

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ МИХАЙЛА ОСТРОГРАДСЬКОГО



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
ЩОДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ  
З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
**«ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ТА РЕМОНТУ  
АВТОМОБІЛІВ»**  
ДЛЯ СТУДЕНТІВ ДЕННОЇ ТА ЗАОЧНОЇ ФОРМ НАВЧАННЯ  
ЗА НАПРЯМОМ  
6.070106 - «АВТОМОБІЛЬНИЙ ТРАНСПОРТ»  
(У ТОМУ ЧИСЛІ СКОРОЧЕНИЙ ТЕРМІН НАВЧАННЯ)

КРЕМЕНЧУК 2010

Методичні вказівки щодо виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Основи технології виробництва та ремонту автомобілів» для студентів денної та заочної форм навчання за напрямом 6.070106 - «Автомобільний транспорт» (у тому числі скорочений термін навчання)

Укладач асист. В.О. Єлістратов

Рецензент доц. В.В. Павленко

Кафедра «Автомобілі та трактори»

Затверджено методичною радою КДУ імені Михайла Остроградського

Протокол № \_\_\_\_ від «\_\_» \_\_\_\_\_ р.

Заступник голови методичної ради \_\_\_\_\_ доц. С.А. Сергієнко

## ЗМІСТ

Вступ .....	4
Перелік лабораторних робіт .....	5
Лабораторна робота № 1 Дослідження дефектів та відмов деталей автомобілів .....	5
Лабораторна робота № 2 Дослідження технічного стану і дефектація блоку циліндрів двигуна і гільз .....	9
Лабораторна робота № 3 Дослідження технічного стану і дефектація колінчастого валу автомобільного двигуна .....	21
Лабораторна робота № 4 Дослідження технічного стану та дефектація розподільного валу .....	30
Лабораторна робота № 5 Дослідження технічного стану та дефектація підшипників кочення .....	37
Лабораторна робота № 6 Дослідження технічного стану та ремонт ведучого мосту автомобіля .....	43
Лабораторна робота № 7 Ремонт і регулювання форсунок і плунжерних пар дизельного двигуна .....	52
Список літератури .....	61

## ВСТУП

Лабораторні роботи з дисципліни «Основи технології виробництва та ремонту автомобілів» виконуються відповідно до навчального плану за напрямом 6.070106 – «Автомобільний транспорт» і графіка навчального процесу для студентів денної та заочної форм навчання. Лабораторні роботи сприяють закріпленню та поглибленню теоретичних знань, розвитку навичок самостійної інженерної діяльності, що необхідні майбутньому фахівцеві.

Мета виконання лабораторних робіт – закріплення і розширення знань, засвоєння основних тем програми дисципліни.

Робочою програмою з дисципліни передбачено виконання семи лабораторних робіт з наступним захистом у викладача.

Лабораторні роботи повинні бути виконані студентами в установленій термін відповідно до вимог даних методичних вказівок. Перед виконанням роботи рекомендується ознайомитися з літературою з відповідного розділу робочої програми дисципліни. За відсутності зазначеної літератури можуть бути використані й інші сучасні літературні джерела.

Оформляти контрольну роботу необхідно відповідно до правил ЄСКД на аркушах білого паперу форматом А4 (розмір 210 на 297 мм). Аркуші контрольної роботи нумерують арабськими цифрами. Номери сторінок проставляють у правому нижньому кутку. Усі аркуші нумерують наскрізно до закінчення текстового документа.

На першій сторінці лабораторної роботи роблять основний напис, виконаний за формою 2. На наступних сторінках лабораторної роботи основний напис виконується за формою 2а.

Текст лабораторної роботи необхідно виконувати акуратно, розбірливо і без скорочення слів. Колір чорнила повинен бути чорним, синім чи фіолетовим. У межах однієї лабораторної роботи цей колір повинен бути однаковим.

# ПЕРЕЛІК ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

## Лабораторна робота № 1

### Дослідження дефектів та відмов деталей автомобілів

**Мета:** ознайомитися з основними чинниками, які призводять до втрати автомобілем працездатності, основними дефектів відмов автомобілів та їх агрегатів, вузлів і деталей.

**Устаткування, прилади, інструменти:** лабораторний стіл, автомобілі КраЗ, ГАЗ і ЗІЛ, автомобільний двигун, лупа 4-кратного збільшення.

### Короткі теоретичні відомості

Автомобіль, у більшості випадків, утрачає працездатність унаслідок відмови однієї чи декількох деталей. Близько третини всіх відмов за період експлуатації автомобілів до капітального ремонту припадає на силовий агрегат і його системи (живлення, зчеплення, коробку передач). У загальній вартості деталей, які замінюються, більш 90% припадає на механічні.

Дослідження характеру відмов деталей автомобілів указує на знос робочих поверхонь як основну причину виходу з ладу окремих вузлів і всього автомобіля.

У цілому види відмов деталей вантажних автомобілів (у відсотках) наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Відмови деталей вантажних автомобілів

Характер відмови	Кількість відмов, %	Характер відмови	Кількість відмов, %
1	2	3	4
Знос	49,4	Прокол	0,7
Обрив, зрив, розрив	11,3	Порушення ізоляції	0,6
Закоксовування	8,3	Витягування	0,4
Тріщини	7,8	Заклинювання, заїдання	0,4
Поломки	5,8	Погнутість, вигинання	0,4

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4
Прогар, перегорання	5,7	Просідання	0,8
Замикання	2,6	Зминання, скручування	0,4
Викришування, задир	1,9	Корозія	0,3
Ослаблення кріплення	1,6	Перетирання	0,3
Зріз, зриви різьби	1,2	Засмічення	0,1

Під дією сонячної радіації підвищується температура металевих конструкцій машин, робочих рідин, повітря. Прискорюється старіння полімерних матеріалів, погіршуються умови роботи вузлів тертя через зниження в'язкості мастила. Більшість пластмас стає крихкими. Скло і пластмаси змінюють колір і втрачають прозорість. Під дією низьких температур змінюються властивості конструкційних, експлуатаційних матеріалів і погіршуються умови роботи машин (збільшення робочих опорів, утворення інею). Різко підвищується в'язкість робочих рідин і затрудняється керування технікою. Багато сортів гуми при температурі від мінус 40 до мінус 50°C набувають крихкості. При високих температурах повітря знижується в'язкість мастильних матеріалів, погіршується змащення, що часто призводить до заїдання деталей різних систем, до збільшення обсягу витоків робочих рідин. Підвищена вологість призводить до корозії металів, погіршення властивостей мастильних матеріалів при їхньому обводнюванні. Знижена вологість призводить до висихання і втрати експлуатаційних властивостей змащень, ізоляцій, ущільнень.

Для двигуна автомобіля характерне зношування (45% відмов), а також підгорання й прогорання деталей (39% відмов). Відмови через знос викликані недостатньою зносостійкістю таких деталей, як вкладишів підшипників і шийок валів, гільз і поршнів циліндрів, поршневих кілець, пальців та ін. Прогоранню піддаються прокладка головки блока циліндрів і поршні, а підгоранню – клапани. Щодо системи живлення характерними відмовами є знос і закоксування деталей (форсунок). Відмови системи випуску відпрацьованих газів викликані прогоранням випускних труб, глушника, прокладок фланців випускних труб. У

системі охолодження через знос відмовляють деталі насоса (підшипники, сальникові ущільнення), а через витягування – паси привода насоса і тросики керування шторкою радіатора.

Переважними видами відмов трансмісії в експлуатації є руйнування поверхонь шипів, знос торців і полумка шипів хрестовини, задири та заїдання компенсатора лінійних переміщень карданної передачі, а також порушення збалансованості вала. На частку карданного шарніра припадає від 67 до 91% усіх відмов карданної передачі. Найбільш характерними відмовами заднього (ведучого) моста вантажного автомобіля є: передчасний вихід з ладу сальників, руйнування робочих поверхонь ведучих і ведених шестерень, осі та сателітів колісної передачі, чашки і хрестовини диференціала і деяких інших деталей.

Основною причиною відмов підвіски є вихід з ладу пари: корінний лист – вкладиші (накладки) ресори. Листи ресори робляться непридатним через руйнування в місці їхнього кріплення до накладки й абразивного зносу ковзних кінців корінних листів, що працюють під опорами кронштейна.

До основних несправностей кермового керування належить підвищений знос деталей привода, збільшений вільний хід кермового колеса й заїдання деталей кермового керування.

Основним видом відмов переднього моста, коліс і маточин є знос деталей (98,6%). Ці відмови характерні для деталей шворневих з'єднань, підшипників маточин коліс і шин. Характерні також короблення, прогин балки.

Знос є основним видом відмов для деталей гальм (накладки, барабани, компресор). Багато відмов також пов'язано з витягуванням і розривами – це відмови пасів привода компресора й тросів стоянкових гальмівних механізмів.

Більше половини (56,4%) відмов кабіни викликано зносом деталей. Через знос часто замінюються такі деталі опори кабіни, як: втулки кронштейнів кабіни, деталі запірною механізму. Інші відмови (погнутість, тріщини, полумки, корозія) є типовими для кабіни і пов'язані з випадковими факторами, в основному пошкодженнями при експлуатації. З цієї самої причини відбуваються полумки деталей платформи (переважають полумки через недбале навантаження

автомобіля). Корозії серед вузлів і агрегатів автомобіля найбільш уразливі кузови автобусів, легкових автомобілів, кабіни вантажних автомобілів.

### **Хід роботи**

Оглянути розріз автомобіля КрАЗ і визначити, які дефекти є на рамі автомобіля, його кабіні, двигуні, передньому і задніх мостах, карданних передачах, підвісках, кермовому керуванні та інших агрегатах і вузлах автомобіля.

Аналогічно провести огляд розрізу автомобіля ЗІЛ, а також легкового автомобіля ГАЗ. Отримані дані занести до таблиці огляду автомобілів 1.1.

Таблиця 1.1 – Результати огляду автомобілів

Автомобіль	Дефект	Опис дефекту
КрАЗ-260		
ЗІЛ-131		
ГАЗ-24		

### **Зміст звіту**

1. Назва роботи, мета роботи та обладнання.
2. Опис виявлених несправностей агрегатів автомобіля.
3. Висновки.

### **Контрольні питання**

1. Що є основною причиною виходу з ладу вузлів і всього автомобіля?
2. Який вплив кліматичних умов на працездатність автомобілів.
3. Які основні відмови двигуна автомобіля?
4. Які основні відмови трансмісії автомобіля?
5. Які основні відмови ходової частини автомобіля?

*Література:* [4, 8, 11].



## Лабораторна робота № 2

### Дослідження технічного стану і дефектація блока циліндрів двигуна і гільз

**Мета роботи:** закріпити теоретичні знання, отримані під час вивчення лекційного матеріалу, вивчити способи, засоби вимірів і техніку дефектації блока циліндрів і призначення способів відновлення блоків циліндрів і гільз, ознайомлення із засобами контролю блоків циліндрів і гільз.

**Устаткування, прилади, інструменти:** лабораторний стіл, блок циліндрів автомобільного двигуна, лупа 4-кратного збільшення, індикаторний нутромір НІ 50-80 (ДЕСТ 868-82), штангенциркуль ШЦ-11-250-0.05 (ДЕСТ 166-80), мікрометр МР-100 (ДЕСТ 4381-80), індикаторний нутромір НІ 18-50 (ДЕСТ 868-82), калібр-пробка нарізна М12-6Н, калібр-пробка НЕ 25.03 мм.

### Короткі теоретичні відомості

Знос блока і гільз циліндрів неминуче призводить до зниження потужності двигуна й підвищення питомої витрати палива. У двигунів, що надходять у капітальний ремонт, потужність знижується на 7...56%, а питома витрата палива підвищується на 7...131%.

Для визначення величини й характеру зносу блока циліндрів і гільз необхідно мати ремонтні розміри, визначити способи, відновлення та режими обробки. Циліндри автомобільних двигунів мають нерівномірний знос по довжині й окружності.

Гільзи циліндрів одночасно піддаються абразивно-механічному, корозійно-механічному і молекулярно-механічному зношуванню. У гільз циліндрів найбільший знос має внутрішня робоча поверхня. У результаті зносу збільшується діаметр внутрішньої поверхні гільзи, а її форма викривляється. Внутрішня поверхня гільзи по довжині набуває форми неправильного конуса, а по окружності – овальності.

Найбільший знос гільзи циліндрів спостерігається у верхній її частині, у зоні тертя верхнього компресійного кільця. Це пояснюється тим, що при згорянні палива у верхній частині гільзи різко підвищується температура і тиск га-

зів. Газ проникає під поршневі кільця й підвищує їхній тиск на поверхню гільзи. Під дією високої температури погіршуються умови змащення верхньої частини гільзи, тому що масляна плівка розріджується і частково змивається робочою сумішшю. При згорянні палива з'являються гази, утворюється вуглекислий газ і сірчані сполуки. Ці гази з паром утворюють сірчану й вуглецеву кислоту, що створюють умови для корозійного спрацьовування. Крім того, до верхньої частини гільз проникають разом з повітрям і паливом пилові частинки, що зношують верхню частину циліндрів, верхні компресійні кільця і відповідні поршневі канавки.

Причиною появи овальності робочої поверхні гільзи – нерівномірний тиск поршня на стінки гільзи. У площині, перпендикулярній осі поршневого кільця, цей тиск більший, тому і спрацьованість гільзи в цій площині більша. Утворення овальності гільзи сприяє деформації блока циліндрів, що так само є наслідком неправильного затягування болтів кріплення головки циліндрів і нерівномірного нагрівання блока циліндрів при роботі двигуна. Крім того, часті випадки підвищеного зношування нижньої зони циліндрів, що виникає внаслідок значного забруднення мастила.

Зносостійкість циліндрів і поршневих кілець спостерігаються при використанні низьких сортів палива. За даними лабораторних досліджень один пуск двигуна за величиною спрацьовування дорівнює 70 км, а пуск при температурі 20°C дорівнює 210 км пробігу.

На величину зносостійкості циліндрів так само впливає якість матеріалу й обробка робочої поверхні. Використання пористого хромування верхніх компресійних кілець знижує знос у 3 – 4 рази. Умови експлуатації автомобілів також мають вплив на знос і термін служби двигуна.

Процес визначення технічного стану деталей і з'єднань з наступним їхнім сортуванням називають дефектацією. При контролі блока циліндрів і гільз зовнішнім оглядом визначають тріщини, обломи, ушкодження різьблень. За допомогою вимірів визначають характер зносостійкості й абсолютні розміри робочих поверхонь.

Залежно від величини зносу, виду і характеру ушкодження, деталі при дефектації сортують на: придатні без ремонту, деталі, що вимагають ремонту, непридатні. Контроль деталей здійснюється згідно з умовами на контроль і сортування деталей відповідної марки автомобіля.

За результатами контролю технічного стану блока циліндрів і гільз здійснюється аналітична обробка розмірів з побудовою експериментальних кривих.

Ознаки граничного стану блока циліндрів: граничний знос посадкових поверхонь під: вкладиші корінних підшипників, втулки розподільного вала, борти гільз циліндрів, штовхачів клапанів; тріщини перемичок гільз, стінок системи охолодження, фланців кріплення агрегатів; короблення привалкових поверхонь.

Граничний стан гільзи визначається зміною її геометричної форми, тому що у з'єднанні «кільце-гільза» знос по окружності нерівномірний, і в кільця, і в гільзи змінюється геометрична форма, що підвищує витік відпрацьованих газів у картер, знижує економічність двигуна.

### Хід роботи

Дефектацію блока циліндрів двигуна і гільз проводять відповідно до технологічної інструкції на дефектацію, яка наведена в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Технологічна інструкція на дефектацію блока циліндрів двигуна і гільз

Зміст переходу	Указівки щодо виконання
1	2
1 Вивчити конструктивно-технологічну характеристику деталей, умов роботи й	Усвідомити конструктивні елементи деталей і технологічні вимоги до них, вид і рід тертя, характер сприйманих навантажень, агресивність середовища, вид і характер дефектів способи й засоби дефектації, методи усунення дефектів і технологію ремонту

Продовження таблиці 2.1

1	2
можливі дефекти	
<p>2 Підготувати вихідні дані</p>	<p>Призначити конструктивні елементи що, підлягають дефектації:</p> <p>а) блок циліндрів (стілки системи охолодження і верхнього картера, нарізні отвори під шпильки кріплення головки блока, отворів під штовхачі);</p> <p>б) гільза циліндрів (отвір під поршень, посадкова поверхня).</p> <p>Назви конструктивних елементів записати до графи 2 відомості на дефектацію (таблиця 2.2).</p> <p>Для кожного конструктивного елемента дефектації визначити технологічні параметри (точність розміру, форми і розташування; вимоги до якості поверхні; величину допустимого зносу, ремонтні розміри) і їх значення, а також способи і засоби контролю.</p> <p>Значення технологічних параметрів записати в графу 3 (таблиця 2.2), а найменування способів і засобів дефектації до графи 5 відомості на дефектацію (таблиця 2.2)</p>
<p>3 Визначити стан блока циліндрів</p> <p>3.1 Оглянути блок циліндрів</p> <p>3.2 Визначити стан різьби в</p>	<p>Установити наявність ознак для вибраковування, а при їхній відсутності – місця розташування і характер тріщин, відколів, рисок, подряпин зносу й інших видимих дефектів.</p> <p>Результати записати в графу 4 відомості на дефектацію.</p> <p>По черзі вкрутити в різьбові отвори калібр-пробку М12-6Н. Калібр повинен міцно вкручуватися в отвір. Погойду-</p>

Продовження таблиці 2.1

1	2
<p>отворах під шпильки кріплення голівки циліндрів</p> <p>3.3 Визначити стан отворів під штовхачі</p>	<p>вання й осьове переміщення калібра свідчить про необхідність ремонтних впливів.</p> <p>Результати контролю записати до графи 4 відомості на дефектацію.</p> <p>Спробувати ввести калібр-пробку в отвір. Якщо калібр-пробка проходить, отвір вимагає ремонтних впливів. Виміряти діаметр отвору нутроміром НІ 18-50 ДЕСТ 868-82.</p> <p>Результати отворів, що вимагають ремонту, записати до графи 4 відомості на дефектацію</p>
<p>4 Визначити стан гільзи циліндрів</p> <p>4.1 Оглянути гільзу циліндрів</p> <p>4.2 Виміряти отвори під поршень</p> <p>4.3 Визначити величину загального зносу <math>Z_{\text{заг}}</math>, мм</p>	<p>Виконується відповідно до п. 3.1.</p> <p>За допомогою індикаторного нутроміра виміряти діаметр отвору в поясах I – I; II – II; III – III (рисунок 2.1) і взаємно перпендикулярних площинах (А – А і Б – Б).</p> <p>Пояс I – I розташовують нижче зносу від верхнього поршневого кільця; пояс II – II посередині гільзи; пояс III – III на 20 мм вище за нижній торець гільзи.</p> <p>Результат записати до таблиці 2.3.</p> <p>Визначається за формулою</p> $Z_{\text{заг}} = D_i - D_n,$ <p>де <math>D_i</math> – найбільше значення діаметра всіх вимірних гільз (використовувати величину з найбільшим зносом);</p> <p><math>D_n</math> – діаметр гільзи до початку експлуатації (найбільший граничний розмір за робочим або ремонтним крес-</p>

Продовження таблиці 2.1

1	2
<p>4.4 Визначити величину однорічного нерівномірного зносу <math>Z</math>, мм</p>	<p>ленням).</p> <p>Визначається за формулою</p> $Z = \beta \cdot Z_{\text{заг}},$ <p>де <math>\beta = 0.4</math> – коефіцієнт нерівномірності зносу.</p>
<p>4.5 Визначити нециліндричність (овальність <math>\Delta_{\text{ов}}</math> і конусність <math>\Delta_{\text{кон}}</math>), мм</p>	<p>Визначається за формулами:</p> $\Delta_{\text{ов}} = D_{A-A} - D_{B-B};$ $\Delta_{\text{кон}} = D_{\text{max}} - D_{\text{min}}.$ <p>Для кожного отвору під поршень одержати три значення овальності й дві конусності та занести їх до таблиці 2.3. Найбільше значення занести до відомості на дефектацію (таблиця 2.2).</p>
<p>4.6 Визначити розмір обробки отвору під поршень <math>D_p</math>, мм</p>	<p>Розрахунок вести по гільзі з граничним розміром отвору під поршень за формулою</p> $D_p = D_n + Z + 2Z,$ <p>де <math>Z</math> – мінімальний однобічний припуск на обробку (для хонінгування <math>2Z = 0.150</math> мм).</p>
<p>4.7 Призначити категорію ремонтних розмірів для всіх гільз <math>D_{pp}</math>, мм</p>	<p>Порівняти результати розрахунку зі значеннями ремонтних розмірів (таблиця 2.4) і вибрати найближче значення</p> $D_{pp} \geq D_p,$ <p>де <math>D_{pp}</math> – ремонтний розмір за категорією ремонту.</p> <p>Категорію ремонтного розміру (значення діаметра) записати в графу 4 відомості на дефектацію таблиця 2.2.</p>
<p>4.8 Визначити стан посадкової поверхні</p>	<p>Виміряти мікрометром діаметр посадкової поверхні гільз в одному поясі (посередині) й двох взаємно перпендикулярних площинах. Найбільший дійсний розмір по кожній гільзі записати до графи 4 відомості (таблиця 2.2)</p>

Продовження таблиці 2.1

1	2
5 Зробити висновок	До графи 6 відомості на дефектацію таблиці 2.2 записати категорію і стан щодо даного параметра кожного конструктивного елемента, предмета дефектації (без ремонту, в ремонт, брак). При направленні в ремонт указати спосіб усунення дефекту
6 Призначити технологічні операції для усунення дефектів деталей, що направляються в ремонт	Записати найменування операцій допоміжних і технологічних переходів
7 Досліджувати величину зносу по довжині дзеркала гільзи	З інтервалом 10 мм зробити виміри і розрахувати величину зносу по довжині дзеркала однієї гільзи. Виміри і розрахунок зробити, як у п. 4.2, п. 4.3
8 Побудувати криві зносу по довжині дзеркала гільзи	Приклад наведено на рисунку 2.2

Згідно із проведеними дослідженнями складається відомість на дефектацію блока циліндрів і гільз, приклад якої наведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Відомість на дефектацію (приклад)

Найменування деталі	І. Блок циліндрів	ІІ. Гільза циліндрів
Марка автомобіля	ЗІЛ-130	ЗІЛ-130
Номер деталі за кагалонка	130-1002010	130-1002020
Матеріал, твердість	Чавун сірий СЧ 18-36 (ДЕСТ 1412-79), НВ 170...229	Гільза – СЧ 18-36 (ДЕСТ 1412-79), НВ 179...229; гільза-вставка – чавун легований НВ 156...197.

№	Конструктивні елементи деталі	Вимоги робочого креслення або ремонтного креслення, мм	Дійсний стан елемента деталі, мм	Спосіб установлення дефекту; інструмент, що застосовується	Висновок
1	2	3	4	5	6
1	Стінки системи охолодження	1.1 Ушкодження не допускаються	1.1 Тріщина $t = 52$	1.1 Огляд, лупа	«У ремонт». Зварювання
2	Стінки верхнього картера	2.1 Ушкодження не допускаються	2.1 Ушкодження відсутні	2.1 Огляд, лупа	«Без ремонту»
3	Різьбові отвори під болти кріплення головки циліндрів	3.1 М12-6Н	3.1 Зірвана перша нитка в третьому отворі	3.1 Огляд, різьбовий калібр	«У ремонт». Перенарізання різьби
4	Отвори під што-вхачі (8)*	4.1 $D_H = 25H7^{(+0.023)}$ P1, P2 ** Допустимий без ремонту $D = 25.04$	4.1 $D_H < 25.040$	4.1 Калібр-пробка HE25.040	«Без ремонту»



Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4	5	6
5	Отвір під пор- шень (4)	5.1 $D_n = 100H8^{(+0.060)}$ P1, P2, P3 Припустимий без ремонту в межах допуску на виготов- лення 5.2 $R_a = 0.32 \div 0.25$ 5.3 Нециліндричність 0.20	5.1 $D_g = 100.380$  $D_{pp2} = 101^{+0.060}$  5.2 Видимих слідів ушкоджень немає 5.3 Нециліндричність 0.050	5.1 Індикагорний нут- ромір Н І80-100 ДЕСТ 868-82  5.2 Огляд і порівняння з еталоном 5.3 Розрахунок	«У ремонт». Ремонтні роз- міри  ««Без ремон- ту» «У ремонт»
6	Нижній посад- ковий поясок (4)	6.1 $d = 122h7_{(-0.040)}$ Припустимий без ремонту $d = 121.940$ 6.2 $R_a = 1.25 \div 1.00$	6.1 $d_{1-4} = 121.990$ ; 121.960; 121.968 121.972 6.2 Видимих слідів ушкоджень немає	6.1 Мікрометр МР75- 100 ДЕСТ4381-80  6.2 Огляд і порівняння з еталоном	«Без ремонту»  «Без ремонту»
Примітки:					
* – у дужках число одиниць, що дефектується;					
** – P1, P2, і т.д. – умовна позначка ремонтного розміру.					

Таблиця 2.3 – Результати вимірювання та розрахунків

Об'єкт виміру	Пояс виміру	Площина виміру	Номер гільз			
			1	2	3	4
Діаметр отвору під поршень	I – I	A – A				
		Б – Б				
		овальність				
	II – II	A – A				
		Б – Б				
		овальність				
	III – III	A – A				
		Б – Б				
		овальність				
конусність	A – A					
	Б – Б					
	овальність					
Діаметр посадкової поверхні	I – I	A – A				
		Б – Б				
		овальність				

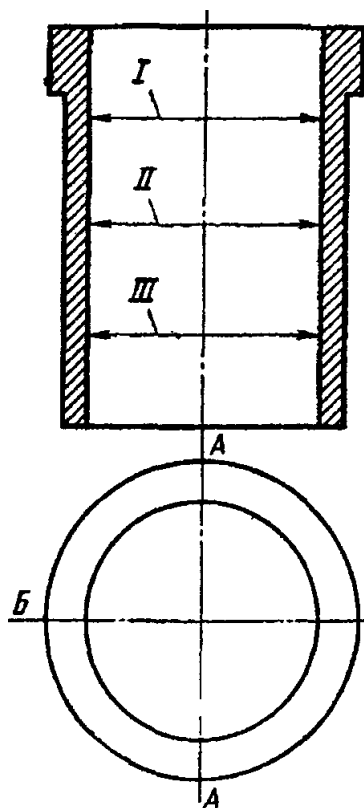


Рисунок 2.1 – Схема виміру отвору в гільзі

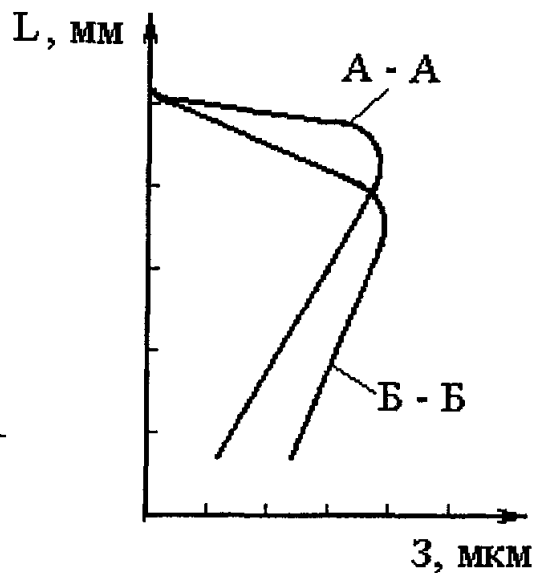


Рисунок 2.2 – Графік зносу по довжині дзеркала гільзи

Таблиця 2.4 – Ремонтні розміри гільз

Номер ремонту	Двигун автомобіля		
	Москвич-412	ГАЗ-52	ВАЗ-21011
1	$\varnothing 82.5^{+0.06}_{+0.01}$	$\varnothing 82.5^{+0.06}_{+0.01}$	$\varnothing 74.4^{+0.05}_{+0.01}$
2	$\varnothing 83.0^{+0.06}_{+0.01}$	$\varnothing 83.0^{+0.06}_{+0.01}$	$\varnothing 76.8^{+0.05}_{+0.01}$

### Схема технологічного процесу ремонту деталі (приклад)

005 Слюсарна

А. Установити блок на стіл.

1 Засвердлити кінці тріщини  $\varnothing 5$  мм.

2 Обробити фаску по всій довжині тріщини під кутом  $90^\circ$ .

010 Зварювальна

А. Установити блок на зварювальний стіл.

1 Заварити тріщину електродами ПАНЧ-11.

015 Контрольна

020 Слюсарна

А. Установити блок на стіл.

1 Прогнати різьбу мітчиком М12-6Н у третьому отворі.

025 Розточувальна

А. Закріпити гільзу в пристосуванні на столі верстата.

1 Розточити отвір під поршень до  $\varnothing 100.95$  мм.

2 Повторити переходи «А» і «1» три рази.

030 Хонінгувальна

А. Закріпити гільзу в пристосуванні на столі верстата.

1 Хонінгувати отвір під поршень до  $\varnothing 101^{+0.06}$  мм.

2 Повторити переходи «А» і «1» три рази.

Відновлення отвору під поршень одночасно усуне і такий дефект, як овальність і конусність.

## **Зміст звіту**

1. Назва роботи.
2. Мета роботи
3. Устаткування, прилади, інструменти.
4. Опис виявлених несправностей циліндрів і гільз двигуна.
5. Таблиці проведених вимірів.
6. Висновки.

## **Контрольні питання**

1. Перелічіть основні конструктивні елементи блока циліндрів, що підлягають дефектації та характерні їхні дефекти.
2. Перелічіть основні конструктивні елементи гільзи циліндрів, що підлягають дефектації та характерні її дефекти.
3. Як установити індикаторний нутромір на базовий розмір?
4. Як установити мікрометр на "0"?
5. Як визначити величину ремонтного розміру для отвору?

*Література:* [4, 6, 14].

## **Лабораторна робота № 3**

### **Дослідження технічного стану і дефектація колінчастого вала автомобільного двигуна**

**Мета роботи:** закріпити теоретичні знання, отримані під час вивчення лекційного матеріалу, вивчити способи, засоби і техніку дефектації колінчастих валів, ознайомитися із засобами контролю колінчастих валів.

**Устаткування, прилади, інструменти:** лабораторний стіл, колінчастий вал автомобільного двигуна, прилад ПБМ-500 для установки деталей у центрах і перевірки биття, стійка мікрометра З-IV, штатив Ш-П-Н (ДЕСТ 10197-70), лупа 4-кратного збільшення, мікрометр МР-75 ДЕСТ 4381-80, мікрометричний глибиномір 0-100 (ДЕСТ 4381-80), штангенциркуль ШЦ-1-160-0,1 (ДЕСТ 166-80), штангенрейсмус ПР-250-0,5 (ДЕСТ 164-80), штангенглибиномір (ДЕСТ 162-80), індикатор годинного типу (ДЕСТ 577-88).

#### **Короткі теоретичні відомості**

У процесі роботи на колінчастий вал діють сили тертя, вібрації, знакозмінні навантаження і т.д., у результаті чого з'являються знос, механічні ушкодження (тріщини, дефекти різьби), скривлення осі, погіршується якість шийок колінчастого вала (ушкодження, риски, корозія).

При контролі колінчастого вала зовнішнім оглядом виявляють тріщини, ушкодження різьби отворів під болти і підшипники.

За допомогою вимірів визначають величину зносу й абсолютні розміри робочих поверхонь колінчастого вала.

За результатами зовнішнього огляду і вимірів визначають категорію: ремонтпридатний, неремонтпридатний. Контроль колінчастих валів здійснюється відповідно до технічних умов на контроль і сортування деталей двигуна відповідної марки автомобіля.

Основні дефекти колінчастого вала: знос корінних і шатунних шийок, знос різьби під храповик, знос шпонкової канавки, знос отворів у фланці під болти кріплення маховика, прогин вала. Причина скривлення колінчастих валів

– наявність у матеріалі вала залишкових напруг, величина яких залежить від якості сучасної технології їхнього виробництва.

До скривлення вала можуть привести і місцеві перевантаження, що сприяють залишковим деформаціям. Як визначили дослідження, додаткові виміри внутрішніх навантажень можуть з'явитися при виконанні ремонтних операцій, виправлення вала, шліфування шийок під ремонтні розміри.

Причиною зносу корінних і шатунних шийок колінчастого вала в більшості випадків є природне спрацювання в результаті тертя контактуючих пар. Знос шийок вала змінює їхню геометричну форму і виявляються у вигляді овальності й конусності.

Шатунні шийки колінчастого вала зношуються по довжині – на конус, а по окружності – на овал. Причина зносу шийок на конус – нерівномірний розподіл навантаження по їхній довжині, похиле розташування каналів, по яких здійснюється змащення шийок, а так само перекіс деталей шатунно-поршневої групи. Овальну форму шийки одержують під дією знакозмінних навантажень, тиску газів на поршень, інерційних навантажень шатунно-поршневої групи.

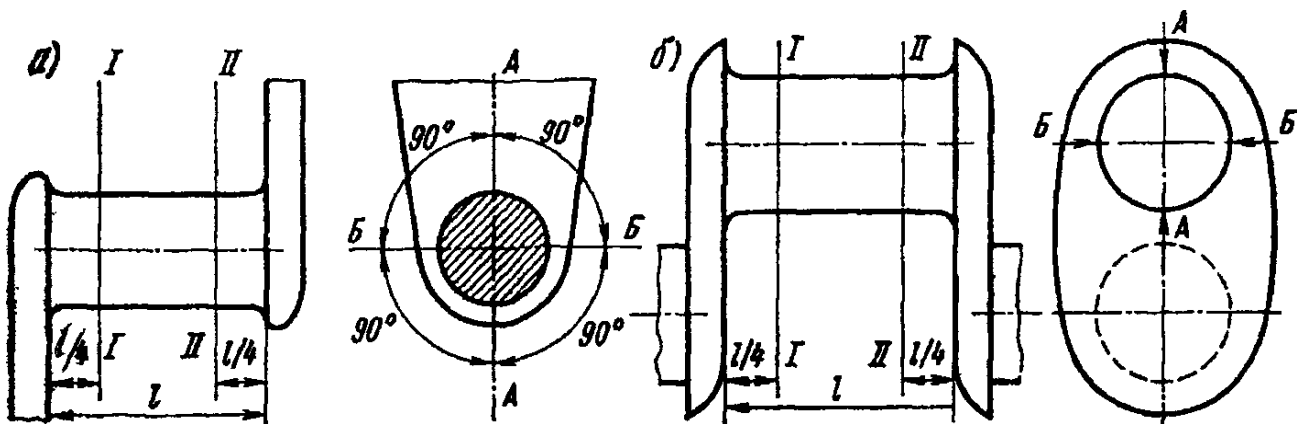
Корінні шийки колінчастого вала зношуються основним чином на овал. Знос на конус незначний. Порівнюючи знос корінних і шатунних шийок за їхньою абсолютною величиною, можна зробити висновки, що шатунні шийки спрацьовуються більше, ніж корінні через умови навантаження.

Виникаючі дефекти усувають обробкою під ремонтні розміри, слюсарно-механічною обробкою, різними методами наплавлення з наступною механічною обробкою.

Приховані дефекти знаходять за допомогою люмінесцентних, магнітних і ультразвукових дефектоскопів.

### **Хід роботи**

У таблиці 3.1 наведено технологічну інструкцію на дефектацію колінчастого вала автомобільного двигуна.



а) корінні шийки; б) шатунні шийки

Рисунок 3.1 – Схема виміру діаметрів шийок колінчастого вала

Таблиця 3.1 – Технологічна інструкція на дефектацію колінчастого вала

Зміст переходу	Указівки щодо виконання
1	2
1 Підготувати вихідні данні	Визначити конструктивні елементи, що підлягають дефектації (корінні й шатунні шийки, перший кривошип, колінчастий вал), їхні назви записати до графу «2» таблиці 2.2 відомості на дефектацію. Для кожного конструктивного елемента визначити технологічні параметри (розміри по робочому кресленню, припустимі без ремонту, ремонтні вимоги до точності розміру, форми і розташування, до якості робочої поверхні) та їхнього значення, а також способи і засоби дефектації. Значення параметрів і найменування способів і засобів дефектації записати до графи «5» таблиці 2.2 відомості на дефектацію.
2 Перевірити стан фасок центрових отворів і різьблення під храповик	На центрових фасках не повинно бути забоїн. Вал з ушкодженими центровими фасками встановлювати на прилад ПБМ не можна. За наявності зірваних ниток у різьбі визначають їхнє число.

Продовження таблиці 3.1

1	2
3 Установити вал у центри ПБМ	-
<p>4 Визначити стан вала</p> <p>4.1 Оглянути колінчастий вал</p> <p>4.2 Визначити розміри корінних шийок</p> <p>4.3 Визначити величину загально-го зносу (<math>Z_{\text{заг}}</math>) для всіх шийок, мм</p> <p>4.4 Визначити величину одноріч-ного нерівномір-ного зносу (<math>Z</math>), мм</p>	<p>Установити наявність вибраковувальних ознак, а за їх-ньої відсутності – місця розташування і характер відколів, ризок, задирів, зносу й інших видимих дефектів.</p> <p>Результати записати до графи «4» таблиці 2.2.</p> <p>Виміряти діаметри шийок мікрометром. Вимір кожної шийки провести в поясах I – I, II – II (рисунок 3.1а) у двох взаємно перпендикулярних площинах А – А і Б – Б (А – А для всіх корінних шийок беремо в площині кривошипа першої шатунної шийки). Пояси знаходяться в кінці шийки на відстані, яка дорівнює 1/4 від її загальної довжини; пер-ший пояс ближче до носка вала.</p> <p>Результати вимірів записати в таблицю 3.2.</p> <p>Визначається за формулою</p> $Z_{\text{заг}} = d_{\text{н}} - d_{\text{и}},$ <p>де <math>d_{\text{н}}</math> – діаметр шийки до початку експлуатації наймен-ший граничний розмір за робочим або ремонтним креслен-ням);</p> <p><math>d_{\text{и}}</math> – мінімальний діаметр шийки (використовувати значення з найбільшим зносом).</p> <p>Визначається за формулою</p> $Z = \beta \cdot Z_{\text{заг}},$ <p>де <math>\beta = 0.6</math> – коефіцієнт нерівномірності зносу.</p>



Продовження таблиці 3.1

1	2
<p>4.5 Визначити нециліндричність (овальність і конусність) шийок, мм</p>	<p>Визначається за формулами:</p> $\Delta_{\text{ов}} = d_{\text{А-А}} - d_{\text{Б-Б}}; \quad \Delta_{\text{кон}} = d_{\text{I-I}} - d_{\text{II-II}}$ <p>Для кожної шийки одержати два значення овальності й два значення конусності. Найбільші значення записати до таблиці 2.2.</p>
<p>4.6 Визначити розмір обробки корінних шийок (при зносі в межах ремонтного розміру), мм</p>	<p>Розрахунок вести по шийці, що має найбільший знос</p> $d_p = d_{\text{и}} - 3 - 2Z,$ <p>де <math>d_p</math> – найбільший граничний розмір шийки, що ремонтується;</p> <p><math>Z</math> – мінімальний однобічний припуск на обробку (для шліфування <math>2Z = 0.05</math>).</p>
<p>4.7 Призначити категорію ремонтного розміру для всіх корінних шийок (<math>d_{\text{pp}}</math>), мм</p>	<p>Порівняти результати розрахунку зі значеннями ремонтних розмірів (таблиця 3.3) і вибрати найближче менше значення</p> $d_{\text{pp}} \leq d_p.$ <p>Категорію ремонтного розміру, діаметр і допуск записати до граfi «б» таблиці 2.2.</p>
<p>4.8 Вимірити довжину першої корінної шийки</p>	<p>Виміряти мікрометричним глибиноміром у двох місцях під кутом <math>180^\circ</math> і записати до граfi «4» таблиці 2.2.</p>
<p>4.9 Визначити розміри шатунних шийок</p>	<p>Виміряти діаметри шийок мікрометром. Вимір кожної шийки провести в поясах I – I і II – II (рисунок 3,б) у двох взаємно перпендикулярних площинах: перша (А – А) – паралельно площині кривошипа шийки, що вимірюється, друга (Б – Б) – перпендикулярно до першої. Пояси знаходяться з кінців шийки на відстані, яка дорівнює <math>1/4</math> від її загальної довжини. Результати вимірів записати до таблиці 3.2.</p>

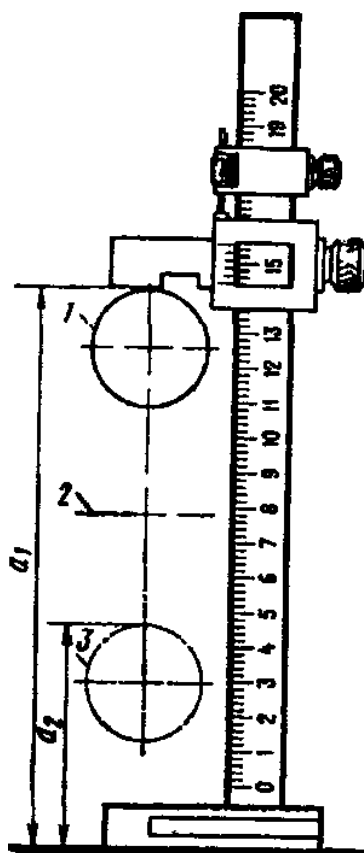
Продовження таблиці 3.1

1	2
<p>4.10 Визначити величину загального зносу (<math>Z_{\text{заг}}</math>) для всіх шийок, мм</p>	<p>Визначається за формулою п. 4.3.</p>
<p>4.11 Визначити величину однорічного нерівномірного зносу (<math>Z</math>), мм</p>	<p>Визначається за формулою п. 4.4.</p>
<p>4.12 Визначити нециліндричність (овальність і консність) шийок, мм.</p>	<p>Визначається за формулами п. 4.5.</p> <p>Визначається за формулами п. 4.6.</p>
<p>4.13 Визначити розмір обробки шатунних шийок, мм</p>	<p>Виконується по п. 4.7.</p>
<p>4.14 Призначити категорію ремонтного розміру для всіх шатунних шийок (<math>d_{\text{pp}}</math>), мм</p>	<p>Вимір вести штангенциркулем, губками для внутрішніх вимірів.</p>
<p>4.15 Виміряти довжину першої шатунної шийки, мм</p>	<p>Значення довжини записати до графи «4» таблиці 2.2.</p>
<p>4.16 Визначити</p>	<p>Виміряти радіус кривошипа (рисунок 3.2), для чого встановити першу шатунну шийку у верхнє положення і штангенрейсмусом виміряти відстань <math>a_1</math> до опорної площа-</p>

величину радіуса

Продовження таблиці 3.1

1	2
4.17 Визначити радіальне биття колінчатого вала	<p>рки; повернути колінчастий вал на 180° і виміряти відстань <math>a_2</math>. Обчислити</p> $R_{кр} = \frac{(a_1 - a_2)}{2}.$ <p>Радіальне биття визначається по середній (щодо крайніх) шийці. Для цього стержень індикатора упирають у середню корінну шийку. Забезпечивши натяг, повертають колінчастий вал, поки стрілка не займе одне з крайніх положень. Потім повертають вал на 180° і визначають нове положення стрілки. Різниця між двома показаннями і визначить биття вала. Величина прогину вала дорівнює половині величини його биття.</p>



1 – шатунна шийка у верхньому положенні; 2 – вісь корінних шийок;  
3 – шатунна шийка в нижньому положенні

Рисунок 3.2 – Схема визначення радіуса кривошипа колінчастого вала

Згідно із проведеними дослідженнями робіт з дефектації складається відомість на дефектацію колінчастого вала за прикладом таблиці 2.2.

Таблиця 3.2 – Результати вимірювання та розрахунків

Об'єкт виміру	Пояс виміру	Площина виміру	Номер шийки				
			1	2	3	4	5
Корінні шийки	I – I	A – A					
		Б – Б					
	II – II	овальність					
		A – A					
	конусність	Б – Б					
		овальність					
Шатунні шийки	I – I	A – A					
		Б – Б					
	II – II	овальність					
		A – A					
	конусність	Б – Б					
		овальність					
		A – A					
		Б – Б					

Таблиця 3.3 – Ремонтні розміри колінчастих валів

Номер ремонту	Двигун автомобіля		
	Москвич-412	ГАЗ-24	ЯМЗ-238
1	2	3	4
Діаметри корінних шийок			
1	59.71 <sub>-0.013</sub>	63.75 <sub>-0.013</sub>	109.75 <sub>-0.015</sub>
2	59.46 <sub>-0.013</sub>	63.50 <sub>-0.013</sub>	109.50 <sub>-0.015</sub>
3	59.21 <sub>-0.013</sub>	63.25 <sub>-0.013</sub>	109.25 <sub>-0.015</sub>
4	58.96 <sub>-0.013</sub>	63.00 <sub>-0.013</sub>	109.00 <sub>-0.015</sub>
5	-	62.75 <sub>-0.013</sub>	108.75 <sub>-0.015</sub>

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4
6	-	62.50 <sub>-0.013</sub>	108.50 <sub>-0.015</sub>
Діаметри шатунних шийок			
1	51.762 <sub>-0.019</sub>	57.75 <sub>-0.013</sub>	87.75 <sub>-0.015</sub>
2	51.512 <sub>-0.019</sub>	57.50 <sub>-0.013</sub>	87.50 <sub>-0.015</sub>
3	51.262 <sub>-0.019</sub>	57.25 <sub>-0.013</sub>	87.25 <sub>-0.015</sub>
4	51.012 <sub>-0.019</sub>	57.00 <sub>-0.013</sub>	87.00 <sub>-0.015</sub>
5	-	56.75 <sub>-0.013</sub>	86.75 <sub>-0.015</sub>
6	-	56.50 <sub>-0.013</sub>	186.50 <sub>-0.015</sub>

### Зміст звіту

1. Назва роботи.
2. Мета роботи
3. Устаткування, прилади, інструменти.
4. Опис виявлених несправностей валів двигуна.
5. Таблиці проведених вимірів.
6. Висновки.

### Контрольні питання

1. Перелічіть основні конструктивні елементи колінчастого вала та його дефекти.
2. Які параметри характеризують стан опорних шийок колінчастого вала?
3. Як визначити найбільший граничний розмір шийки колінчастого вала, за яким призначається категорія ремонтного розміру?
4. Як перевірити колінчастий вал на прогин?
5. У якій послідовності встановлюється мікрометр на «0»?

*Література:* [5, 6, 11].

## Лабораторна робота № 4

### Дослідження технічного стану та дефектація розподільного валу

**Мета роботи:** закріпити теоретичні знання, вивчити способи, засоби і техніку дефектації розподільних валів; набути практичних навичок визначення дефектів і призначення способів відновлення розподільних валів; ознайомлення із засобами контролю розподільних валів.

**Устаткування, прилади, інструменти:** лабораторний стіл для установки деталей у центрах ПБМ-500, лупа 4-кратного збільшення, мікрометр МР-50 і МР-75 (ДЕСТ 4381-80), індикатор годинного типу (ДЕСТ 577-68), шаблони з профілем впускних і випускних кулачків.

### Короткі теоретичні відомості

Головні конструктивні елементи розподільного вала: опорні шийки, впускні та випускні кулачки, шийка під розподільну шестірню, різьба під болт кріплення шестірні, центрові отвори.

У процесі експлуатації двигуна на розподільний вал діють сили тертя, вібрації, знакозмінні навантаження, середовище й ін. Усе це сприяє появі зносів до 0,05 мм, порушенню якості поверхні шийок, механічним ушкодженням, биттю.

При нормальній експлуатації двигуна розподільні вали мають помітний знос тільки до другого або третього капітального ремонту двигуна. Ці зноси сприяють зменшенню діаметра і викривленню початкової геометричної форми опорних шийок і значному викривленню профілю кулачків. Знос кулачків доходить до 1,5 мм у верхній частині.

Поверхня кулачків, протилежна верхній частині, зношується незначно. Нерівномірний знос кулачків по профілю пояснюється нерівними робочими навантаженнями, що сприймає кулачок протягом робочого циклу двигуна. Знос профілю кулачка призводить до зміни висоти підйому клапана, зміни в бік запізнювання моментів початку і максимального відкриття клапана, зменшенню загального часу його відкриття. Знос кулачків визначається виміром висоти кула-

чка. Кулачки, зношені до вибраковувальних розмірів шліфують на шліфувально-копіювальному верстаті. При цьому відновлюють профіль кулачка, але з меншими розмірами. Кулачки відновлюють до нормального розміру вібродуговим наплавленням, під шаром флюсу з подальшим шліфуванням. Опорні шийки розподільного вала при зносі до овальності й конусності більш 0.1 мм шліфують до виходу слідів зносу. При цьому встановлюють втулки опорних шийок з меншим внутрішнім діаметром. Шліфування шийок розподільного вала допускається до визначеного діаметра, обумовленого глибиною цементованого або загартованого шару. Зношені остаточно шийки відновлюються хромуванням, металізацією або наплавленням з наступним шліфуванням до номінального діаметра.

Для визначення скривлення вала його встановлюють в центри в прилад ПБМ 500, та індикатором визначають биття середньої шийки. Якщо биття перевищує 0,1 мм, вал правлять під пресом.

### Хід роботи

Таблиця 4.1 – Технологічна інструкція на дефектацію розподільного вала

Зміст переходу	Указівки щодо виконання
1	2
1 Підготувати вихідні	Назви конструктивних елементів, що підлягають дефектації (опорні шийки, кулачки, розподільний вал) записати до граfi 2 таблиці 2.2. Для кожного конструктивного елемента визначити технологічні параметри (розміри за робочим кресленням, припустимі без ремонту, ремонтні, вимоги до точності розміру, форми і розташування, до якості робочих поверхонь). Призначити способи і засоби дефектації. Значення параметрів записати в звіт до таблиці 2.2.
2 Перевірити стан центрових отворів данні	За наявності ушкоджень розподільний вал встановлювати на прилад ПБМ не можна.

Продовження таблиці 4.1

1	2
3 Установити вал у центри прибору ПБМ-500	-
<p>4 Визначити стан вала</p> <p>4.1 Оглянути розподільний вал</p> <p>4.2 Визначити розміри опорних шийок, мм</p> <p>4.3 Визначити величину загального зносу (<math>Z_{\text{заг}}</math>) для всіх шийок, мм</p> <p>4.4 Визначити величину однорічного нерівномірного зносу (<math>Z</math>), мм</p> <p>4.5 Визначити нециліндричність</p>	<p>Установити наявність вибраковувальних ознак, а за їхньої відсутності – місця розташування і характер рисок, подряпин, вироблення й інших видимих дефектів. Результати записати до графи «4» таблиці 2.2 звіту.</p> <p>Виміряти діаметри шийок мікрометром. Виміри кожної шийки провести в поясах I – I і II – II (рисунок 4.1а та двох взаємно перпендикулярних площинах А – А і Б – Б (площина А – А розташована в площині першого кулачка) Результати виміру записати до звіту (таблиця 4.2).</p> <p>Визначається за формулою</p> $Z_{\text{заг}} = d_{\text{н}} - d_{\text{и}},$ <p>де <math>d_{\text{н}}</math> – діаметр шийки до початку експлуатації найменший граничний розмір за робочим або ремонтним кресленням);</p> <p><math>d_{\text{и}}</math> – мінімальний діаметр шийки (використовувати значення з найбільшим зносом).</p> <p>Визначається за формулою</p> $Z = \beta \cdot Z_{\text{заг}},$ <p>де <math>\beta = 0.6</math> – коефіцієнт нерівномірності зносу.</p> <p>Визначається за формулами:</p> $\Delta_{\text{ов}} = d_{\text{А-А}} - d_{\text{Б-Б}}; \quad \Delta_{\text{кон}} = d_{\text{I-I}} - d_{\text{II-II}}.$



Продовження таблиці 4.1

1	2
<p>(овальність і конусність) шийок, мм</p> <p>4.6 Визначити розмір обробки опорних шийок (при зносі в межах ремонтного розміру), мм</p> <p>4.7 Призначити категорію ремонтного розміру для всіх опорних шийок (<math>d_{pp}</math>), мм</p> <p>4.8 Визначити стан кулачків (рисунки 4.1б,в)</p>	<p>Для кожної шийки одержати два значення овальності й два значення конусності. Найбільші значення записати до таблиці 2.2 звіту.</p> <p>Розрахунок вести по шийці, що має найбільший знос</p> $d_p = d_{и} - 3 - 2Z,$ <p>де <math>d_p</math> – найбільший граничний розмір шийки, що ремонтується;</p> <p><math>Z</math> – мінімальний однобічний припуск на обробку (для шліфування <math>2Z = 0.05</math>).</p> <p>Результати розрахунків внести до таблиці 2.2.</p> <p>Порівняти результати розрахунку зі значеннями ремонтних розмірів (таблиця 4.5) і вибрати найближче менше значення</p> $d_{pp} \leq d_p.$ <p>Категорію ремонтного розміру, діаметр і допуск записати до графі «б» таблиці 2.2 звіту.</p> <p>Виміряти мікрометром діаметри циліндричної частини кулачків (розмір <math>b</math> рисунок 4.1в) у двох поясах, на відстані 5 мм від торців (рисунки 4.1б).</p> <p>Виміряти висоту кулачків (розмір <math>a</math> рисунок 4.1в) у двох поясах.</p> <p>Розрахувати висоту підйому кожного клапана за формулою</p> $h = a - b.$ <p>Результати записати в звіт до таблиці 4.3. Найменший дійсний розмір циліндричної частини й висоти підйому клапана записати до графі «4» таблиці 2.2. звіту.</p>

Продовження таблиці 4.1

1	2
<p>4.9 Визначити радіальне биття розподільного вала</p>	<p>Визначити стан кулачків по профілю, для чого обперти шаблон на кулачок і встановити характер зносу. Визначити необхідність ремонту.</p> <p>Радіальне биття визначається по середній (щодо крайніх) шийці. Для цього стержень індикатора упирають у сседню опорну шийку. Забезпечивши натяг, повертають вал, поки стрілка не займе одне з крайніх положень. Потім повертають вал на <math>180^\circ</math> і визначають нове положення стрілки. Різниця між двома показаннями і визначить биття вала. Прогин вала дорівнює половині його биття</p>
<p>5 Визначити абсолютний знос кулачка по куту повороту</p>	<p>Стержень індикатора упирають у досліджуваний кулачок. Забезпечивши натяг, повертають вал на кут <math>\alpha_i</math> послідовно з визначеним інтервалом. При кожному <math>\alpha_i</math> записують показання індикатора <math>h_{\text{зн } \alpha}</math> або <math>h_{\text{нов } \alpha}</math> – відповідно зношеного або нового кулачка. Показання записують до таблиці 4.4. Будують графік залежності підйому <math>h</math>, мм, профілю кулачка від кута повороту <math>\alpha</math> зношеного і нового.</p>

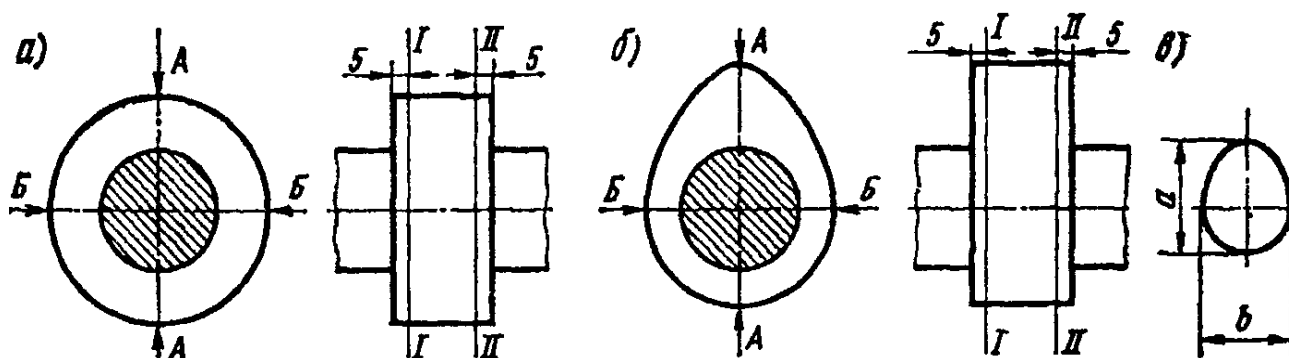


Рисунок 4.1 – Схема обміру опорних шийок (а) і кулачків (б, в) розподільного вала

Згідно із проведеними дослідженнями і робіт з дефектації складається ві-

домість на дефектацію розподільного вала за прикладом таблиці 2.2 лабораторної роботи № 1.

Таблиця 4.2 – Результати вимірювань і розрахунків

Пояс вимірів опорних шийок	Площина вимірів	Номер шийки розподільного вала				
		1	2	3	4	5
I – I	A – A					
	Б – Б овальність					
II – II	A – A					
	Б – Б овальність					

Таблиця 4.3 – Результати вимірювань і розрахунків

Кулачки	Місця виміру	Номер кулачка							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Впускні	a								
	b $h = a - b$ конусність								
Випускні	a								
	b $h = a - b$ конусність								

Таблиця 4.4 – Результати вимірів профілю кулачка

Стан кулачків	Кут повороту $\alpha_1$ , градуси						
	0	30	60	90	120	150	180
Новий $h_{\text{нов}}$ , мм							
Зношений $h_{\text{знош}}$ , мм							
Абсолютний знос кулачка $h$ , мм							

Таблиця 4.5 – Ремонтні розміри розподільних валів

Номер ремонту	Номер шийки				
	1	2	3	4	5
«Москвич»-412					
Без ремонту	Допустима спрацьованість шийок, мм				
	0.13	0.13	0.13	-	-
ГАЗ-24					
1	$\varnothing 51.8_{-0.049}^{-0.030}$	$\varnothing 50.8_{-0.049}^{-0.030}$	$\varnothing 49.8_{-0.049}^{-0.030}$	$\varnothing 48.8_{-0.049}^{-0.030}$	$\varnothing 47.8_{-0.049}^{-0.030}$
2	$\varnothing 51.6_{-0.049}^{-0.030}$	$\varnothing 50.6_{-0.049}^{-0.030}$	$\varnothing 49.6_{-0.049}^{-0.030}$	$\varnothing 48.6_{-0.049}^{-0.030}$	$\varnothing 47.6_{-0.049}^{-0.030}$
3	$\varnothing 51.4_{-0.049}^{-0.030}$	$\varnothing 50.4_{-0.049}^{-0.030}$	$\varnothing 49.4_{-0.049}^{-0.030}$	$\varnothing 48.4_{-0.049}^{-0.030}$	$\varnothing 47.4_{-0.049}^{-0.030}$
4	$\varnothing 51.2_{-0.049}^{-0.030}$	$\varnothing 50.2_{-0.049}^{-0.030}$	$\varnothing 49.2_{-0.049}^{-0.030}$	$\varnothing 48.2_{-0.049}^{-0.030}$	$\varnothing 47.2_{-0.049}^{-0.030}$
ЯМЗ-238					
1	$\varnothing 53.7_{-0.105}^{-0.065}$	$\varnothing 53.7_{-0.105}^{-0.065}$	$\varnothing 53.7_{-0.105}^{-0.065}$	$\varnothing 53.7_{-0.105}^{-0.065}$	$\varnothing 53.7_{-0.105}^{-0.065}$
2	$\varnothing 53.5_{-0.105}^{-0.065}$	$\varnothing 53.5_{-0.105}^{-0.065}$	$\varnothing 53.5_{-0.105}^{-0.065}$	$\varnothing 53.5_{-0.105}^{-0.065}$	$\varnothing 53.5_{-0.105}^{-0.065}$
3	$\varnothing 53.3_{-0.105}^{-0.065}$	$\varnothing 53.3_{-0.105}^{-0.065}$	$\varnothing 53.3_{-0.105}^{-0.065}$	$\varnothing 53.3_{-0.105}^{-0.065}$	$\varnothing 53.3_{-0.105}^{-0.065}$

### Зміст звіту

1. Назва роботи, мета, устаткування, прилади, інструменти.
2. Опис виявлених несправностей вала двигуна.
3. Таблиці проведених вимірів.
4. Висновки.

### Контрольні питання

1. Перелічіть основні дефекти розподільного вала.
2. Чим характеризується стан шийок і кулачків розподільного вала?
3. Як визначити найбільший граничний розмір шийки, по якому призначається категорія ремонтного розміру?
4. Як перевірити розподільний вал на прогин?
5. Як перевірити профіль кулачка розподільного вала?

**Література:** [1, 2, 3, 4, 13].

## Лабораторна робота № 5

### Дослідження технічного стану та дефектація підшипників кочення

**Мета роботи:** закріплення теоретичних знань, вивчення способів і засобів вимірів і техніки дефектації підшипників кочення.

**Устаткування, прилади, інструменти:** лабораторний стіл, прилад для перевірки радіального зазору, лупа 4-кратного збільшення, штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 (ДЕСТ 166-80), мікрометри МР-25, -50, -75 (ДЕСТ 4381-80), нульовий мікрометр Ш 18-50 (ДЕСТ 868-82).

### Короткі теоретичні відомості

Основними конструктивними елементами підшипників кочення є зовнішнє кільце, внутрішнє кільце, тіла кочення і сепаратор.

Основною характеристикою підшипника кочення є його тип, що вказує на напрямок навантаження й форму тіл кочення. Існуюча класифікація містить десять типів підшипників кочення, що позначаються цифрами від 0 до 9.

Підшипники виготовляються п'яти класів точності 0, 6, 5, 4 і 2 (перелік даний у порядку підвищення точності). На автомобілях застосовують в основному підшипники класу 0. Для відремонтованих підшипників установлені три класи точності – НР, ОР і УР (клас НР відповідає класу 0 нового підшипника).

Точність розміру підшипника визначається відхиленнями, що допускаються, по внутрішньому і зовнішньому діаметрах, а також по ширині кілець. Характеристику підшипників кочення класу точності 0 наведено у таблиці 5.1.

Параметри підшипників позначаються в такий спосіб:

$d$  – діаметр отвору внутрішнього кільця;

$D$  – діаметр зовнішньої поверхні зовнішнього кільця;

$B_H, B_B$  – ширина кілець підшипників;

$S_p$  – радіальний зазор;

$d_m, D_m$  – середні діаметри внутрішнього і зовнішнього кілець;

$$D_m = \frac{D_{\max} + D_{\min}}{2};$$

$$d_m = \frac{d_{\max} + d_{\min}}{2},$$

де  $D_{\max}$ ,  $d_{\max}$  – найбільші значення діаметра, отримані при вимірі;

$D_{\min}$ ,  $d_{\min}$  – найменші значення діаметра, отримані при вимірі.

Таблиця 5.1 – Характеристика підшипників кочення класу точності 0

Інтервал номінальних діаметрів d, D, мм	Нижнє допустиме відхилення, мкм		
	$d_m$	$D_m$	B
Більше 18 до 30	-10	-9	-120
» 30 » 50	-12	-11	-120
» 50 » 80	-15	-13	-150
» 80 » 120	-20	-15	-200
» 120 » 150	-25	-18	-250

Унаслідок того, що кільця підшипників мають малу товщину і порівняно легко деформуються після складання з валами і корпусами, їхня придатність визначається середніми значеннями діаметрів  $d_m$ ,  $D_m$ .

На робочих поверхнях підшипників не допускаються темні плями або раковини, забоїни, ум'ятини, глибокі риски або подряпини, викришування або лущення.

На монтажних поверхнях підшипника допускаються: спрацювання не більше 60% робочої поверхні на одному торці кільця (у межах допуску на його ширину); сліди зачищення дрібних забоїн та іржі; одиничні грубі шліфувальні риски; одиничні дрібні токарські ризики, що охоплюють 2/3 окружності кільця, завдовжки кожна не більше 1/2 окружності; пучок дрібних токарських рисок загальною шириною не більше 1/4 ширини кільця і завдовжки не більше 1/2 окружності; чорність розміром не більше 10% площі шліфувальної поверхні.

Підшипники при обертанні повинні мати рівний і м'який, без заїдання хід,

що супроводжується незначним шумом.

Зазор між кільцями і тілами кочення в підшипнику до посадки його на робоче місце називається початковим радіальним зазором.

Розміри радіальних зазорів у радіальних однорядних кулькових підшипників наведено в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Розміри радіальних зазорів у радіальних однорядних кулькових підшипниках

d, мм	S <sub>p</sub> , мкм		Величина контрольованого навантаження, Н
	найменший	найбільший	
Більше 18 до 30	10	24	50
» 30 » 40	12	26	100
» 40 » 50	12	29	100
» 50 » 65	13	33	100
» 65 » 80	14	34	150
» 80 » 100	16	40	150

Умови роботи підшипника залежать від типу і місця установки. У загальному випадку умови роботи визначаються впливом сил тертя, корозії, температури, вібрації і змінного за величиною багаторазового контактного навантаження.

У процесі роботи в підшипника виникають зноси, механічні й корозійні ушкодження тіл кочення, робочих і посадкових поверхонь, збільшуються зазори і нерівномірність обертання.

Більшість підшипників (75% ) вибраковується через збільшення зазору вище граничних значень, через знос посадкових поверхонь – 21%. Ушкодження робочих поверхонь доріжок і тіл кочення зустрічаються в 11% підшипників, а поломки деталей – у 9%.

## Хід роботи

Прилад для визначення радіального зазору підшипників (рисунок 5.1) складається і містить підставку 4, притиск 3, пересувну каретку 2 з індикатором годинного типу 1.

Підшипник, що перевіряється, установлюють на підставку та закріплюють притиском. Стиржень індикатора упирається в зовнішнє кільце підшипника, забезпечуючи натяг. Різниця показань стрілки індикатора при ручному переміщенні (зусилля натискання пальців таблиця 5.2) зовнішнього кільця до упору в подовжньому напрямку визначить радіальний зазор.

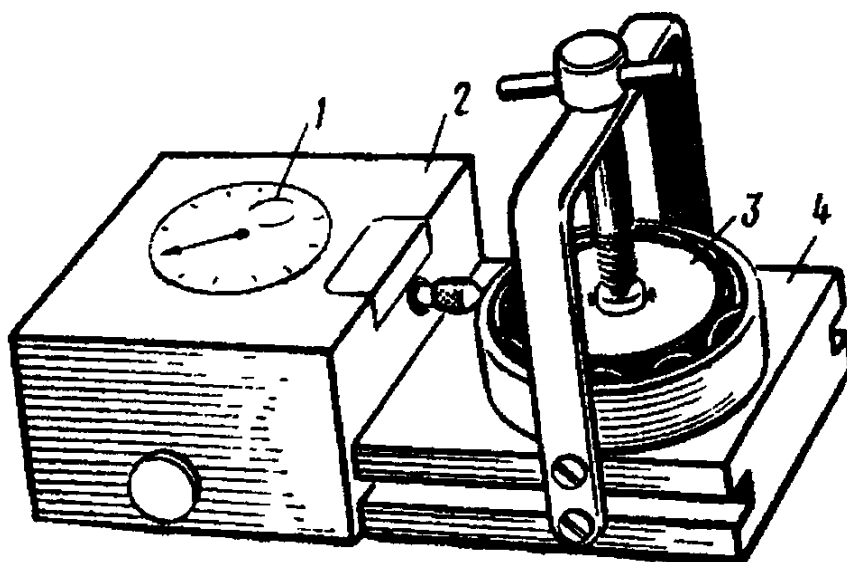


Рисунок 5.1 – Прилад для визначення радіального зазору підшипників кочення

Підшипник перевіряють за радіальним зазором, характером обертання і станом тіл кочення, зовнішнє і внутрішнє кільце контролюють за розмірами і шорсткістю посадкових поверхонь, і за станом бігових доріжок, номінальний діаметр зовнішнього кільця визначають штангенциркулем, а номінальний розмір отвору – за умовною позначкою підшипника, граничні відхилення розмірів знаходять за таблицею 5.1. Якщо дійсні значення параметрів підшипників вишли за межі допустимих, то такі підшипники вибраковуються.

У таблиці 5.3 показано технологічну інструкцію на дефектацію підшипників кочення.



Таблиця 5.3 – Технологічна інструкція на дефектацію підшипників ко-  
чення

Зміст переходу	Указівки щодо виконання
1 Підготувати вихідні данні	<p>Назви конструктивних елементів, що підлягають дефектації (зовнішнє і внутрішнє кільця, весь підшипник), записати до граfi «2» відомості на дефектацію таблиці 2.2.</p> <p>Параметри та їхні значення, що визначають стан деталей підшипника, який перевіряється, записати до граfi «3» відомості на дефектацію</p>
2 Визначити стан підшипників	<p>Установити наявність вибраковувальних ознак, а за їхньої відсутності – характер і місця дефектів.</p> <p>Результати записати до граfi «4» відомості на дефектацію.</p> <p>Перевірити на шум і легкість обертання.</p> <p>Об'єктивні відчуття характеру обертання записати до таблиці 2.2.</p> <p>Виміряти радіальний зазор у підшипнику. Зазор визначають при трьох положеннях кільця через 120°.</p>
3 Обміряти посадкові поверхні кілець	<p>Найбільший з отриманих за цикл вимір записати до граfi «4» відомості на дефектацію в таблицю 2.2.</p> <p>Виміряти <math>D</math>, <math>d</math>, <math>B</math> у двох взаємно перпендикулярних площинах. Розрахувати <math>d_m</math>, <math>D_m</math>.</p> <p>Результати вимірів і розрахунків (таблиця 5.4) записати до таблиці 2.2 звіту</p>
4 Зробити висновки	<p>Зіставити дійсний стан підшипника з вимогами ДЕСТ 520-71 і віднести його до однієї з двох категорій: «без ремонту», «у брак».</p> <p>До таблиці 2.2 звіту записати правила монтажу підшипникових вузлів</p>

Таблиця 5.4 – Результати вимірів і розрахунків

Параметри		Номери підшипників									
		1		2		3		4		5	
		Площини вимірів									
		А-А	Б-Б	А-А	Б-Б	А-А	Б-Б	А-А	Б-Б	А-А	Б-Б
D											
$D_m$											
$B_H$											
d											
$d_m$											
$B_B$											
$S_p$	0°										
	120°										
	240°										

### Зміст звіту

1. Назва роботи.
2. Мета роботи
3. Устаткування, прилади, інструменти.
4. Опис виявлених несправностей валів двигуна.
5. Таблиці проведених вимірів.
6. Висновки.

### Контрольні питання

1. Як розшифровується умовна позначка підшипника кочення?
2. Назвіть типи підшипників кочення і їхні деталі.
3. Які основні дефекти підшипників кочення і причини їхнього виникнення?
4. Які параметри визначають стан посадкових поверхонь підшипників?
5. Як визначити радіальний зазор у підшипниках кочення, і як він впливає на роботу механізму?

*Література:* [1, 7, 9, 12].

## **Лабораторна робота № 6**

### **Дослідження технічного стану та ремонт ведучого моста автомобіля**

**Мета роботи:** закріпити теоретичні знання, отримані при вивченні лекційного матеріалу, вивчити способи і засоби дослідження технічного стану ведучого моста автомобіля.

**Устаткування, прилади, інструменти:** ведучий передній міст автомобіля, пристосування для заміру кутового зазору в головній передачі К-428А, магнітна стійка, індикатор годинного типу, вороток, динамометричний ключ, набір гайкових ключів, ручний динамометр.

### **Короткі теоретичні відомості**

У процесі експлуатації у ведучих мостах автомобіля відбувається спрацювання зубчастих коліс, підшипників, шліцьових з'єднань, ослаблення кріплень деталей, можливі пошкодження окремих зубів шестерень, деформації валів, спрацювання підшипників.

Означені несправності є причиною підвищених шумів, вібрацій, стуків у ведучих мостах, ривків при зрушенні з місця і при різкій зміні числа обертів, більших втрат потужності, що передається від двигуна до ведучих коліс, перегрівання мостів і т.д.

Оцінюють технічний стан ведучих мостів без їхнього розбирання за допомогою віброакустичної апаратури, за кутовим зазором, зміною температури агрегатів ведучих мостів, зміною ККД, витратами потужності на прокручування ведучих мостів з певною швидкістю.

Якщо робота центрального редуктора ведучого моста супроводжується шумами, при великому кутовому люфті вала ведучої шестірні, або при її осьовому люфті, необхідно провести регулювання головної передачі.

## Хід роботи

Установити на центральний редуктор заднього моста прилад К-428А (рисунки 6.1) і прокрутити воротком фланець карданного вала в протилежні боки при загальмованих колесах, визначити кутовий люфт вала ведучої шестірні.

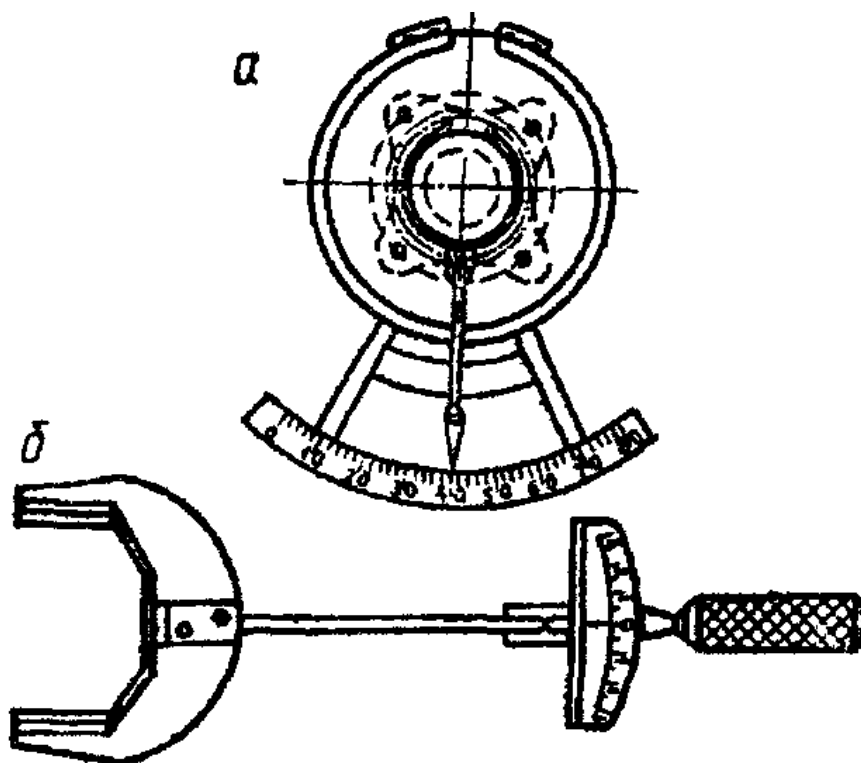


Рисунок 6.1 – Пристрій для виміру кутового зазору в головній передачі

Регулювання центрального редуктора заднього моста проводиться, якщо робота центрального редуктора заднього моста супроводжується шумами. При великому кутовому люфті вала ведучої шестірні, а також за наявності осьового люфту вала ведучої шестерні необхідно провести регулювання головної передачі.

Установити навпроти торця вала ведучої шестерні індикатор так, щоб його ніжка впиралась у торцеву площину вала і була перпендикулярна до неї (рисунки 6.2).

Натиснути на фланець рукою в напрямку картера редуктора і встановити стрілку індикатора на «0».

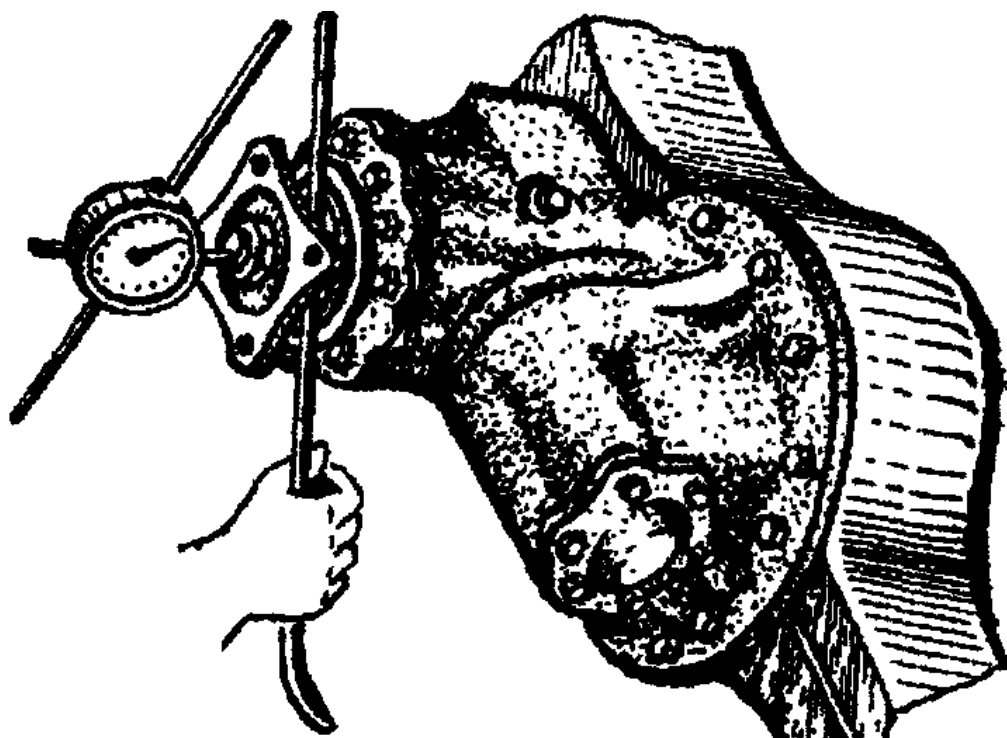


Рисунок 6.2 – Перевірка осьового зазору в підшипниках вала ведучої конічної шестірні головної передачі

Переміщуючи воротком фланець вала ведучої шестірні в напрямку, протилежному картеру редуктора, визначити за індикатором осьовий зазор у підшипниках вала ведучої шестірні. Якщо зазор перевищує 0.03 мм, необхідно зробити регулювання. Підшипники вала для збільшення довговічності повинні працювати з попереднім натягом. Для регулювання натягу підшипників необхідно: відкрутити болти кріплення картера підшипників вала ведучої шестірні та зняти картер разом з валом і підшипниками; відкрутити болти кріплення кришки підшипників, розшпінтувати й відкрутити гайку кріплення фланця вала ведучої шестерні, зняти фланець, кришку підшипників з сальником, підпорну шайбу, внутрішню обойму зовнішнього підшипника і вийняти вал з картера підшипників; зменшити (прошліфувати) товщину регулювальної шайби 1 (рисунок 6.3) або товщину комплекту регулювальних прокладок (в автомобілів ГАЗ-53А) на ширину заміряного раніше осьового зазору в підшипниках плюс 0.02 – 0.03 мм і скласти вузол, не закріплюючи кришку підшипників. Момент, необхідний для затягування гайки кріплення фланця вала ведучої шестірні, повинен складати 200 – 250 Нм; зсунути кришку підшипників у бік фланця вала

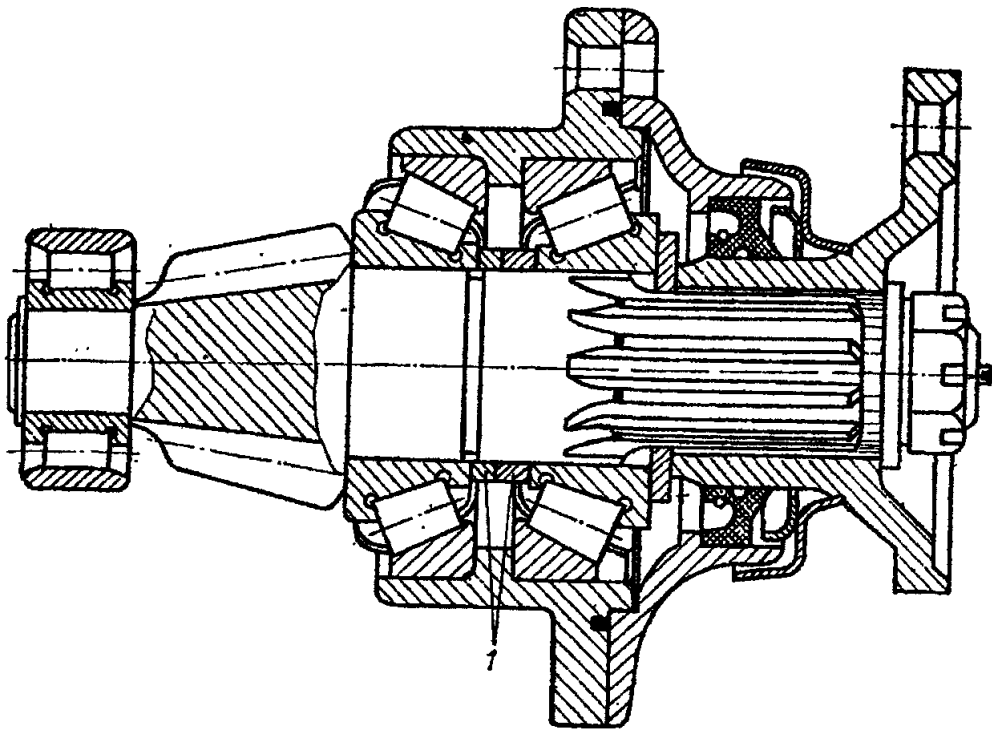


Рисунок 6.3 – Ведуча шестірня разом з картером підшипників заднього моста автомобіля ЗІЛ-130

ведучої шестірні та за допомогою ручного динамометра виміряти зусилля, необхідне для провороту вала; зусилля вимірюється за радіусом отвору на фланці під болти кріплення карданного вала (рисунок 6.4).

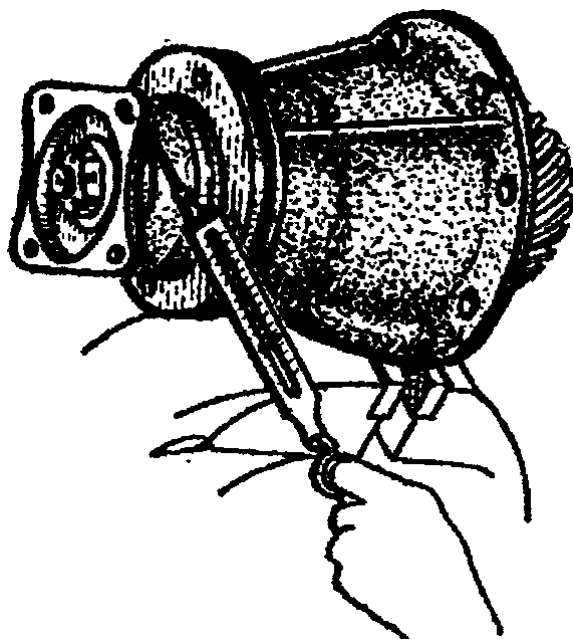


Рисунок 6.4 – Перевірка затяжки підшипників вала ведучої конічної шестірні

При правильно відрегульованому натязі підшипників цей момент повинен бути 12.5-29.0 Нм для автомобілів ГАЗ-53А і 13.0-39.0 Нм – для автомобілів ЗІЛ-130 і МАЗ-500. За необхідності регулювання повторити та остаточно скласти вузол.

В автомобілів ЗІЛ-130 варто перевірити і за необхідності відрегулювати натяг підшипників вала ведучої циліндричної шестірні. Для цього потрібно зняти разом з диференціалом ведену циліндричну шестірню, закріпити за ведену конічну шестірню ручний динамометр і визначити зусилля, необхідне для провороту проміжного вала (рисунок 6.5), виходячи з цього, визначають момент, що необхідний для провороту вала – 1.0 – 3.5 Нм; відрегулювати натяг підшипників вала ведучої циліндричної шестірні, знімаючи однакову кількість прокладок однієї товщини з-під обох бокових кришок картера редуктора.

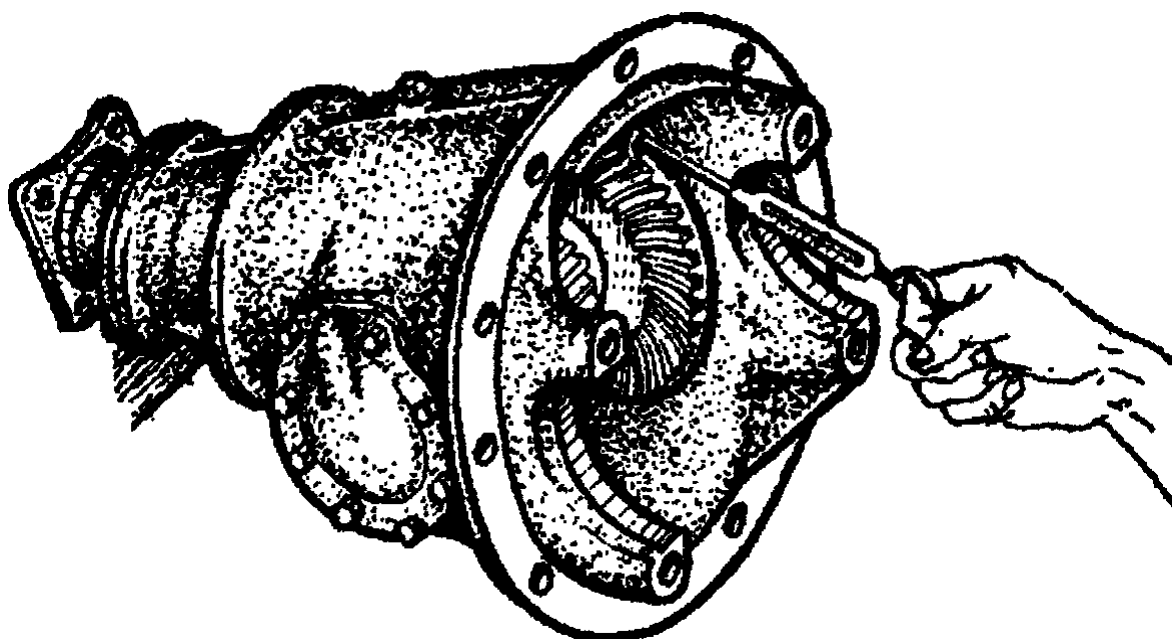


Рисунок 6.5 – Перевірка зтяжки підшипників вала ведучої циліндричної шестірні редуктора заднього моста автомобіля ЗІЛ-130

У картері редуктора закріпити болтами вал ведучої конічної шестірні разом з підшипниками. В автомобілів ГАЗ-53А встановити ведену конічну шестірню разом з диференціалом і заздалегідь відрегулювати зазор між зубами конічних шестірень і натяг підшипників коробки диференціала.

В автомобілів МАЗ-500 до постановки в картер редуктора вала ведучої шестірні відрегулювати натяг підшипників коробки диференціала обертанням регулювальних гайок цих підшипників. При правильному регулюванні момент, виміряний ручним динамометром на радіусі чашок диференціала, повинен складати 23.0 – 35.0 Нм.

Боковий зазор між шестірнями перевіряють за допомогою індикатора на широкому боці зуба веденої конічної шестірні, похитуючи її, при загальмованій ведучій конічній шестірні (рисунок 6.6). Зазор повинен бути в межах 0.15 – 0.30 мм для автомобілів ГАЗ-53А, 0.15 – 0.40 мм для ЗІЛ-130 та 0.20 – 0.50 мм – для МАЗ-500. Зазор вимірюють не менше ніж для трьох зубів веденої шестерні, розташованих приблизно на однакових відстанях по довжині кола.

Перевірити правильність зачеплення зубів шестерень за плямою контакту. Для цього на поверхню зубів ведучої конічної шестірні нанести тонкий шар олійної фарби та обертати ведучу конічну шестірню в різні боки, пригальмовуючи ведену конічну шестірню, доки на її зубах не позначаться чіткі плями контакту.

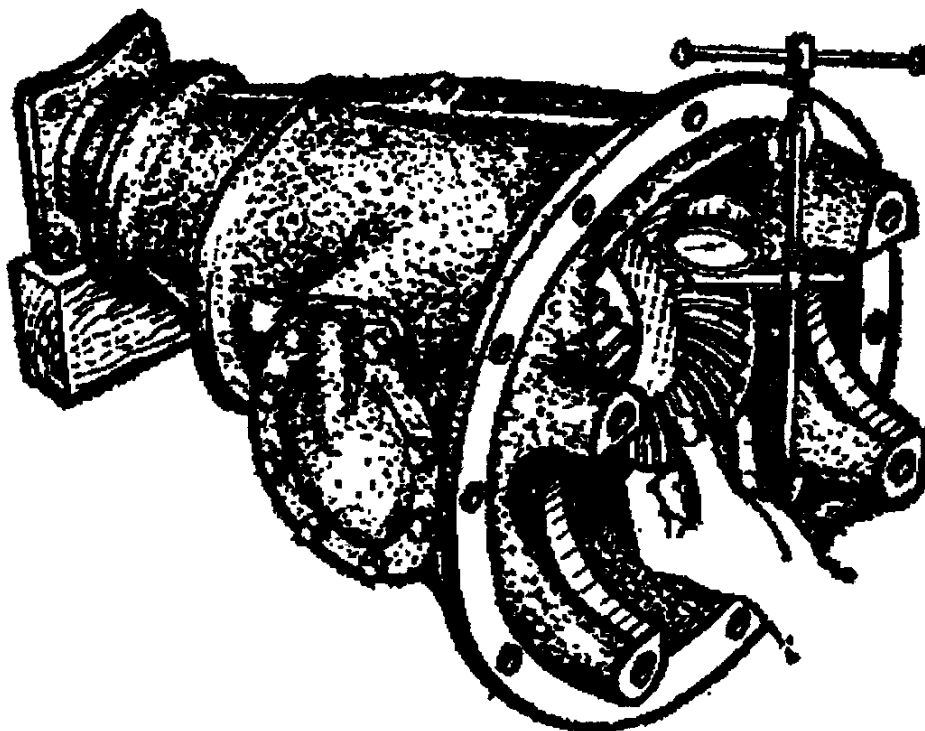

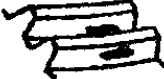




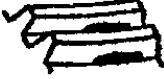

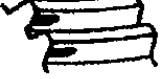
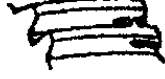


Рисунок 6.6 – Перевірка бокового зазору в зчепленні зубів конічних шестерень редуктора заднього моста автомобіля ЗІЛ-130



За необхідності пляму контакту виправляють, керуючись схемою, показаною в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Способи виправлення плями контакту й правильного регулювання зчеплення шестерень головної передачі

Передній хід	Задній хід	Передній хід	Задній хід
 Правильний контакт у зчепленні шестерень при перевірці під невеликим навантаженням			
		Контакт на вузькому кінці зуба. Відсунути ведену шестірню від ведучої	
Контакт на вершині зуба. Посунути ведучу шестірню до веденої			
			
Контакт на основі зуба. Відсунути ведучу шестірню від веденої		Контакт на широкому кінці зуба. Посунути ведену шестірню до ведучої	

Переміщення ведучої кінчної шестерні провести зміною числа прокладок між фланцем картера підшипників вала ведучої шестірні та картером редуктора.

Перекладанням регулювальних прокладок з-під однієї бокової кришки картера редуктора під другу здійснити переміщення веденої кінчної шестерні в автомобілів ЗІЛ-130, в автомобілів ГАЗ-53А і МАЗ-500 – відкручуванням однієї з бокових гайок регулювання натягу підшипників картера диференціала і закручуванням другої гайки на той самий кут (для збереження затяжки підшипників диференціала).

Для отримання правильного контакту необхідний зазор між зубами конічних шестерень досягається переміщенням однієї з них.

В автомобілів ЗІЛ-130 установити в картер редуктора диференціал і затягнути задалегідь гайки кришки підшипників картера диференціала.

Обертаючи регулювальні гайки підшипників коробки диференціала (при симетричному розташуванні зубчатого вінця веденої циліндричної шестірні відносно зубчатого вінця ведучої циліндричної шестірні), домогтися відсутності осьового зазору в підшипниках коробки диференціала (рисунок 6.7).

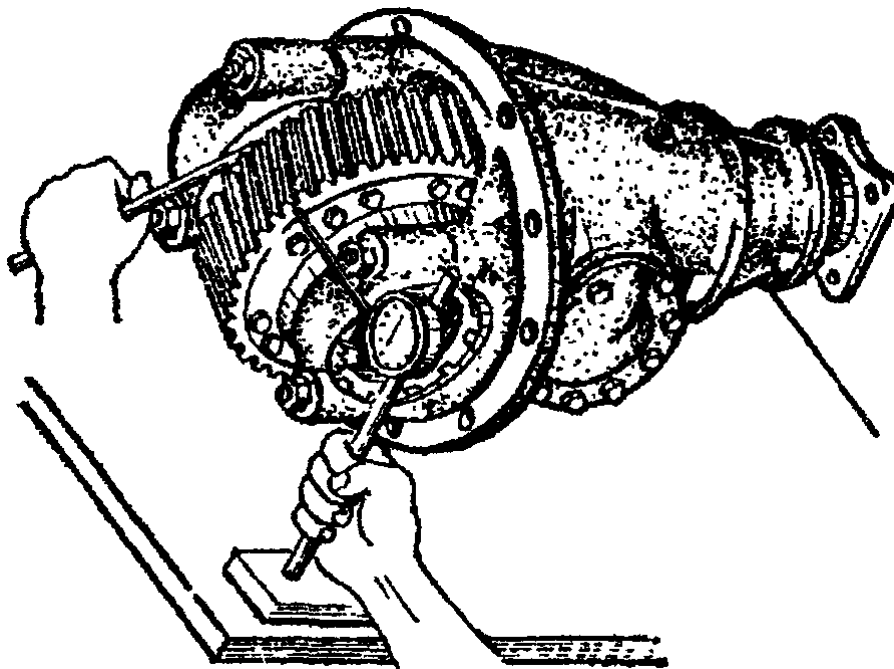


Рисунок 6.7 – Перевірка осьового зазору в підшипниках диференціала

Осьовий зазор перевірити індикатором, вимірювальний стержень якого встановити на обід циліндричної веденої шестірні. Для отримання правильного попереднього натягу підшипників диференціала регулювальні гайки затягнути з двох боків на один паз від положення з нульовим осьовим зазором і водночас підвести проріз гайки під стопор. Після цього застопорити регулювальні гайки, остаточно затягнути гайки кріплення кришок підшипників диференціала (момент, необхідний для затяжки гайок, 170.0 – 190.0 Нм ) і зашплінтувати їх.

## Зміст звіту

1. Назва роботи.
2. Мета роботи
3. Устаткування, прилади, інструменти.
4. Схеми вимірювання: зазорів у підшипниках, кутового люфту вала ведучої шестірні, моменту на веденій конічній шестірні, бокового зазору між шестірнями.
5. Опис виявлених несправностей валів двигуна.
6. Таблиці проведених вимірів.
7. Висновки.

## Контрольні питання

1. Як вимірюється зазор у підшипниках вала ведучої шестірні?
2. Розповісти порядок регулювання зазору в підшипниках вала ведучої шестірні.
3. Як вимірюється кутовий люфт вала ведучої шестірні?
4. Розповісти порядок регулювання кутового люфту вала ведучої шестірні.
5. Як вимірюється момент ручним динамометром на веденій конічній шестірні?
6. Як вимірюється величина бокового зазору між шестірнями?
7. Як перевірити правильність зчеплення зубів шестерень за прямою контакту?

*Література:* [1, 7, 10, 11, 12].

## Лабораторна робота № 7

### Ремонт і регулювання форсунок і плунжерних пар дизельного двигуна

**Мета роботи:** закріпити теоретичні знання, вивчити способи та засоби ремонту і регулювання форсунок і плунжерних пар дизельного двигуна.

**Устаткування, прилади, інструменти:** стенд для регулювання форсунок КИ-652, набір форсунок, набір гайкових ключів, прилад КИ-1640А, набір плунжерних пар.

#### Короткі теоретичні відомості

Вузли і деталі паливної апаратури всіх дизелів належать до менш надійних і більш трудомістких в обслуговуванні. Так, частка відмов паливної апаратури від загального числа відмов дизеля в експлуатації складає 20 – 50% при витратах на обслуговування і ремонт 20 – 30% загальних витрат.

Основні несправності паливних насосів високого тиску (ПНВТ): задирки поверхонь тертя плунжерних пар і заклинювання плунжерів у втулках; кавітаційно-ерозійні руйнування деталей плунжерних пар, нагнітального клапана, корпусу паливного насоса і болтів відсікачів; тріщини втулок плунжерів; задирки і надмірний знос поверхонь тертя деталей штовхачів і кулачкових шайб, протікання палива крізь зазори в з'єднаннях.

Частота повтору перерахованих дефектів неоднакова і залежить від типу дизеля, його швидкості, форсування і не меншою мірою від технологічного рівня виробництва.

Найчастіший дефект ПНВТ – заклинювання плунжера. Середня періодичність технічного обслуговування ПНВТ дорівнює 2000 – 3000 годин для малообертових дизелів, 6000 – 10000 годин – для середньообертових дизелів і 960 годин – для автотракторних і комбайнових дизелів. Термін служби плунжерних пар дорівнює 6000 – 20000 годин – для суднових і тепловозних дизелів; і 2000 – 10000 годин – для автотракторних і комбайнових.

Основні несправності форсунок: порушення герметичності конуса розп-

рискувача, зависання і знос голок розприскувача, падіння тиску початку впорскування, закоксування та знос розприскувальних отворів розприскувача, погіршення якості розприскування палива.

Статистичні дані з відмов показують, що форсунок виходять з ладу в основному в результаті втрати герметичності конуса розприскувача та заклинювання голок у напрямних.

Нормативна періодичність обслуговування форсунок неоднакова для різноманітних дизелів і коливається від 500 до 5000 годин. Середня тривалість роботи форсунок від одного профілактичного обслуговування до іншого 500 – 1000 годин для малообертових дизелів, 500 – 2000 годин для середньобертових і високообертових. Середнє напрацювання на відмову для форсунок суднових і тракторних дизелів складає 830 – 4000 годин. Ресурс розприскувачів для різноманітних дизелів коливається в широких межах: для малообертових дизелів 10000 – 12000 годин, для середньобертових 5000 – 8000 годин, для автотракторних і комбайнових 2500 годин.

Основні відмови деталей паливної апаратури: задирки поверхонь тертя плунжерних пар і заклинювання плунжерів ПНВТ є наслідком надмірних пружних деформацій втулки плунжера під дією монтажних сил і тиску палива, деформацій згину деталей плунжерної пари і деформацій деталей, що відбуваються при структурних перетвореннях остаточного аустеніту на мартенсит, а також невідповідності вибраних або виконаних значень геометричних відхилень прецизійних поверхонь зазору між ними, недостатньої чистоти палива і потрапляння до нього води. Заклинення плунжерної пари зазвичай відбувається після стоянки, під час якої в зазор потрапляють забруднювачі та вода, що призводить до корозії.

Знос прецизійних поверхонь плунжерних пар відбувається в місці розміщення відсічних і наповнювальних отворів втулки, а також циліндричної золотникової частини плунжера. Знос в основному гідроабразивний або абразивний.

Порушення герметичності запірнього конуса розприскувача веде до просочування палива після закінчення впорскування і закоксування розприскува-

льних соплових отворів розприскувача.

Після декількох сотень і тисяч годин роботи, залежно від герметичності розприскувача, форсування дизеля і сорту палива, що застосовується, на зовнішній поверхні розприскувача, в районі розприскувального отвору і в каналі нижче конуса, відкладаються продукти неповного згорання палива, що поступово збільшуючись, викривляють напрямок струменя палива і погіршують якість розприскування. Така несправність виникає внаслідок ряду причин, до яких належать: гідроабразивний вплив палива в період упоркування, утворення вибоїн і місцевого наклепування на ущільнюючих поясах голки і корпусі розпорошувача при посадці голки на сідло із-за наявності сторонніх частинок у паливі, руйнування від утомленості внаслідок динамічного впливу голки на сідло при її посадці, якість виконання конусного з'єднання.

Зависання голок розприскувачів відбувається в результаті потрапляння з палива дрібних металевих частинок у зазор між прецизійними поверхнями, наявність фретинг-корозії, деформації корпусу від монтажних зусиль і тиску палива, низької якості виготовлення і дії поперечних сил від деталей механізму запирання голки.

Знос циліндричних поверхонь голки та її напрямної зумовлений головним чином впливом механічних частинок, що проникають через зазор. Знос залежить від величини зазору, концентрації абразивних частинок і залишкового тиску в лінії високого тиску палива, що визначає швидкість і тривалість витікання палива через зазор.

Падіння тиску початку впоркування – найбільш розповсюджена несправність у роботі форсунок будь-яких дизелів. Падіння тиску веде до зміни процесу впоркування палива на режимах малих циклових подач і низької частоти обертання кулачкового вала. Причинами падіння цього тиску є нестабільне положення (по висоті) регулювального гвинта, а також знос опорних поверхонь регулювального гвинта, пружини та її тарілок, штанги, голки і конуса розпорошувача.

Закоксування розприскувальних отворів розприскувача виникає внаслі-

док негерметичності запірних конусів і тривалого протікання кінцевої фази подачі палива, а також у результаті впливу газів, нагрітих до високої температури, на паливо, частина якого залишається в розпоросувачі між запірним конусом і розприскувальним отвором після закінчення впорскування.

Закоксування відбувається, коли тиск палива в розприскувачі після закінчення впорскування нижчий за тиск газів у циліндрі дизеля, і останні проникають у кишеню корпусу розприскувача. Коксування зменшується при покритті поверхонь хромом, окисом алюмінію, двоокисом цирконію.

Знос розприскувальних отворів розприскувача веде до порушення процесу впорскування згорання палива. Знос розприскувальних отворів розприскувача залежить від якості їхнього виготовлення, швидкості руху палива при впорскуванні, забруднення палива, температури соплового наконечника розприскувача і зносостійкості матеріалу, що застосовується.

### **Хід роботи**

Форсунку, що підлягає ремонту, необхідно розібрати й очистити від нагару, всі робочі поверхні голки і розприскувача теж очистити.

Нагар з розприскувачів видаляється мідними або алюмінієвими скребками і волосяною щіткою, попередньо нагар розм'якшують у ванночці з бензином. Очистка розприскувача форсунки відбувається в наступному порядку:

- а) очищують підвідний канал розприскувача;
- б) очищують канал розприскувача;
- в) очищують циліндричну порожнину в розприскувачі;
- г) очищують сферичну порожнину розприскувача;
- д) очищують запірний конус розприскувача;
- е) очищують отвори розприскувача;
- ж) очищують робочі поверхні голки.

Після очистки форсунку складають і проводять її регулювання на стенді КИ-652 (рисунок 7.1).

Порядок виконання робіт наступний. Регулюють тиск впорскування та

якість розприскування палива.

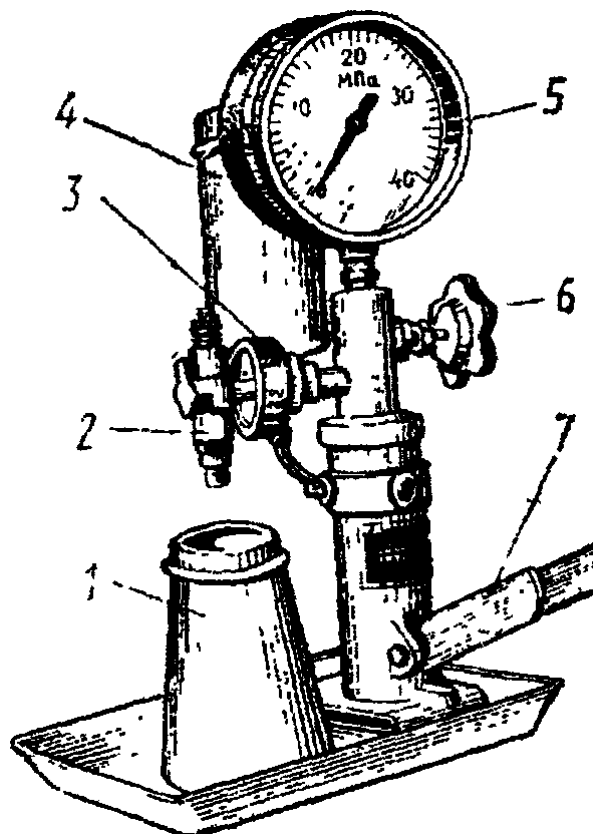


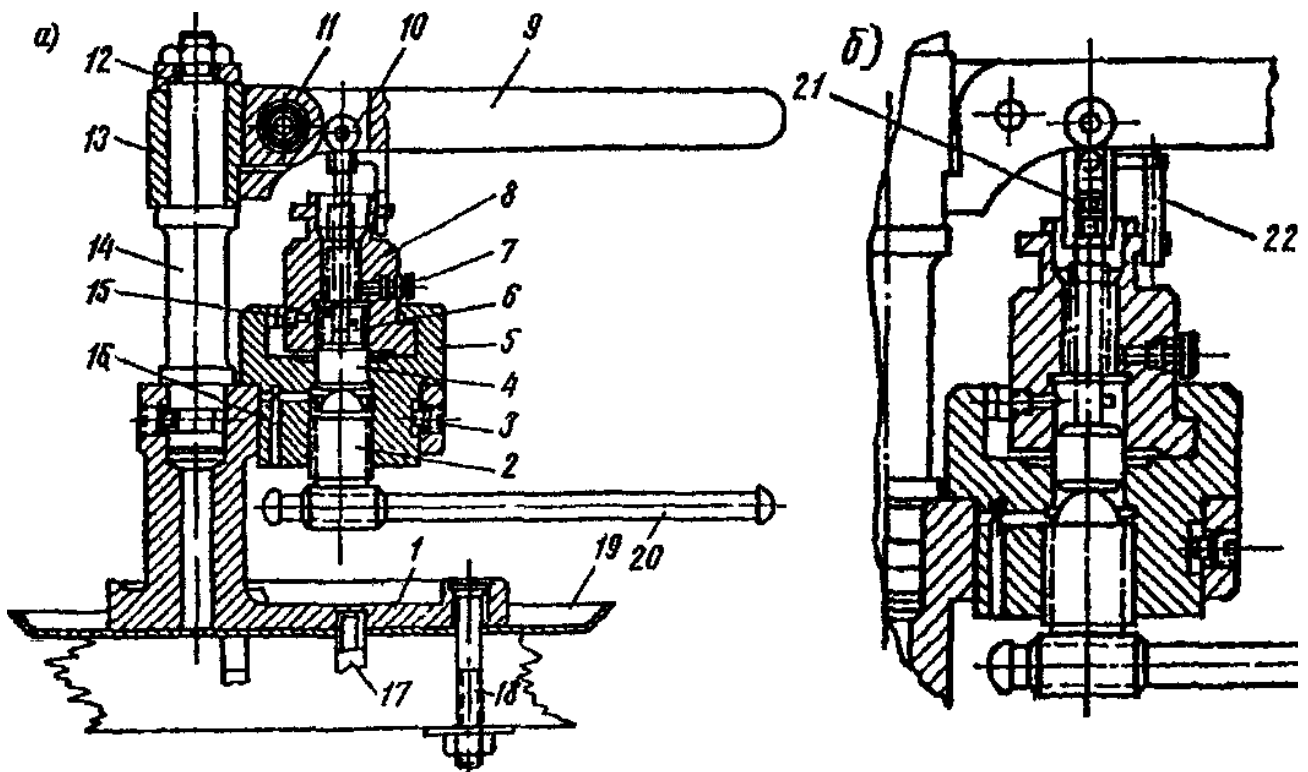
Рисунок 7.1 – Стенд КИ-652 для випробування та регулювання форсунок

Стенд КИ-652 (рисунок 7.1) складається зі збірника палива 1, над яким за допомогою накидної гайки 3 закріплюється форсунка 2, паливного бачка 4, манометра 5, запірною крана б і важіля 7, що створює необхідний тиск.

Тиск підйому голки для двигунів ЯМЗ-236 і ЯМЗ-238 повинен бути 15.0 – 20.5 МПа, для ЯМЗ-740 – 18.0 – 18.5 МПа, для Д37М – 17.0 – 17.5 МПа. Якщо при регулюванні форсунки не вдається досягнути необхідних значень параметрів, необхідно замінити розпорощувач на новий і провести повторне регулювання.

Гідравлічну щільність пари плунжер-гільза визначають на приладі КИ-1640А (рисунок 7.2) за часом, протягом якого паливо просочиться через зазор між плунжером і гільзою. Основа приладу 1 кріпиться до столу трьома болтами 18. До верхньої частини основи прикріплені стійки 14 і корпус 5. Знизу в корпус вкручено натискний гвинт 2 зі сферичним хвостовиком, на який опира-





а) випробування плунжерної пари насоса 4ГН-8,5×10;

б) випробування плунжерної пари насоса двигуна КДМ-100, Д-108, Д-130

Рисунок 7.2 – Стенд для випробування плунжерних пар КИ-1640А

ється підп'ятник 4. Площини підп'ятника з двох боків притерті. У тому випадку, якщо на робочій поверхні є риски, сліди корозії або між торцем гільзи та підп'ятником протікає паливо (суміш), площини підп'ятника притирають пастою на чавунній плиті. Для перевірки якості притирки вибирають гільзу плунжера, на поверхні торця якої немає корозії. Цю втулку й підп'ятник промивають у бензині та просушують. Після цього підп'ятник притискають рукою до торця втулки і декілька разів пересувають його відносно втулки. У будь-якому положенні втулки підп'ятник повинен утримуватися від падіння силами зчеплення.

Якщо підп'ятник добре притертий до торця гільзи, паливо (суміш) у місці їхнього з'єднання не повинне підтікати. Збоку до корпусу приладу прикручена труба, на яку встановлений бачок з паливом. Паливо (суміш) надходить до корпусу каналом у головку 8, а звідти – в гільзу. Зайве паливо через канал 16 стікає в піддон. Корпус згорі має виріз у формі «ластівчиного хвоста».

При роботі головка опускається у вирізи корпусу і повертається на 90°. У

центральный отвір настановної головки вставляють гільзу плунжера, що фіксується верхнім гвинтом фіксатора 7 (для плунжерних пар насоса 4ТН-8,5×10) або нижнім 15 (для плунжерних пар насоса двигуна КДМ-100, Д-108 і Д-130). Для повідця плунжера у верхній частині головки зроблений проріз, що дозволяє при випробуваннях установлювати плунжер відносно гільзи в певному положенні. До втулки 13 приварений кронштейн 11 із запресованим кульковим підшипником, на якому обертається вісь важеля 9. Ролик 10 важеля, опираючись на торець плунжера, створює тиск 2.2 МПа при випробуваннях насоса 4ТН-8,5×10 і 1.6 МПа – при випробуваннях плунжерної пари насоса двигуна КДМ-100, Д-108 і Д-130. Упор 12 втулки 13 регулюють так, щоб важіль, повернутий у горизонтальній площині до упору, торкнувся роликом 10 торця плунжера по центру.

Щоб установити плунжер насоса двигунів КДМ-100, Д-108 і Д-130 на прилад, кріплять повідець 21 гвинтом на місці зубчастого сектора. Повідець має стрижень, що спрямовує 22, який входить у проріз настановної головки. Під час випробувань від тиску важеля на плунжер паливо (суміш) просочується в зазор між гільзою і плунжером. При цьому плунжер поступово опускається, а в момент відсічення він починає швидко падати, оскільки паливо витікає не через зазор, а через відсічне вікно втулки. За часом просочування судять про щільність плунжерної пари: чим більший цей час, тим щільніша пара, значить вона менше зношена.

Для випробувань плунжерної пари необхідно гільзу плунжера встановити в настановну головку й зафіксувати її гвинтом 7 або 15 у положенні, відповідному її настанові в корпусі насоса; установити головку в корпусі приладу і завернути вороток 20, відкрити кран бака, наповнити гільзу паливом (сумішшю) вщерт і закрити його. У гільзу вставити плунжер так, щоб повідець увійшов у проріз головки; повернути важіль 9 у бік настановної головки до упору, опустити його на торець плунжера і водночас увімкнути секундомір. Вимкнути секундомір у момент, коли важіль починає швидко падати. Записаний час у секундах характеризує гідравлічну щільність плунжерної пари (таблиця 7.1).

Таблиця 7.1 – Гідравлічна щільність пари плунжер-гільза

Тип плунжер-ної пари	Діаметр плунжера, мм	Тиск при випробуваннях, МПа	Час падіння важеля, с			
			Нова (відновлена) пара		Зношена (допустима) пара	
			Дизпаливом	Сумішшю	Дизпаливом	Сумішшю
КДМ-100, Д-108	10.0	1.6	30-60	45-90	2.5	Не менше 3
4ТН-8,5×10	8.5	2.2	30-60	45-90	2.5	Не менше 3

### Зміст звіту

1. Назва роботи.
2. Мета роботи
3. Схеми: стенда КИ-652, приладу для визначення щільності пари плунжер-гільза.
4. Таблиці проведених вимірів.
5. Висновки.

### Контрольні питання

1. Пояснити будову та схему роботи стенда КИ-652 для регулювання форсунок на тиск упорскування палива.
2. Розповісти порядок регулювання форсунки на потрібну величину тиску впорскування палива.
3. Пояснити будову та схему роботи приладу КИ-1640А для визначення щільності пари плунжер-гільза.
4. Як вимірюється гідравлічна щільність пари плунжер-гільза?
5. Розповісти порядок очистки розприскувача форсунки.
6. Назвати основні несправності й причини відмови прецизійних деталей паливної апаратури.

**Література:** [1, 7, 10, 12].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРИ

1. Боднев А.Г., Шаверин Н.Н. Лабораторный практикум по ремонту автомобилей. – М.: Транспорт, 1984. – 143 с.
2. Гурин Ф.В., Клепиков В.Д., Рейн В.В. Технология автотракторостроения. – М.: Машиностроение, 1981. – 296 с.
3. Егоров М.Е., Дементьев В.И., Дмитриев В.Л. Технология машиностроения. – М.: Высшая школа, 1976. – 536 с.
4. Канарчук В.Е., Чигринец А.Д. Техническое обслуживание, ремонт и хранение автотранспортных средств. Книга 3. – К: Выща школа, 1992. – 496 с.
5. Королев А.И. Основы эксплуатации и ремонта автомобилей. – М.: Транспорт, 1964. – 388 с.
6. Корсаков В.С. Основы технологии машиностроения. – М.: Высшая школа, 1978. – 401 с.
7. Петросов В.В. Ремонт автомобилей и двигателей. – М.: Академия, 2007. – 224 с.
8. Технология двигателестроения. Под ред. А.И. Дащенко – М.: Высшая школа, 2006. – 608 с.
9. Ремонт дорожных машин, автомобилей и тракторов. Под ред. В.А. Зорина – М.: Академия, 2006. – 511 с.
10. Ремонт автомобилей. Под ред. С.И. Румянцева Издание второе. – М.: Транспорт, 1988. – 328 с.
11. Суханов Б.Н., Борзых И.О., Бедарев Ю.Ф. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: Пособие по курсовому и дипломному проектированию. – М.: Транспорт, 1985. – 750 с.
12. Цеханов А.Д. Лабораторный практикум по ремонту автомобилей. – М.: Транспорт, 1978. – 194 с.
13. Шадринев В.А. Основы технологии автостроения и ремонт автомобилей – Л.: Машиностроение, 1976. – 559 с.

Методичні вказівки щодо виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Основи технології виробництва та ремонту автомобілів» для студентів денної та заочної форм навчання за напрямом 6.070106 – «Автомобільний транспорт» (у тому числі скорочений термін навчання)

Укладач асист. В.О. Єлістратов

Відповідальний за випуск зав. кафедри «Автомобілі та трактори» д.т.н., проф. А.П. Солтус

Підп. до др. \_\_\_\_\_. Формат 60x84 1/16. Папір тип. Друк ризографія.  
Ум. друк. арк. \_\_\_\_\_. Наклад \_\_\_\_\_ прим. Зам. № \_\_\_\_\_. Безкоштовно.

Видавничий відділ КДУ імені Михайла Остроградського  
39600, м. Кременчук, вул. Першотравнева, 20