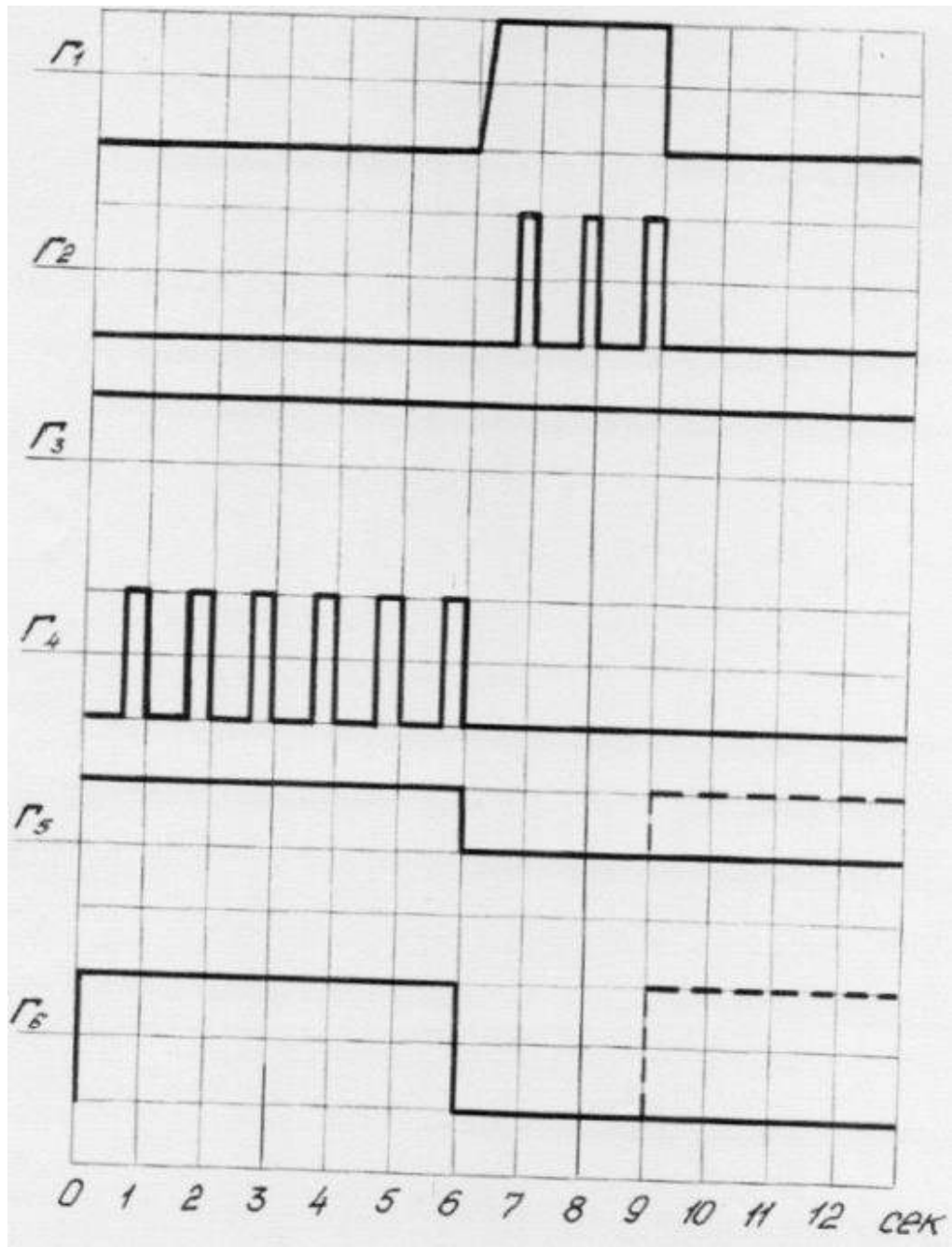


Рисунок 3.8 – Циклограма роботи гідравлічного приводу верстата для вигладжування кулачкових валів.

РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС РЕМОНТУ ТА ВІДНОВЛЕННЯ РОЗПОДІЛЬНОГО ВАЛУ ДВИГУНА MZR Z6 АВТОМОБІЛЯ MAZDA 3.

4.1 Технологічний маршрут технологічного процесу.

Як бази будемо використовувати центрові отвори, отримані в процесі виготовлення розподільного валу, так як вони не схильні до зносу в процесі експлуатації. Після операції редагування перевіряємо точність центрових отворів.

На початку ремонту розподільного валу проводять операцію миття, що дозволяє видалити з деталі бруд, масляні та жирові відкладення, які можуть бути причинами утворення пор та тріщин при виконанні операції наплавлення.

Для наплавлення нового шару на поверхню кулачка його шліфують із припуском 1 мм.

Комплексний технологічний процес ремонту та відновлення розподільного валу, що включає всі операції з відновлення всіх видів зносу представлений в таблиці А1 Додатку А. У реальному житті абсолютно всі види зносу, як правило, не зустрічаються, проте при ремонті технолог приймає рішення залишити ті операції, які необхідні, інші виключає з технологічного процесу.

4.2 Вибір засобів технологічного оснащення

Перш ніж почати проектування технологічного процесу ремонту розподільного валу необхідно проаналізувати наявний парк металорізальних верстатів, який, як правило, є на СТО.

В основі своєї це універсальні верстати, що переналагоджуються.

					ДРМТВАТАМ 23.20102.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Єдиною складністю може буде шліфування кулачків розподільного валу. Для цього необхідний спеціальний копірний шліфувальний верстат. В іншому типова СТО має у своєму розпорядженні металорізальний парк верстатів, на якому можна виконати всі технологічні операції.

Вибране обладнання, оснащення та інструмент представлені в таблиці А2 Додатку А.

4.3 Проектування технологічних операцій.

4.3.1. Розрахунок режимів обробки.

Зробимо розрахунок режимів вигладжування кулачків розподільного валу на операції «230 вигладжувача» проектованого техпроцесу.

Для досягнення необхідної шорсткості Ra_0 мкм. отриманої залежності після обробки експериментальних даних для чавуну ВЧ 75-50-03 (аналог ВЧВГ40) визначаємо необхідне зусилля вигладжування та інші режими обробки [21]:

- Вихідна шорсткість: $Ra_0 = 0,685$ мкм.
- Число циклів навантаження: $N = 10$.
- Діапазон зміни зусилля вигладжування $P = 0,01 \dots 600$ Н/мм.
- Формула визначення необхідного зусилля вигладжування:

$$Ra(P) = 0,85 \left[1 - 3,19 \cdot 10^{-8} \cdot \exp(0,118 \cdot 10) P^{5,163 \exp(-0,48)} \cdot \exp\left[(-8 \cdot 10^{-3}) P\right] \right]. \quad (4.1)$$

Розрахунок зробимо в програмному пакеті Demo версії MathCAD. Результати подано на рис. 4.1.

					ДРМТВАТАМ 23.20102.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

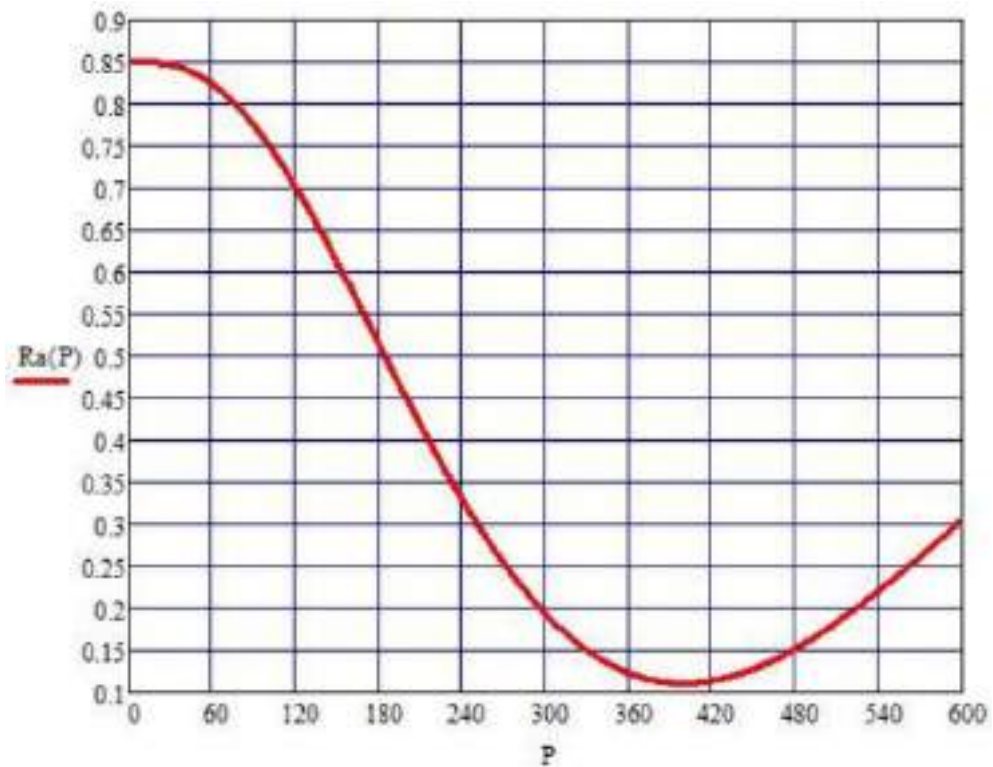


Рисунок 4.1 – Залежність шорсткості поверхні від зусилля вигладжування.

Таким чином, з графіка видно, що необхідне питоме зусилля вигладжування знаходиться в діапазоні 300...540 Н/мм.

Виберемо найбільш оптимальну силу вигладжування – 469 Н/мм. Необхідна сила вигладжування, прикладена до всієї довжини кулачка довжиною 11 мм, дорівнює: $P_{ш} = 469 \cdot 11 = 5159$ Н.

4.3.2 Розрахунок норм часу.

Машинний час обробки T_0 за хв. визначається за формулою [21]:

$$T_0 = \frac{N}{n} N_K; \quad (4.2)$$

де N - число циклів навантаження, $N = 10$ обертів, n – частота оборотів деталі, $n = 25$ об/хв; N_K – кількість кулачків, $N_K = 8$ шт.

					ДРМТВАТАМ 23.20102.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Штучний час на операції визначається за формулою:

$$T_{HT} = T_0 + T_D + T_{TO} + T_{VID}, \quad (4.3)$$

де T_0 - основний час, хв; T_D - допоміжний час, хв; T_{TO} - час, необхідний на технічне обслуговування робочого місця, прийmemo 8 %, T_{VID} - час, необхідний на відпочинок і природні потреби, прийmemo 6 % від T_0 .

Допоміжний час дорівнює [21]:

$$T_D = T_{VST} + T_{ZAKR} + T_{VUM} + P_{PVI}, \quad (4.4)$$

де T_{VST} - час на встановлення/зняття деталі, хв; T_{ZAKR} - час закріплення / відкріплення деталі, хв; T_{VUM} - час вимірювання деталі, хв; P_{PVI} - час на швидке підведення / відведення інструменту, хв. Зробимо розрахунок штучного та машинного часу на операцію 230 техпроцесу - вигладжування кулачків валу.

За формулою (4.2) основний машинний час дорівнює:
 $T_0 = (10/25) \cdot 8 = 3,2$ хв. Штучний час за (4.3, 4.4) дорівнює:
 $T_{HT} = 3,2 + 0,1 + 0,02 + 0,16 + 0,1 + 0,06 \cdot 3,2 + 0,08 \cdot 3,2 = 4,028$ хв.

					ДРМТВАТАМ 23.20102.000. ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 5. РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ПРИСТОСУВАННЯ ДЛЯ ОБРОБНО-ЗМІЦНЮВАЛЬНОЇ ОБРОБКИ КУЛАЧКІВ РОЗПОДІЛЬЧОГО ВАЛУ

5.1 Технічне завдання розробку пристосування для вигладжування та опис його конструкції.

Розробити пристосування для вигладжування кулачків розподільчого валу після наплавлення, що встановлюється на токарний верстат. При вигладжуванні необхідно забезпечити задані значення точності та шорсткості поверхні. Також необхідно забезпечити можливість регулювання зусилля вигладжування в межах його ефективності.

Пристрій для вигладжування відноситься до галузі металообробного обладнання та використовується для виконання остаточних операцій, пов'язаних із проведенням капітального ремонту розподільних валів автомобілів.

Передбачити можливість переналагодження пристрою для вигладжування інших типорозмірів валів, від автомобілів інших моделей.

Проектоване обладнання передбачається встановити у приміщенні слюсарно-механічної ділянки СТО.

У процесі експлуатації передбачити можливість щомісячного обслуговування та перевірки обладнання. Обладнання, що розробляється, є перспективним для розробки.

Пристрій повинен встановлюватись на кріплення супорта універсального токарного верстата типу 16К20. Як приводи пристосування використовувати стандартні гідроциліндри та гідронасоси.

					ДРМТВАТАМ 23.20102.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

Як інструмент передбачити використання зношених хвостовиків твердосплавного осьового інструменту, попередньо доопрацьованих з метою надання їм заданої геометрії та шорсткості.

Управління послідовного включення та вимикання гідروциліндрів здійснити за допомогою програмованого контролера.

При розробці пристрою передбачити можливість подальшого вдосконалення конструкції шляхом використання для обробки кулачків валів різної довжини і геометрії.

Виходячи з аналізу кулачкових валів, що ремонтуються на СТО, пристосування повинно мати такі характеристики [18]:

- зусилля вигладжування 100...1000 кг;
- оброблюваний діаметр 30...60 мм;
- ширина оброблюваної поверхні 5...20 мм;
- використовувати тиск мастила в гідросистемі 5...10 МПа.

Органи управління пристосуванням розташувати на верстаті, поруч із органами управління самого верстата.

Для роботи пристосування необхідний один оператор, який здійснює процес вигладжування, послідовно підводячи пристосування до шийок розподільного валу.

Установку розподільного валу на верстат проводити одному оператору - слюсарю.

Забезпечити доступність, підхід до вузлів при розбиранні-складання, переналагодження на обробку інших деталей та технічне обслуговування.

На пристосуванні повинні працювати токарі, які мають навичку роботи на токарному верстаті і пройшли інструктаж з техніки безпеки та вивчили правила експлуатації пристосування. Безпосередньо перед роботою необхідно перевіряти справність гідросистеми пристрою, чистоту робочих частин інструменту, шарнірних з'єднань вигладжувачів. Не допускається забруднення робочих частин інструменту.

					ДРМТВАТАМ 23.20102.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Пристрій повинен забезпечувати вигладжування криволінійної поверхні кулачка розподільного валу з метою досягнення заданої якості поверхні та підвищення її експлуатаційних властивостей.

Запропонований пристрій представлений на рис. 5.1.

Провівши аналіз конструкторської схеми реалізації четвертого методу вигладжування, проведемо її спрощення [20]. Об'єднаємо гідроциліндри, що виконують однакову функцію - підведення та відведення інструменту із зони обробки. Це гідроциліндри – Г1, Г4, Г6 (за рис. 3.7).

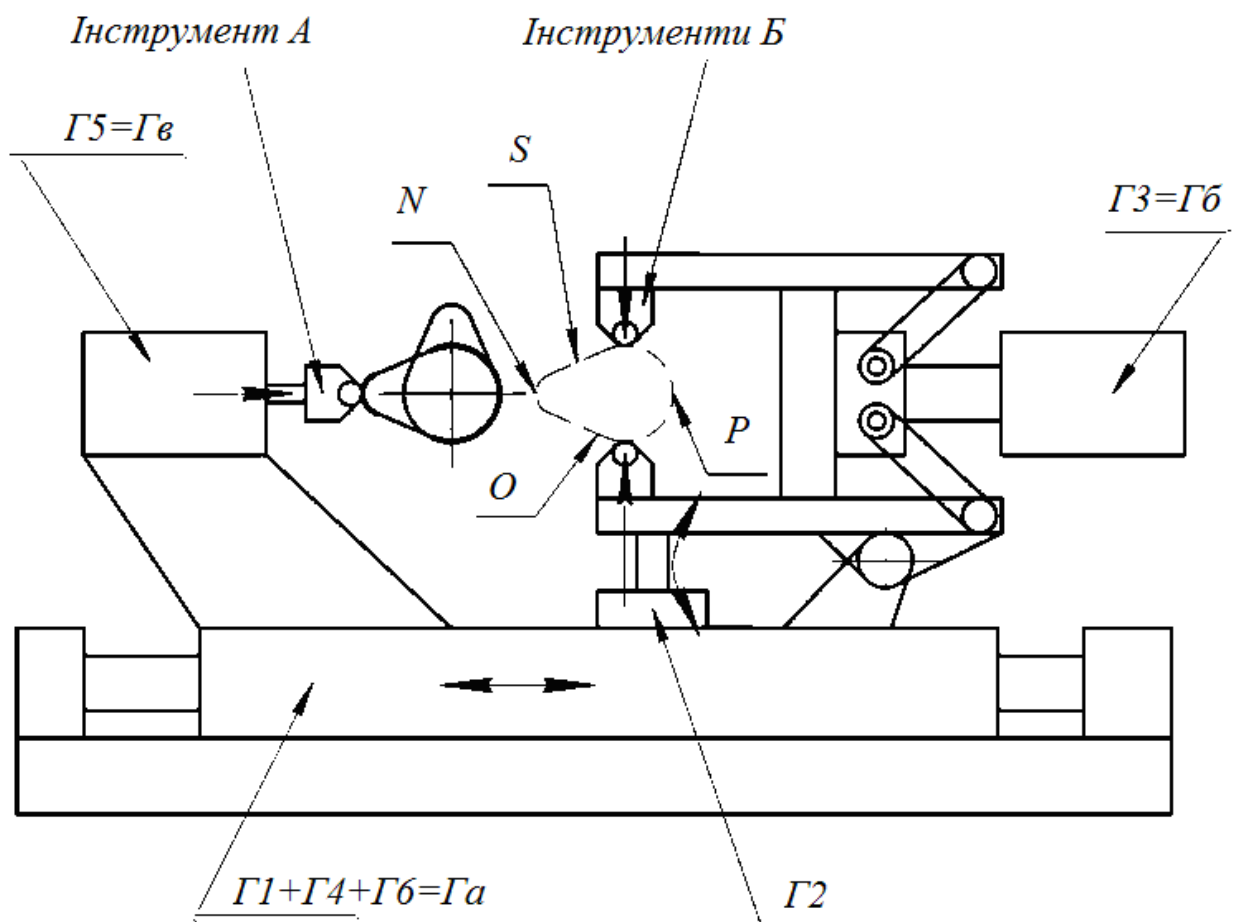


Рисунок 5.1 – Пропонований пристрій для вигладжування кулачків розподільного валу.

Пристосування встановлюється на супорт універсального токарного верстата. Введення та виведення інструментів із зони обробки здійснюється за допомогою гідроциліндра Га. Створення зусилля обробки циліндричних ділянок здійснюється з допомогою гідроциліндра Гв. Перехід від одного діаметра в інший відбувається за рахунок гідроциліндра Га. Потім інструментальний блок обробки циліндричних ділянок виводиться із зони обробки гідроциліндром Га. Замість нього вводиться двох інструментальний блок, за рахунок переміщення гідроциліндра Га, що здійснює обробку плоских ділянок. За рахунок шарнірної підвіски та гідроциліндра Г2 інструментальний блок здійснює поступальний рух, а зусилля вигладжування створюється за допомогою гідроциліндра Гб. В кінці обробки плоских ділянок губки розводяться гідроциліндром Гб та за допомогою гідроциліндра Га інструментальний блок Б виводиться із зони обробки та вводиться в зону обробки інструментальний блок А. Процес повторюється кілька циклів, необхідних для створення заданої якості обробки поверхні. Після обробки одного кулачка супорт підводять до наступного і процес повторюється [20].

До конструкції пристосування пред'являються такі вимоги:

- зусилля вигладжування (візьмемо за експериментальними даними, для чавуну ВЧ 75-50-03, матеріал розподільного валу двигуна MZR Z6 ЧВГ 40 має схожі властивості) 10318 Н;
- діаметр, що обробляється 33-48 мм;
- ширина оброблюваної поверхні 11 мм;
- тип кріплення, для забезпечення установки на напрямні «ластівчин хвіст» супорта;
- використовувати тиск масла в гідросистемі 6 МПа.

Передбачити послідовну плавну зміну тиску в кінці згладжування, з метою виключення ризику виникнення напливу. Передбачити узгоджене з обертанням розподільного валу включення та вимкнення гідроциліндрів, що беруть участь у роботі.

					ДРМТВАТАМ 23.20102.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

5.2 Принцип роботи пристосування для вигладжування.

Пристрій працює в такий спосіб.

Оператор встановлює розподільний вал у шпиндель верстату, орієнтуючи по шпонковому пазу, поводить задній центр і закріплює деталь.

Потім підводить пристосування для вигладжування, закріплене на супорті верстата до оброблюваного кулачка.

На верстаті включає обертання деталі з частотою обертання - 60 об/хв.

Далі процес йде за наступною програмою:

1. Підведення інструменту за допомогою гідроциліндра до циліндричних ділянок.

2. Створення зусилля вигладжування поверхні гострої ділянки кулачка за допомогою гідроциліндра.

3. Відведення інструменту за допомогою гідроциліндра.

4. Поворот на наступну ділянку круглої циліндричної поверхні.

5. Створення зусилля вигладжування поверхні круглого циліндра за допомогою гідроциліндра.

6. Відведення інструменту за допомогою гідроциліндра.

7. Підведення інструментів у протилежному двоінструментальному блоці за допомогою гідроциліндра до конусних ділянок кулачка

8. Поворот пристосування для орієнтації по осі кулачка за допомогою гідроциліндра 3 для захоплення кулачка

9. Створення зусилля вигладжування плоских ділянок поверхні кулачка за допомогою гідроциліндра.

10. Відведення двоінструментального блоку з інструментами за допомогою гідроциліндра.

11. Повтор циклу вигладжування 10 разів для одного кулачка.

					ДРМТВАТАМ 23.20102.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Процес вигладжування на останньому циклі відбувається з плавним зменшенням зусилля з метою унеможливлення виникнення напливу. З метою забезпечення плавності роботи рух пристосування зміна тиску гідроциліндра має плавний цикл.

5.3 Конструкторські розрахунки.

Виконаємо розрахунок діапазону зусилля, одержуваного при зміні тиску мастила в гідро мережі.

Оптимальне значення зусилля, необхідного для отримання заданої якості отримуваної поверхні, згідно з експериментальними даними (дані візьмемо як для чавуну ВЧ 75-50-03) для 10 циклів навантаження - $P = 469$ Н/мм.

Існує формула [22] для визначення діаметра гідроциліндра виходячи із зусилля та тиску в гідро мережі:

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{Q}{P \cdot \eta_{MEH}} + d^2} . \quad (5.1)$$

Скористаємося для визначення необхідного тиску в гідро мережі виходячи з відомих значень діаметрів циліндра і штока гідроциліндра і зусилля, необхідного для вигладжування.

Необхідне зусилля на кулачок розподільного валу визначимо за формулою для одного вигладжувача:

$$Q_K = P \cdot L, \quad (5.2)$$

для двох вигладжувачів:

$$Q_K = \frac{PL}{2} \quad (5.3), \quad (5.3)$$

					ДРМТВАТАМ 23.20102.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

де $P = 469$ Н/мм – оптимальне питоме зусилля вигладжування $L = 11$ мм – ширина кулачка розподільчого валу.

Необхідне зусилля на кулачок валу дорівнює, при обробці одним вигладжувачем: $Q_K = PL = 469 \cdot 11 = 5159$ Н, для двох вигладжувачів, по (5.3):

$$Q_K = \frac{5159}{2} = 2579,5 \text{ Н.}$$

Перетворивши формулу (5.1) отримаємо тиск у гідро мережі, для одного інструменту, при використанні стандартного гідроциліндра з діаметром поршня 45 мм і діаметром штока 16 мм:

$$P = \frac{\left(\frac{1,13^2 Q_K}{D^2 - 1,13d^2} \right)}{\eta_{MEK}}, \quad (5.4)$$

Підставляючи значення, отримаємо: $P = \frac{\left(\frac{1,13^2 \cdot 5159}{45^2 - 1,13 \cdot 16^2} \right)}{0,9} = 4,217$ МПа.

Для двох інструментів, при використанні стандартного гідроциліндра з діаметром поршня 32 мм та діаметром штока 12 мм:

$$P = \frac{\left(\frac{1,13^2 \cdot 2579,5}{32^2 - 1,13 \cdot 12^2} \right)}{0,9} = 4,249 \text{ МПа.}$$

Таким чином, для отримання оптимального зусилля вигладжування достатньо застосувати стандартні гідроциліндри з діаметром поршня 45/32 мм і діаметром штока - 16/12 мм. Застосуємо стандартний насос, що забезпечує плавну зміну тиску масла, а також різний тиск в межах від 0 до 6,3 МПа - пластинчастий насос регульований НПЛР-20/6,3. Технічні характеристики та розміри представлені в додатку Б.

					ДРМТВАТАМ 23.20102.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

ВИСНОВКИ

1) Виконано аналіз конструкції та умов роботи двигуна 1.6 MZR Z6 автомобіля Mazda 3, що став наймасовішим на цьому автомобілі, та газорозподільного механізму. Встановлено, що основними несправностями газорозподільного механізму двигуна є природний знос вузлів і деталей та порушення норм експлуатації ДВЗ (невчасне ТО чи його відсутність, використання неякісного палива чи моторного масла).

2) Основними дефектами газорозподільного валу двигуна є зношування та пошкодження опорних шийок валу; профілю кулачків валу; тріщини та інші деформації; руйнування місць встановлення для штифтів, шківів та шестерень; спрацювання чи пошкодження місця під ущільнювачі; порушення різьблення в відверненнях для кріплення.

3. Як методи відновлення газорозподільного чавунного валу двигуна MZR Z6 рекомендовано як автоматичне електродугове наплавлення в середовищі захисного газу, що забезпечує високу якість наплавленого шару та можливість керування твердістю поверхні, так і вібродугове наплавлення при значних значеннях зносу.

4) Виконано аналіз оздоблювально-зміцнювальної обробки кулачкових валів. Запропоновано застосувати новий метод фінішної механічної обробки – широке вигладжування, що дозволить замінити дорогу операцію переплаву кулачків та полірування.

5. Розроблено технологічний процес ремонту та відновлення розподільчого валу двигуна MZR Z6. Також запропоновано конструкцію пристосування для вигладжування кулачків, що встановлюється на базовому токарному верстаті 16К20, яке можливо застосувати на СТО при відновленні та ремонті кулачків розподільних валів.

					ДРМТВАТАМ 23.20102.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Камель Г. І. Технологічні процеси та комплекси відновлення і зміцнення деталей : конспект лекцій / Г. І. Камель, В. М. Мілютін. — Дніпродзержинськ : ДДТУ, 2014. — 167 с.
2. Електронний ресурс: <https://avtodvigateli.com/marki/mazda-3-1>.
3. Електронний ресурс: https://avto.tatar/news_items/gazoraspredelitelnyi-mehanizm-naznachenie-konstruktsiya-i-printsip-raboty
4. Кисликов В. Ф., Лущик В. В. Будова й експлуатація автомобілів: Підручник. — 6-те вид. - К.: Либідь, 2006. — 400 с.
5. Транспортні енергетичні установки : навч. посіб. / О.М. Артюх, О.В. Дударенко, В.В. Кузьмін та ін. Запоріжжя НУ «Запорізька політехніка», 2021. – 264 с.
6. ДСТУ 3925-99 Чавун з кулястим графітом для виливків. – чинний від 2000 – 07 – 01. – Київ Держстандарт України, 2000. – 13 с.
7. Лесневський М. Бензинові двигуни MAZDA з технологією Skyactiv-G // Сучасна Автомайстерня. 2021. № 7-8 (154). URL: <https://www.automaster.net.ua/artykuly/benzinovi-dviguni-mazda-z>
8. Електронний ресурс: <https://монолит.укр/structure-avto/>
9. Абрамчук Ф. І., Гутаревич Ю. Ф., Долганов К. Є. Автомобільні двигуни: Підручник. К. : Арістей, 2006. 476 с.
10. Електронний ресурс: https://mazda.autoservice-km.ua/remont_avto/remont_dvigatelya/remont_grm
11. Камель Г. І. Технологічні процеси та комплекси відновлення і зміцнення деталей : конспект лекцій / Г. І. Камель, В. М. Мілютін. — Дніпродзержинськ : ДДТУ, 2014. — 167 с.
12. Корж В. М. Нанесення покриття : навчальний посібник / В. М. Корж. — К. : Арістей, 2005. — 204 с.

					ДРМТВАТАМ 23.20102.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

13. К.А. Ющенко, Ю.С. Борисов, В.Д. Кузнецов, В.М. Корж Інженерія поверхні. Підручник. – К.: НВП «Наукова думка» НАН України, 2007. – 558 с.

14. Бутаков Б.І. Аналіз стану підвищення зносостійкості деталей машин за допомогою поверхневої пластичної деформації // Б.І.Бутаков, В.О.Артюх . – Вісник аграрної науки Причорноморья, 2005. – №4. – С. 166-173.

15. Ковалевський С.В. Дослідження впливу комбінованого вигладжування на зміцнення поверхонь деталей машин // С.В. Ковалевський, А.І. Маслова. – Вісник ЖДТУ, 2011. – №2 (57). – С. 322-334.

16. Технологія зміцнення поверхні. Методичні вказівки до виконання практичних робіт для студентів напряму 6.050504 «Зварювання» / Укладачі: С.М. Гетманець, А. В. Чорний, Д.В. Степанов – К.: НТУУ «КПІ», 2013, 43 –с.

17. Кралін А.К. Методи пластичного деформування поверхневого шару деталей машин // А. К. Кралін, Р. І. Рибалко. – Сучасне промислове та цивільне будівництво, 2015. – Том 11, № 3. - . 131-137.

18. Сердюк О.В. Удосконалення технології обкочування роликом із застосуванням методів теорії деформовності. дис. на здобуття наукового ступеня канд. тех. наук: Вінниця, 2019. С 183.

19. О.В. Сердюк та Т. В. Ярошенко «Ролик для обкочування металевих деталей», Пат. 76462 Україна, МПК В 24 В 39/00 No u 2012 05857, Бюл. No1, заявл. 14.05.2012, опубл. 10.01.2013

20. О.В. Сердюк та Л.Г. Козлов, «Система керування пневмоприводом обкочувальної головки», на XVIII Міжнародній науково-технічній конференції АС ПГП «Промислова гідраліка і пневматика», Вінниця, ВНТУ, 3-6 жовтня 2017, с. 97-98.

21. В.І. Кальченко, В.В. Кальченко, В.І. Венжега Відновлення деталей автомобілів: Навчальний посібник.– Чернігів:ЧНТУ, 2013. – 192с.; іл.

22. Кулінченко В.Р. Гідравліка, гідравлічні машини і гідропривод.Підручник – Київ: Центр навчальної літератури. 2006 – 616 с.

					ДРМТВАТАМ 23.20102.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

ДОДАТКИ

					ДРМТВАТАМ 23.20102.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

**Додаток А. Технологічний процес відновлення
розподільного валу**

Таблиця А.1 – Маршрут обробки деталі

Найменування операції	№	Найменування переходу	Обладнання, інструмент
10 Мийна	1	Промити розподільний вал у гарячому розчині каустичної соди, промити всі отвори під високим тиском.	Мийна машина (під високим тиском)
20 Контрольна (дефекація)	1	Встановити вал у центра	Стійка з центрами, індикатор, стійка для індикатора, мікрометр з діапазоном вимірювання 0–25, точністю 0,005 мм, Скоба мікрометрична 0-25 мм, набір кінцевих мір №3, різьбова пробка М10, штангенциркуль, нутромір з діапазоном вимірювання 0-25 мм, точністю 0,01мм.
	2	Перевірити діаметри 5 посадкових шийок діаметром $24_{-0,055}^{-0,040}$ мм, діаметр під шків зірочки $24_{-0,029}^{-0,007}$ мм.	
	3	Перевірити стан різьблення під гвинт кріплення шківа зірочки розподільного валу $M10 \cdot 1,25 - 6H$, $L=15$ мм.	
	4	Перевірити візуально стан усіх жолобників, діаметрів на предмет раковин, вибоїн, тріщин, задирів.	
	5	Перевірити шпонковий паз за розміром $4_{-0,035}$ мм та його стан.	
	6	Зняти вал, укласти на стіл	
30 Контрольна	1	Встановити розподільчий вал на призми за базами К і Л	Контрольна плита Призми, індикатор з ціною поділу 0,005мм, марка перманентна
	2	Контролювати биття другої, третьої, четвертої шийки, у разі биття більше 0,03 мм маркувати червоним перманентним маркером для подальшого виправлення валу на пресі	
	3	Зняти деталь	
40 Правка	1	Встановити вал у піч та нагріти приблизно до 400°C	Електропіч Призми, індикатор, прес гідравлічний
	2	Вийняти вал з печі та встановити розподільний вал на призми преса побаз, зазначених на кресленні - К, Л.	
	3	Контролювати биття другої, третьої та четвертої шийки і виправити вал до биття, що не перевищує 0,03 мм.	
	4	Зняти деталь	
50 Центрувальна	1	Встановити вал 1 шийкою (К) у патрон, а шийку (Л) у люнет	Токарний верстат, 3х кулачковий патрон, люнет, індикатор з ціною поділу 0,005мм, фасонний різець з пластиною ВК 8.
	2	Виставити вал, забезпечивши биття третьої шийки не більше 0,03 мм.	
	3	Перевірити різцем центрову фаску за радіусом R4 на глибину 1 мм.	
	4	Зняти деталь	

<i>Найменування операції</i>	<i>№</i>	<i>Найменування переходу</i>	<i>Обладнання, інструмент</i>
60 Шліфувальна (шліфування шийок під наплавлення)	1	Встановити вал у центри, 2, 3, 4 шийки в люнети	Кругло-шліфувальний верстат, центри, люнети, шліфувальний круг
	2	Шліфувати 1-5 шийки до діаметра $23 \pm 0,01$ мм	
	3	Шліфувати шийку під зірочку розподільного валу до діаметра $21 \pm 0,01$ мм	
	4	Зняти деталь	
70 Шліфувальна (шліфування кулачків під наплавлення)	1	Встановити вал у центрі верстата	Копірний кругло шліфувальний верстат, центру, мікрометр, копір
	2	Шліфувати всі кулачки по копіру з припуском за профілем 1 мм	
	3	Зняти деталь	
80 Наплавлювальна (наплавлення шийок)	1	Встановити вал на верстат торцем у рифлений центр і торцем під зірочку розподільного валу у центр задньої бабки	Установка для наплавлення валів, мундштук для наплавлення валів, патрон
	2	Очистити шийки від бруду та мастила	
	3	Наплавити послідовно всі шийки шаром 1 мм.	
	4	Зняти деталь	
90 Наплавлювальна (наплавлення кулачків)	1	Встановити вал на верстат торцем у рифлений центр і торцем під зірочку розподільника в центр задньої бабки. Упором зорієнтувати по профілю 1 кулачка.	Установка для наплавлення валів, мундштук для наплавлення валів, патрон, копір
	2	Очистити шийки від бруду та мастила	
	3	Наплавити послідовно всі шийки шаром 1 мм.	
	4	Зняти деталь	
100 Шліфувальна (попереднє шліфування шийок)	1	Встановити розподільний вал у центрі	Кругло-шліфувальний верстат, центри, люнети, шліфувальний круг
	2	Шліфувати 1-5 шийку до діаметра $24_{-0,055}^{-0,040}$ мм, шийку під шків зірочки $24_{-0,029}^{-0,007}$ мм.	
	3	Зняти деталь	
110 Контрольна	1	Перевірити органолептично якість напавленого шару; шлакові включення, тріщини, раковини та пори не допускаються; на бракованих шийках заново зішліфувати метал та наплавити новий	-

120 Шліфування (попереднє шліфування кулачків)	1	Встановити розподільний вал у центри 2, 3, 4 шийки у люнети. Упором зорієнтувати за профілем 1 кулачка.	Копірний кругло шліфувальний верстат, центри, мікрометр, копір
	2	Шліфувати по копіру кулачки послідовно	
	3	Зняти деталь	
130 Контрольна	1	Перевірити о якість наплавленого шару; шлакові включення, тріщини, раковини та пори не допускаються; на бракованих шийках заново шліфувати метал та наплавити новий	-
140 Токарна (обробка жолобників на 1-5 шийках)	1	Встановити вал у центри, 2, 3, 4 шийки в люнети	Токарний верстат, 3 х кулачковий патрон, центри, люнети, фасонний різець з пластиною ВК 8 лівий/правий.
	2	Точити ліві жолобники послідовно на 1-5 шийках	
	3	Точити праві галтелі послідовно на 1-5 шийках	
	4	Зняти деталь	
150 Контрольна	1	Перевірити якість галтелей	
160 Фрезерна	1	Встановити розподільний вал на призми по шийках Л та К. Виставити деталь за профілем кулачків.	Горизонтально-фрезерний верстат Пристосування Фреза шпонкова Нутромір
	2	Фрезерувати шпонковий паз шириною $5_{-0,03}$ мм у ремонтний розмір, під ремонтну шпонку R9	
	3	Зняти вал	
170 Шліфувальна (остаточне шліфування шийок)	1	Встановити розподільний вал у центрі	Кругло шліфувальний верстат, центри, люнети, шліфувальний круг
	2	Шліфувати 1-5 шийку до діаметра $24_{-0,055}^{-0,040}$ мм, шию під шків зірочки $24_{-0,029}^{-0,007}$ мм.	
	3	Зняти деталь	
180 Контрольна	1	Перевірити якість наплавленого шару; шлакові включення, тріщини, раковини та пори не допускаються; на бракованих шийках заново шліфувати метал та наплавити новий	-
190 Шліфування (остаточне шліфування кулачків)	1	Встановити розподільний вал у центри 2, 3, 4 шийки у люнети. Упором зорієнтувати за профілем 1 кулачка.	Копірний кругло шліфувальний верстат, центру, мікрометр, копір.
	2	Шліфувати по копіру кулачки послідовно	
	3	Зняти деталь	

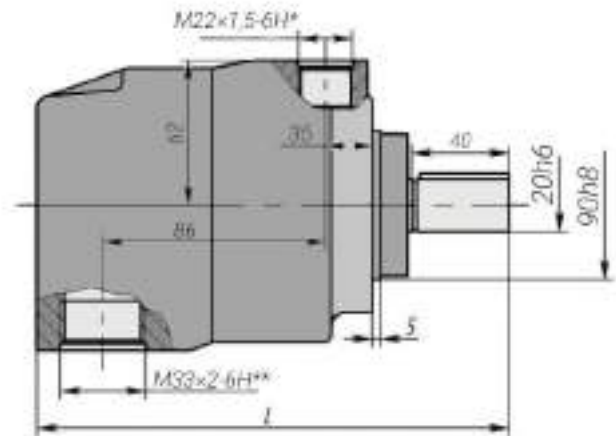
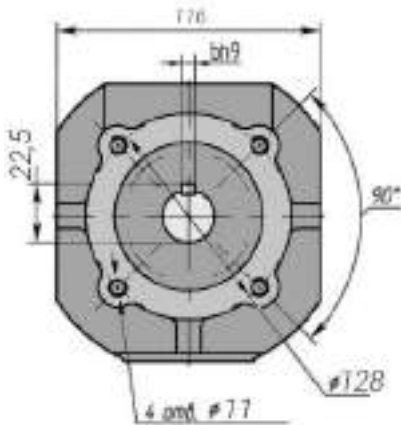
<i>Найменування операції</i>	<i>№</i>	<i>Найменування переходу</i>	<i>Обладнання, інструмент</i>
200 Контрольна	1	Перевірити якість наплавленого шару; шлакові включення, тріщини, раковини та пори не допускаються; на бракованих шийках заново шліфувати метал та наплавити новий	-
210 Різьбонарізна (Прогонка внутрішнього різьблення при зриві різьблення до п'яти ниток)	1	Закріпити розподільний вал у тиски	Тиски, мітчик М10х1,25, пробка різьбова
	2	Прогнати різьблення М10х1,25 під болт кріплення зірочки розподільного по всій довжині	
	3	Зняти розподільний вал	
	4	Перевірити якість прогонки різьблення	
220 Правильна	1	Встановити розподільний вал крайніми шийками (Л, К) на призми	Прес, пристосування для редагування, індикатор
	2	Перевірити биття 3 шийки	
	3	Правити розподільний вал, биття не більше 0,03 мм	
	4	Зняти деталь	
230 Вигладжувальна (кулачків)	1	Встановити розподільний вал у центрі верстата, зорієнтувати за профілем 1 кулачка	Токарний верстат, пристосування для вигладжування, люнет.
	2	Вигладжувати кулачки послідовно за програмою командо апарата пристосування.	
240 Вигладжувальна (шийок)	1	Встановити розподільний вал у центрі верстата	Токарний верстат, пристосування для вигладжування, люнет.
	2	Вигладжувати шийки послідовно	
250 Мийна	1	Продути та промити розподільний вал	Гас, стиснене повітря
260 Консерваційна	1	Змастити розподільний вал, загорнути в промаслений папір та відправити на склад	Мастило АІ-20, промаслений папір

Таблиця А2 - Обладнання, оснащення та інструмент, що застосовується в технологічному процесі

№ операції	Найменування	Обладнання	Оснастка		
			Ріжучий інструмент	Мірний інструмент	Пристосування
10, 250	Мийна	Мийна машина високого тиску	-	-	-
20, 30, 110,130,150, 180,200	Контрольна	Контрольний стіл	-	Пристосування для контролю, штангенциркуль, мікрометр	Стійка із центрами
40, 220	Правка	Прес гідравлічний 16Б16	-	Індикатор, стійка	-
50, 140, 240	Токарна	Токарно-гвинторізний універсальний 16Б16	Різці прохідні, пластини, вигладжувач	Штангенциркуль, штангенрейсмус	Патрон повідковий, центр наполегливий
230	Вигладжуюча	Токарно-гвинторізний універсальний	Вигладжувач	Мікрометр	Патрон повідковий, центр упорний
60,100,170	Шліфувальна (шліфування шийок)	Круглошліфувальний верстат 3М132В	Шліфувальне коло, алмаз для виправлення	Мікрометр, штангенрейсмус, штангенциркуль, скоба вимірювальна	Повідець, упорні центри
70, 120, 90	Шліфувальна (шліфування кулачків)	Копірний круглошліфувальний верстат	Шліфувальне коло, алмаз для виправлення, копір	Мікрометр, штангенрейсмус, штангенциркуль, скоба вимірювальна	Повідець, упорні центри
160	Фрезерна	Горизонтальний консольно-фрезерний 6К-82Г	Фреза шпонкова, дискова	Штангенциркуль, нутромір	Пристосування затискне, призми.
80, 90	Наплавна	Установка наплавлювальна універсальна ОКС-22084	-	-	-
210, 260	Слюсарна	Верстак, тиски	-	-	-

**Додаток Б. Технічні характеристики та геометричні розміри
пластинчастого насосу НПЛР 20/16**

№	Характеристика	Значення
1	Номінальний робочий об'єм см ³	20
2	Номінальна подача, л/хв	26,5
3	Номінальний тиск на виході, МПа	6,3
	Потужність, кВт	8,5
4	Маса насоса, кг	23,5
5	Напрямок обертання	За годинниковою стрілкою
6	Навантаження на валу	Радіальні та осьові навантаження неприпустимі
7	В'язкість, що рекомендується	23 – 45 сСт при 40 ° С (ISO VG22-46). Для холодного запуску при нульовому тиску: 400 сСт максимум
8	Клас чистоти рідини	ISO 19/16 (досягається при тонкощі фільтрації 25 мкм та $V > 75$)
9	Температура рідини	+70 ° С
10	Положення у просторі	Будь-яке



**КАФЕДРА ТРИБОЛОГІЇ, АВТОМОБІЛІВ
ТА МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА**

***Відновлення розподільного валу
двигуна MZR Z6 автомобіля Mazda
із зміцненням поверхні кулачків
шляхом вигладжування***

Виконав ст. гр. МТВАс-20-2:

Володимир ПЕТРОВСЬКИЙ

*наук. керівник: доц. каф. ТАМ
Сергій ПОСОНСЬКИЙ*

Мета та завдання роботи.

Одним із основних питань ремонтного виробництва є відновлення зношених деталей. При цьому важливою умовою є їх відновлення до рівня нових за відносно невисокої собівартості. При відновленні деталей необхідно керуватися найсучаснішими технологіями у світі, що застосовуються у технології відновлення та ремонту деталей.



Метою даної роботи є розробка технологічного процесу відновлення розподільчого валу двигуна MZR Z6 автомобіля Mazda із зміцненням поверхні кулачків шляхом вигладжування.

Завдання роботи:

1) Виконати аналіз конструкції та умов роботи газорозподільного механізму двигуна MZR Z6.

2) Виконати аналіз пошкоджень газорозподільного валу двигуна та запропонувати методи діагностики і ремонту.

3) Виконати аналіз сучасних методів відновлення та зміцнення деталей типу вал, кулачок.

4) Вибрати технологічне обладнання, технологічне оснащення та інструменти, розрахувати режими обробки для відновлення валу ГРМ.

5) Розробити пристосування для вигладжування кулачків розподільчого валу після наплавлення.

У 2003 році з'явилося перше покоління Mazda 3. Автомобіль набув широкого поширення по всьому світу. Для різних країн призначалися різні моделі двигунів залежно від попиту та можливостей обслуговування, в Україні найбільш відомі бензинові четвірки об'ємом від 1.6 до 2.3 літра, хоча зустрічаються й інші



Технічні характеристики двигуна MZR Z6.

Характеристика	Значення	Характеристика	Значення
Виробник	Hiroshima Plant	Кр. момент	144 Нм
Роки випуску	2001 – т.ч.	Матеріал головки	Алюміній
Об'єм	<u>1,6 л (1598 см³)</u>	Матеріал блоку	Чавун
Потужність	105 к.с.	Еко норма	Євро – 4
К-сть циліндрів	4	Витрати пального	<u>6,5 л на 100 км</u>
К-сть клапанів	16	К-сть масла	<u>4,2 л</u>
Діаметр циліндра	<u>78 мм</u>	Маркування масла	5W-30
К-сть клапанів	16	Ресурс	<u>250000 км</u>

Базовий двигун MZR Z6 для Mazda 3, це добре знайомий по колишньому поколінню автомобіля бензиновий 16-клапанний агрегат робочим об'ємом 1,6 літра або 1598 кубічних сантиметрів. Це 4-циліндровий мотор із клапанним механізмом із двома розподільними валами DOHC. У приводі ГРМ використовується ремінь. Потужність двигуна складає 105 л.с. (77 кВт) при 6000 оборотах за хвилину. Максимальний крутний момент становить 144 Нм при 4000 обертах за хвилину. Повні технічні характеристики двигуна наведено в таблиці

Приводи газорозподільного механізму ДВЗ

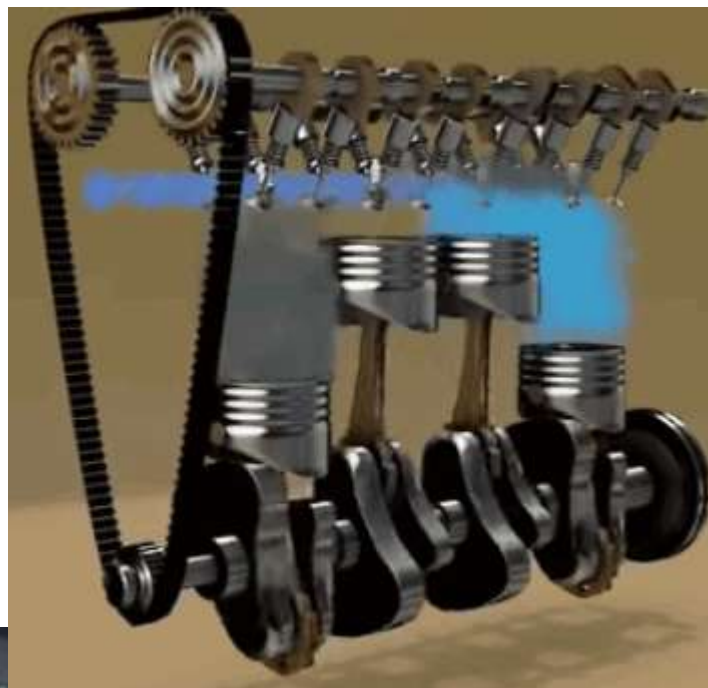
Щоб забезпечити зв'язок між розподільним і колінчастим валом активно використовується три основні рішення - ремінь, ланцюг, шестерня або застосовується їх комбінація. Вибір приводу залежить від розміщення розподільного валу та колінчастого по відношенню один до одного, а також конструкційних особливостей самого силового агрегату.

Вид передачі	Переваги	Недоліки
Ремінна	<ul style="list-style-type: none"> - еластичність; - безшумність; - низька вартість. 	<ul style="list-style-type: none"> - часті механічні пошкодження; - активна до паливно-мастильних матеріалів.
Ланцюгова	<ul style="list-style-type: none"> - Стійкість до дії зовнішніх факторів; - Точність встановлення фаз ГРМ; - Стійкість до динамічних перевантажень. 	<ul style="list-style-type: none"> - Шумність; - Вартісна заміна
Шестеренна	<ul style="list-style-type: none"> - Довговічність; - Точність встановлення фаз ГРМ. 	<ul style="list-style-type: none"> - Складність конструкції; - Вартісна заміна
Комбінована	<ul style="list-style-type: none"> - Можливість заміни одного з вузлів 	<ul style="list-style-type: none"> - Складність конструкції; - Вартісна заміна



Газорозподільний механізм двигуна MZR Z6

Газорозподільний механізм двигуна **MZR Z6** призначений для контролю надходження повітря в циліндри та відведення з них вихлопних газів. Будь-які порушення в роботі цього механізму призведуть як до нестабільної роботи ДВЗ, так і його заклинювання.



ГРМ двигуна MZR Z6 має два розподільні вали: один розподіляє газову суміш по циліндрах (впускний розподільний вал), інший відкриває клапани для видалення відпрацьованих газів (випускний вал розподільний). Деталі механізму газорозподілу розташовуються у головці блоку циліндрів.

Розподільний вал відливається з високоміцного чавуну з вермикулярним графітом марки ЧВГ 40 ДСТУ 3925-99, механічні властивості чавуну наведені у таблиці



σ_i Н/мм ²	σ_B Н/мм	$\delta, \%$	Ударна в'язкість, а _н , кг·м/см ²	$\gamma, \text{г/см}^2$	$\lambda,$ кал/(см·с·град)	НВ
700	400	1	1,1	6,8...7,4	0,087...0,09	170...230

Основними контрольованими розмірами та параметрами деталі є:
 - профіль кулачків;
 - не співвісність шийок розподільного валу;
 - всі осьові розміри від бази (базою є лівий торець шийки біля шківа).

Зношування розподільного валу: симптоми та методи їх усунення. Спочатку слід ознайомитися з характерними дефектами розподільного валу. До них слід зарахувати



Зношування шийок

Зношування кулачків

**Виразки, задирки, пори,
раковини, тріщини**

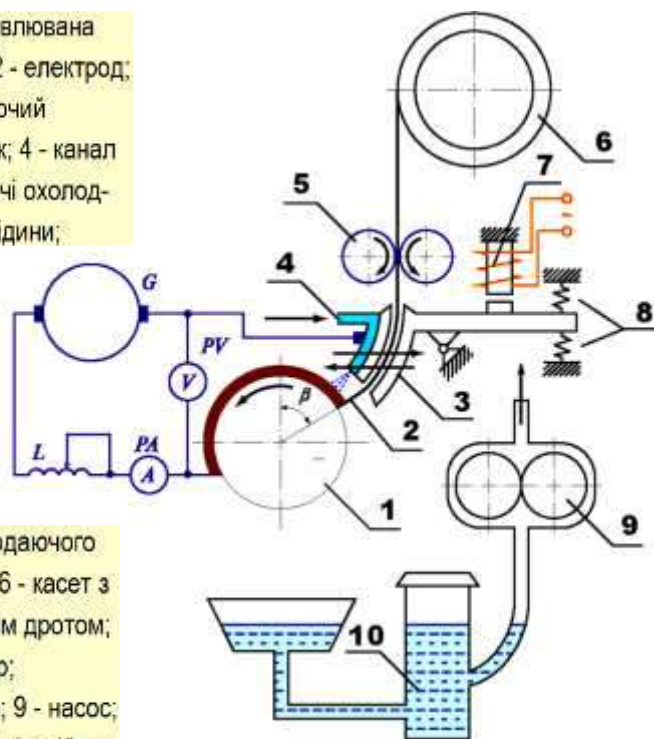


Наплавлення розподільного валу

Як методи відновлення газорозподільного чавунного валу двигуна MZR Z6 рекомендовано як автоматичне електродугове наплавлення в середовищі захисного газу, що забезпечує високу якість наплавленого шару та можливість керування твердістю поверхні, так і вібродугове наплавлення при значних значеннях зносу.

вібродугове наплавлення

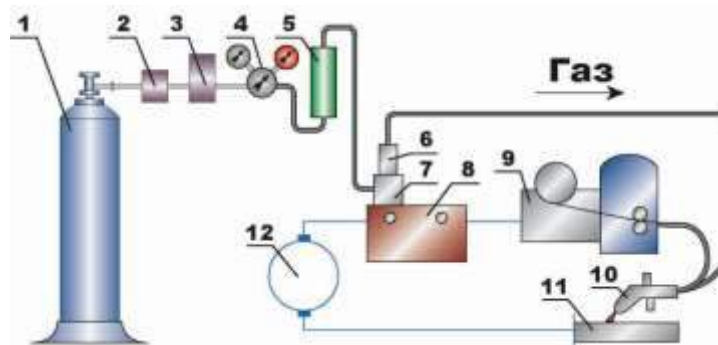
1 - наплавлювана деталь; 2 - електрод; 3 - вібруючий мундштук; 4 - канал для подачі охолоджуючої рідини;



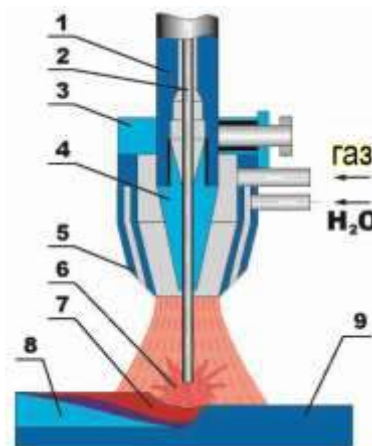
5 - ролик подаючого механізму; 6 - касет з електродним дротом; 7 - вібратор; 8 - пружини; 9 - насос; 10 - фільтр-відстійник

Параметр	Товщина наплавленого металу, мм		
	0,3...0,9	1,0...1,6	1,7...2,5
Діаметр електроду, мм	1,6	2,0	2,5
Напруга джерела живлення, В	12...15	15...20	20...25

наплавлення в середовищі захисного газу



1 - балон з вуглекислим газом; 2 - осушувач; 3 - підігрівач газу; 4 - газовий редуктор; 5 - витратомір газу; 6 - клапан; 7 - електромагніт; 8 - апаратний ящик; 9 - механізм для подачі дроту; 10 - пальник; 11 - відновлювана деталь; 12 - джерело струму



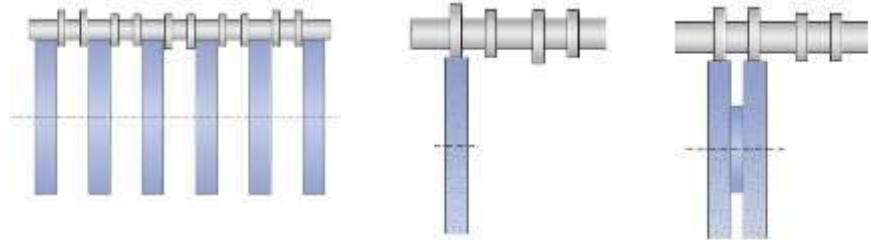
1 - мундштук; 2 - електродний дріт; 3 - пальник; 4 - наконечник; 5 - сопло пальника; 6 - електрична дуга; 7 - зварювальна ванна;

8 - покриття; 9 - відновлювана деталь

Дріт Ø 0,5-1,2 мм

(Св-08, Св-08Г2, Св-08ГС і ін.)

Після операції наплавлення розподільний вал необхідно піддати термічній обробці - відпуску або відпалу і нормалізації. Це необхідно, якщо технологічним процесом передбачено загартування або переплав поверхонь кулачків у середовищі захисного газу – аргону. Після термічної обробки кулачків розподільних валів їх піддають шліфуванню заданим профілем. В якості обладнання в цьому випадку використовують копіювальний верстат, або верстат з ЧПУ для безкопірної обробки.



Кулачки розподільного валу шліфують електрокорундовими колами (24А) на керамічному зв'язуванні (К) різною зернистістю (16...40) і твердістю (СМ, СТ), наприклад 24А16СМ16К із застосуванням змащувально-охолоджувальної рідини.

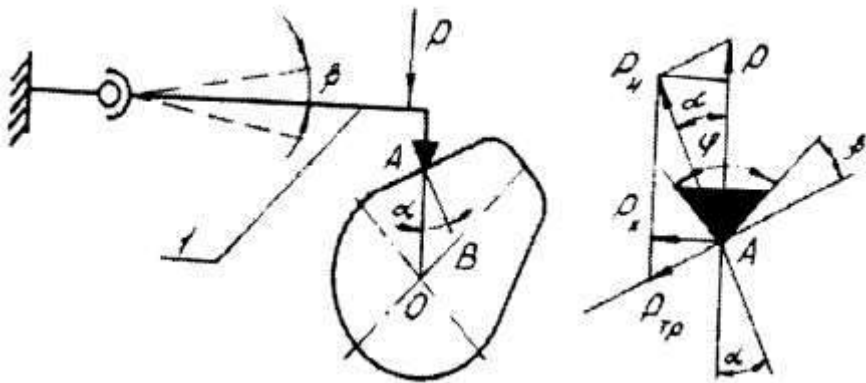
Твердість кулачків розподільного валу повинна бути більшою за HRC 50 на глибину 0,7 мм.

Якщо при наплавленні вдається отримати таку твердість на такій глибині, то операцію переплаву кулачків у середовищі захисного газу не проводять.

Для фінішної обробки шийок розподільного валу застосовують різні способи обробки переважно - полірування та методи ППД - поверхнево-пластичного деформування

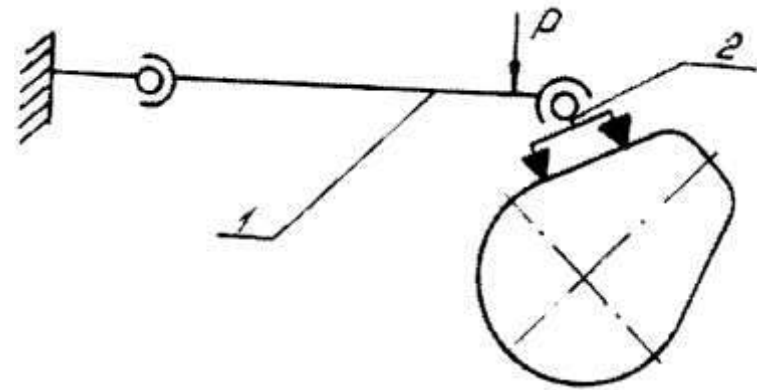
Альтернативним методом ППД - **вигладжуванням** можна отримати не тільки необхідну шорсткість $Ra\ 0,16$, але і створити зміцнений поверхневий шар, що важливо для зниження зносу поверхні кулачка розподільного валу. Складність полягає в необхідності докладання певного зусилля по всій поверхні криволінійного кулачка, утримуючи вектор докладання сили до нормалі повірності. Як інструмент при вигладжуванні використовуються різні деформуючі елементи - куля, ролик, дорн

Перший спосіб реалізації вигладжування кулачкових валів



На інструмент, що вигладжує, діє сила , спрямована перпендикулярно до основного напрямку розміщення деформуючої пластини (базової площини пластини). Величина цієї сили залежить від кута між нормаллю до певної точки поверхні і радіус - вектором , що зв'язує цю точку з центром обертання кулачка

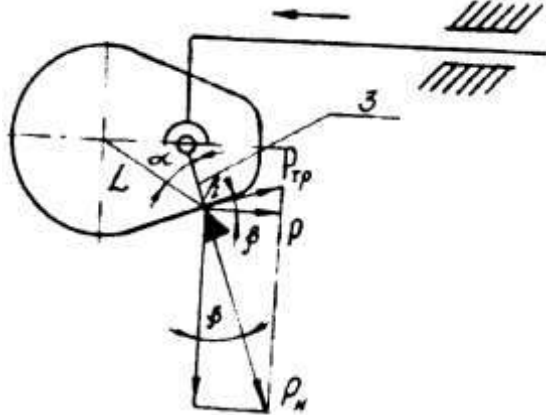
Другий спосіб реалізації вигладжування кулачкових валів



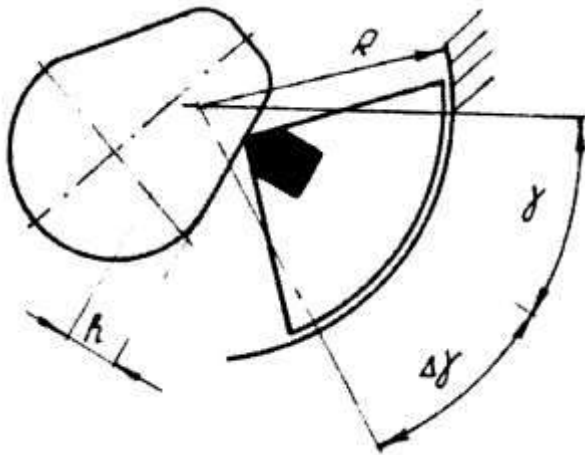
У даному випадку спосіб майже повторює перший, однак тут використовується інструментальна головка 2 , що встановлюється, з двома інструментами. Інструменти встановлюються під дією сили , прикладеної до важеля, нормалі до оброблюваної поверхні. Недоліком другого методу є те, що потрібно прикладати вдвічі більшу силу , ніж у разі обробки одним інструментом

Третій спосіб реалізації вигладжування кулачкових валів за рахунок самовтановлення шарнірного інструменту

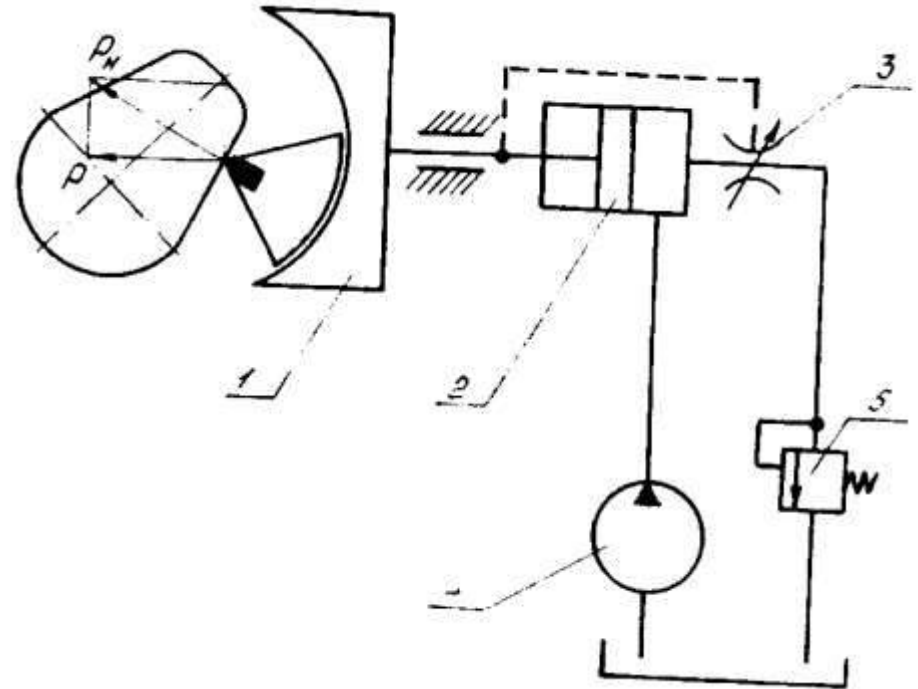
Це досягається за рахунок встановлення інструмента на шарнірній ланці 3. Вісь шарніра (вісь повороту ланки) зміщена щодо точки контакту "тіло" кулачка на величину h .



Для практичної реалізації інструмент слід закріпити в державці, що має **циліндричну опорну поверхню**. Вісь цієї поверхні має бути зміщена щодо вершини на величину h .



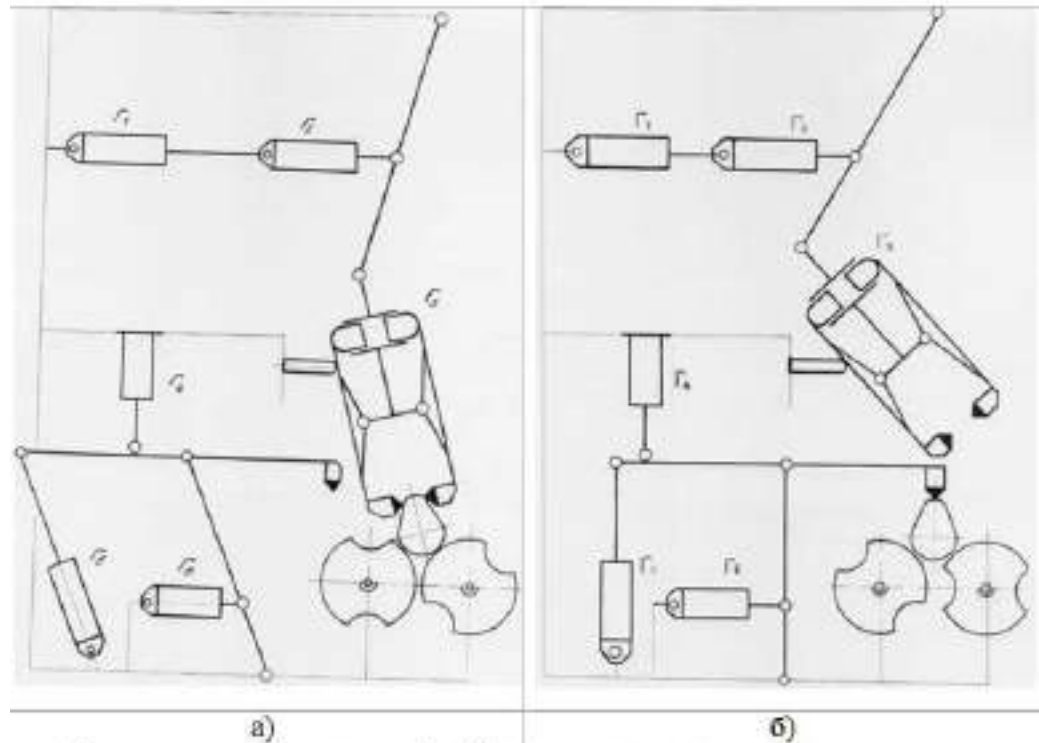
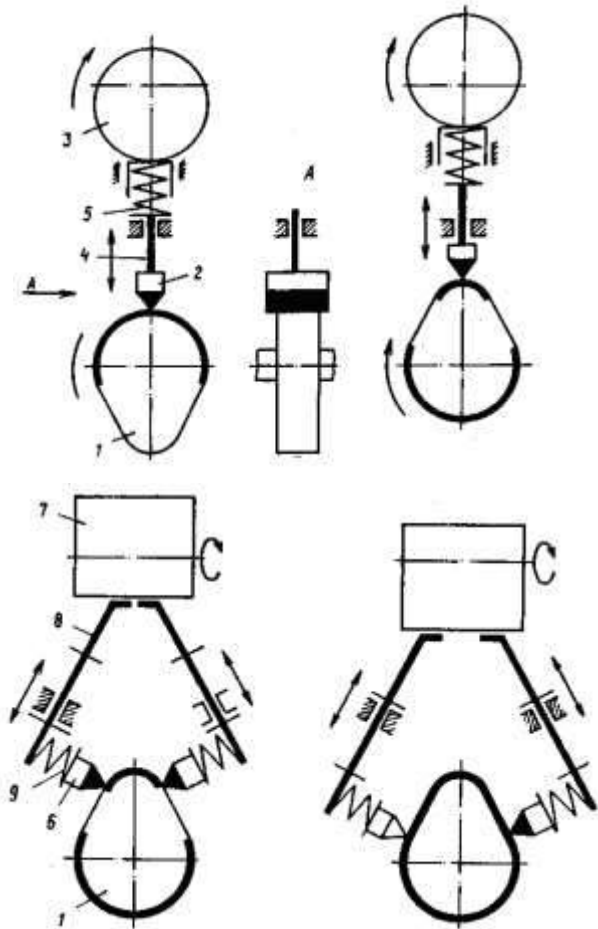
Гідравлічна схема пристрою, що забезпечує зміну сили притискування інструменту



Недоліком цього методу вигладжування є необхідність передачі значного крутного моменту на кулачковий вал. Це призводить до необхідності послідовної обробки кулачків. При цьому як ведучий використовується інший, крайній, раніше оброблений кулачок

Четвертий спосіб реалізації вигладжування кулачкових валів

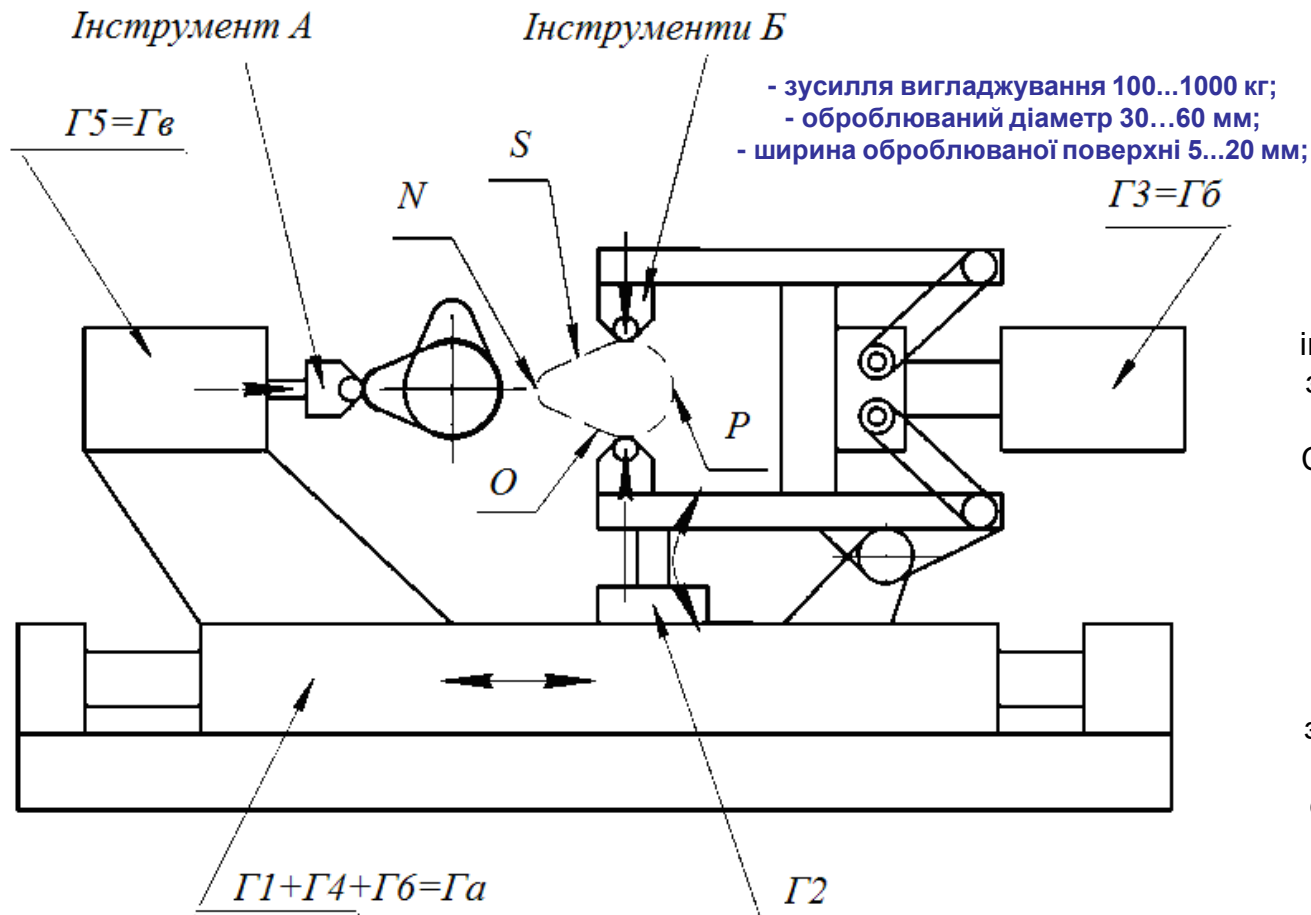
Четвертий метод вигладжування усуває недоліки третього методу. Сутність методу у тому, що обробку профілю кулачка ведуть трьома інструментами. Обробку циліндричних ділянок ведуть одним інструментом, при цьому кулачок 1 обертають, а інструмент 2 переміщують у площині, що проходить через вісь обертання кулачка. Потім кулачок зупиняють і обробку плоских ділянок здійснюють двома іншими інструментами б, встановленими симетрично щодо осі симетрії профілю кулачка шляхом повідомлення зворотно-поступального переміщення вздовж цих ділянок



— Конструктивна схема реалізації четвертого методу вигладжування:
а - обробка плоских ділянок; б - обробка циліндричних ділянок кулачка.

Технічне завдання розробку пристосування для вигладжування та опис його конструкції

Пристрій повинен встановлюватись на кріплення супорта універсального токарного верстата типу 16К20. Як приводи пристосування використовувати стандартні гідроциліндри та гідронасоси. Як інструмент передбачити використання зношених хвостовиків твердосплавного осьового інструменту, попередньо доопрацьованих з метою надання їм заданої геометрії та шорсткості. Управління послідовного включення та вимикання гідроциліндрів здійснити за допомогою програмованого контролера.



Проведемо спрощення 4 схеми. Об'єднаємо гідроциліндри, що виконують однакову функцію - підведення та відведення інструменту із зони обробки. Це гідроциліндри – Г1, Г4, Г6. Введення та виведення інструментів із зони обробки здійснюється за допомогою гідроциліндра Га. Створення зусилля обробки циліндричних ділянок здійснюється з допомогою гідроциліндра Гв. За рахунок шарнірної підвіски та гідроциліндра Г2 інструментальний блок здійснює поступальний рух, а зусилля вигладжування створюється за допомогою гідроциліндра Гб.

Маршрут відновлення розподільного валу

Найменування операції	№	Найменування переходу	Обладнання, інструмент
10 Мийна	1	Промити розподільний вал у гарячому розчині клаптичної соди, промити всі отвори під високим тиском.	Мийна машина (під високим тиском)
20 Контрольна (дефекція)	1	Встановити вал у центрі	Стілка з центром, індикатор, стілка для індикатора, мікрометр з діапазоном вимірювання 0-25, точністю 0,005 мм. Скоба мікрометрача 0-25 мм, набір вішневих мір №3, різьбова пробка М10, штангенициркуль, нутромір з діапазоном вимірювання 0-25 мм, точністю 0,01мм.
	2	Перевірити діаметри 5 послідовних шийок діаметром $24_{-0,011}^{+0,007}$ мм, діаметр під шпіві вірочки $24_{-0,011}^{+0,007}$ мм.	
	3	Перевірити стан різьблення під гайки кріплення шпіві вірочки розподільного валу М10-1,25-6Н, L=15 мм.	
	4	Перевірити візуально стан усіх жолобків, діаметрів на предмет раковин, вибоїв, тріщин, задирок	
	5	Перевірити шпоночковий паз за розміром $4_{-0,010}^{+0,007}$ мм та його стан	
	6	Зняти вал, укласти на стіл	
30 Контрольна	1	Встановити розподільний вал на призми за базисом К і Л	Контрольна планка Призми, індикатор з діною поділу 0,005мм, марка перманентна
	2	Контролювати биття другої, третьої, четвертої шийки, у разі биття більше 0,03 мм маркувати вершини перманентним маркером для подальшого виправлення валу на пресі	
	3	Зняти деталь	
40 Права	1	Встановити вал у піч та нагріти приблизно до 400°C	Електропіч Призми, індикатор, прес гідравлічний
	2	Вийняти вал з печі та встановити розподільний вал на призми преса побач, зазначених на кресленні - К, Л	
	3	Контролювати биття другої, третьої та четвертої шийки і виправити вал до биття, що не перевищує 0,03 мм	
	4	Зняти деталь	
50 Центрувальна	1	Встановити вал 1 шийкою (К) у патрон, а шийку (Л) у лонгет	Токарний верстат, 3х кулачковий патрон, лонгет, індикатор з діною поділу 0,005мм, фасонний різьць з пластинною ВК 8
	2	Виставити вал, забезпечивши биття третьої шийки не більше 0,01 мм	
	3	Перевірити розмір центрову фаску за радіусом R4 на глибину 1 мм.	
	4	Зняти деталь	

Найменування операції	№	Найменування переходу	Обладнання, інструмент
60 Шліфувальна (шліфування шийок під наплавлення)	1	Встановити вал у центрі, 2, 3, 4 шийки в лонгет	Кругло шліфувальний верстат, центри, лонгет, шліфувальний круг
	2	Шліфувати 1-5 шийки до діаметра $23_{+0,01}$ мм	
	3	Шліфувати шийку під вірочку розподільного валу до діаметра $21_{+0,01}$ мм	
	4	Зняти деталь	
70 Шліфувальна (шліфування кулачка під наплавлення)	1	Встановити вал у центрі верстата	Копіючий кругло шліфувальний верстат, центру, мікрометр, копір
	2	Шліфувати всі кулачки по копіру з припуском за профілем 1 мм	
	3	Зняти деталь	
80 Наплавлявальна (наплавлення шийок)	1	Встановити вал на верстат торцевим у різьблений центр і торцевим під вірочку розподільного валу у центр задньої бабки	Установка для наплавлення валів, муштаху для наплавлення валів, патрон
	2	Очистити шийки від бруду та мастила	
	3	Наплавити послідовно всі шийки шаром 1 мм	
	4	Зняти деталь	
90 Наплавлявальна (наплавлення кулачка)	1	Встановити вал на верстат торцевим у різьблений центр і торцевим під вірочку розподільного в центр задньої бабки. Упором зорієнтувати по профілю 1 кулачка.	Установка для наплавлення валів, муштаху для наплавлення валів, патрон, копір
	2	Очистити шийки від бруду та мастила	
	3	Наплавити послідовно всі шийки шаром 1 мм.	
	4	Зняти деталь	
100 Шліфувальна (попереднє шліфування шийок)	1	Встановити розподільний вал у центрі	Кругло-шліфувальний верстат, центри, лонгет, шліфувальний круг
	2	Шліфувати 1-5 шийку до діаметра мм, шийку під шпіві вірочки $24_{-0,011}^{+0,007}$ мм.	
	3	Зняти деталь	
110 Контрольна	1	Перевірити органолептично вість наплавленого шару, шпіві вірочки, тріщини, раковини та пори не допускаються, на бракованих шийках знову шліфувати метал та наплавити новий	

120 Шліфувальна (попереднє шліфування кулачка)	1	Встановити розподільний вал у центрі 2, 3, 4 шийки у лонгет. Упором зорієнтувати за профілем 1 кулачка.	Копіючий кругло шліфувальний верстат, центри, мікрометр, копір
	2	Шліфувати по копіру кулачки послідовно	
	3	Зняти деталь	
130 Контрольна	1	Перевірити вість наплавленого шару, шпіві вірочки, тріщини, раковини та пори не допускаються, на бракованих шийках знову шліфувати метал та наплавити новий	
140 Токарна (обробка жолобків на 1-3 шийках)	1	Встановити вал у центрі, 2, 3, 4 шийки в лонгет	Токарний верстат, 3х кулачковий патрон, центри, лонгет, фасонний різьць з пластинною ВК 8 шийки протити
	2	Точити ліні жолобків послідовно на 1-5 шийках	
	3	Точити праві галтелі послідовно на 1-5 шийках	
	4	Зняти деталь	
150 Контрольна	1	Перевірити вість галтелей	
160 Фрезерна	1	Встановити розподільний вал на призми по шийках Л та К.	Горизонтально-фрезерний верстат. Пристосування Фреза шпоночка Нутромір
	2	Фрезерувати шпоночковий паз шириною 5,02 мм у ремонтний розмір, під ремонтну шпоночку R9	
	3	Зняти вал	
170 Шліфувальна (остаточне шліфування шийок)	1	Встановити розподільний вал у центрі	Кругло шліфувальний верстат, центри, лонгет, шліфувальний круг
	2	Шліфувати 1-5 шийку до діаметра $24_{-0,011}^{+0,007}$ мм, шийку під шпіві вірочки $24_{-0,011}^{+0,007}$ мм.	
	3	Зняти деталь	
180 Контрольна	1	Перевірити вість наплавленого шару, шпіві вірочки, тріщини, раковини та пори не допускаються, на бракованих шийках знову шліфувати метал та наплавити новий	
190 Шліфувальна (остаточне шліфування кулачка)	1	Встановити розподільний вал у центрі 2, 3, 4 шийки у лонгет. Упором зорієнтувати за профілем 1 кулачка.	Копіючий кругло шліфувальний верстат, центру, мікрометр, копір.
	2	Шліфувати по копіру кулачки послідовно	
	3	Зняти деталь	

Найменування операції	№	Найменування переходу	Обладнання, інструмент
200 Контрольна	1	Перевірити вість наплавленого шару, шпіві вірочки, тріщини, раковини та пори не допускаються, на бракованих шийках знову шліфувати метал та наплавити новий	
210 Різбонарізна (Прогонка внутрішнього різьблення при різні різьблення до п'яти шток)	1	Закріпити розподільний вал у тиски	Тиски, мірки М10х1,25, пробка різьбова
	2	Прогайки різьблення М10х1,25 під болт кріплення вірочки розподільного по всій довжині	
	3	Зняти розподільний вал	
	4	Перевірити вість прогонки різьблення	
220 Правильна	1	Встановити розподільний вал крайніми шийками (Л, К) на призми	Прес, пристосування для редгування, індикатор
	2	Перекрити биття 3 шийки	
	3	Правити розподільний вал, биття не більше 0,03 мм	
	4	Зняти деталь	
230 Выгладувальна (кулачки)	1	Встановити розподільний вал у центрі верстата, зорієнтувати за профілем 1 кулачка	Токарний верстат, пристосування для вигладування, лонгет.
	2	Вигладувати кулачки послідовно та програмно команди апарата пристосування.	
240 Выгладувальна (шийок)	1	Встановити розподільний вал у центрі верстата	Токарний верстат, пристосування для вигладування, лонгет.
250 Мийна	2	Вигладувати шийки послідовно	Гас, стиснене повітря
260 Консерваційна	1	Продити та промити розподільний вал	
		Змастити розподільний вал, згорювати в промаслений папір та відправити на склад	Масло А1-20, промаслений папір

ВИСНОВКИ

- 1) Виконано аналіз конструкції та умов роботи двигуна 1.6 MZR Z6 автомобіля Mazda 3, що став наймасовішим на цьому автомобілі, та газорозподільного механізму. Встановлено, що основними несправностями газорозподільного механізму двигуна є природний знос вузлів і деталей та порушення норм експлуатації ДВЗ (невчасне ТО чи його відсутність, використання неякісного палива чи моторного масла).
- 2) Основними дефектами газорозподільного валу двигуна є зношування та пошкодження опорних шийок валу; профілю кулачків валу; тріщини та інші деформації; руйнування місць встановлення для штифтів, шківів та шестерень; спрацювання чи пошкодження місця під ущільнювачі; порушення різьблення в відверненнях для кріплення.
- 3. Як методи відновлення газорозподільного чавунного валу двигуна MZR Z6 рекомендовано як автоматичне електродугове наплавлення в середовищі захисного газу, що забезпечує високу якість наплавленого шару та можливість керування твердістю поверхні, так і вібродугове наплавлення при значних значеннях зносу.
- 4) Виконано аналіз оздоблювально-зміцнювальної обробки кулачкових валів. Запропоновано застосувати новий метод фінішної механічної обробки – широке вигладжування, що дозволить замінити дорогу операцію переплаву кулачків та полірування.
- 5. Розроблено технологічний процес ремонту та відновлення розподільного валу двигуна MZR Z6. Також запропоновано конструкцію пристосування для вигладжування кулачків, що встановлюється на базовому токарному верстаті 16K20, яке можливо застосувати на СТО при відновленні та ремонті кулачків розподільних валів.

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!