

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**



**ТЕХНІЧНИЙ КОЛЕДЖ**

Луцького національного технічного  
університету

## **ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЇ РЕМОНТУ**

Методичні вказівки до виконання практичних занять  
для здобувачів початкового рівня (короткий цикл) вищої освіти  
освітньо-професійної програми «Автомобільний транспорт»  
галузі знань 27 Транспорт  
спеціальності 274 Автомобільний транспорт  
денної та заочної форм навчання

Луцьк 2020

УДК 656.071.8

О-75

До друку

Голова навчально-методичної ради Луцького НТУ \_\_\_\_\_ О.М. Ляшенко

Електронна копія друкованого видання передана для внесення в репозитарій Луцького НТУ

Директор бібліотеки \_\_\_\_\_ С.С. Бакуменко

Затверджено навчально-методичною радою Луцького НТУ, протокол №\_\_ \_\_від «\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 року.

Рекомендовано до видання Навчально-методичною радою ТК Луцького НТУ, протокол №\_\_ \_\_від «\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 року.

Голова НМР \_\_\_\_\_ Т.П. Радіщук

Розглянуто і схвалено на засіданні циклової комісії «Автомобільний транспорт» ТК Луцького НТУ, протокол №\_\_ \_\_від «\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 року.

Голова ВЦК \_\_\_\_\_ В.М. Придюк

Укладачі: \_\_\_\_\_ В.В. Грабовець, кандидат технічних наук, доцент, викладач ТК Луцького НТУ

\_\_\_\_\_ Д.Ю. Кальмук, викладач ТК Луцького НТУ

Рецензент: \_\_\_\_\_ І.С. Мурований, кандидат технічних наук, доцент кафедри автомобілів і транспортних технологій Луцького НТУ.

Відповідальний за випуск: \_\_\_\_\_ В.М. Придюк, кандидат технічних наук, доцент, викладач ТК Луцького НТУ

**Основи технології ремонту**[Текст]: методичні вказівки до виконання практичних занять для здобувачів першого рівня (короткий цикл) вищої освіти освітньо-професійної програми «Автомобільний транспорт» галузь знань 27 Транспорт спеціальності 274 Автомобільний транспорт денної та заочної форм навчання / уклад. В.В. Грабовець, Кальмук Д.Ю. – Луцьк : Луцький НТУ, 2020. – 86 с.

Методичне видання складене відповідно до діючої ОПП «Автомобільний транспорт» з метою надання методичної допомоги у процесі виконання практичних занять. Приведені основи теоретичного матеріалу з курсу і загальні вказівки оформлення робіт.

© Грабовець В.В., Кальмук Д.Ю. 2020

## ЗМІСТ

Загальні положення організації і проведення лабораторних робіт.....	..4
Практична робота № 1. Приймання автомобіля в ремонт, попередній огляд, дефекація.....	..6
Практична робота №2 Тема: Складання технологічних карт дефектації деталей автомобілів.....	..9
<b>ДЕФЕКТАЦІЙНІ РОБОТИ.....</b>	<b>..15</b>
Практична робота 3. Дефектація гільз (блоків) циліндрів двигуна.....	..16
Практична робота 4. Дефектація колінчастого вала.....	..20
Практична робота 5. Дефектація корпусних деталей.....	..26
Практична робота 6. Дефектація деталей газорозподільного механізму (головка блока, розподільний вал, клапани, пружини).....	..33
Практична робота 7. Дефектація деталей кривошипно-шатунного механізму (шатун, поршень, поршневий палець).....	..46
Практична робота 8. Дефектація валів, шестерень, підшипників.....	..53
<b>КОМПЛЕКТУВАЛЬНІ РОБОТИ.....</b>	<b>..62</b>
Практична робота 9. Комплектування деталей кривошипно-шатунного механізму: гільза – поршень, поршень – шатун – поршневий палець, колінчастий вал – вкладиші шийок колінчастого вала – упорні півкільця.....	..62
<b>ВІДНОВЛЮВАЛЬНІ РОБОТИ.....</b>	<b>..72</b>
Практична робота № 10. Дослідження стану та ремонт кульової опори, яка була в експлуатації .....	..72
Практична робота 11. Відновлення гільз механічною обробкою під ремонтний розмір.....	..75
Перелік джерел посилання.....	..87

## **1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ І ПРОВЕДЕННЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ**

**Організаційно-методичні вказівки.** Під час виконання лабораторних робіт студенти поглиблюють і закріплюють теоретичні знання і дістають практичні навички з технічних вимірювань і контролю, дефектації деталей, розробки технологічних процесів комплектації і складання вузлів, визначення технічно обґрунтованих нормативів часу і оформлення технологічної документації, а також для наступної практичної роботи як спеціалістів з відновлення та підвищення зносостійкості машин і конструкцій, зокрема, автомобілів і тракторів.

Успішне виконання лабораторних робіт вимагає активного, творчого, самостійного навчання студентів і раціональної організації роботи під час підготовки до лабораторної роботи і в ході її виконання. Для виконання лабораторних робіт групу студентів поділяють на дві підгрупи, а ті, в свою чергу – на бригади. На першому занятті студенти ознайомлюються з тематикою лабораторних робіт, організацією робочих місць і технічною документацією, графіком виконання робіт. З ними проводять інструктаж з техніки безпеки, про що роблять запис у журналі.

Лабораторні роботи виконуються на двох робочих місцях:

- для оформлення документації, розрахункових робіт, вивчення літератури;
- для виконання технологічних операцій.

На робочих місцях має бути необхідна документація (технічні умови на дефектацію, комплектацію, відновлення, креслення деталей, довідкова література, нормативи для визначення технологічних режимів і затрат часу, характеристики обладнання, пристроїв, інструментів тощо).

**Техніка безпеки і протипожежні заходи.** В лабораторії ремонту машин значна кількість обладнання, пристроїв, матеріалів є джерелами підвищеної небезпеки. Для запобігання нещасним випадкам при виконанні лабораторних робіт необхідно суворо дотримуватись правил техніки безпеки і протипожежної безпеки.

Робочі місця для виконання лабораторних робіт повинні мати інструкції з техніки безпеки, узгоджені з профспілкою і затверджені керівництвом вузу. Викладач проводить з студентами вхідний інструктаж і інструктаж на робочому місці. Дозвіл на виконання робіт студенти одержують після засвоєння правил техніки безпеки, що засвідчується розписом студента в журналі.

Оснащення, яке використовують для виконання лабораторних робіт, повинне забезпечувати надійне установлення і закріплення деталей і пристроїв. Деталі масою понад 20 кг переміщують за допомогою вантажопідйомних і транспортних засобів. Якщо в лабораторних роботах використовуються небезпечні матеріали або технологічні процеси, які мають шкідливі виділення, то необхідно використовувати штучну вентиляцію, а студенти при потребі одягають спецодяг і особисті засоби захисту. Електродвигуни верстатів, розподільні щити, джерела живлення струмом надійно заземлюються. Не дозволяється проводити налагод-жувальні роботи під напругою. Роботу на установках виконують за участю майстра виробничого навчання або лаборанта.

Лабораторії повинні бути укомплектовані протипожежними засобами



згідно з нормативами, а також аптечкою для первинної допомоги.

**Етапи виконання практичних робіт.** Практичні роботи виконуються в три етапи: підготовка до роботи, виконання роботи в аудиторії, звітування про виконання роботи.

Перед початком роботи студент ознайомлюється зі змістом роботи, з формою звіту про роботу і готує належну документацію. Для кожної роботи наведено послідовність її виконання із зазначенням вхідної документації.

Безпосередньо в аудиторії перед початком занять викладач перевіряє наявність таблиць, карт, ескізів, схем, розрахунків, потрібних для виконання роботи, контролює шляхом тестування підготовку студента до роботи.

Непідготовлені студенти до виконання роботи не допускаються.

На занятті студент повинен ретельно виконувати вимоги методичних вказівок посібника і організувати роботу так, щоб виконати весь її обсяг, оформити звіт і захистити його в аудиторії.

Зміст і форма звітів про виконання робіт максимально наближені до нормативної виробничо-технологічної документації. Зразки звітів для робіт з дефектації, комплектації і відновлення деталей наведено в додатках А, Б, В.

Порядок захисту звіту, перелік відомостей, які повинен знати студент, викладено в останньому пункті у послідовності виконання роботи. Для полегшення підготовки до захисту і самоперевірки знань в кінці роботи наведено контрольні питання.

Після перевірки звіту, співбесіди із студентом і тестового контролю викладач оцінює якість виконання роботи.

## ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1

### Приймання автомобіля в ремонт, попередній огляд, дефектація

**Мета роботи :** вивчити процедуру приймання автомобіля в ремонт при кузовних ушкодженнях, отримати початкові навички проведення огляду і дефектації.

#### Теорія

Ремонт кузова автомобіля, як і будь-який інший складний ремонт, розпочинається з приймання. Основна мета цієї операції - у присутності замовника(власника) встановити об'єм і складність робіт, а також терміни їх виконання.

Кузовний ремонт відрізняється від інших видів ремонту неймовірним різноманіттям ушкоджень, спотворень форми, взаємних зміщень деталей. Крім того, приймальникові слід враховувати десятки інших чинників, таких як:

- наявність корозії на металі;
- стан елементів кріплення (болтових з'єднань);
- поширення деформації на незнімні кузови, що несуть елементи, такі як лонжерони, днище, бічні стійки;
- можливість і доцільність відновлення пошкоджених деталей;
- деформації і розриви пластмасових деталей (облицювань);
- рівень складності обробного покриття (проста фарба або із спецефектами);
- чи мали деталі більше ранні ушкодження (чи ремонтувалися раніше і з яким рівнем якості);
- складність згинів корпусних деталей;
- величину витягування металу;
- необхідність зняття агрегатів, деталей підвіски, електропроводки, внутрішньої обробки, обладнання салону; і багато що інше, що може вплинути на складність ремонтних операцій і терміни виконання роботи. Причому ціна і терміни мають бути чітко обгрунтованими, а не узятими "із стелі". Іншими словами, приймальник повинен переконати клієнта в правильності своєї оцінки, якщо знадобиться, шляхом детального роз'яснення переліку операцій, які належить виконати.

Кожне солідне підприємство має у своєму арсеналі декілька альтернативних технологій ремонту, відмінності між якими криються зазвичай у стадії обробних операцій. Технології розрізняються ціною, часом і якістю.

Тільки у цьому відношенні приймальник може піти на поступки клієнтові в ціні і часі, пояснюючи, проте, що клієнт втратить в якості. Треба відмітити, що найбільш дороге устаткування і найбільш кваліфікований персонал використовуються якраз на кінцевих стадіях обробки. Таким чином, відмінності між найдешевшою технологією і найдорожчою можуть бути досить істотними.

Природно, немає сенсу пропонувати клієнтові технологію з вирізкою і заміною сильно пошкоджених деталей і з 100% корозійним захистом, якщо йдеться про машину 10-річного віку, якою залишився рік пробігу до утилізації. У разі застосування самого дорогого варіанту вартість ремонту перевищить вартість самого автомобіля. Вихід з такої ситуації - запропонувати клієнтові ремонт з простішими матеріалами (середнього цінового сегменту) і без дорогого

корозійного захисту. Матеріали середнього сегменту можуть не забезпечити високих результатів ремонту, а їх технологія може привести до збільшення терміну ремонту. Усе це повинно бути роз'яснено клієнтові.

Звичайно, кожне підприємство саме вирішує чи використати різні технології, або зупинитися тільки на одній. Також підприємство вирішує, чи роз'яснювати клієнтові оцінку його ремонту або просто назвати стандартну ціну, прийняту на цьому підприємстві для такого виду робіт.

Нині якісний кузовний ремонт має високий попит, і на солідних підприємствах існує черга на ремонт. У такому разі підприємство, звичайно, ні не спрощуватиме технологію, ризикуючи знизити якість, ні не знижуватиме ціну ремонту.

У будь-якій ситуації приймальник повинен, хоч би для себе, скласти думку про автомобіль і оцінити трудовитрати на його ремонт.

Для детального опису ремонтних операцій використовується документ - "ремонтна відомість", перелік виконуваних дій, що містить, час, що витрачається, і оцінку.

Пункти ремонтної відомості не повинні опускатися до таких подробиць, як відгвинчування болта або сушка шпаклювання інфрачервоною сушаркою. Пункти повинні містити принципові ключові моменти, зрозумілі для клієнта, наприклад:

- зняття навісних елементів в районі ушкодження;
- рихтування крило;
- зняття пластмасового облицювання бампера;
- видалення залишків скла і клею-герметика (при заміні лобового або заднього скла) і.

Пункти мають бути погоджені з клієнтом, і він, кінець кінцем, повинен підписати відомість. Окрім ремонтної відомості, з клієнтом може бути обговорений "акт приймання" або "акт дефектації". Це особливо важливо при прийомі дорогих автомобілів. У акті можуть бути відбиті усі несправності і дефекти автомобіля, що мають відношення до зовнішнього вигляду, а також додаткові поліпшення, внесені власником. Такий документ застрахує власника від випадкових ушкоджень, які можуть бути нанесені в ході ремонту іншим ділянкам кузова, а підприємство - від несправедливих претензій до якості. У акті може бути також відбито, що автомобіль ремонтувався раніше і, приміром, недостатньо кваліфіковано.

У кінці приймальник повинен простежити, щоб в автомобілі не залишилося сторонніх предметів і щоб системи безпеки (сигналізація) деактивували.

Такі операції, звичайно, також проводять на розсуд самого підприємства. Якщо на підприємстві прийнятий певний технологічний процес, який майстри добре знають, а клієнтові цей процес не розкривається, ремонтну відомість можна не складати.

У разі повного перефарбовування машини, непогано переконатися в наявності у "власника" документів на неї.

Хід роботи

В ході роботи необхідно скласти акт приймання в ремонт і ремонтну відомість. Немає необхідності у відомості проставляти час і ціну операцій - вони на кожному підприємстві будуть свої. Велику увагу слід приділити самому переліку операцій.

Щоб правильно його скласти, необхідно уявити, що ви самі беретеся за ремонт і занести в список послідовність дій із загальним порядком: розбирання - ремонт - складання.

Перелік має бути детальним і закінченим. У нім мають бути відбиті можливі "підводні камені", які зустрінуться на шляху виконавця, наприклад:

- заіржавілі болти кріплення, які неможливо буде відвернути;
- наявність слідів колишнього ремонту, що особливо загрожують неприємностями у вигляді наскрізних проржавілих отворів під шаром старого шпаклювання;
- порушення геометрії кузова і підвіски і.

Крім того, слід вказати свої міркування з приводу доцільності ремонту деяких деталей. Приміром, двері, пороги, центральні стійки часто простіше або надійніше замінити повністю, чим рихтувати, а бампера краще замінювати, з міркувань безпеки.

Така деталізація потрібна саме в процесі навчання, для отримання навичок оцінки.

Акт приймання і ремонтна відомість мають вигляд довільних таблиць або нумерованих списків.

У цій роботі досить мати всього дві колонки в кожному списку: номер і опис пункту. Приклади акту і відомості наведені відповідно в таблицю. 1 і 2.

Таблиця 1.1

Акт приймання автомобіля в ремонт

1.	Пошкоджено переднє праве крило(№1 на карті ушкоджень)
2.	Відсутній лівий передній габаритний ліхтар
...	...
7.	і т..

Таблиця 1.2

Ремонтна відомість

1.	Зняття бампера
2.	Зняття пошкодженого крила
	і т..

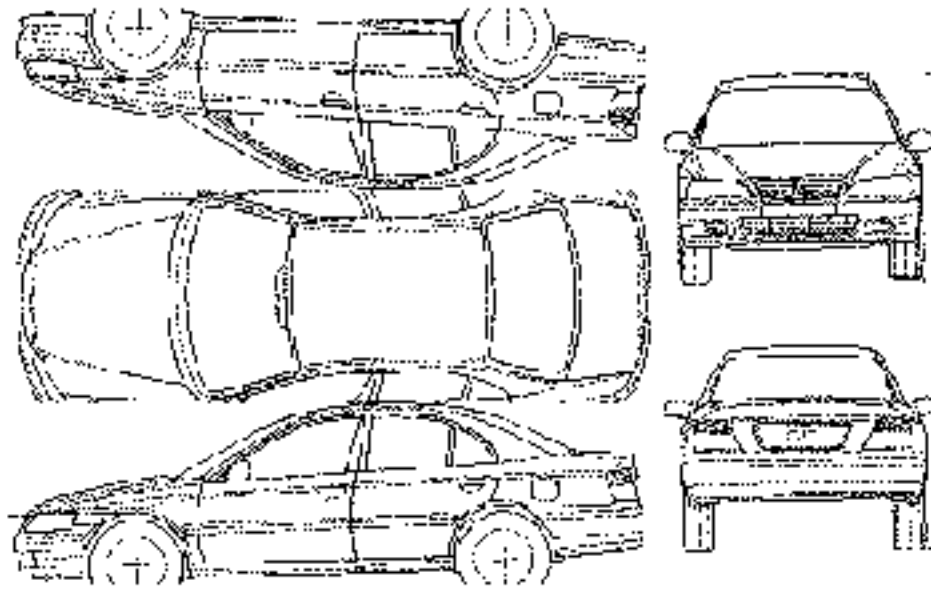
Часто, разом з подібними документами, на ремонтному підприємстві використовують малюнок-розгортку корпусу автомобіля. Малюнок просто включає усі кузовні панелі і на нім можна точно вказати місця ушкоджень. Такий малюнок включений і в цю роботу. На нього слід нанести місця ушкодження обстежуваного автомобіля і пронумерувати їх. Далі в акті ці номери можна використати для посилань на конкретні ушкодження.

Зміст звіту і захист роботи

Звіт по роботі виконується один на бригаду. Звіт повинен включати:

- титульний аркуш;
- опис машини (марку, модель, рік випуску, дані власника, дату і час надходження), що поступає в ремонт;
- акт приймання в ремонт (окремий лист);
- ремонтну відомість(окремий лист);
- малюнок-розгортку корпусу.

Захист роботи полягає в поясненні (обґрунтуванні) пунктів ремонтній відомості. Ви повинні уміти відстояти свою позицію.



Мал. 1.1. Розгортка корпусу автомобіля

## **Практична робота №2**

### **Тема: Складання технологічних карт дефектації деталей автомобілів**

**Мета: Вивчити та засвоїти** теоретичний матеріал, необхідний для розробки технологічних процесів розбирання, миття, дефектації та складання технологічної карти дефектації деталей автомобілів.

Студент виконує лабораторне заняття самостійно. Для конкретної деталі, згідно варіанту, установленого викладачем відповідно до табл. 3.1. Звіт виконується згідно вимог і правил стандарту установи по оформленню текстової і графічної частини роботи.

2.1. Технологія процесу розбирання автомобілів і складових частин на деталі

Розбирання автомобілів при капітальному ремонті виконується по слідуючій схемі: загальне розбирання автомобіля на агрегати, складові частини на деталі; розбирання агрегатів на складові частини; розбирання складових частин на деталі.

На складання технологічного процесу має вплив спеціалізація, виробнича потужність підприємства, планування цехів і дільниць, наявність промислових площин та обладнання.

Розбирання автомобілів і агрегатів виконують поточним методом або на спеціальних робочих постах.

Автомобілі зі складу ремонтного фонду подаються на дільницю розбирання.



Кабіну і кузов знімають на посту зовнішнього миття і відправляють після миття на дільницю ремонту кабін і кузовів. Розбирання автомобілів на потоці виконують з примусовим рухом об'єктів ремонту на постах. При транспортуванні автомобілів від одного поста до другого використовують тягові і возикові конвеєри.

Розбирання агрегатів виконують на спеціальних постах обладнаних стендами, пристроями та інструментом.

Розбирання двигунів виконують в моторному цеху на конвеєрах, обладнаних візками або спеціальними стендами.

Деталі розібраних агрегатів розміщують в контейнерах і направляють в мийну установку, а потім на пости дефектації.

Якість виконання розібраних робіт залежить від рівня механізації і концентрації виробництва. При цьому використовують високопродуктивне спеціальне обладнання і підйомно-транспортні механізми.

В теперішній час при розбиранні автомобіля на агрегати і деталі застосовують конвеєри гідравлічні підйомники, стенди, кран-балки, преси і різноманітні гайковерти.

Для механізації розбиральних процесів застосовують пневматичні, електричні і гідравлічні гайковерти.

Пневматичні гайковерти одержали широке застосування в ремонтному виробництві.

Вони надійні в роботі, безпечні для обслуговуючого персоналу.

Поруч з універсальними гайковертами ремонтні підприємства виготовляють оригінальні по конструкції гайковерти для виконання особливих видів робіт.

При розбиральних роботах застосовують кран-балки, роликові конвеєри, поворотні крани, укомплектовані електротельферами.

Для розбирання агрегатів застосовують спеціальні стенди. По кількості встановлених агрегатів стенди можуть бути одномісні і багатомісні, а по призначенню-універсальні та спеціалізовані.

Найбільш раціональні-комбіновані стенди, так як вони комплектуються гайковертами, електромеханічними головками, гідравлічними пресами.

## 2.2. Технологія мийно-очисних робіт

Автомобілі і складові частини надходять до капітального ремонту з різними видами забруднень. Тому очистка і миття об'єктів ремонту є обов'язковою операцією, яка виконується перед розбиранням, дефектацією і відновленням деталей.

Операція миття деталей також виконується перед збиранням агрегатів і фарбуванням виробів.

Процес очистки об'єктів ремонту завершується видаленням з його поверхонь за допомогою твердого або рідкого середовища всіх видів забруднень.

Очистка об'єктів ремонту від забруднення забезпечується комплексом мийного обладнання, яке обслуговується персоналом ремонтного підприємства.

По хімічному складу забруднення на об'єктах ремонту розділяються на органічні (масляні та жирові відкладання), неорганічні (шляховий бруд), змішані (нагари, накипи).

В залежності від конструкції матеріалу виробів і складу забруднення об'єкти очистки об'єднуються в наступні групи:

- автомобілі в зборі;
- двигуни і агрегати;
- прилади і електрообладнання;
- деталі паливної апаратури;
- деталі з нагаром;
- деталі з залишками фарбових покриттів;
- деталі і складові частини з каналами та заглибленнями.

Середовище для очищення деталей може бути твердим, рідким, газоподібним та змішаним.

Очистка твердими речовинами застосовується на початкових стадіях при вилученні нагарів, продуктів корозії, старих фарбових покриттів за допомогою дробу, кісточкової кришки та піску.

Найбільше поширення при митті та очищенні об'єктів ремонту одержали рідинні мийні розчини та змішані середовища. Рідинні мийні розчини можуть бути лужними, кислими і нейтральними, а по складу - одно і багатокомпонентними.

Лужні розчини складаються з води, луг, солів лугоземельних металів, мила і поверхньо активних речовин (ПАР). Кількість компонентів в лужних розчинах знаходиться в межах від 1 до 5 найменувань, а по концентрації - від 1% до 8%.

В основі мийних розчинів лежать складні фізико-хімічні явища, які відбуваються на границях розділу середовища "розчин - забруднення", "забруднення - деталь", "деталь - розчин".

Ефективність і характер цих явищ в більшості залежить від якості компонентів, які складають розчин.

Багатокомпонентні розчини, які мають поверхньо-активні речовини, володіють високим ефектом і кращою мийною здатністю порівняно з однокомпонентними розчинами.

Для зовнішнього миття концентрація мийного середовища дорівнює від 5 до 10 ч/л.

Нейтральні очищуючі середовища діляться на органічні і неорганічні.

Органічні очищуючі середовища (дизельне паливо, керосин) використовуються для очистки об'єктів ремонту від смолистих і жиркових забруднень, неорганічні - від шляхового бруду.

Досвід роботи ремонтних підприємств показує, що найбільш раціональною формою організації мийно-очисних робіт є використання спеціальних постів, призначених для виконання операцій по вилученню забруднень.

Складність конструкції сучасних автомобілів, різноманітність застосовуваних матеріалів, наявність на об'єктах ремонту різних видів забруднень, відсутність методів, дозволяючих знімати забруднення без руйнування матеріалу деталей, обумовлює необхідність виконання очисних операцій в декілька стадій:

- зовнішнє миття автомобілів;
- миття агрегатів;
- очистка і миття деталей від складних забруднень.

Спеціальні пости створюються для:

- очистки деталей від нагару;
- видалення старих фарбових покриттів з поверхонь кабін і рам;
- очистки блоків, головок блоків від накипі;
- миття і очистки вузлів і деталей електрообладнання;
- миття підшипників;
- миття і очистки збирання одиниць і деталей системи живлення;
- очистки масляних радіаторів, колінчастих валів від смолистих відкладань;
- миття і очистки стандартних деталей;
- миття деталей перед фарбуванням;
- миття деталей перед складанням (струменевими методами або в ваннах розчинами мийних засобів на основі лобоміду).

### 2.3. Дефектація деталей автомобілів

Дефектація деталей є складовою частиною технологічного процесу капітального ремонту автомобілів і виконується на підставі вимог технічних умов.

Дефектовочні роботи включають виконання трьох груп операцій:

- контроль деталей і вузлів розібраних автомобілів з цілю виявлення їх якісного стану;
- сортування деталей і вузлів;
- накопичення інформації по результатах контролю з цілю використання її для оперативного керування виробництвом.

Згідно керівництва до капітального ремонту автомобілів розробляються карти дефектації, які включають перелік можливих дефектів, засоби виявлення і усунення дефектів, технічні вимоги до відремонтованих деталей, перелік деталей, які підлягають заміні.

При збільшенні проценту повторного використання деталей собівартість ремонту автомобілів зменшується.

Однак, якщо на складання автомобілів попадають деталі з відхиленням від технічних умов, то при установленні їх і агрегати показники надійності відремонтованих машин погіршуються.

Основна доля порушень технічних умов в блоках двигунів припадає на відхилення від граничних величин овальності і конусності циліндрів.

На нормальну роботу багатьох з'єднань великий вплив має взаємне положення поверхонь і вісей деталей.

Допустимі відхилення від паралельності складає 0,04 -т- 0,15 мм; від перпендикулярності - 0,05 -т- 0,12 мм ; від площинності - 0,1 мм.

Контрольно-дефектовочні роботи на авторемонтних підприємствах виконуються на спеціальних постах, об'єднаних в дефектовочні ділянки, або на ділянках, спеціалізованих по предметній ознаці (кабіни, кузова, вузли і системи живлення двигуна, електрообладнання, радіатори, ресори).

Пости і відділення дефектації розташовують в безпосередній близькості від ділянок розбирання і миття вузлів автомобілів.

Оснащення постів обладнанням, інструментами і технічною документацією виконується з урахуванням можливого виявлення всіх дефектів в деталях.

Деталі на постах дефектації надходять в спеціальних контейнерах, які забезпечують збереження деталей від пошкоджень.

Показниками технічного стану деталей при дефектації є: збереження форми, цілісність матеріалу, деформація і зношення поверхонь, змінення властивостей і характеристик матеріалу деталей.

Зовнішнім оглядом перевіряють наявність пробоїн, тріщин, задирів, вм'ятин і інших дефектів деталей.

За допомогою вимірювального інструменту визначають розміри і відхилення форми деталей.

Спеціальні прилади, які виготовляються авторемонтними заводами, використовують для контролю взаємного розташування поверхонь і елементів деталей, визначення скритих дефектів.

Вимірювання радіального і торцевого биття, валів, гільз, дисків і т.д. виконується в центрах або на призмах за допомогою індикаторних приладів.

Відстань між вісями валів і отворів вимірюють за допомогою мікрометрів, спеціальних приладів.

Непаралельність вісей в перпендикулярній до них площині вимірюють за допомогою двох чутливих рівней, або індикаторними приладами.

Неперпендикулярність і непаралельність поверхонь вимірюють за допомогою рівня, кутоміра, коліматора.

Скриті дефекти в деталях визначаються гідравлічними і пневматичними випробуваннями, фарбою, магнітною, люмінесцентною, ультразвуковою, електромагнітною дефектоскопією, просвічуванням рентгенівськими та гама проміннями.

В процесі дефектації деталі розподіляються: на годні деталі; деталі які потребують ремонту; і негодні деталі (маркують відповідно білою, жовтою і червоною фарбою).

Гідні деталі направляють до комплектувального відділення. Громіздкі деталі направляють безпосередньо на ділянку складання автомобілів.

Негідні деталі накопичуються в контейнерах для чорних і кольорових металів і направляються на склад утилю.

Деталі, які потребують ремонту, накопичуються на складі деталей. З цього складу вони партіями направляються в цеха відновлення і виготовлення деталей.

При дефектації всі деталі двигуна можуть бути знеособленими за винятками:

- блоку двигуна; шатунів і нижніх кришок шатунів; колінчастих валів з противагами; плунжерних пар ПНВТ; важелів муфти попередження вприску; сідла і нагнітального клапану ПНВТ; корпусу розпилювача форсунки.

На деталі, які необхідно замінити при капітальному ремонті, технічні вимоги на дефектацію і ремонт не розробляються.

Обов'язковій заміні при капітальному ремонті підлягають:

- поршні і поршньові кільця;
- вкладиші шатунних і корінних підшипників;
- шпонки;
- прокладки усіх видів;
- пружинні шайби і войлочні сальники.

Стальні трубопроводи не підлягають установленню у випадках вм'ятин, тріщин та розривів.

На деталях з різьбою допускається зривання не більш 2-х ниток різьби.



В процесі дефектації складається дефектна відомість встановленої форми.

#### 2.4. Складання карт дефектації деталей автомобілів

Складання карт дефектації деталей і збірних одиниць повинно виконуватися згідно з "Керівництвом по капітальному ремонту РКО-200 РСФСР-2/1-2054-77 для автобусів "Ікарус" моделі 180 і 556" де приведені типові карти дефектації деталей.

Збірні одиниці треба дефектувати в комплектності згідно визначень в картах дефектації.

При дефектації деталей треба користуватися непрохідними граничними контрольними інструментами.

По окремих дефектах передбачаються декілька способів відновлення.

Допускається тимчасове застосування неказаних в керівництві способів відновлення, в тому числі і дефектів, по яким деталі підлягають списанню. В разі виявлення в деталях дефектів не вказаних в керівництві студент сам приймає рішення про спосіб відновлення деталей.

Контроль різьб повинен виконуватися різьбовими калібрами і шляхом огляду. Вибір способу відновлення різьби залежить від конструкції та матеріалу деталей.

Розміри тріщин і уламків при наявності яких деталь підлягає списанню, являється в значній мірі умовним.

Дефектація деталей виконується в такій послідовності:

в першу чергу заповнюється карта ескізів згідно ГОСТ 3.1105-74 (форма №5). На ескізі деталі приводяться основні розміри по робочому кресленню та перелік дефектів деталі (додаток А). Потім заповнюються карти дефектації деталей на першому і послідовних листах згідно ГОСТ 3.1115-79 (форма №5 і №5а), де перелічуються всі дефекти, указані на карті ескізів. Приводяться розміри робочого креслення та дійсних вимірів, указуються інструменти та прилади, за допомогою яких виявляються указані дефекти. Надаються вказівки, при допомозі яких треба проводити ремонт або бракування деталі (додатки Б і В).

#### 2.5. Завдання до практичного заняття

Підготувати звіт про проведення технологічного процесу розбирання, миття, дефектації та складання технологічної карти дефектації деталей згідно варіантів, які наведені у таблиці 2.1.

Звіт підготувати за слідуючими розділами:

1. Складання технологічного процесу розбирання автомобілів і складових частин на деталі.
2. Складання технологічного процесу миття автомобіля, агрегатів і деталей.
3. Складання технологічного процесу дефектації деталей.
4. Складання технологічних карт дефектації деталі згідно з додатками А,Б,В.

Таблиця 2.1

Вихідні дані для складання звіту до практичного заняття

Варіант	Назва деталі	Лист	Номер деталі
1	Гільза циліндрів	2	1.01201-0158



2	Вал колінчастий	3	1.02101 -7401
3	Шестерня колінчастого валу	4	1.02115-0040
4	Маховик в зборі	5	1.02301 -7200
5	Шатун в зборі	6	1.02401 -6065
6	Клапан випускний	9	1.04101-0126
7	Клапан впускний	10	0129
8	Вал розподільний	18	0148
9	Шків вентилятора	35	0064
10	Вал водяного насосу	37	6009/2
11	Корпус підшипника вентилятора	46	1330-012
12	Вал вентилятора	47	1330-013
13	Вал приводний гідромотора вентилятора	49	1330-014
14	Картер зчеплення	51	7805
15	Вал зчеплення шліцевий	55	0040
16	Муфта виключення зчеплення	60	7801
17	Вилка виключення зчеплення	61	0801
18	Картер коробки передач	67	AS-209
19	Кришка коробки передач	75	3102-010
20	Важіль переключення передач	77	298- 1312
21	Муфта шліцева в зборі	86	100-36/1
22	Вал ведучий в зборі	88	83-021
23	Вал відомий	89	2103 -059
24	Шестерня I та II передач	90	2103 -032
25	Шестерня II передач	91	70-008
26	Шестерня III передач	92	70-009
27	Шестерня IV передач	94	70-013
28	Вал проміжний	100	2103 -021
29	Шестерня проміжна	101	83 - 009
30	Шестерня заднього ходу	105	2103 - 055

## ДЕФЕКТАЦІЙНІ РОБОТИ

**Мета робіт.** Закріплення і поглиблення знань методів, засобів дефектації деталей, набуття практичних навичок у визначенні дефектів і їх сукупностей, використання засобів контролю, технічних умов на дефектацію деталей, настанов з капітального ремонту машин.

**Зміст робіт.** Підготовка вхідних даних для дефектації деталей, визначення технічного стану деталей, сортування деталей за наслідками контролю, призначення способу усунення дефектів, визначення змісту операцій подефектної технології відновлення деталей, оформлення звіту роботи.

Підготовка вхідних даних включає вивчення конструктивно-технологічної характеристики деталі, з'ясування умов її роботи і навантажень, яких вона зазнає, видів, характеру дефектів і методів їх усунення, вивчення технічних умов на дефектацію і виготовлення таблиць вимірювання елементів деталі і

дефектаційної відомості.

Оформлення звіту починають на етапі підготовки до роботи, оскільки він складається з окремих вхідних даних (зразок звіту з дефектаційних робіт наведено в додатку А).

### **Практична робота 3**

#### **Дефектація гільз (блоків) циліндрів двигуна**

**Обладнання, інструмент.** Гільзи циліндрів двигуна Д-160 01466-2, пристрій для випробування гільз на герметичність, лабораторний стіл, індикаторний нутромір НИ 100-160, мікрометри МК 150-2, МК 175-2, МК 25-2, лінійка 300 мм, лупа ЛП-1-4, стенд технічних умов на дефектацію гільзи.

**Конструктивно-технологічна характеристика гільз циліндрів.** Гільза циліндрів двигуна Д-160 виготовляється з марганцевого чавуну, внутрішня поверхня отвору під поршень загартована СВЧ на глибину не менш як 1,6 мм до твердості  $HRC \geq 42$ .

Конструктивними елементами гільз є отвір під поршень, зовнішні пояси для спряження – верхній і нижній з канавками для ущільнювальних гумових кілець, зовнішня поверхня, буртик.

Гільза належить до деталей типу «порожнистих циліндрів», заготовку гільзи виготовляють литтям, а потім піддають низькотемпературному відпалюванню і старінню. Точність розмірів гільз в межах 6–7 квалітетів, відхилення форм (овальність, конусність) не повинні перевищувати 0,025 мм.

**Вигляд і характер дефектів гільз. Способи їх усунення.** У процесі роботи на гільзу діють сили тертя, внутрішні напруження в металі, вібрації, агресивні середовища тощо. Це спричиняє її спрацювання і призводить до порушень суцільності поверхонь (задирки, риски, корозія, кавітаційні руйнування) і механічних пошкоджень (тріщин, обломів, задирів).

Гільзи з тріщинами і відколами вибраковують. Решту перевіряють на герметичність гідравлічним тиском не менше як 0,4 МПа. При зменшенні тиску протягом 3 хв після подачі рідини гільзи вибраковують.

Спрацювання внутрішньої поверхні гільз відновлюють розточуванням з наступним хонінгуванням під ремонтний розмір, дефекти бурта гільз – слюсарно-механічною обробкою, спрацьовані поверхні зовнішніх поясків – нарощуванням (направленням, металізацією) і обробкою до початкового розміру, незначні кавітаційні руйнування – покриттям поверхні синтетичними матеріалами.

Дефекти гільз і технічні умови на дефектацію наведено в табл. 1, схему вимірювань параметрів гільзи – на рис. 3.1 (тут і далі на рисунках подано порядкові номери дефектів за таблицями дефектів).

#### **Послідовність виконання роботи**

1. Ознайомитись з методичними вказівками щодо виконання лабораторної роботи, зразком звіту про виконання роботи (додаток А).

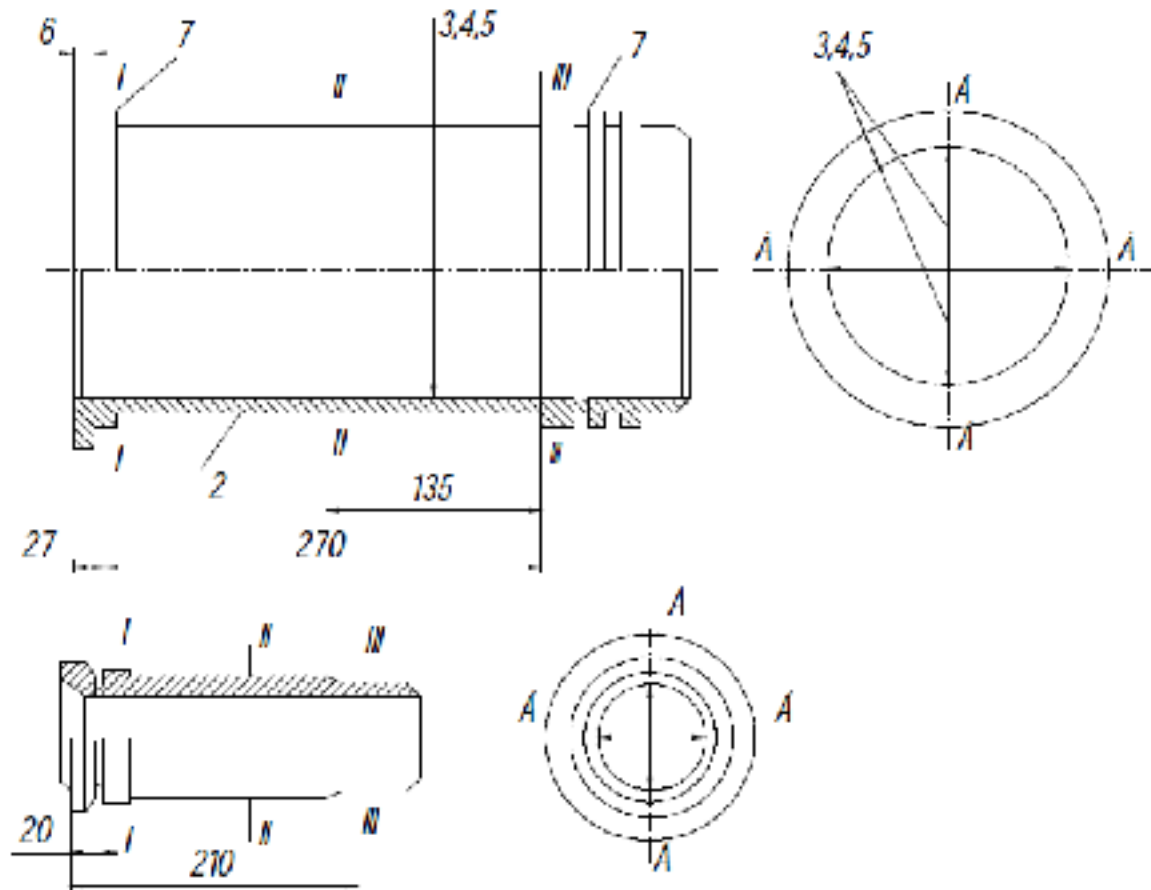


Рисунок 3.1 - Вимірювання параметрів гільзи

Вивчити конструктивно-технологічну характеристику гільзи, умови її роботи, вірогідні дефекти елементів гільзи і способи їх відновлення. Дані про гільзу записати в п. 1 звіту.

2. Підготувати вхідні дані для дефектації гільз. Виготовити форму відомості дефектації – п. 2 звіту. Використовуючи дані табл. 1, заповнити графи 2, 3, 4 відомості дефектації.

Накреслити схему вимірювань отвору гільзи під поршень – п. 3 звіту, рис.1. Виготовити форму таблиці вимірювань і розрахунків елементів гільзи – п. 4 звіту.

3. Ознайомитись з організацією робочого місця для дефектації гільзи, розміщенням обладнання та інструменту, документацією і довідковою інформацією.

Таблиця 3.1

Дефекти гільз, способи їх виявлення і усунення

Спосіб виявлення дефекту. Вимірювальний	Розміри, мм		Спосіб усунення дефекту
	за кресленням	допустимі без ремонту у спряженні з деталями:	

Дефект	інструмент		що була у користув.	з новою	
1	2	3	4	5	6
1.Тріщини, обломи будь-якого розміру	Зовнішній огляд. Лупа ЛП-1-4.Стенд для випробування на герметичність	Не допускається Тиск при випробуваннях (0,4±0,05) МПа протягом 3 хв. Підтікання води і утворення крапель не допускається			Замінити гільзу
2.Кавітаційне руйнування зовнішньої поверхні	Зовнішній огляд. Лупа ЛП- 1-4	Не допускається Допускаються неглибокі і окремі раковини, які не входять в канавки під ущільнювальні кільця			Замінити гільзу. Зашпарувати пошкоджені ділянки епоксидною композицією
3.Поздовжні риски, смуги, сліди корозії на дзеркальній поверхні циліндра	Зовнішній огляд. Лупа ЛП-1-4	Не допускається			Обробити під ремонтний розмір 145,7 <sup>+0,08</sup> мм
4.Спрацювання внутрішньої поверхні	Нутромір НИ 100-160	145 <sup>+0,08</sup> — 145,15			Обробити під ремонтний розмір 145,7 <sup>+0,08</sup> мм Замінити гільзу
5. Овальність і конусність внутрішньої поверхні на ділянці довжиною 270 мм, яка розміщена на 27 мм нижче верхнього торця гільзи	Нутромір НИ 100-160	0,025	0,03	0,03	Обробити під ремонтний розмір 145,7 <sup>+0,08</sup> мм
6. Спрацювання, вибоїни, вм'ятини нижнього торця опорного буртика	Мікрометр МК 25-2	13,2 <sup>+0,07</sup>	13,12	13,12	Проточити торець до розміру 13,12 <sup>+0,07</sup> мм Установити ущільнюоче додаткове кільце



7. Спрацювання пояска, що спряжується: верхнього нижнього	Мікрометр МК 175-2	72 <sup>-0,08</sup>	171,90	171,85	Насталити (залізнити) і обробити до розміру за кресленням
		168 <sup>-0,08</sup>	167,90	167,85	

Вивчити обладнання для дефектації гільз, правила користування інструментом. Підготувати вимірювальний інструмент.

Повторити правила техніки безпеки.

4. Визначити стан елементів гільзи.

4.1 Зовнішнім оглядом і випробуванням виявити тріщини, обломи, кавітаційні руйнування, риси, смуги і сліди корозії (п. 1, 2, 3 табл. 1). Дані записати у графу 5 п. 2 звіту.

4.2 Відповідно до схеми вимірювань гільзи (рис. 1) виміряти отвір під поршень (п. 4, 5 табл. 1), заповнити таблицю вимірювань (п. 4 звіту) і здійснити розрахунки спрацювання гільзи, овальності і конусності за формулами:

$$\Delta_{ЗАГ} = D_{СПР} - D_{КР}, \quad \Delta_P = \beta \Delta_{ЗАГ},$$

$$\Delta_{ОВ} = D_{А-А} - D_{Б-Б}, \quad \Delta_{КОН} = D_{\max} - D_{\min},$$

Де  $\Delta_P, \Delta_{ЗАГ}, \Delta_{ОВ}, \Delta_{КОН}$  – відповідно загальне (на діаметр) і розрахункове одностороннє спрацювання, овальність і конусність внутрішньої поверхні гільзи;

$D_{КР}$  – відповідно найбільший діаметр спрацьованої гільзи і найбільший діаметр отвору за робочим кресленням;  $\beta=0,6$  – коефіцієнт нерівномірності спрацювання;  $D_{\max}, D_{\min}$  – найбільший і найменший діаметри спрацьованої гільзи в одній площині.

Розрахунки записують в п. 5 звіту. Для кожного отвору гільзи під поршень три значення овальності і два значення конусності занести в п. 4 звіту, найбільші значення  $D_{СПР}, \Delta_{ОВ}, \Delta_{КОН}$  – у графу 5 п. 2 звіту.

4.3 Обчислити діаметр, за яким можна обробити отвір під поршень  $D_{ОБР}$ , і визначити категорію ремонтного розміру  $D_{РР}$  за формулою:

$$D_{РР} \geq D_{ОБР} = D_{СПР} + 2\Delta_P + 2Z$$

де  $Z$  – мінімальний односторонній припуск на обробку (для розточування і хонінгування  $Z = 0,15$ ).

Розрахунок виконувати у п. 8 звіту для гільз з найбільшим розміром отвору під поршень, визначеним при вимірюванні.

4.4 Визначити стан опорного торця буртика і поверхонь поясків, що спряжуються (п. 6, 7 табл. 1). Поясок заміряють посередині у двох взаємно перпендикулярних площинах. Найменші значення висоти буртика і діаметрів поясків занести у графу 5 п. 2 звіту.

5. Порівняти стан і справжні розміри елементів гільз з вимогами креслення, технічними умовами і для кожного елементу у графу 6 п. 2 звіту записати висновок («Без ремонту», «На ремонт», «Брак»). Якщо гільзу від-



правляють на ремонт, то вказують спосіб усунення дефекту і розмір, який повинна мати деталь після відновлення.

6. Провести організаційно-технічне обслуговування робочого місця.

Привести в початковий стан обладнання, інструмент, деталі, документацію, протерти ганчіркою інструмент, деталі, обладнання і поверхню стола. Здати робоче місце майстру.

7. Захист результатів роботи. Звіт про роботу здати викладачеві. Під час захисту студент повинен пояснити і обґрунтувати розрахунки, прийняті технологічні рішення, знати головні характеристики обладнання та інструменту і знати послідовність виконання роботи.

### **Контрольні питання**

1. Які конструктивні елементи гільз і їх дефекти?
2. Як налагодити індикаторний нутромір на базовий розмір?
3. Як визначають спрацювання, овальність і конусність отвору гільзи?
4. Як визначають значення ремонтного розміру для отвору?
5. Які вимоги ставляться до буртика гільзи і чому?

### **Практична робота 4**

#### **Дефектація колінчастого вала**

**Обладнання, інструмент.** Колінчастий вал двигуна Д-160 16-03-112 СБ, лабораторний стіл, плита перевірна 2-1-1000×630, призми перевірні П2-2-2, мікрометри МК 200-2, МК 100-2, МК 75-2, нутроміри НИ 100-160, НИ 18-50, штангенциркуль, ШЦ 1-250-0,05, ШЦ 1-125-0,1, штангенрейсмус ПР 250-0,05, штатив Ш-ПВ-8, індикатор ІЧ 10Б, шаблони радіусні, лупа Л-1-4, стенд технічних умов на дефектацію колінчастого вала, калібр.

**Конструктивно-технологічна характеристика колінчастого вала.** Конструктивними елементами колінчастого вала є корінні й шатунні шийки, носик вала (поверхні для установа шківів, сальника, шестірні, шпонкові пази, різьба кріплення храповика), фланець вала (поверхня і отвори для установа і кріплення маховика), маслозгінні різьби на поверхні під сальник і задній корінній шийці, врівноважувальні пристрої з кріпленням, мастильні канали.

Колінчастий вал двигуна Д-160 виготовляють з марганцевої сталі 45Г2, шийки вала загартовуються СВЧ на глибину  $h=3,0\div 6,5$  мм до твердості  $HRC\geq 48$ . Точність розмірів для шийок в межах 6–7 квалітетів, для решти елементів – 8-9 квалітетів, відхилення форми і розмірів не повинні виходити за межі поля допуску 6-го квалітету. Шорсткість поверхонь шийок не грубіша ніж  $Ra=0,32$  мкм.

#### **Характер дефектів колінчастого вала і способи їх усунення**

У процесі роботи на колінчастий вал діють сили тертя, вібрації, знакозмінні зусилля, агресивні середовища тощо. Це призводить до спрацювання, овальності, конусності і порушення якості (задирки, риски, корозія) поверхонь шийок і поверхонь для спряження, механічних пошкоджень (тріщин, дефектів різьб), відхилення розміщення (неспіввісність, биття).

Дефекти колінчастого вала усувають обробкою під ремонтні розміри (рр) слюсарно-механічною обробкою, наплавленням поверхонь під шаром флюсу, в струмені вуглекислого газу, вібраційним наплавленням. Погнутості і биття поверхонь усувають пластичною деформацією (наклепуванням, правкою).

Основні дефекти колінчастого вала, технічні умови на їх дефектацію наведено в табл. 4.1, схему вимірювань параметрів вала – на рис. 4.1, радіуса кривошипа – на рис. 4.2. Результати вимірювань шатунних і корінних шийок колінчастого вала навести в табл. 4.2.

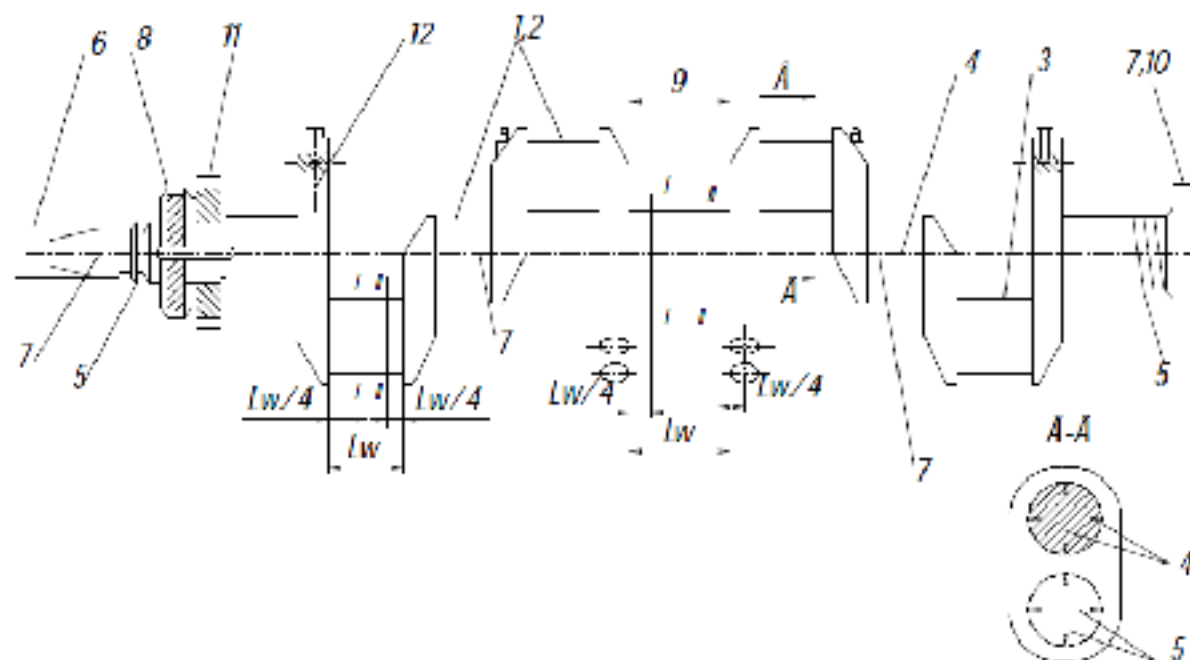


Рисунок 4.1. Вимірювання параметрів колінчастого вала

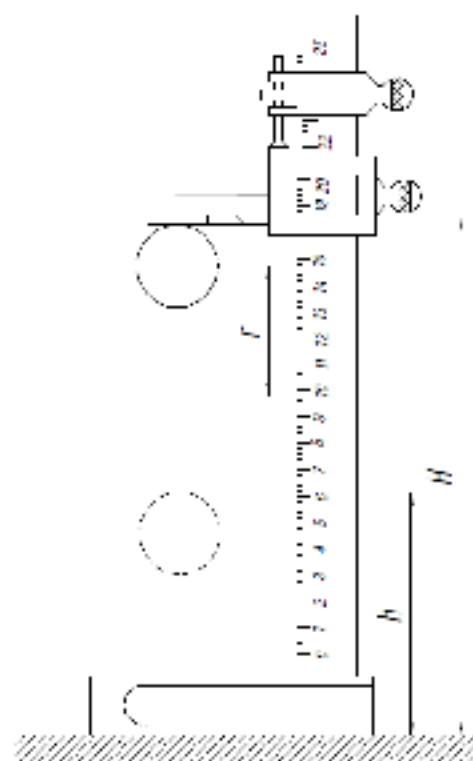


Рисунок 4.2. Вимірювання радіусів кривошипів

Таблиця 4.1

Дефекти колінчастого вала, способи їх виявлення і усунення

	Спосіб виявлення	Розміри, мм	Спосіб усуненення

		за крес- ленням	допустимі без ремонту у спряженні з деталлями:	
			що була у користув.	
1. Тріщини на шийках і галтелях	Зовнішній огляд. Лупа Л-1-4. Магнітний дефектоскоп ПМД-70	Не допускається. Допускається на одній шийці не більш як 3 поздовжні тріщини довжиною до 3 мм, розміщені під кутом не більш як 30° до осі вала на відстані не менш як 10 мм від торців і одна від одної		Замінити вал. Розробити тріщину, заплавити і обробити шийку під номінальний або ремонтний розмір
2. Задирки і пропіки на шийках і галтелях, що не виділяються при шліфуванні	Зовнішній огляд	Не допускається		Замінити вал
3. Спрацювання поверхонь шатунних шийок	Мікрометр МК 100-2 Маркування ремонтних шатунних вкладишів БР1 БР2 АР3 АР4	Н1 92,2 1-0,023 – 92,17 Н2 91,96-0,023 – 91,92  Ремонтні розміри: 91,21-0,023 – 91,17 90,46-0,023 – 90,42 89,7-0,023 – 89,67 88,96-0,023 – 88,92		Перешліфувати під ремонтний розмір. Те саме. Перешліфувати під ремонтний розмір. Наплавити і обробити під номінальний розмір
4. Спрацювання поверхонь корінних шийок	Мікрометр МК 100-2 Маркування ремонтних корінних вкладишів	Н1 95,21-0,023 – 95,17 Н2 94,96-0,023 – 94,92 Ремонтні розміри:		Перешліфувати під ремонтний розмір.
	БР1 БР2 АР3 АР4	94,46-0,023 – 94,42 93,96-0,023 – 93,92 93,46-0,023 – 93,42 92,96-0,023 – 92,92 Овальність і конусність шатунних і корінних шийок відповідно не більш як 0,02 і 0,025 мм		Те саме » » Наплавити і обробити під номінальний розмір

5. Спрацювання маслосгінних різьб на кінцях валів: передньому задньому	Штангенциркуль ШЦ I-125-0,1	Глибина різьби:	Поглибити різьбу
6. Спрацювання верхньої шийки під сальник. Ризики, задирки, раковини	Мікрометр МК75-2 Зовнішній огляд	$68_{-0.145}^{-0.115} - 67,65$	Шліфувати до виведення слідів спрацювання
7. Прогин вала	Плита перевірна 2-1-1000×630, призма П2-2-2, штатив Ш-ПВ-8, індикатор ІЧ-10Б	При опиранні 1-ї, 3-ї, 5-ї корінних шийок на призми - биття поверхонь решти шийок: 0,03 – 0,04 під маховик: 0,04            0,05            0,06 під шків: 0,05            0,06            0,06	Виправляти. Перешліфувати під найближчий ремонтний розмір

### Послідовність виконання роботи

1. Ознайомитись з методичними вказівками щодо виконання лабораторної роботи, зразком звіту про її виконання (додаток А).

Вивчити конструктивно-технологічну характеристику колінчастого вала, умови його роботи, вірогідні дефекти елементів вала і способи їх відновлення. Дані про колінчастий вал записати в п. 1 звіту.

2. Підготувати вхідні дані для дефектації колінчастого вала. Виготовити форму відомості дефектації – п. 2 звіту. Використовуючи дані табл. 4.1, заповнити графи 2, 3, 4 відомості дефектації.

Таблиця 4.2.

### Результати вимірювань шийок колінчастого вала

Шийка	Пояс вимірювання	Площина вимірювання	Номер шийки					
			1	2	3	4	5	

Корінна	I – I	A – A Б – Б Овальність	
	II – II	A – A Б – Б Овальність	
	Конусність	A – A Б – Б	
	I – I	A – A Б – Б Овальність	
Шатунна	II – II	A – A Б – Б Овальність	
		A – A	
	Конусність	Б – Б	

Накреслити схему вимірювань корінної і шатунної шийки – п. 3 звіту.

Виготовити форму таблиці вимірювань і розрахунків шийок колінчастого вала (табл. 3) – п. 4 звіту.

3. Ознайомитись з організацією робочого місця для дефектації колінчастого вала, розміщенням обладнання та інструменту, документацією і довідковою інформацією.

Вивчити обладнання для дефектації вала, правила користування інструментом. Підготувати вимірювальний інструмент. Повторити правила техніки безпеки.

4. Визначити стан елементів колінчастого вала.

4.1 Зовнішнім оглядом (після узгодження з викладачем на магнітно-му дефектоскопі) виявити тріщини, задирки, пропіки на шийках і галтелях (п. 1,2 табл. 2). Дані записати у графу 5 п. 2 звіту.

4.2 Згідно з схемою вимірювань шатунної і корінної шийок (рис. 4.1) виміряти шийки (п. 3, 4, табл. 4.2), дані записати в п. 4 звіту. Визначити спрацювання, овальність і конусність шийок за формулами:

$$\Delta_{ЗАГ} = d_{СПР} - d_{КР}, \quad \Delta_P = \beta \Delta_{ЗАГ},$$

$$\Delta_{ОВ} = d_{A-A} - d_{B-B}, \quad \Delta_{КОН} = d_{\max} - d_{\min},$$

де  $\Delta_{ОВ}$ ,  $\Delta_{КОН}$  овальність і конусність шийок вала  $\Delta_{ЗАГ}$ ,  $\Delta_P$  – загальне і розрахункове одностороннє спрацювання шийок;

$d_{СПР}$ ,  $d_{КР}$  – найменший діаметр спрацьованої шийки та найменший діаметр за робочим кресленням;  $\beta = 0,6$  – коефіцієнт нерівномірності спрацювання шийок;

$d_{\max}$ ,  $d_{\min}$  – найбільший і найменший діаметр спрацьованої поверхні шийки в одній площині.

Розрахунки записати в п. 5 звіту. Для кожної шийки два значення



овальності і два значення конусності занести у п. 4 звіту. Найбільші  $\Delta_{OB}$   $\Delta_{KOH}$  і найменші значення  $d_{СПР}$  – у графу 5 п. 2 звіту.

4.3 Обчислити діаметри корінної і шатунної шийок, під які можна їх обробити,  $d_{OBR}$  і визначити категорію ремонтного розміру  $d_{PP}$  за формулою:

$$d_{PP} \geq d_{OBR} = d_{СПР} + 2\Delta_P + 2z,$$

де  $z$  – мінімальний односторонній припуск на обробку (для шліфування і полірування  $z=0,1$  мм) шийок.

Розрахунок виконати у п. 5 звіту для шийок з найменшими  $d_{СПР}$ .

4.4 Визначити величину спрацювання маслосгінних різьб, поверхні шийки під сальник, прогин вала, спрацювання поверхні шийки під шестірні (п. 5, 6, 7, 8 табл. 4.2). Дані записати у графу 5 п. 2 звіту.

4.5 Визначити довжину середньої корінної шийки, вставити в канавку півкільця для осьового стопоріння і визначити осьове переміщення колінчастого вала (п. 9 табл. 2). Результат вимірювання записати у графі 5 п. 2 звіту.

4.6 Визначити стан поверхонь фланця під маховик, шпонкових пазів і отвору під втулку врівноважувача (п. 10, 11, 12 табл. 2). Дані записати у графу 5 п. 2 звіту.

4.7 У п. 5 звіту обчислити радіус кривошипа за формулою

$$R_{KP} = \frac{H-h}{2}$$

де  $H$ ,  $h$  - відповідно показання штангенрейсмуса при верхньому і нижньому положеннях шатунної шийки (рис. 3). Порівняти визначений радіус кривошипа з номінальним  $R_{KP} = 102,5 \pm 0,15$  мм і зробити висновок.

5. Порівняти стан і справжні розміри елементів колінчастого вала з кресленнями, технічними умовами і для кожного елемента у графі 6 п. 2

звіту записати висновок («Без ремонту», «На ремонт», «Брак»). Якщо вал відправляють на ремонт, то вказують спосіб усунення дефекту, позначення і розмір, який повинна мати деталь після відновлення.

6. Провести організаційно-технічне обслуговування робочого місця. Привести у початковий стан обладнання, інструмент, деталі, документацію, протерти ганчіркою інструмент, деталі, обладнання і поверхню стола. Здати робоче місце майстрові.

7. Захист результатів роботи. Звіт про роботу здати викладачеві. Під час захисту студент повинен пояснити і обґрунтувати розрахунки, прийняті технологічні рішення, знати головні характеристики обладнання та інструменту, які він використовував, послідовність виконання роботи.

### **Контрольні питання**

1. Назвіть конструктивні елементи колінчастого вала, їх дефекти?
2. Як виставляють мікрометр на нуль?
3. Як визначають спрацювання, овальність і конусність шийок вала?
4. Як визначають ремонтний розмір шийок вала?

5. Скільки розмірів мають шийки вала, їх позначення?
6. Як регулюють осьовий люфт вала?
7. Як визначають прогин (биття) шийок вала?
8. Як визначають радіус кривошипа колінчастого вала?

## **Практична робота №5**

### **Дефектація корпусних деталей**

**Обладнання, інструмент.** Блок двигуна Д-160 51-01-109 СБ, стенд для закріплення блока циліндрів, пристрій для випробування блока циліндрів на герметичність, індикаторні нутроміри НИ 160-250, НИ 100-160, НИ 50-100, мікрометри МК 175-2 МК 150-2, МК 125-2, МК 100-2, МК 75-2, мікрометричний глибиномір МГО-100, штангенциркуль ШЦ II-250-0,05, лінійка перевірна ШП 1-1000, щупи (набір № 2), різьбові калібри, лупа ЛП-1-4, технічні умови на дефектацію блока циліндрів.

Корпус коробки перемикання передач (КПП) автомобіля М-2412, стенд для кріплення корпусу, індикаторні нутроміри НИ 100-160, НИ 18-50, мікрометри МК 175-2, МК 150-2, МК 125-2, МК 25-2, штангенциркуль ШЦ II-250-0,05, лінійка перевірна ШП 1-1000, щупи (набір № 2), різьбові калібри, лупа ЛП-1-4, технічні умови на дефектацію корпусу коробки перемикання передач.

**Конструктивно-технологічна характеристика блока циліндрів, корпусу коробки перемикання передач.** Конструктивними елементами блока є стінки сорочки охолодження і картера, поверхні під спряження з гільзами і втулками розподільного вала, гнізда під вкладиші корінних підшипників, поверхні під спряження з головкою блока, картером, кришкою розподільних шестерень, картером зчиплення, турбокомпресором, випускним колектором.

Конструктивними елементами корпусу КПП є поверхні під підшипники і корпуси підшипників валів, встановлювальні штифти, валики перемикання передач, поверхні під установа передньої кришки, фланця кріплення коробки до картера головної передачі (заднього моста), кришки механізму перемикання передач та іншими кришками.

Блок двигуна Д-160 виготовляють із сірого чавуну СЧ-20, корпус КПП автомобіля – з алюмінієвого сплаву АЛ9. Заготовки блока і корпусу КПП виготовляють литтям, а потім піддають низькотемпературному відпаленню і старінню. Точність розмірів блока і корпусу в межах 7–8 квалітетів, відхилення форм (допуски на циліндричність, площинність тощо) не повинні перевищувати 0,01 - 0,02 мм, відхилення розміщення (від паралельності, від перпендикулярності) – 0,02 - 0,06 мм на 100 мм довжини.

### **Характер дефектів корпусних деталей і способи їх усунення**

У процесі роботи на блок і корпус діють вібрації, знакозмінні зусилля, внутрішні напруження, агресивні середовища тощо. Це призводить до порушень якості поверхонь (задирки, риски, кородування), до механічних пошкоджень (тріщини, відколи, дефекти різьб), відхилень розміщення (непаралельність, неперпендикулярність}, спрацювань, овальності і конусності поверхонь, що спряжуються.

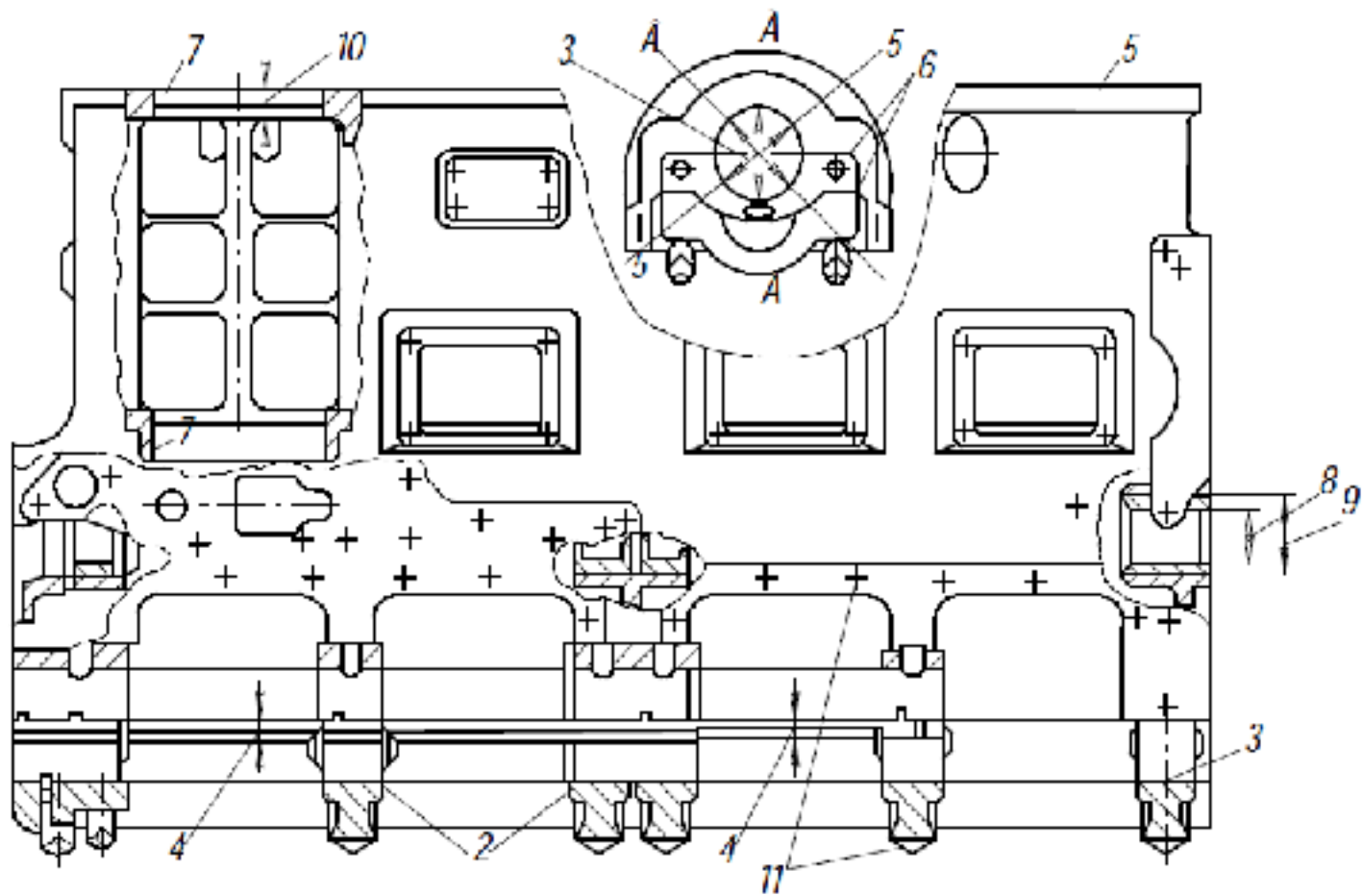


Рисунок 5.1 - Вимірювання параметрів блока циліндрів

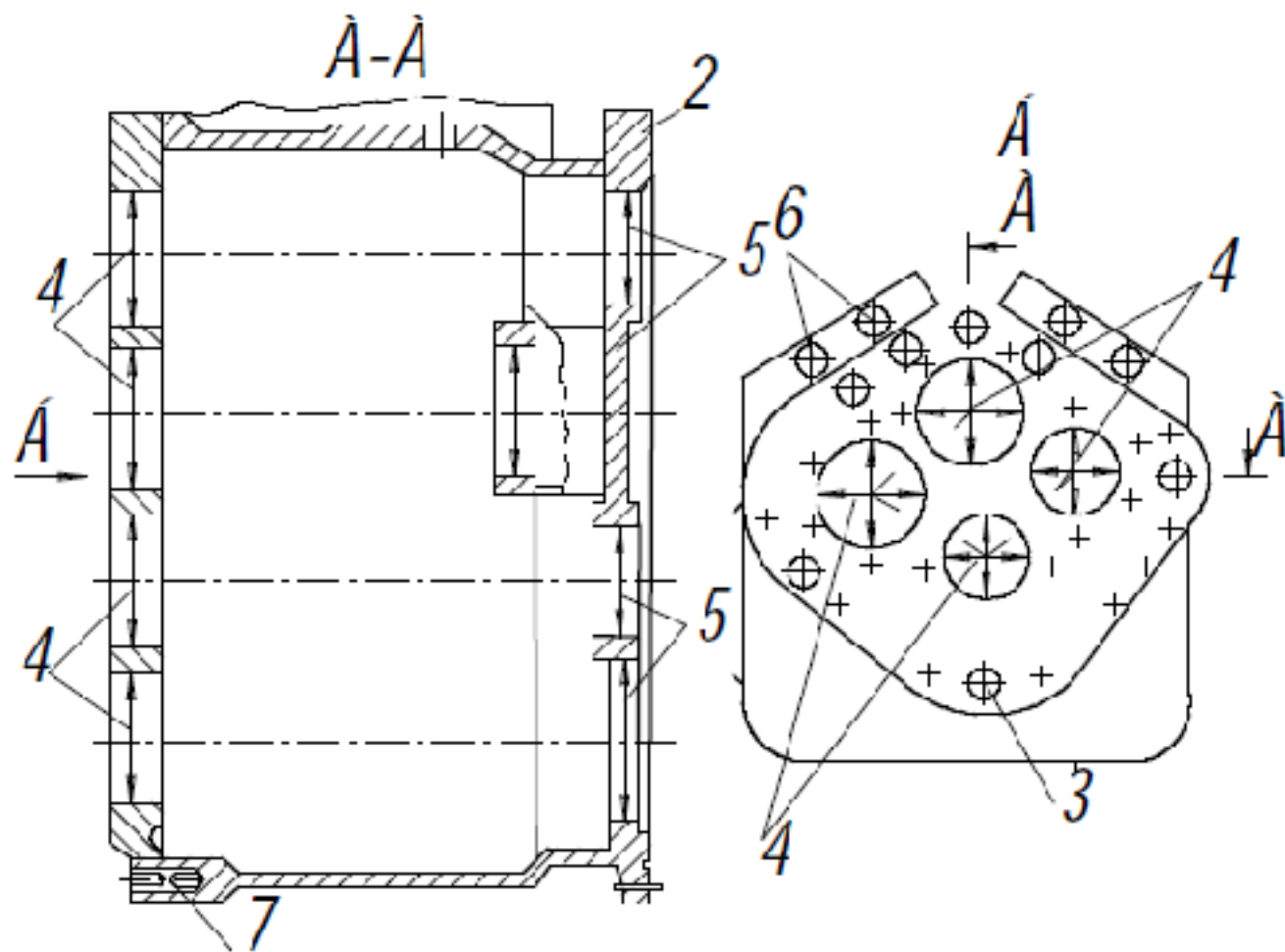


Рисунок 5.2 - Вимірювання параметрів корпусу КПП

Таблиця 5.1

Дефекти блока, способи їх виявлення і усунення

	Розміри, мм	

Дефект	Спосіб виявлення дефекту. Вимірвальний інструмент	за кресленням	допустимі без ремонту у спряженні з деталями:		Спосіб усунення дефекту
			що була у користув.	з новою	
1. Тріщини або пробоїни на стінках сорочки охолодження, нижньої частини блока і роз'сму піддона	Зовнішній огляд. Лупа ЛП-І-4. Стенд для гідравлічних випробувань		Гідравлічні випробування під тиском $0,4 \pm 0,05$ МПа протягом 3 хв		Заварити латки, зашпарувати синтетичними композиціями
2. Тріщини на кришці корінного підшипника	Зовнішній огляд. Лупа ЛП-1-4		Не допускається		Підібрати нову кришку і відремонтувати блок
3. Спрацювання і глибокі задирки (від повертання вкладишів корінних підшипників), овальність і конусність поверхні опор	Нутромір НИ 100-160		$103^{+0,022} - 103,04$	0,014      0,02      0,02	Розточити під ремонтний розмір $103,5^{+0,022}$ під ремонтні вкладиші
04. Радіальне биття поверхні опор вкладишів корінних підшипників: проміжних відносно крайніх, сусідніх	Пристосування для контролю підбігу осей корінних опор		0,03      0,06      0,06	0,02      0,04      0,04	Розточити під ремонтний розмір $103,5^{+0,02}$
5. Відхилення від площинності (жолоблення) привалкової поверхні з головою блока	Лінійка перевірна ШП1-1000, щупи (набір №2)		0,1      0,15      0,15		Прошліфувати поверхню

6. Порухнення щільності прилягання площини роз'єднання кришки корінного підшипника з блоком	Щупи (набір № 2)	Щуп 0,03 не повинен входити. Дозволяється входження щупа 0,03 на глибину 10 мм за рахунок відхилення від площинності поверхонь, що спряжуються. Перевіряють при закручених гайках з моментом $400_{-0}^{+20}$ Нм	Замінити кришку, відремонтувати блок
7. Спрацювання поверхонь під спряження з поясками гільз: верхнього нижнього	Нутромір НИ 160-250	$172_{+0,050}^{+0,150}$ - 172,16 $168_{+0,050}^{+0,150}$ - 168,16	Наростити і обробити до розміру за кресленням
8. Спрацювання внутрішньої поверхні втулок розподільного вала	Нутромір НИ 50-100	$68^{+0,030}$ 68,12 68,12	Замінити дефектні втулки розподільного вала
9. Спрацювання поверхні під втулку вала розподільного	Нутромір НИ 50-100	$75_{-0,040}^{+0,030}$ - 75,04 (перевірити при послабленні спряження або вибракуванні втулки)	Підігнати нову втулку із забезпеченням натягу
10. Зміна глибини виточки під буртик гільзи	Глибиномір МГО-100	$14^{+0,07}$ 14,23 14,23 Різниця між глибинами виточки під одну головку циліндрів не більше: 0,05 0,07 0,07	Приторцювати. При складанні гільзи вкласти прокладку для того, щоб торець гільзи виступав над площиною блока в межах 0,07– 0,33 мм
11. Спрацювання або зрив двох більше ниток різьби	Зовнішній і внутрішній Різьбові калібри		Нарізати різьбу збільшеного ремонтного розміру. Ремонтувати під початковий розмір різьби спіральними вставками



Таблиця 5.2

## Дефекти корпусів КПП, способи їх виявлення і усунення

Дефект	Спосіб виявлення дефекту. Вимірювальний інструмент	Розміри, мм		Спосіб усунення дефекту
		за кресленням	допустимі без ремонту у sprzęженні з деталями: що була у з користув. новою	
1. Тріщини, які проходять через поверхні, що спряжуються, ребра	Зовнішній огляд. Лупа ЛП-1-4	Не допускається		Замінити корпус
2. Обломи або тріщини фланця кріплення коробки до корпусу бортових фрикціонів, які проходять крізь отвори для болтів	Зовнішній огляд. Лупа ЛП-1-3	— — —		Якщо обломи і тріщини проходять крізь три отвори і більше, корпус замінити; якщо крізь два отвори і менше — заварити
3. Тріщини на корпусі	Те саме	— — —		Заварити корпус. Залізнити і обробити до розміру за кресленням
4. Спрацювання поверхонь отворів під корпус підшипників валів у кришці: первинного (верхнього), першого проміжного вторинного (нижнього), другого проміжного	Нутромір НИ 100-160 Те саме	145 <sup>+0,053</sup> 145,095	145,080	Те саме
5. Спрацювання поверхонь отворів під підшипники валів: першого проміжного первинного (верхнього): другого проміжного, вторинного	Нутромір НИ 100-160 Нутромір НИ 100-160 Те саме	120-0,035 — 140-0,040 — 160-0,040 —	120,01 140,01 160,01	Залізнити і обробити до розміру за кресленням. Те саме

6. Спрацювання поверхонь отворів під валики перемикання передач	Нутромір НИ 18-50	$22^{+0,280}_{+0,140}$ 22,50    22,70	Те саме
7. Спрацювання поверхонь отворів у кришці і корпусі під встановлювальні штифти	Те саме	$16^{+0,018}$ –    16,03	Ремонтувати отвір під штифт ремонтного розміру, мм: P1– $16,2^{+0,018}$ P2– $16,5^{+0,018}$
8. Спрацювання або зрив двох і більше ниток різьби	Зовнішній огляд. Різьбові калібри		Нарізати різьбу ремонтного розміру. Ремонтувати під початковий розмір різьби спіральними вставками

Таблиця 5.3 - Результати вимірювань діаметрів опор блока

Пояс вимірювання	Площина вимірювання	Номер опори				
		1	2	3	4	5
I – I	A – A Б – Б В – В Овальність					
II – II	A – A Б – Б В – В Овальність					
Конусність	Б – Б В – В					

Дефекти блока і корпусу КПП усувають механічною обробкою, встановленням допоміжних деталей, заварюванням тріщин, ремонтом тріщин і пробоїн синтетичними матеріалами, електролітичним нарощуванням та напилюванням покриттів.

Основні дефекти блока і корпусу КПП, технічні умови на їх дефектацію наведено відповідно в табл. 5.1, 5.2. Схему вимірювань параметрів блока – на рис. 5.1, корпусу КПП – на рис. 5.2. Результати вимірювань діаметрів опор блока

під підшипники записують в табл. 5.3.

### Послідовність виконання роботи

1. Ознайомитись з методичними вказівками щодо виконання лабораторної роботи, зразком звіту про її виконання (додаток А). Вивчити конструктивно-технологічну характеристику блока і корпусу коробки перемикач передач, умови роботи блока і корпусу КПП, вірогідні дефекти блока і корпусу КПП та способи їх відновлення. Дані про блок і корпус КПП записати в п. 1 звіту.

2. Підготувати вхідні дані для дефектації блока і корпусу КПП. Підготувати форму відомості дефектації – п. 2 звіту. Використовуючи дані табл. 5.1, 5.2, заповнити графи 2, 3, 4 відомості дефектації.

Накреслити схему вимірювань опор блока під корінні підшипники – п.3 звіту (рис. 5.1). Підготувати форму табл. 5.3, п. 4 звіту.

3. Ознайомитись з організацією робочого місця для дефектації блока і корпусу КПП, розміщенням обладнання та інструменту, документацією і довідковою інформацією. Вивчити обладнання для дефектації блока і корпусу КПП, правила користування інструментом. Підготувати вимірювальний інструмент. Повторити правила техніки безпеки.

4. Визначити стан елементів блока і корпусу КПП.

4.1 Зовнішнім оглядом і гідравлічним випробуванням виявити тріщини, пробоїни на стінках, привалкових поверхнях блока і кришках корінних підшипників (п. 1, 2 табл. 5.1). Дані записати у графу 5 п. 2 звіту.

4.2 Згідно зі схемою вимірювань діаметрів опор блока під корінні підшипники (рис. 5.1) виміряти опори (п. 3 табл. 5.1), заповнити таблицю вимірювань (п. 4 звіту, табл. 5.3), обчислити спрацювання, овальність і конусність опор за формулами

$$\Delta_{ЗАГ} = D_{СПР} - D_{КР}, \quad \Delta_P = \beta \Delta_{ЗАГ},$$
$$\Delta_{ОВ} = D_{А-А} - D_{Б-Б}, \quad \Delta_{КОН} = D_{\max} - D_{\min}$$

де  $\Delta_P, \Delta_{ЗАГ}, \Delta_{ОВ}, \Delta_{КОН}$  – відповідно загальне (на діаметр) і розрахункове одностороннє спрацювання, овальність і конусність внутрішньої поверхні гільзи;  $D_{КР}$  – відповідно найбільший діаметр спрацьованої гільзи і найбільший діаметр отвору за робочим кресленням;  $\beta = 0,6$  – коефіцієнт нерівномірності спрацювання;  $D_{\max}, D_{\min}$  – найбільший і найменший діаметри спрацьованої гільзи в одній площині.

Розрахунки записати в п. 5 звіту. Для кожної опори під корінні підшипники два значення овальності і два значення конусності занести в п. 4 звіту, найбільші значення  $D_{СПР}, \Delta_{ОВ}, \Delta_{КОН}$  – у графу 6 п. 2 звіту.

4.3 Визначити радіальне биття поверхонь опор під вкладиші, відхилення привалкової поверхні з головкою блока від площинності, щільність прилягання кришки корінного підшипника до блока (п. 4, 5, 6 табл. 5.1), спрацювання поверхонь під спряження з поясками гільз, внутрішньої поверхні втулок розподільного вала, поверхні під втулки (п. 7, 8, 9 табл. 5.1), глибину виточки під буртик гільзи і спрацювання або зрив ниток різьби (п.10, 11 табл. 5.1). Дані записати у графу 5 п. 2 звіту.

4.4 Зовнішнім оглядом виявити тріщини, обломи на корпусі КПП (п.1, 2, 3

табл. 5.2). Дані записати у графу 5 п. 2 звіту.

4.5 Вимірюванням визначити спрацювання поверхонь отворів під корпуси підшипників у кришці, під підшипники валів, під валики переключення передач, під установочні штифти у корпусі КПП (п. 4, 5, 6, 7 табл. 5.2). Найбільші значення діаметрів отворів записати у графу 5 п. 2 звіту.

4.6 Визначити спрацювання або зрив ниток різьби (п. 8 табл. 5.2). Дані записати у графу 5 п. 2 звіту.

5. Порівняти стан і справжні розміри елементів блока і корпусу КПП з кресленнями, технічними умовами і для кожного елемента у графу 6 п. 2 звіту записати висновок («Без ремонту», «На ремонт», «Брак»). Якщо блок або корпус КПП відправляють на ремонт, то вказують спосіб усунення дефекту і розмір, який повинна мати деталь після відновлення.

6. Провести організаційно-технічне обслуговування робочого місця. Привести в початковий стан обладнання, інструмент, деталі, документацію, протерти ганчіркою інструмент, обладнання, поверхні деталей і стола. Здати робоче місце майстрові.

7. Захист результатів роботи. Звіт роботи здати викладачеві. Під час захисту студент повинен пояснити і обґрунтувати розрахунки, прийняті технологічні рішення, знати головні характеристики обладнання та інструменту, послідовність виконання роботи.

### **Контрольні питання**

1. Які конструктивні елементи блока, корпусу КПП, їх дефекти?
2. Як визначити радіальне биття опор корінних підшипників?
3. Як визначають жолоблення привалкових поверхонь корпусних деталей?
4. Як вимірюють глибину виточки під бурт гільзи?
5. Як визначають спрацювання або зрив ниток різьби?
6. Як відновлюють дефекти різьби в корпусних деталях?
7. Як визначають спрацювання, овальність і конусність поверхонь опор під корінні підшипники?
8. Як визначають і відновлюють спрацювання поверхонь під спряження з підшипниками в корпусних деталях?

### **Практична робота 6**

**Дефектація деталей газорозподільного механізму (головка блока, розподільний вал, клапани, пружини)**

**Обладнання, інструмент.** Головка блока двигуна Д-160 16-02-2СБ, пристрій для випробування на герметичність, нутроміри НИ 18-50, НИ 10-18, мікрометри МК 50-2, МК 25-2, мікрометричний глибиномір МГО-100, лінійка перевірна ШП 1-1000, щупи (набір № 2), різьбові калібри, технічні умови на дефектацію головки блока.

Розподільний вал двигуна Д-160: 14-04-5СБ, плита перевірна 2-1-1000×600, призми П2-2-2, штатив Ш-ПВ-8, індикатор ІГ-10Б, мікрометри МК 75-2, МК 50-2, штангенциркуль ШЦ II-160-0,05, пробки 10, технічні умови на дефектацію

розподільного вала.

Впускний і випускний клапани двигуна Д-160: 14-02-33В, 14-02-32, магнітний дефектоскоп МД-80, пристрій для вимірювання биття клапана, мікрометр МК 25-2, штангенциркуль ШЦ П-160-0,05, технічні умови на дефектацію клапанів.

Пружини клапанів двигуна Д-160: 38366, 38330, пристрій для вимірювання пружності МИП-100, штангенциркуль ШЦ П-160-0,05, лупа ЛП-1- 4, косинець перевірний УП-1-160, технічні умови на дефектацію пружин.

**Конструктивно-технологічна характеристика деталей газорозподільного механізму.** Головку блока двигуна Д-160 виготовляють з чавуну СЧ-20, заготовку – литтям, а потім піддають низькотемпературному відпалу і старінню.

Основні конструктивні елементи головки: стінки сорочки охолодження, гнізда під клапани, привалкові поверхні з блоком циліндрів, випускним колектором, кришкою газорозподільного механізму, поверхні під спряження з втулками клапанів, форсунки, різьбові отвори.

Точність розмірів головок в межах 7–8 квалітетів. Відхилення форми не повинні перевищувати 0,01–0,02, відхилення розміщення – 0,02–0,05 на 100 мм довжини.

Газорозподільний вал виготовляють із сталі 45. Поверхні опорних шийок і кулачків загартовують СВЧ на глибину  $2 \div 5$  мм до твердості HRC = 54–62.

Основні конструктивні елементи розподільного вала: опорні шийки, впускні і випускні кулачки, шийки під розподільну шестірню, різьба і паз під шпонку кріплення шестірні, центрові отвори.

Точність розмірів для шийок в межах 6–7 квалітетів, для решти елементів – 8-9 квалітетів, відхилення форми і розмірів не повинні виходити за межі поля допуску 7-го квалітету. Шорсткість поверхонь шийок і кулачків не грубіше  $Ra=0,32$  мкм.

Випускні і впускні клапани виготовляють із сталі 40Х9С2, заготовки клапанів – гарячою штамповкою в закритих штампах, а потім піддають ізотермічному відпалу і після попередньої механічної обробки загартовують до твердості HRC = 40-48.

Основні конструктивні елементи клапана: поверхня спряження стержня з напрямною втулкою, тарілка клапана з фаскою під гніздо в головці, торцева поверхня, яка контактує з коромислом, виточки на стержні під сухарики кріплення пружини.

Точність розмірів і форми робочих поверхонь клапанів у межах 6-7 квалітетів. Шорсткість поверхонь стержня клапана, фаски, торця не грубіше  $Ra = 0,32$  мкм.

Клапанні пружини виготовляють із сталі 60С2А, загартовують при температурі 900-920 °С і піддають відпуску при температурі 480 °С.

Конструктивними елементами пружин є опорні й робочі витки.

Відхилення від номінальних розмірів не повинні перевищувати  $0,2 \div 0,4$  мм, а за кількістю витків - 0,2 витка; кінцеві витки повинні бути закручені в замкненому кільці і зашліфовані перпендикулярно до твірної поверхні пружини на довжині не менш як 0,75 довжини кола; кривизна пружин у вільному стані не



повинна перевищувати 2% її довжини.

**Характер дефектів деталей газорозподільного механізму і способи їх усунення.** У процесі роботи на деталі газорозподільного механізму діють сили тертя, вібрації, знакозмінні навантаження, агресивні середовища тощо. Вони спричинюють механічні пошкодження (тріщини, задирки, риски, корозію), відхилення розміщення (від паралельності, від перпендикулярності, від співвісності, биття) спрацювання, овальність, конусність поверхонь, які спряжуються. У клапанних пружинах виникають залишкові деформації і зменшується їх пружність.

Дефекти головки блока усувають механічною обробкою, тріщини заварюють або ремонтують синтетичними матеріалами, сідло під клапан фрезерують і притирають або розточують і встановлюють нове.

Поверхні розподільного вала, які спряжуються, кулачки, опорні шийки ремонтують наплавленням, прогин вала – правкою.

Дефекти поверхонь стержня, що спряжуються, впускного і випускного клапанів відновлюють механічною обробкою під ремонтні розміри фасок клапанів – шліфуванням і притиранням, прогин стержня – правкою.

Пружність пружин відновлюють накатуванням роликком або термічною фіксацією (розтягуванням пружини до початкової довжини, нагріванням до температури 400–450 °С електричним струмом, а потім охолодженням на повітрі).

Схеми вимірювання параметрів деталей газорозподільного механізму наведено на рис. 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 6.5, 6.6, 6.7.

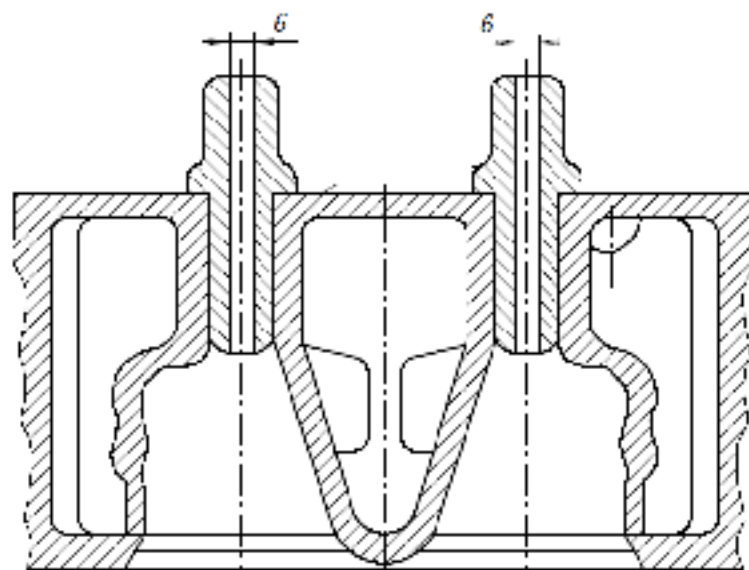


Рисунок 6.1 - Вимірювання параметрів головки блока

Дефекти, технічні умови на дефектацію головки блока, розподільного вала, впускного і випускного клапанів, зовнішньої і внутрішньої пружин клапанів наведені в табл. 6.1, 6.2, 6.3, 6.4.

Результати вимірювань і розрахунків шийок, кулачків і стержня клапанів розподільного вала записати в табл. 6.6, 6.7, 6.8.

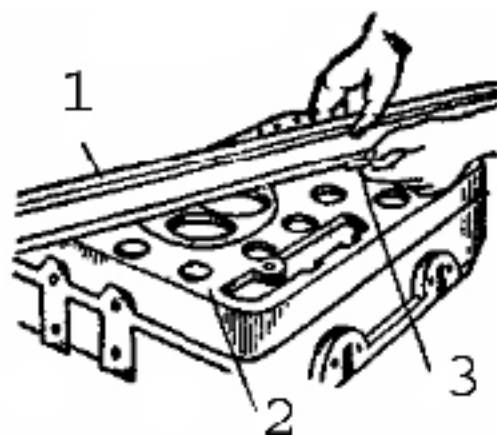


Рисунок 6.2 - Перевірка відхилення від площинності поверхні прилягання головки до блока; 1 – лінійка; 2 – головка блока; 3 – щуп

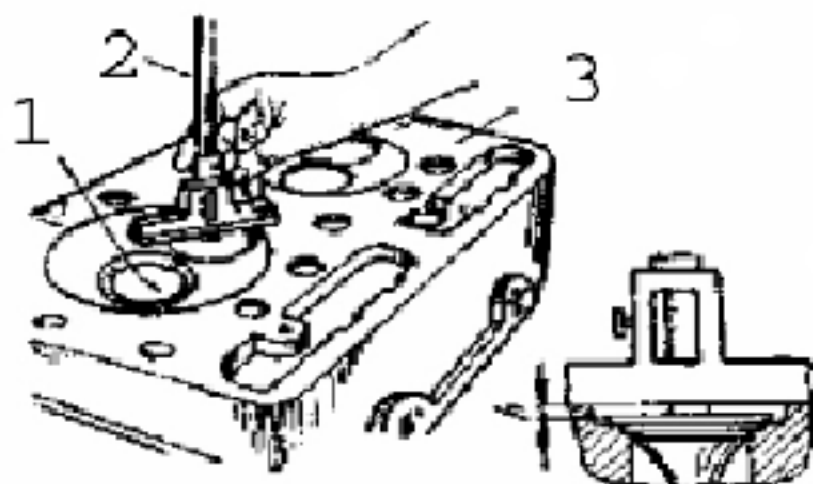


Рисунок 6.3 - Вимірювання глибини заглиблення клапана: 1 – клапан; 2 – штангенглибиномір; 3 – головка блока

### Послідовність виконання роботи

1. Ознайомитись з методичними вказівками щодо виконання лабораторної роботи, зразком звіту про її виконання (додаток А). Вивчити конструктивно-технологічну характеристику головки блока, розподільного вала, клапанів і пружин, умови їх роботи, вірогідні дефекти і способи їх усунення. Дані про головку блока, розподільний вал, клапани, пружини записують в п. 1 звіту.

2. Підготувати вхідні дані для дефектації головки блока, розподільного вала, клапанів, пружин. Виготовити форму відомості дефектації п. 2 звіту. Використовуючи дані табл. 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, заповнити графи 2, 3, 4 відомості дефектації.

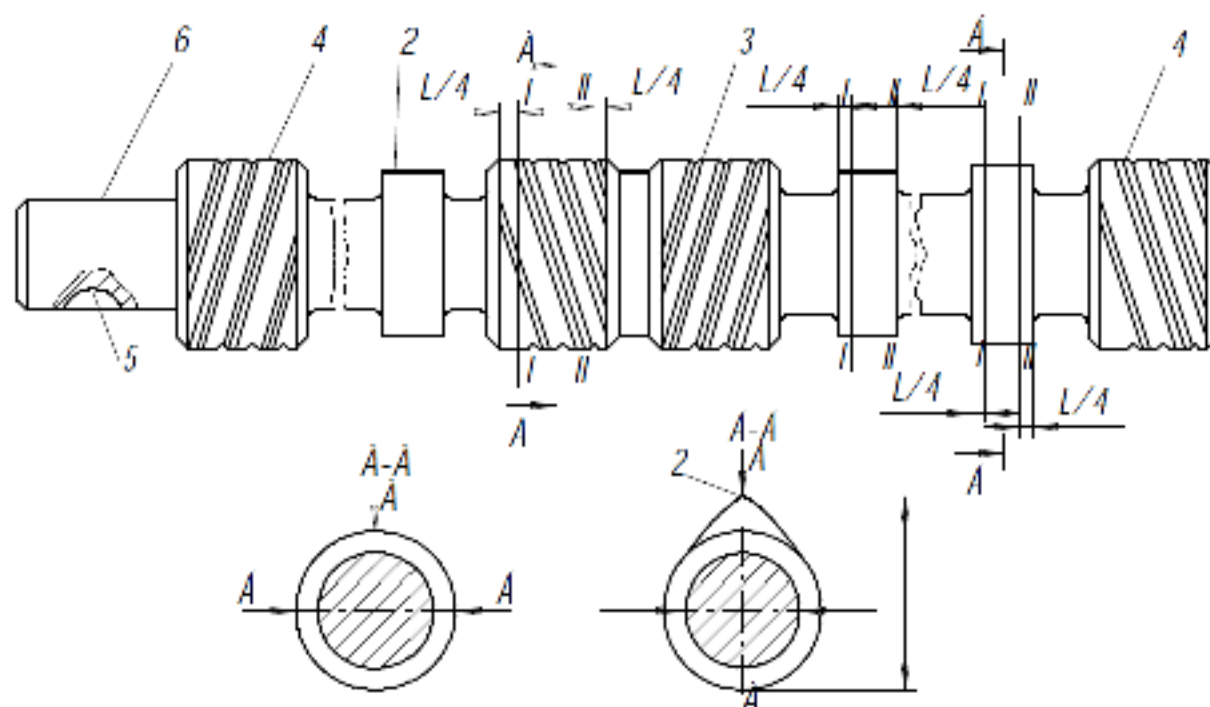


Рисунок 6.4 - Вимірювання параметрів газорозподільного вала

Накреслити схему вимірювань шийки і кулачків розподільного вала п. 3 звіту.

Виготовити форми таблиць вимірювань і розрахунків шийок, кулачків розподільного вала і стержня клапанів (табл. 6.5, 6.6, 6.7) п. 4 звіту.

3. Ознайомитись з організацією робочого місця для дефектації головки блока, розміщенням обладнання та інструменту, документацією і довідковою інформацією.

Вивчити обладнання для дефектації головки, правила користування інструментом. Підготувати вимірювальний інструмент. Повторити правила техніки безпеки.

Таблиця 6.1 - Дефекти головки блока, способи їх виявлення і усунення

Дефект	Спосіб виявлення дефекту. Вимірювальний інструмент	Розміри, мм		Спосіб усунення дефекту
		За кресленнями	допустимі без ремонту у спряженні з деталями: що була у користув. з новою	
1. Тріщини на стінках сорочки охолодження, які проходять крізь отвір під напрямну втулку клапана або форсунки, пробоїни, обломи	Зовнішній огляд. Стенд для гідравлічного випробування	Не допускається.	Тиск під час гідравлічних випробувань $0,4 \pm 0,05$ МПа	Замінити головку
2. Тріщини на стінках сорочки охолодження, які проходять крізь отвори під шпильки кріплення головки до блока, клапанних сідел, в перемичках між гільзами (крім тріщин, зазначених вище)	Зовнішній огляд. Стенд для гідравлічного випробування	Не допускається.	Допускаються дрібні тріщини на поверхні роз'єднання з блоком між отворами під розпилювальні форсунки клапани, які не проходять через фаски сідел і не порушують герметичності водяної сорочки	Розробити тріщину, заплавити і обробити. Вставити перпендикулярно до тріщини фігурну вставку

3. Раковини, риси на робочих фасках і спрацювання сідел клапанів	Зовнішній огляд. Калібр або контрольні клапани, мікрометричний глибиномір МГО-100	Раковини і риси не допускаються. Заглиблення тарілки клапана відносно площини роз'єднання (після обробки): 2±0,6 – для впускного клапана 1,5±0,6 – для випускного клапана	Поодинокі раковини і дрібні риси фаски сідела ремонтують зернуванням (спочатку чорновим зерном з кутом 45°, потім зерном з кутами 75°, 15° і чистовим з 45°). Ширина фаски 2÷3,5 мм. Допустиме биття конічної поверхні сідела клапана відносно поверхні отвору під клапан у втулці не більше 0,06 мм. Спрацьоване сідло наплавляють
4. Жолоблення (відхилення від площини поверхні з'єднання з блоком)	Лінійка перевірна ШП 1-1000, щупи (набір № 2)	0,06 0,10 – (по всій довжині) 0,025 0,04 – (на довжині 100 мм)	Прошліфувати поверхню. Допускається зменшення висоти головки до 1,35 мм
5. Спрацювання поверхні під напрямну втулку клапана	Нутромір НИ 18-50	24±0,021 — 24,03	Виготовити і вставити втулку із збільшеним зовнішнім діаметром для забезпечення натягу
6. Задирки, тріщини і спрацювання внутрішньої поверхні напрямних втулок під клапан	Зовнішній огляд. Нутромір НИ 10-18	Задирки і тріщини не допускаються 13 <sup>+0,035</sup> 13,11 13,09	Розвернути втулку під ремонтний розмір 13,5 <sup>+0,035</sup> для встановлення ремонтних клапанів



7. Спрацювання поверхні отвору під втулку форсунки	Нутромір НИ 18-50	30 <sup>+0,023</sup> — 30,05	Виготовити і за-пресувати втулку із збільшеним зовнішнім діаметром для забезпечення натягу відповідно до креслення
8. Спрацювання або зрив двох більше ниток різьби	Зовнішній і огляд. Різьбові калібри		Нарізати різьбу збільшеного ремонтного розміру. Ремонтувати під початковий розмір різьби спіральними вставками

Таблиця 6.2. Дефекти розподільного вала, способи їх виявлення і усунення

Дефект	Спосіб виявлення дефекту. Вимірювальний інструмент	Розміри, мм		Спосіб усунення дефекту
		за кресленням	допустимі без ремонту у sprzęженні з деталями: що була у з новою користув.	
1. Тріщини, зломи	Зовнішній огляд	Не допускається		Замінити вал
2. Спрацювання кулачків вала по висоті	Штангенциркуль ШЦ П-160-0,05	53-0,19	52,3 52,3	Наплавити і обробити під початковий розмір
3. Прогин вала	Плита перевірна 2-1-1000x600, призми П2-2-2, штатив Ш-ПВ-8 індикатор ІЧ 10Б	Биття середньої опорної шийки відносно до крайніх, не більше 0,030 0,10 0,10		Правити до ви-ведення проги-ну



4. Спрацювання опорних шийок	Мікрометр МК 75-2	$68_{-0,106}^{-0,060}$ 67,82 67,73	Наростити (залізненням, наплавленням) і обробити під початковий розмір
5. Спрацювання шпоночного паза вала по ширині	Пробки 10	$10_{-0,105}^{-0,015}$ – 10,02	Обробити під ремонтний розмір $10,5_{-0,105}^{-0,015}$
6. Спрацювання шийки вала під шестірню	Мікрометр МК 50-2	$45_{+0,017}^{+0,033}$ 45,00 44,99	Наростити (залізненням, наплавленням) і обробити під початковий розмір

Таблиця 6.3 - Дефекти впускного і випускного клапанів, способи їх виявлення і усунення

Дефект	Спосіб виявлення дефекту. Вимірювальний інструмент	Розміри, мм		Спосіб усунення дефекту
		за кресленням	допустимі без ремонту у sprzęженні з деталями: що була у з новою користув.	
1. Тріщини, зломи	Зовнішній огляд. Магнітний дефектоскоп МД-80	Не допускається		Замінити клапан
2. Раковини, риски, підгоряння фаски тарілки клапана	Зовнішній огляд	»		Прошліфувати фаску клапана
3. Спрацювання поверхні фаски тарілки клапана	Штангенциркуль ШЦ II-160-0,05	Висота циліндричного пояса до шліфування не менше: $2 \pm 0,2$ 1,1 – впускного $2 \pm 0,2$ 1,1 – випускного		Шліфувати фаску тарілки. Висота циліндричного пояса не менш ніж 0,8 мм
4. Відхилення від прямолінійності стержня	Пристрій для вимірювання клапана, індикатор ІЧ 10Б	На довжині 100 мм 0,015 0,025 0,025		Правити

5. Спрацювання стержня клапана випускного	Мікрометр МК 25-2	$13_{-0,075}^{-0,045}$ 12,89 12,83 Ремонтний розмір: $13_{-0,075}^{-0,045}$ 13,39 13,33	Перешліфувати під ремонтний розмір $12,5_{-0,075}^{-0,045}$ Перешліфувати під номінальний розмір $13_{-0,075}^{-0,045}$
впускного		$13_{-0,100}^{-0,075}$ Ремонтний розмір: $13_{-0,100}^{-0,075}$ 13,38 13,33	Перешліфувати під ремонтний розмір $12,5_{-0,100}^{-0,070}$ Перешліфувати під номінальний розмір $13_{-0,100}^{-0,075}$
6. Овальність і конусність стержня клапана на довжині від витоки під сухарики (А)		0,02 0,03 – На довжині А: впускного клапана 163мм; випускного клапана 134 мм	Перешліфувати під ремонтний або номінальний розмір

Таблиця 6.4 - Дефекти зовнішньої і внутрішньої пружин клапана, способи їх виявлення і усунення.

Дефект	Спосіб виявлення дефекту. Вимірювальний інструмент	Розміри, мм		Спосіб усунення дефекту
		за кресленням	допустимі без ремонту у спряженні з деталями: що була у використув. з новою	
1. Тріщини, відколи	Зовнішній огляд Лупа ЛП-1-4	Не допускається		Замінити пружину
2. Спрацювання поверхонь опорних витків, деформація витків, порушення концентричності витків	Зовнішній огляд. Штангенциркуль ШЦ II-160-0,05, Косинець перевірний УП-1-160	Опорні поверхні повинні бути плоскими і довжиною, яка має не менш ніж 3/4 довжини кола кінцевого витка. Кінці опорних витків повинні мати товщину, яка становить не менш ніж 15% діаметра дроту.		Замінити пружину при наявності дефектів за межами допустимих значень

		Відхилення від концентричності не повинні перевищувати 2% середнього діаметра пружини; відхилення від перпендикулярності опорних поверхонь у вільному стані до твірної не більш 1%	
3. Старіння, втрата пружності	Пристрій для вимірювання пружності МИП-100	Пружність клапанних пружин при довжині у вільному стані зовнішньої - 92, внутрішньої - 89 і при їх стисканні до робочої довжини становить: Зовнішньої - 308÷349Н, Внутрішньої - 41÷50Н	Якщо пружність не менш ніж 250Н/35Н, пружини використовують-ся; якщо пружність в межах 200-250Н/30-35Н, пружини відновлюють; якщо пружність менш ніж 200Н/30Н, пружини вибраковують

4. Визначити стан елементів деталей газорозподільного механізму.

4.1 Зовнішнім оглядом, гідравлічними випробуваннями виявити наявність тріщин на головці блока (табл. 6.1 п. 1, 2).

4.2 Відповідно до рис. 6.1, 6.2 провести дефектацію робочих фасок і поверхні з'єднання з блоком (табл. 6.1 п. 3, 4).

4.3 Визначити спрацювання поверхонь, що спряжуються з напрямною втулкою клапана в головці блока, внутрішньої поверхні втулки під клапан, спрацювання поверхні отвору під втулку форсунки і дефекти різьбових отворів (табл. 6.1 п. 5, 6,7,8). Дані вимірювань записати у графу 5 п. 2 звіту.

4.4 У графі 6 п. 2 звіту дати висновки про стан проконтрольованих елементів головки блока («Без ремонту», «На ремонт», «Брак»). Для дефектів, які підлягають ремонту, вказують спосіб усунення.

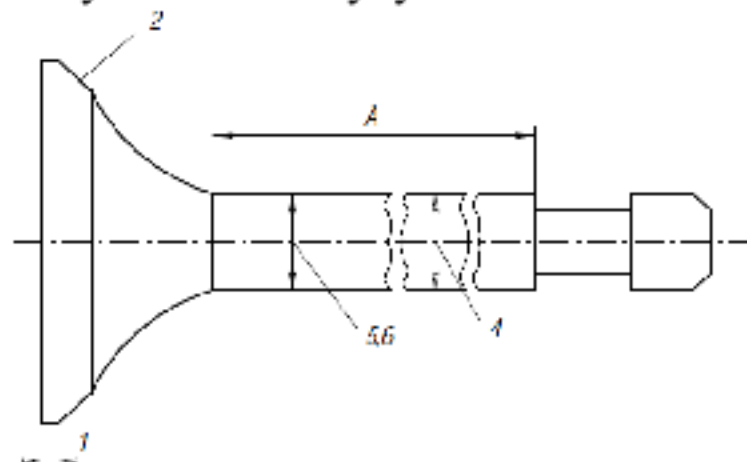


Рисунок 6.5 - Вимірювання параметрів клапана

4.5 Перевірити оснащення робочого місця для дефектації розподільного вала, підготувати вимірювальні інструменти.

4.6 Зовнішнім оглядом виявити тріщини і зломи (табл. 6.2 п.1).

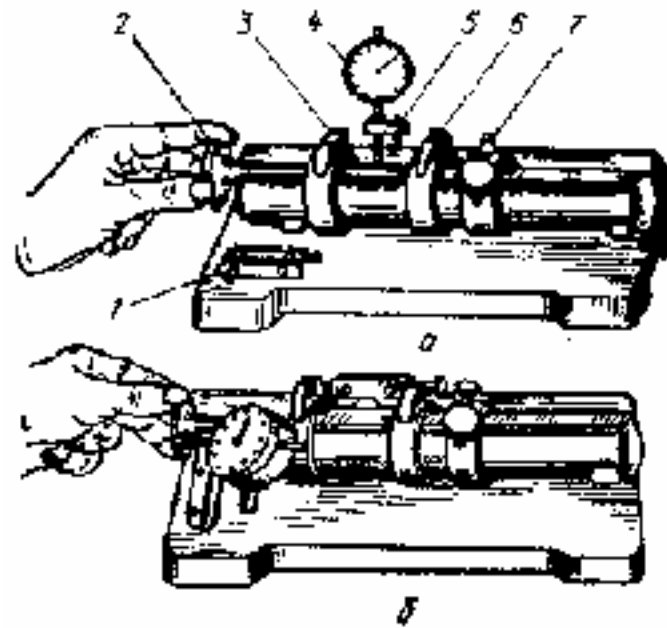


Рисунок 6.6 - Перевірка клапана на пристрої:

*a* – прямолінійності стержня; *б* – биття робочої фаски; 1, 5 – стояк індикаторної головки 4; 2 – клапан; 3, 6 – притискачі; 7 – упор

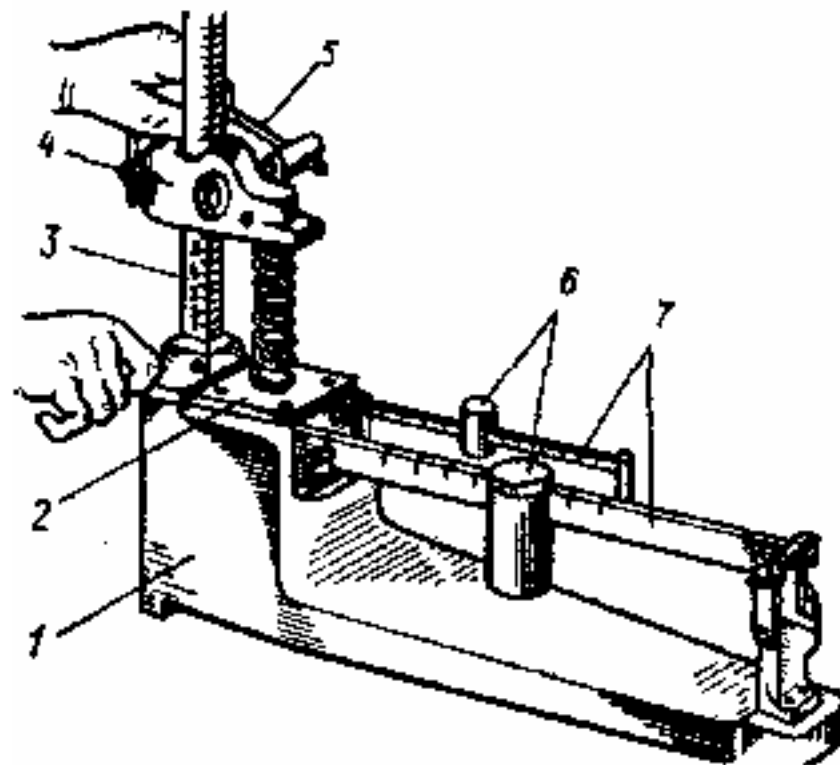


Рисунок 6.7 - Перевірка пружності пружин на пристрої:

1 – станина; 2 – столик вагового механізму; 3 – рейка з лінійкою; 4 – каретка; 5 – ручка; 6 – вантажі пересувні; 7 – важелі

4.7 Визначити радіальне биття середньої шийки розподільного вала відносно крайніх шийок (табл. 6.2 п.3). Для цього стержень індикатора опирають на середню опорну шийку, з натягом повертають вал, поки стрілка індикатора займе одне з крайніх положень. Потім повертають вал на 180° і визначають нове положення стрілки. Різниця між двома показами індикатора визначить биття вала. Прогин дорівнює половині його биття. Результати огляду і вимірювання биття записати у табл.6.5 звіту.



Таблиця 6.5 - Результати вимірювань шийок розподільного вала, мм

Площина вимірювання	Передня			Середня			Задня		
	А-А	Б-Б	Овальність	А-А	Б-Б	Овальність	А-А	Б-Б	Овальність
Пояс вимірювання									
І - І									
ІІ - ІІ									
Конусність									

Таблиця 6.6 - Результати вимірювань кулачків розподільного вала, мм

Пояс	Висота кулачка							
	1	2	3	4	5	6	7	8
І - І								
ІІ - ІІ								
Конусність								

Таблиця 6.7 - Результати вимірювань стержня клапанів, мм

Пояс вимірювання	Площина вимірювання	Клапан							
		впускний				випускний			
		1	2	3	4	1	2	3	4
І-І	А-А Б-Б Овальність								
ІІ-ІІ	А-А Б-Б Овальність								
	А-А Б-Б Конусність								

4.8 Виміряти розміри шийок вала і висоту кулачків (табл. 6.2 п. 2,4). Для шийок валів обчислити овальність і конусність, для кулачків – конусність за формулами:

$$\Delta_{ОВ} = d_{А-А} - d_{Б-Б}, \quad \Delta_{КОН} = d_{\max} - d_{\min}.$$

Розрахунки провести в п. 5 звіту. Результати вимірювань і розрахунків записати в п. 4 звіту.

Найменші розміри шийок і висоти кулачка, найбільші овальності і конусності записати у графу 5 п. 2 звіту.

4.9 Визначити розміри шпоночного паза і шийки вала під шестерню (табл. 6.2 п. 5,6). Результат вимірювань записати у графу 5 п. 2 звіту.

4.10 У графі 6 п. 2 звіту дати висновки про стан контрольованих елементів розподільного вала („Без ремонту”, „На ремонт”, „Брак”). Для дефектів, які підлягають ремонту, вказують спосіб усунення.

4.11 Перевірити оснащення робочого місця для дефектації клапанів, підготувати вимірювальні інструменти.

4.12 Зовнішнім оглядом виявити тріщини, зломи клапана, раковини і риси на робочій поверхні тарілки клапана (табл. 6.3 п. 1,2).

4.13 Визначити спрацювання поверхні фаски тарілки клапана і відхилення стержня від прямолінійності (табл. 6.2 п. 3, 4). Результати огляду і вимірювань записати у графу 5 п. 2 звіту.

4.14 Виміряти стержень впускного і випускного клапанів. Дані записати у п. 4 звіту (табл. 6.7). Обчислити спрацювання, овальність і конусність стержня за формулами:

$$\Delta_{ЗАГ} = d_{СПР} - d_{КР}, \quad \Delta_P = \beta \Delta_{ЗАГ},$$
$$\Delta_{ОВ} = d_{А-А} - d_{Б-Б}, \quad \Delta_{КОН} = d_{\max} - d_{\min},$$

де  $\Delta_{ЗАГ}$ ,  $\Delta_P$  – загальне і розрахункове одностороннє спрацювання стержня клапана;  $\Delta_{ОВ}$ ,  $\Delta_{КОН}$  – овальність і конусність стержня клапана,  $\beta = 0,6$  – коефіцієнт нерівномірності спрацювання стержня,  $d_{\max}$ ,  $d_{\min}$  – найбільший і найменший, виміряний в одній площині, діаметр стержня клапана.

Розрахунки записати в п. 5 звіту. Для стержня клапана два значення овальності і два значення конусності занести в п. 4 звіту, а найбільші значення  $\Delta_{ОВ}$ ,  $\Delta_{КОН}$  і найменший діаметр  $d_{СПР}$  – у графу 5 п.2 звіту.

4.15 Обчислити діаметр стержня клапана, під який можна обробити стержень, призначити категорію розміру (номінальний або ремонтний) за формулою:

$$d_{PP} \geq d_{СПР} + 2\Delta_P + 2z$$

де  $z$  – мінімальний односторонній припуск на обробку (шліфування  $z = 0,1$  мм) стержня.

Розрахунок записати в п. 5 звіту для стержня з найменшим діаметром.

4.16 У графі 6 п. 2 звіту вказати стан проконтрольованих елементів клапана («Без ремонту», «На ремонт», «Брак»). Щодо клапанів, які відправляють на ремонт, вказують спосіб усунення дефекту і розмір, який повинен мати елемент після відновлення.

4.17 Перевірити оснащення робочого місця для дефектації пружин клапанів, підготувати вимірювальні інструменти.

4.18 Зовнішнім оглядом і вимірюванням виявити тріщини, відколи, спрацювання опорних витків, деформації витків, а на пристрої – втрату пружності. Результати огляду і вимірювань записати у графу 5 п. 2 звіту.

4.19 У графі 6 п. 2 звіту вказати стан проконтрольованих елементів пружин («Без ремонту», «На ремонт», «Брак»). Для пружин, які втратили пружність і підлягають ремонту, вказати спосіб відновлення.

5. Провести організаційно-технічне обслуговування робочих місць. Привести у початковий стан обладнання; інструмент, деталі, документацію, протерти ганчіркою інструмент, деталі, обладнання і поверхню стола. Здати робоче місце майстрові.

6. Захист результатів роботи. Звіт роботи здати викладачеві. Під час захисту студент повинен пояснити і обґрунтувати розрахунки, прийняті технологічні рішення, знати головні характеристики обладнання та інструменту, послідовність виконання роботи.

### **Контрольні питання**

1. Назвіть конструктивні елементи головки блока, розподільного вала, клапана, пружин і їх вірогідні дефекти?
2. Як визначають заглиблення клапана і на що вона впливає?
3. Як досягається щільність у спряженні клапан-сідло клапана головки блока?
4. Як визначають відхилення від площинності поверхні з'єднання головки з блоком?
5. Як визначають і усувають дефекти робочих фасок клапана і сідла клапана головки?
6. Як визначають спрацювання, овальність і конусність шийок вала?
7. Як визначають і відновлюють спрацювання кулачків розподільного вала?
8. Як визначають відхилення від прямолінійності стержня клапана?
9. Як визначають биття середньої шийки розподільного вала?
10. Як визначають спрацювання, овальність і конусність стержня клапана?
11. Скільки номінальних і ремонтних розмірів має клапан?
12. Як визначають пружність клапанних пружин?
13. Як відновлюють пружність пружин?
14. Для яких пружин відновлюють пружність?

### **Практична робота 7**

**Дефектація деталей кривошипно-шатунного механізму (шатун, поршень, поршневий палець)**

**Обладнання, Інструмент.** Шатун двигуна Д-160 16-03-115 СК, магнітний дефектоскоп МД-80, пристрій для комплексного контролю шатуна, нутроміри НИ 100-160, НИ 50-100, НИ 18-50, штангенциркуль ШЦ П-250-0,05, ключ динамометричний, лещата слюсарні, технічні умови на дефектацію шатуна.

Поршень двигуна Д-160: 51-03-23, нутромір НИ 50-100, мікрометр МК 150-2, пробки 4, 5, 6, лупа ЛП-1-4, технічні умови на дефектацію поршня.

Поршневий палець двигуна Д-160 16-03-50, мікрометр МК 75-2, оптиметр ОВО-1, технічні умови на дефектацію пальця.

**Конструктивно-технологічні характеристики деталей кривошипно-шатунного механізму.** Шатун двигуна Д-160 виготовляють із сталі 40Х

штампуванням. Після попередньої механічної обробки його термічно обробляють до твердості HB = 217–255.

Основними конструктивними елементами шатуна є верхня і нижня головка, стержень шатуна, кришка нижньої головки, отвори під болти нижньої головки і під встановлювальний штифт болтів.

Точність отворів оброблюваних поверхонь у межах 6–7 квалітетів, відхилення форми не повинні перевищувати половини допуску на розмір, відхилення розміщення  $0,04 \div 0,06$  мм на 100 мм довжини. Відстані між осями головок повинні відрізнятися не більш ніж на 0,095 мм. Шатуни повинні відповідати заданій масі. Шорсткість оброблюваних поверхонь отворів не грубіша  $Ra = 0,32$  мкм.

Поршень двигуна Д-160 виготовляють з алюмінієвого сплаву АЛ-25 литтям з наступною механічною обробкою.

Основні елементи поршня – днище, юбка, канавки під поршневі кільця, бобишка з отвором під поршневий палець.

Точність розмірів і форми поршня в межах 6–7 квалітетів, відхилення від перпендикулярності отвору під поршневий палець відносно до осі юбки не повинна перевищувати 0,04 мм на довжині 100 мм. Поршні повинні відповідати заданій масі. Шорсткість оброблюваних поверхонь поршня не грубіша  $Ra = 0,63$  мкм.

Поршневий палець виготовляють із сталі 20Г. Зовнішня поверхня: пальця для спряження з отвором бобишки поршня і отвором втулки верхньої головки шатуна піддається поверхневій цементації до твердості HRC = 57–64.

Основним конструктивним елементом пальця є зовнішня поверхня.

Точність розміру і форми зовнішньої поверхні в межах 7–8 квалітетів, шорсткість не грубіша  $Ra = 0,32$  мкм.

**Характер дефектів деталей кривошипно-шатунного механізму і способи їх усунення.** У процесі роботи на деталі кривошипно-шатунного механізму діють значні навантаження від тиску газів у циліндрах, інерційних сил, сил тертя, які мають циклічний характер і діють в умовах підвищеної температури й агресивного середовища. Це сприяє виникненню спрацювань спряжених поверхонь, механічних пошкоджень (рисок, тріщин, задирок, корозії), деформаціям стержня шатуна від прогину і скручень.

Деформації шатуна відновлюють правкою без нагрівання з наступною термічною стабілізацією, спрацювання поверхонь верхньої і нижньої головки – шатуна – слюсарно-механічною обробкою під ремонтний розмір або нарощенням (залізненням) з обробкою під початковий розмір; спрацювання отворів бобишок поршня відновлюють обробкою під ремонтний розмір; зовнішню поверхню пальця – пластичним деформуванням, розширенням або хромуванням.

Перелік дефектів, технічні умови на дефектацію, рекомендації щодо відновлення дефектів шатуна, поршня, поршневого пальця наведено відповідно в табл. 7.1, 7.2, 7.3.

Вимірювання параметрів шатуна наведено на рис. 7.1, 7.2.

Результати вимірювань і розрахунків розмірів поверхонь отворів середньої і нижньої головок шатуна записують у табл. 17.



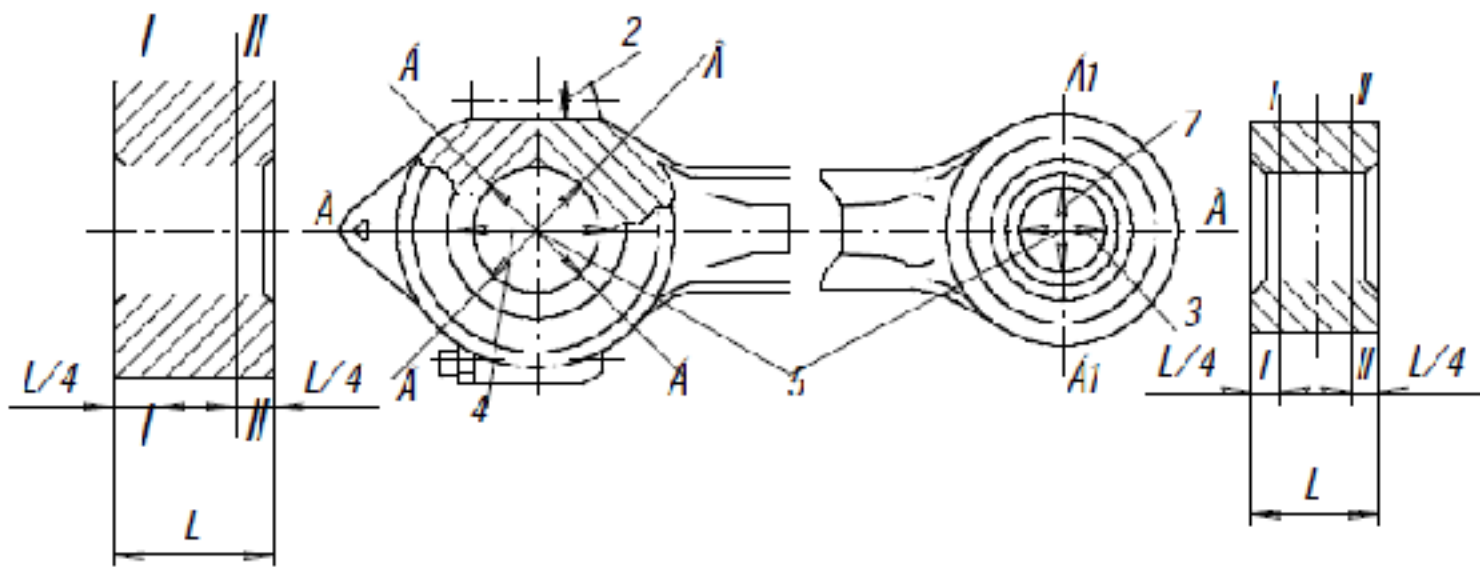


Рисунок 7.1 - Вимірювання параметрів шатуна

### Послідовність виконання роботи

1. Ознайомитись з методичними вказівками щодо виконання лабораторної роботи та зразком звіту про її виконання (додаток А). Вивчити конструктивно-технологічну характеристику шатуна, поршня і поршневого пальця, умови роботи, вірогідні дефекти деталей кривошипно-шатунного механізму і способи їх відновлення.

Дані про шатун, поршень і поршневий палець записати в п. 1 звіту.

2. Підготувати вхідні дані для дефектації шатуна, поршня і поршневого пальця. Підготувати форму відомості дефектації – п. 2 звіту. Використовуючи дані табл. 7.1, 7.2, 7.3, заповнити графи 2, 3, 4 відомості дефектації.

Накреслити схему вимірювань поверхонь отворів верхньої і нижньої головок шатуна (рис. 7.1) – п. 3 звіту. Підготувати форму таблиці вимірювань і розрахунків отворів верхньої і нижньої головок (табл. 7.4) – п. 4 звіту.

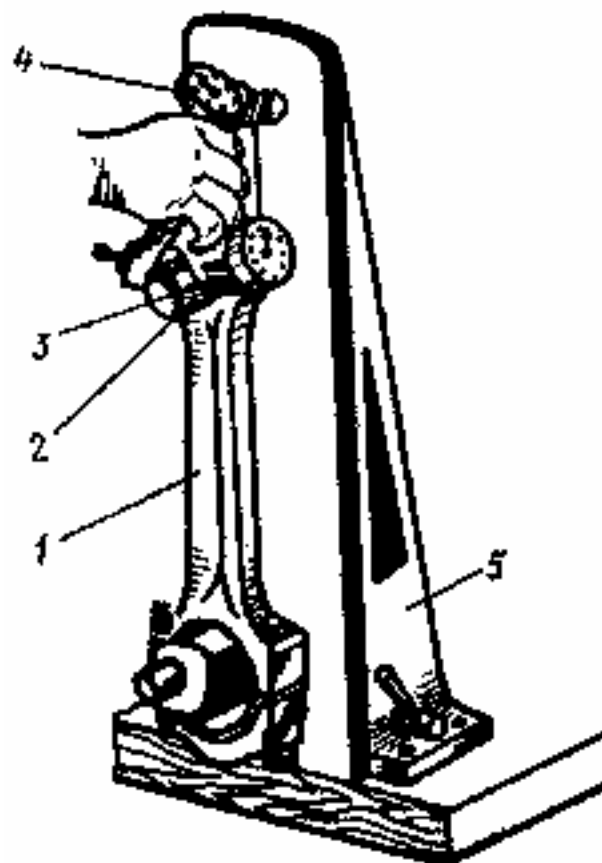


Рисунок 7.2 - Перевірка вигину і скручення шатуна на пристрої:

1 – шатун; 2 – поршневий палець; 3 – призма; 4 – індикаторна головка; 5 – плита

3. Ознайомитись з організацією робочого місця для дефектації деталей



кривошипно-шатунного механізму, розміщенням обладнання та інструменту, документацією і довідковою інформацією.

4. Визначити стан деталей кривошипно-шатунного механізму.

4.1 Зовнішнім оглядом і перевіркою на магнітному дефектоскопі виявити тріщини, надломи, задирки, пропіки на поверхнях шатуна (п. 1 табл. 7.1), посадку штифта в тілі шатуна (п. 6 табл. 7.1). Визначити спрацювання поверхні отвору під болт у тілі шатуна і кришки (п. 2 табл. 7.1). Дані огляду і вимірювань отвору під болт записати у графу 5 п. 2 звіту.

4.2 Зібрати шатун з кришкою, закрутити болти шатуна з моментом 167–206 Нм. Відповідно до схеми вимірювань отворів верхньої і нижньої головок шатуна (рис. 13) виміряти отвори (п. 3, 4 табл. 7.1), заповнити таблицю вимірювань (п. 4 звіту, табл. 7.4), обчислити овальність і конусність отворів за формулами:

$$\Delta_{ОВ} = D_{A-A} - D_{B-B}, \quad \Delta_{КОН} = D_{\max} - D_{\min}$$

Розрахунки записати в п. 5 звіту; значення  $\Delta_{ОВ}$ ,  $\Delta_{КОН}$  – в п. 4 звіту; найбільші значення  $D_{СПР}$ ,  $\Delta_{ОВ}$ ,  $\Delta_{КОН}$  – у графу 5 п. 2 звіту.

4.3 Якщо немає дефектів верхньої і нижньої головок, визначити прогин і скручення стержня шатуна (п. 5 табл. 7.1).

Визначити спрацювання поверхні отвору втулки верхньої головки шатуна (п. 7 табл. 7.1). Дані записати у графу 5 п. 2 звіту.

4.4 У п. 5 звіту обчислити відстань між осями головок за формулою

$$L = l + 0.5(D_H - D_G)$$

де  $l$  – відстань між головками;  $D_H$ ,  $D_G$  – відповідно діаметр нижньої і верхньої головок у площині А–А.

Порівняти розрахункове значення відстані з розміром за кресленням  $380^{+0,095}$  мм. Допустима відстань між осями головок –  $379,95 \div 380,10$  мм.

4.5 Порівняти стан і справжні розміри елементів шатуна з кресленнями, технічними умовами і для кожного елемента в графу 6 п. 2 звіту записати висновок («Без ремонту», «На ремонт», «Брак»). Якщо шатун відправляють на ремонт, то вказують спосіб усунення дефекту і розмір, який повинна мати деталь після відновлення.

4.6 Оглядом виявити тріщини, обломи, обгоряння днища, відкладання нагару на поверхні поршня (п. 1, 2 табл. 7.2).

4.7 Визначити спрацювання поверхні отвору в бобишках під поршневий палець, юбки поршня (вимірюють у площині, перпендикулярній осі пальця на відстані 35 мм від нижнього торця юбки), канавок під поршневі кільця (п. 3, 4, 5 табл. 7.2). Дані огляду і вимірювань записати у таблицю.

4.8 Виконати п. 4.5 для поршня.

4.9 Оглядом виявити тріщини, задирки, вибоїни на поверхні пальця (п. 1 табл. 7.3).

Таблиця 7.1 – Дефекти шатуна, способи їх виявлення і усунення

Дефект	Спосіб виявлення дефекту. Вимірювальний інструмент	Розміри, мм		Спосіб усунення дефекту
		за кресленням	допустимі без ремонту в спряженні з деталями що була у користуванні з новою	
1. Тріщини, надломи, глибокі задирки, пропіки від повертання вкладишів	Зовніш. огляд. Лупа Л-1-4. Магніт. дефектоскоп МД-80	Не допускається		Замінити шатун
2. Спрацювання поверхні отвору під болт у тілі шатуна	Нутромір НИ 18-50	18 <sup>+0.018</sup>	18,03 18,03	Те саме
3. Спрацювання поверхні отвору верхньої головки під втулку	Нутромір НИ 50-100	60 <sup>+0.030</sup> – 68,04 Ремонтні розміри: 68,5 <sup>+0,030</sup> – 68,54 69 <sup>+0.030</sup> – 69,04 69,5 <sup>+0,030</sup> – 69,54 70 <sup>+0,03</sup> – 70,04 Овальність, конусність, бочко- та сідлоподібність 0,012 – 0,015		Обробити отвір під втулку Ремонтного розміру.  Залізнити і обробити до розміру за кресленням
4. Спрацювання, деформація поверхні отвору нижньої головки під шатунні вкладиші	Нутромір НИ 100-160. Ключ динамометричний	100 <sup>+0.022</sup> , 100, 04, 100, 04 Овальність, конусність, бочко- та сідлоподібність 0,012 0,02 0,02		Обробити отвір під ремонтний розмір 100,5 <sup>+0,022</sup> . Шліфувати площини рознімання кришки і шатуна та обробити отвір хонінгуванням до розміру за кресленням. Витримати розмір між осями отворів головок 379,95÷380,10мм.

5. Прогин чи скручення стержня шатуна (перевіряють, коли немає дефектів верхньої і нижньої головок)	Пристрій комплексного контролю шатуна	Відхилення від паралельності осей отворів верхньої і нижньої головок шатуна на довжині 100 мм (прогин): 0,04 – 0,05. Осі отворів верхньої і нижньої головок шатуна мають відхилення від однієї площини на довжині 100 мм (скручення): 0,04 – 0,06	Правити до усунення дефекту. Обробити отвір верхньої головки шатуна під ремонтний розмір і торці під розмір 52 мм
6. Послаблення посадки і випадання штифта	Огляд	Не допускається	Запресувати штифт, виготовлений за розмірами отвору
7. Спрацювання поверхні отвору втулки верхньої головки шатуна	Нутромір НІ 50-100	$60^{+0,029}_{+0,010}$ 60,036 –	Обробити отвір під ремонтний розмір $60^{+0,029}_{+0,010}$ Замінити дефектну втулку

Таблиця 7.2 - Дефекти поршня, способи їх виявлення і усунення

Дефект	Спосіб виявлення дефекту. Вимірювальний інструмент	Розміри, мм		Спосіб усунення дефекту
		допустимі без ремонту спряженні з деталями	що була у використув. вою	
1. Тріщина і обломи в будь-якому місці поршня. Обгоряння днища і стінок камери згоряння	Зовнішній огляд. Лупа ЛП-1-4	Не допускається		Замінити поршень
2. Відкладання нагару на поверхні поршня	Огляд	Те саме		Помістити поршень у спеціальний розчин і очистити від нагару

3. Спрацювання отвору під поршне-вий палець	Нутромір НИ 50-100	$60_{-0,039}^{-0,020}$ – 60,00	Розточити під ремонтний розмір $60.3_{-0,034}^{-0,020}$
4. Спрацювання юбки поршня	Мікрометр МК-150-2	$145_{-0,36}^{-0,28}$ – 144,62	Спрягати з гільзою групи М
		$145,7_{-0,36}^{-0,28}$ – 145,32	Те саме
5. Спрацювання канавок під поршневі кільця: верхнє: друге і третє: маслоз'ємні:	Пробки 4,5,6	$5^{+0,018}$ – 5,06	Замінити поршень
		$4^{+0,018}$ – 4,06	Те саме
		$6^{+0,018}$ – 6,05	Те саме

Таблиця 7.3 - Дефекти поршневого пальця, способи їх виявлення і усунення

Дефект	Спосіб виявлення дефекту. Вимірювальний інструмент	Розміри, мм			Спосіб усунення дефекту
		за кресленням	допустимі без ремонту спряженні деталями		
			що була у користув.	з новою	
1. Тріщини, задирки і вибоїни на зовнішній поверхні	Огляд. Лупа ЛП-1-4	Не допускається			Замінити палець
2. Спрацювання зовнішньої поверхні	Мікрометр МК 75-2	$60-0,008$	59,98	59,98	Хромувати і обробити до розміру за кресленням
3. Овальність, огранка, конусність поверхні	Оптиметр ОВО-1	0,004	0,006	0,006	Те саме

Таблиця 7.4 - Результати вимірювань головок шатуна, мм

Головка	Пояс вимірювання	Площина				Овальність
		А-А	Б-Б	В-В	Г-Г	
Нижня	I-I					
	II-II Конусність					
Верхня	I-I					
	II-II Конусність					

4.10 Визначити (вимірюванням) спрацювання зовнішньої поверхні пальця і

відхилення її форми – овальність, конусність, огранку (п. 2, 3 табл. 7.3). Дані огляду і вимірювань записати у графу -5 п. 2 звіту.

4.11 Виконати п. 4.5 для поршневого пальця.5. Провести організаційно-технічне обслуговування робочого місця.

Привести в початковий стан обладнання, інструмент, деталі, документацію, протерти ганчіркою інструмент, обладнання, поверхні деталей і стола. Здати робоче місце майстрові.

6. Захист результатів роботи. Заповнений звіт роботи здати викладачеві. Під час захисту студент повинен пояснити і обґрунтувати розрахунки, прийняті технологічні рішення, знати головні характеристики обладнання та інструменту, послідовність виконання роботи.

#### **Контрольні питання**

1. Які є конструктивні елементи шатуна, поршня, поршневого пальця та їх дефекти?

2. Як визначають спрацювання поверхонь отворів верхньої і нижньої головок?

3. Як визначають відстань між осями верхньої і нижньої головок шатуна?

4. Як визначають прогин і скручення шатуна і способи їх усунення?

5. Як визначають спрацювання отвору в бобишках під поршневий палець?

6. Які дефекти поршня підлягають усуненню, які є способи їх усунення?

7. Як визначають спрацювання зовнішньої поверхні пальця? Які дефекти пальця підлягають усуненню та які є способи їх усунення?

### **Практична робота 8**

#### **Дефектація валів, шестерень, підшипників**

**Обладнання, інструмент.** Перший проміжний вал коробки перемикач передаток трактора Т-170 18-12-132, мікрометри МК 75-2, МЗ 75-2, ролики діаметром 6 мм, ролики зі скосом кромки, різьбові кільця М52×2, технічні умови на дефектацію КПП.

Шестірня газорозподільного вала двигуна Д-160 104202-1, мікрометри МЗ 100-2, МЗ 75-2, штангензубомір ШЗ-18, нутромір НИ 18-50, міри кінцеві 3-НИ, технічні умови на дефектацію шестерень.

Радіальні шарикопідшипники, пристрій для визначення радіального зазору, мікрометри МК 25-2, МК 50-2, МК 75-2, МК 100-2, нутроміри НИ 18-50, НИ 50-100, лупа ЛП-1-4, технічні умови на дефектацію підшипників.

**Конструктивно-технологічні характеристики вала, шестірні, підшипників.** Перший проміжний вал КПП трактора Т-170 виготовляється із сталі 35Г2, термооброблений до загальної твердості НВ=255–302, на ділянці спряження з шестірнями довжиною 170 мм термооброблений СВЧ на глибину 3-6 мм до твердості HRC = 42 ÷ 55.

Основними конструктивними елементами вала є поверхні спряження з підшипниками, шліци для спряження з шестірнями, різьба для кріплення підшипників, центрові отвори.

Точність розмірів шийок вала в межах 5–7 квалітетів, відхилення форми і



розміщення відповідно не більше 0,01 і 0,02 мм.

Шестірня газорозподільного вала двигуна Д-160 виготовляється зі сталі 45Х, зуби термооброблені СВЧ до твердості HRC=46 ÷ 53.

Основними конструктивними елементами шестірні є зуби великого і малого вінців, спряжувана поверхня отвору під шийку вала, шпоночний паз.

Точність розміру отвору під шийку вала – 6-7 квалітетів, точність розмірів зубів 7-го, 8-го ступенів точності відхилення форми і розмірів розміщення відповідно не більше 0,01 і 0,02 мм.

Основними конструктивними елементами підшипників кочення є зовнішнє і внутрішнє кільце, тіло кочення (кулька, ролик), сепаратор.

Підшипники виготовляються п'яти класів точності – 0, 6, 5, 4 і 2. Для відремонтованих підшипників встановлено три класи – НР, ОР і УР.

Точність підшипників визначається допустимими відхиленнями по внутрішньому і зовнішньому діаметрах ( $<H7, h7$ ), за шириною кільця ( $It7$ ) і величиною радіального зазору ( $5p$ ).

Характеристики однорядних радіальних шарикопідшипників нульового класу точності наведено в табл. 20 в п. 3.

Оскільки кільця підшипників мають незначну товщину і відносно легко деформуються після збирання з валами і корпусами, їх придатність визначається середніми значеннями діаметрів:

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

$D_{\max}, d_{\max}, D_{\min}, d_{\min}$  – найбільші і найменші діаметри зовнішнього і внутрішнього кільця, визначені вимірюванням.

**Характер дефектів валів, шестерень, підшипників і способи їх усунення.** Вали зазнають дії підвищених статичних і динамічних навантажень, які спричиняють напруження згину і кручення; шліци і шпонки працюють на зминання і протидіють дії тертя ковзання, що призводить до спрацювання поверхонь спряження. Усувають дефекти валів нарощенням поверхонь, а потім механічною обробкою до розмірів за кресленням. Прогин валів ліквідують правкою.

Шестірні, як і вали, навантажені статичними і динамічними силами. Зубчасті передачі працюють в умовах тертя ковзання і кочення, на робочих поверхнях зубів виникають значні контактні напруження і напруження згину. Робочі поверхні зубів можуть мати механічні пошкодження (тріщини, зломи, забоїни) і спрацьовуються вони по товщині. Зуби із спрацюваннями за межами граничних з механічними пошкодженнями, як правило, не відновлюються.

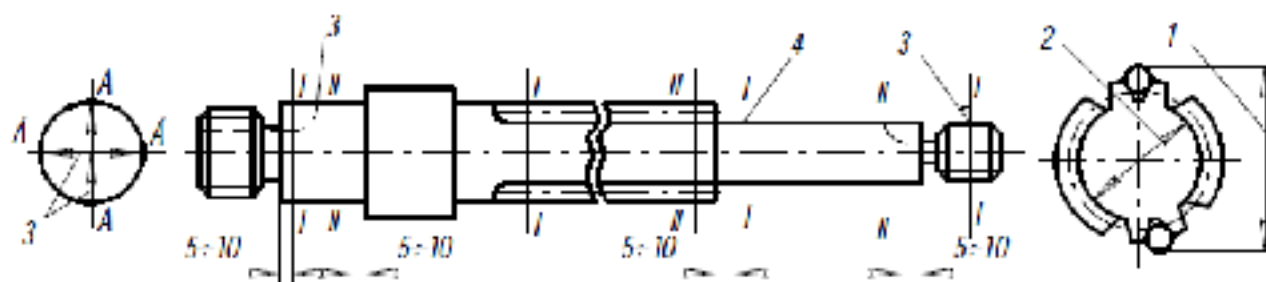


Рисунок 8.1 - Вимірювання параметрів вала  
Спрацювання поверхонь спряження з підшипниками, шліців і шпоночних

пазів з шестірнями нарощують і обробляють механічною обробкою до розмірів за кресленням. Шпоночні пази можна відновлювати і під ремонтні розміри.

Підшипники зазнають дії сил тертя, корозії, температури, вібрації, змінних за величиною багаторазових контактних навантажень.

У процесі роботи в підшипниках виникають спрацювання, механічні і корозійні пошкодження тіл кочення, спрацювання поверхонь спряження, збільшуються зазори і нерівномірність обертання.

Вираховують підшипники через збільшення зазорів (75%), спрацювання поверхонь спряження (21%). Пошкодження робочих поверхонь доріжок і тіл кочення зустрічаються в 11% підшипників, поломки деталей – у 9%.

Браковані підшипники ремонтують на спеціалізованих підприємствах.

Дефекти вала, шестірні, підшипників, технічні умови на їх дефектацію наведено в табл. 8.1, 8.2, 8.3; вимірювання параметрів вала, шестірні, підшипників – на рис. 8.1, 8.2, 8.3. Результати вимірювань розмірів вала, шестірні, підшипника подати в табл. 8.4, 8.5, 8.6.

### **Послідовність виконання роботи.**

1. Ознайомитись з методичними вказівками виконання лабораторної роботи та зразком звіту про її виконання (додаток А). Вивчити конструктивно-технологічну характеристику вала, шестірні, підшипників, умови їх роботи, вірогідні дефекти і способи їх усунення. Дані про вал, шестірню, підшипники записати в п. 1 звіту.

2. Підготувати вхідні дані для дефектації вала, шестірні, підшипників. Виготовити форму відомості дефектації, п. 2 звіту. Використовуючи дані табл. 8.1, 8.2, 8.3, заповнити графи 2, 3, 4 відомості дефектації, п. 2 звіту. Дані про вал, шестірню, підшипник записати в п. 2 звіту.

Накреслити схеми вимірювань спрацювання шліців вала і зубів шестірні (рис. 8.1, 8.2), п. 3 звіту.

Виготовити форми таблиць вимірювань і розрахунків елементів вала, шестірні, підшипників (табл. 8.4, 8.5, 8.6), п. 4 звіту.

3. Ознайомитись з організацією робочого місця для дефектації вала, розміщенням обладнання та інструменту, документацією і довідковою інформацією.

Вивчити обладнання для дефектації вала, правила користування інструментом. Підготувати вимірювальний інструмент.

Повторити правила техніки безпеки.

4. Визначити стан вала, шестірні, підшипників.

4.1 Згідно з рис. 8.1 виміряти спрацювання бокових поверхонь шліців за товщиною і діаметром впадин (табл. 8.1, п. 1, 2), спрацювання поверхонь спряження з підшипниками (табл. 8.1, п. 3, 4). Зовнішнім оглядом і різьбовими кільцями визначити стан різьби. Результати замірів записати в п. 4 звіту. Найменші значення діаметрів і стан різьби занести в графу 5 п. 2 звіту.

4.2 Порівняти стан і справжні розміри елементів вала з кресленнями, технічними умовами і для кожного елемента в графу 6 п. 2 звіту записати висновок («Без ремонту», «На ремонт», «Брак»). Якщо вал відправляють на ремонт, то вказують спосіб усунення дефекту.

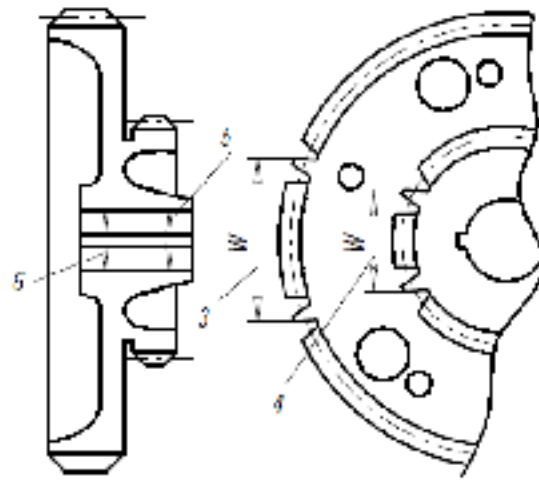


Рисунок 8.2 - Вимірювання параметрів шестірні

Таблиця 8.1 - Дефекти вала, способи їх виявлення і усунення

Дефект	Спосіб виявлення дефекту. Вимірювальний інструмент	Розміри, мм		Спосіб усунення дефекту
		За кресленням	допустимі без ремонту спряженні деталями що булаз у корист. новою	
1. Спрацювання бокових поверхонь шліців по товщині	Ролики діаметром 6 мм, Мікрометр МЗ 75-1	$67.487_{-0.237}^{-0.035}$	67,12 66,90	Наплавити і обробити до розміру за кресленням
2. Спрацювання шліців по діаметру впадин	Мікрометр МК 75-2, ролики зі скосом кромки	$55.5_{-0.01}^{-0.03}$	54,33 55,27	Те саме
3. Спрацювання поверхні підшипник	Мікрометр МК 75-1	$60_{+0.01}^{+0.03}$	– 60,0	Наплавити і обробити до розміру за кресленням. Відновити електро-механічною обробкою
4. Спрацювання поверхні підшипник	Мікрометр МК 75-1	$55_{+0.01}^{+0.03}$	– 55,0	Наплавити і обробити до розміру за кресленням. Відновити електро-механічною обробкою
5. Спрацювання різьби або зрив більш ніж двох ниток різьби	Зовнішній огляд. Різьбові кільця	М50×2 h6		Нарізати різьбу ремонтного розміру. Наплавити і обробити до розміру за кресленням



Таблиця 8.2 - Дефекти шестерень, способи їх виявлення і усунення

Дефект	Спосіб виявлення дефекту. Вимірювальний інструмент	Розміри, мм		Спосіб зусунення дефекту
		за кресленням	допустимі без ремонту спряженні деталями що була у користув. з новою	
1. Зломи, тріщини, викришування або шорсткість на робочій поверхні зуба	Зовнішній огляд	Не допускається		Замінити шестірню
2. Забоїни і задирки на робочих поверхнях шестірні	Зовнішній огляд	Не допускається		Ремонтувати механічною обробкою
3. Спрацювання зубів великого вінця ( $z = 76$ ) шестірні по товщині	Мікрометр зубомірний МЗ 100-2 Штангензубомір ШЗ-18	$99.89_{-0.231}^{-0.126}$ 99,0 99,0	Вимірювання товщини зуба по постійній хорді SC виконують на висоті $h_C = 2,81$ мм $4.51_{-0.26}^{-0.12}$ 4,01 4,1	Замінити шестірню. Допускається наплавлення і обробка до розміру за кресленням
4. Спрацювання зубів малого вінця ( $z = 56$ ) шестірні по товщині	Мікрометр зубомірний МЗ 75-2 Штангензубомір ШЗ-18	$64.91_{-0.126}^{-0.051}$ 64,0 64,0	Вимірювання товщини зуба по постійній хорді SC виконують на висоті $h_C = 3,68$ $5.89_{-0.35}^{-0.15}$ 5,39 5,5	Те саме
5. Спрацювання поверхні отвору під вал	Нутромір НИ 18-50	$45^{+0.025}$ 45,06 45,04		Озалізнити і обробити до розміру за кресленням
6. Спрацювання шпонкового пазу шестірні по ширині	Міри кінцеві 3-НИ	$10_{-0.020}^{-0.075}$ 10, 13 10, 13		Обробити шпонковий паз до ремонтного розміру $10_{+0.040}^{+0.098}$

Таблиця 8.3 - Дефекти підшипників, способи їх виявлення і усунення

Дефект	Спосіб виявлення дефекту. Вимірювальний інструмент	Розміри, мм		Спосіб усунення з дефекту
		За кресленням	допустимі без ремонту спряженні деталями що була у зноскокористув. вою	
1. Тріщини, викришування металів на кільцях і тілах кочення, кольори мінливості: вибоїни, відбитки (лунки) на бігових доріжках кілець; корозія, лущення металів, лускоподібні відшарування, раковини, глибокі риски на бігових доріжках і тілах кочення; надломи, тріщини на сепараторі, відсутність, або послаблення заклепок сепаратора; вибоїни і вм'ятини на сепараторі, які перешкоджають плавному обертанню кілець	Зовнішній огляд. Лупа ЛП-1-4	Не допускається Допускається: подряпини і риски на спряжених поверхнях кілець; вибоїни і вм'ятини на сепараторі, які не перешкоджають плавному обертанню кілець; матова поверхня бігових доріжок кілець і тіл кочення		Замінити підшипник
2. Шум і заїдання при відносному обертанні кілець	Випробування	Деренчливий звук свідчить про зіпсованість підшипника. Зовнішнє кільце відносно внутрішнього повинно обертатися легко, без заїдань, зупинятися плавно без ривків і стуків. При обертанні повинен бути глухий, шипучий звук (перед контролем підшипник занурюють в 10 % розчин моторного масла в бензині)		Замінити підшипник



3. Спрацювання бігових доріжок і тіл кочення	Пристрій для визначення зазорів	Значення радіальних зазорів у радіальних однорядних кулькових підшипниках	Замінити підшипник																				
		<table border="1"> <tr> <td rowspan="2">Діаметр внутрішнього кільця, мм</td> <td colspan="3">Зазор</td> <td rowspan="2">Величина контрольного контролю І</td> </tr> <tr> <td>Найменший/найбільший</td> <td colspan="2">Допустимий</td> </tr> </table>	Діаметр внутрішнього кільця, мм	Зазор			Величина контрольного контролю І	Найменший/найбільший	Допустимий														
Діаметр внутрішнього кільця, мм	Зазор			Величина контрольного контролю І																			
	Найменший/найбільший	Допустимий																					
		<table border="1"> <tr> <td>18-30</td> <td>10/2</td> <td>70</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>30-40</td> <td>4</td> <td>80</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>40-50</td> <td>12/2</td> <td>90</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>50-65</td> <td>6</td> <td>10</td> <td>150</td> </tr> <tr> <td>65-80</td> <td>12/2</td> <td>0</td> <td>150</td> </tr> </table>	18-30	10/2	70	50	30-40	4	80	100	40-50	12/2	90	100	50-65	6	10	150	65-80	12/2	0	150	
18-30	10/2	70	50																				
30-40	4	80	100																				
40-50	12/2	90	100																				
50-65	6	10	150																				
65-80	12/2	0	150																				
		Радіальний зазор підшипників вимірюють в трьох положеннях через 120°	Замінити підшипник																				
4. Спрацювання поверхні спряження зовнішнього кільця	Мікрометри МК 75-2, МК 100-2, МК 125-2,	Відхилення розмірів під підшипник	Замінити підшипник																				
5. Спрацювання поверхні спряження внутрішнього кільця	МК 150-2 Нутроміри НИ 18-50 НИ 50-100 НИ 100-160	<table border="1"> <tr> <td rowspan="2">Діаметр, внутрішн. і зовнішн.</td> <td colspan="3">Нижнє допустиме відхилення, МКМ</td> </tr> <tr> <td>ширина</td> <td>ширина</td> <td>ширина</td> </tr> <tr> <td>Діаметр, внутрішн.</td> <td><math>d_m</math></td> <td><math>D_m</math></td> <td><math>B</math></td> </tr> </table>	Діаметр, внутрішн. і зовнішн.	Нижнє допустиме відхилення, МКМ			ширина	ширина	ширина	Діаметр, внутрішн.	$d_m$	$D_m$	$B$										
Діаметр, внутрішн. і зовнішн.	Нижнє допустиме відхилення, МКМ																						
	ширина	ширина	ширина																				
Діаметр, внутрішн.	$d_m$	$D_m$	$B$																				
		<table border="1"> <tr> <td>18-30</td> <td>-10/ +10</td> <td>-9/ -18</td> <td>-120/ -240</td> </tr> <tr> <td>30-50</td> <td>-12/ +12</td> <td>-11/ -22</td> <td>-120/ -240</td> </tr> <tr> <td>50-80</td> <td>-15/ +15</td> <td>-13/ -26</td> <td>-150/ -300</td> </tr> <tr> <td>80-120</td> <td>-20/ +20</td> <td>-15/ -30</td> <td>-200/ -400</td> </tr> <tr> <td></td> <td>-25/ -18/</td> <td>-18/ -250/</td> <td></td> </tr> </table>	18-30	-10/ +10	-9/ -18	-120/ -240	30-50	-12/ +12	-11/ -22	-120/ -240	50-80	-15/ +15	-13/ -26	-150/ -300	80-120	-20/ +20	-15/ -30	-200/ -400		-25/ -18/	-18/ -250/		Замінити підшипник. Розміри кільця вимірюють при наявності на спряжуваних поверхнях слідів зсуву
18-30	-10/ +10	-9/ -18	-120/ -240																				
30-50	-12/ +12	-11/ -22	-120/ -240																				
50-80	-15/ +15	-13/ -26	-150/ -300																				
80-120	-20/ +20	-15/ -30	-200/ -400																				
	-25/ -18/	-18/ -250/																					

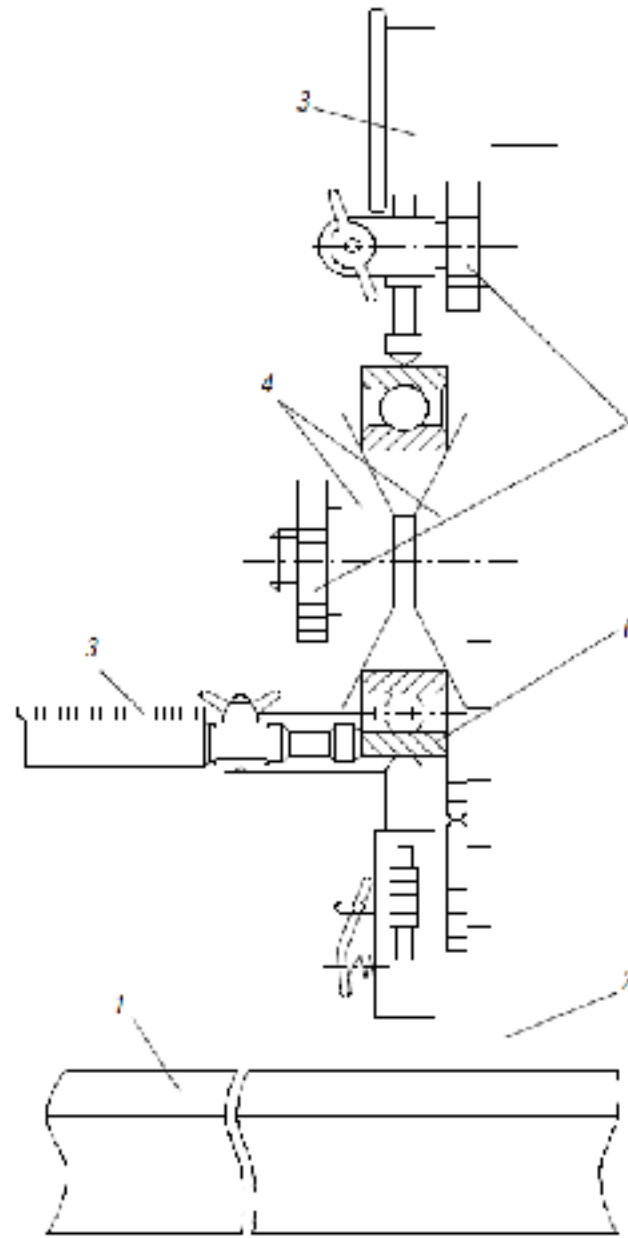


Рисунок 8.3 - Вимірювання зазорів шарикопідшипників на пристрої: 1 – плита; 2 – стояк; 3 – індикаторна головка; 4 – затискні конуси; 5 – затискна гайка; 6 – контрольований підшипник

4.3 Проконтролювати оснащення робочого місця для дефектації шестірні, підготувати вимірювальні інструменти.

4.4 Зовнішнім оглядом виявити зломи, тріщини, викришування, шорсткості, забоїни і задирки на робочих поверхнях зубів, робочих поверхнях шестірні (табл. 8.2, п. 1,2). Дані записати в графу 5 п. 2 звіту.

4.5 Згідно з рис. 16 виміряти довжину нормалі і товщину зуба на постійній хорді в трьох точках через  $120^\circ$  (табл. 8.3, п. 3, 4).

Визначити спрацювання поверхні отвору під шийку вала і ширину шпонкового паза в двох поясах (табл. 8.3, п. 5, 6).

Таблиця 8.4 - Результати вимірювань вала

Пояс вимірювання	Площина вимірювання	Елементи, мм			
		шийка		шліци	
		передня	задня	діаметр впадин	бокові поверхні
I-I	A-A				
	B-B				
II-II	A-A				
	B-B				

Таблиця 8.5 - Результати вимірювань шестірні

Пояс вимірювання	Елементи, мм								
	Отвір підшипник		Шпонковий паз	Точки вимірювань	Зуби				
					Великий вінець (z = 76)		Малий вінець (z = 56)		
	A-A	Б-Б			W	S <sub>c</sub>	W	S <sub>c</sub>	
I-I				0°					
II-II				120°					
				240°					

Таблиця 8.6 - Результати вимірювань підшипника

Точки	Кільця, мм			Зазор, мкм	
	D	d	B	радіальний	осьовий
0°					
120°					
240°					
Середні значення					

Результати замірювань записати в п. 4 звіту. Найменші значення параметрів зуба і найбільші діаметри отвору та ширину паза записати в графу 5 п. 2 звіту.

4.6 Порівняти стан і справжні розміри елементів шестірні з кресленнями, технічними умовами і для кожного елемента в графу 6 п. 2 звіту записати висновок («Без ремонту», «На ремонт», «Брак»). Якщо шестірню відправляють на ремонт, то вказують спосіб усунення дефекту.

4.7 Проконтролювати оснащення робочого місця для дефектації підшипників. Вивчити обладнання для дефектації підшипників, правила користування інструментом.

Підготувати вимірювальний інструмент.

4.8 Зовнішнім оглядом і випробуванням виявити механічні пошкодження, шуми, заїдання при обертанні кілець (табл. 8.3, п. 1, 2). Результати записати в графу 5 п. 2 звіту.

4.9 Визначити спрацювання бігових доріжок і тіл кочення вимірюванням зазорів на пристрої (рис. 8.3) в трьох місцях через 120° (табл. 8.3 п. 3). Результати замірювань записати в п. 4 звіту.

4.10 Виміряти ширину і діаметри зовнішнього і внутрішнього кілець підшипника (табл. 8.3 п. 4, 5) в трьох місцях через 120° і обчислити (п. 5 звіту) середні діаметри кілець за формулами:

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

Результати замірювань і розрахунків записати в п. 4 звіту. Найменші  $d_{\min}$ ,  $B$  і найбільші  $D_m$ ,  $S_c$  величини записати у відповідні рядки графи 5 п. 2 звіту.

4.11 Порівняти стан і справжні розміри елементів підшипника з технічними умовами на дефектацію підшипників і для кожного елемента в графі 6 п. 2 звіту записати висновок («Без ремонту», «На ремонт», «Брак»).

5. Провести організаційно-технічне обслуговування робочих місць.

Привести в початковий стан обладнання, інструмент, деталі, документацію, протерти ганчіркою інструмент, деталі, обладнання і поверхню стола. Здати робоче місце майстрові.

6. Захист результатів роботи. Звіт роботи здати викладачеві. Під час захисту студент повинен пояснити і обґрунтувати розрахунки, прийняті технологічні рішення, знати головні характеристики обладнання та інструменту, послідовність виконання роботи.

### **Контрольні питання**

1. Назвіть конструктивні елементи вала, шестірні, підшипника та їх імовірні дефекти?
2. Як визначають спрацювання бокових поверхонь шліців і впадин шліців?
3. Назвіть механічні пошкодження робочих поверхонь шестірні?
4. Як визначають спрацювання робочих поверхонь зубів?
5. Як визначають спрацювання зубів по товщині зуба на постійній хорді?
6. Як визначають спрацювання зубів по довжині нормалі?
7. При яких дефектах підшипники вибраковують?
8. Як визначають спрацювання бігових доріжок і тіл кочення у підшипника?
9. Як визначають відхилення форми підшипників кочення?

### **КОМПЛЕКТУВАЛЬНІ РОБОТИ**

**Мета робіт.** З'ясування суті методу групової взаємозамінюваності і набуття практичних навичок у підборі деталей для спряжень за розмірами, розмірними групами і масою, у використанні засобів контролю і настанов з капітального ремонту.

**Зміст робіт.** Підготовка і аналіз вхідних даних про розміри, точність і масу деталей, з'ясування характеру посадок спряження деталей, підбір деталей за розмірами, розмірними групами і масою, перевірка підібраних деталей і їх спряжень.

### **Практична робота 9**

**Комплектування деталей кривошипно-шатунного механізму: гільза – поршень, поршень – шатун – поршневий палець, колінчастий вал – вкладиші шийок колінчастого вала – упорні півкільця**

**Обладнання, інструмент.** Набір деталей двигуна Д-160: колінчастий вал, гільзи, поршні, шатуни у зібраному вигляді, поршневі пальці, втулки верхньої головки шатуна, комплект поршневих кілець, комплекти шатунних і корінних вкладишів, упорних півкілець, лабораторний стіл, мікрометри МК 25-2, МК 75-2, МК 100-2. МК 125-2, нутроміри НІ 18-50, НІ 50-100, НІ 100-160, ваги настільні контрольні, пристрій для перевірки шатуна, пристрій для вимірювання

пружності МИП-100, штангенциркулі ШЦ I-125-0,1, ШЦ II-250-0,05, щупи (набір №2), пробки 5; 3,5; 6, динамометричний ключ, лещата слюсарні.

**Головні вимоги до спряжень деталей.** Точність збирання особливо важливих спряжень поверхонь деталей забезпечують штучним зменшенням їх допусків (поділяють на групи), вводять групову взаємозамінюваність (селективний підбір). Деталі, на які діють значні інерційні навантаження, комплектують з урахуванням їхньої маси.

Таблиця 9.1 - Розміри гільзи, мм

Маркування	Розмір	
	за кресленням (номінальний)	ремонтний
М	$145^{+0.02}$	$145.7^{+0.02}$
С1	$145^{+0.04}_{+0.02}$	$145.7^{+0.04}_{+0.02}$
С2	$145^{+0.06}_{+0.04}$	$145.7^{+0.06}_{+0.04}$
Б	$145^{+0.08}_{+0.06}$	$145^{+0.08}_{+0.06}$

Таблиця. 9.2 - Розміри головки шатуна, мм

Елемент		Розмір	
		за кресленням	ремонтний
Поверхня втулкою	спряження	3 $68^{+0.03}$	$68,5^{+0.003}$ $69^{+0.003}$
			$69,5^{+0.003}$ $70^{+0.003}$
Поверхня вкладишами	спряження	3 $100^{+0,022}$	$100,5^{+0,022}$
Поверхня	спряження з болтом	$18^{+0,018}$	Діаметр болта шатуна $18^{+0.006}_{-0.018}$

Таблиця 9.2 а – Маса шатунів у групах



Маса	Б1	В1	Г1	Д1	Е1	Ж1	И1	К1	Л1	М1	Н1
шатуна, г	8200	8236	8271	8306	8341	8376	8411	8446	8481	8516	8551
	8235	8270	8305	8340	8375	8410	8445	8480	8515	8550	8585
	П1	Р1	С1	Т1	У1	Ф1	Х1	Ц1	Щ1		
	8586	8621	8656	8691	8726	8761	8796	8731	8766		

Таблиця 9.3 - Розміри поршня, мм

Елемент	Маркування (колір фарби)	Розмір	
		за кресленням (номінальний)	Ремонтний
Поверхня спряження з гільзою	М	$145_{-0.30}^{-0.28}$	$145.7_{-0.30}^{-0.28}$
	С1	$145_{-0.32}^{-0.30}$	$145.7_{-0.32}^{-0.30}$
	С2	$145_{-0.34}^{-0.32}$	$145.7_{-0.34}^{-0.32}$
	Б	$145_{-0.36}^{-0.34}$	$145.7_{-0.36}^{-0.34}$
Поверхня спряження бобишки пальцем	А1 (зелений)	$60_{-0.027}^{-0.020}$	$60.3_{-0.027}^{-0.020}$
	з А2 (жовтий)		$60.3_{-0.034}^{-0.020}$
Канавки поршневі кільця	Внутрішній діаметр (розмір по роликах $d_p = 3,58$ мм)		$145_{+0.3}^{+0.7}$
	1-а канавка	$5^{+0.018}$	
	2-а і 3-я канавки	$3,5^{+0.018}$	
	4-а і 5-а канавки	$6^{+0.018}$	
Маса поршня, г	Н1, Н2,	4150÷4160	4160÷4170
	Н3, Н4,	4170÷4180	4180÷4190
	Н5, Н6	4190÷4200	4200÷4210

Таблиця 9.4 - Розміри поверхонь спряження втулки, мм

Елемент	Маркування (колір фарби)	Розмір	
		за кресленням (номінальний)	ремонтний
Поверхня спряження з пальцем	A1 (зелений)	60 <sup>-0,004</sup>	60,3 <sup>-0,004</sup>
Поверхня спряження з головкою шатуна	A2 (жовтий)	60 <sup>-0,004</sup> <sub>-0,008</sub>	60,3 <sup>-0,004</sup> <sub>-0,008</sub>

Належність деталей до відповідних розмірних груп або груп за масою позначають маркуванням, фарбуванням.

Гільзи і поршні, які комплектуються, повинні бути одного розміру або за кресленням (номінального, початкового), або ремонтного.

Для селективного збирання гільзи і поршні поділяють на чотири розмірні групи з полем допуску 0,02 мм. Позначення розмірних груп наносять на днище поршня, гільзи – на верхній торець (табл. 9.1, 9.3).

Розмірні групи гільзи і поршня в комплекті повинні збігатись. В одному комплекті поршні за масою мають відрізнятися один від одного не більш як на 10 г. Поршні за масою поділяють на 6 груп, які позначають на днищі (табл. 9.3),

Таблиця 9.5 - Розміри пальця поршневого, мм

Елемент	Маркування (колір фарби)	Розмір	
		за кресленням (номінальний)	ремонтний
Поверхня спряження поршня з втулкою шатуна	A1 (зелений)	60 <sup>-0,004</sup>	60.3 <sup>-0,004</sup>
	A2 (жовтий)	60 <sup>-0,004</sup> <sub>-0,008</sub>	60.3 <sup>-0,004</sup> <sub>-0,008</sub>

У разі потреби зменшують масу поршня розточуванням нижньої циліндричної частини поршня з внутрішнього боку.

Поверхні спряження верхньої головки шатуна і втулки можуть мати номінальний або чотири ремонтних розміри (табл. 9.2, 9.4).

Поверхні спряжень бобишки поршня – поршневий палець, поршневий палець – втулка шатуна підбирають однакового розміру – номінального або ремонтного (табл. 9.5).

Для селективного збирання цих з'єднань їх розміри поділяють на дві розмірні групи з допусками для бобишки поршня 0,007 мм, пальця і втулки – 0,004 мм. Позначення розмірних груп бобишки поршня наносять на днище поршня, пальця – на торцевій поверхні і, крім того, позначення додатково наносять олійною фарбою на поршні (поверхня бобишок), на пальці (внутрішня циліндрична або торцева поверхня), на шатуні (зовнішня поверхня верхньої

голівки).

Маса шатунів у зібраному вигляді (шатун, нижня кришка, втулка, болт шатуна з гайкою, стопорний штифт) повинна бути в межах 8200 – 8900 г і в одному комплекті відрізнятись не більш ніж на 35 г. Шатуни за масою поділено на 20 груп. Позначення наносять електрографом на боковій поверхні нижньої голівки шатуна (табл. 9.2а). У разі потреби пригонки за масою допускається знімати метал рівномірно по всій довжині стержня шатуна на лінії роз'єднання штампів товщиною не більш як 1 мм.

Комплект поршневих кілець – перше верхнє компресійне (хромоване), друге, третє нижні компресійні, маслоснімне верхнє із спіральним розширювачем і нижнє без розширювача, підбирають відповідно до розмірів гільз (номінальний або ремонтний). Ремонтні мають збільшений зовнішній діаметр на 0,7 мм відносно номінального (табл. 9.6).

Вкладиші корінні і шатунні підбирають відповідно до розмірів корінних і шатунних шийок колінчастого вала (табл. 9.7). Вкладиші нормального розміру маркують механічним способом на зовнішній поверхні близько до стику. На вкладишах ремонтного розміру маркують середню частину одного із торців вкладиша.

Півкільця упорні підбирають відповідно до розміру між щоками середньої корінної шийки колінчастого вала (табл. 9.8).

#### Послідовність виконання роботи

1. Ознайомитись з методичними вказівками щодо виконання лабораторної роботи. Роботу виконують у два етапи. На першому етапі комплектують деталі кривошипно-шатунного механізму за даним варіантом (додаток Б, номер варіанта вказує викладач) для конкретнішого вивчення вимог до спряжень деталей. Роботу на цьому етапі виконують самостійно.

На другому етапі студенти набувають практичних навичок виконання комплектувальних робіт і перевірки їхньої якості на лабораторному комплекті деталей кривошипно-шатунного механізму.

Таблиця 9.6 - Розміри поршневих кілець, м

Параметр	Кільця		
	Верхнє (1-є)	Нижні (2-є, 3-є)	Маслоснімні (4-є, 5-є)
- Висота	5 <sup>-0,11</sup> <sub>-0,13</sub>	3,5 <sup>-0,07</sup> <sub>-0,09</sub>	6 <sup>-0,04</sup> <sub>-0,06</sub>
- Товщина радіальна	6,3 <sup>-0,36</sup>	5,7±0,2	5,5 <sup>-0,3</sup>
- Зазор у стику кільця, встановленого у гільзу (D = 145мм)	0,9 <sup>-1,2</sup>	0,6 <sup>-0,9</sup>	0,5 <sup>-0,9</sup>
- Радіальні зусилля при стискуванні кільця до нормального зазору, Н	128,7-157,3	83,3-113,3	54-76,6
- Торцевий зазор між кільцем і канавкою поршня	0,11-0,15	0,07-0,11	0,04-0,08

Таблиця 9.7 - Розміри вкладишів, мм

Тип вкладишів	Маркування	Висота (під навантаженням)	Сумарна висота $H$	Товщина			Діаметр шийки вала
				вкладиша	антифрикційного шару	сталюї основи	
Корінні нормальні	БН1			$3,87_{-0,035}^{-0,025}$	0,60–0,79	$3,15 \pm 0,09$	$95,21_{-0,023}$
“ “	БН2			$4_{-0,035}^{-0,025}$	0,725–0,900	$3,15 \pm 0,09$	$94,96_{-0,023}$
Ремонтні	БР1	$51,5_{+0,07}^{+0,12}$	$10_{+0,14}^{+0,24}$	$4,25_{-0,035}^{-0,025}$	0,625–0,815	$3,5 \pm 0,09$	$94,96_{-0,023}$
“ ”	БР2			$4,5_{-0,035}^{-0,025}$	0,875–1,065	$3,5 \pm 0,09$	$93,96_{-0,023}$
	АР3			$4,75_{-0,035}^{-0,025}$	0,405–0,635	$4,2 \pm 0,09$	$94,96_{+0,023}$
	АР4			$5_{-0,035}^{-0,025}$	0,87–1,23	—	$93,46_{-0,023}$
Шатунні нормальні	БН1			$3,875_{-0,04}^{-0,03}$	0,59–0,78	$3,15 \pm 0,09$	$2,21_{-0,023}$
“ ”	БН2			$4_{-0,04}^{-0,03}$	0,72–0,90	$3,15 \pm 0,09$	$91,96_{-0,023}$
Ремонтні	БР1	$51_{+0,07}^{+0,12}$	$100_{+0,14}^{+0,24}$	$4,375_{-0,04}^{-0,03}$	0,74–0,93	$3,15 \pm 0,09$	$91,26_{-0,023}$
“ “	БР2			$4,75_{-0,04}^{-0,03}$	0,40–0,63	$4,2 \pm 0,11$	$90,46_{-0,023}$
	АР3			$5,125_{-0,04}^{-0,03}$	1,07–1,43	—	$89,71_{-0,023}$
	АР4			$5,5_{-0,04}^{-0,03}$	0,87–1,23	—	$88,96_{-0,023}$

Таблиця 9.8 - Розміри упорних півкільць, мм

Тип півкільць	Маркування	Товщина		Розмір між щоками середньої корінної шийки
		півкільця	антифрикційного шару	
Нормальні	АН	$5 \pm 0,04$	0,86–1,69	$124_{+0,16}^0$
Ремонтні	АР1	$5,1 \pm 0,04$	0,86–1,69	$124,2_{+0,16}^0$
	АР2	$5,2 \pm 0,04$	0,86–1,69	$125,4_{+0,16}^0$
	АР3	$5,3 \pm 0,04$	0,86–1,69	$124,6_{+0,16}^0$
	АР4	$5,4 \pm 0,04$	0,86–1,69	$124,8_{+0,16}^0$
	АР5	$5,5 \pm 0,04$	0,86–1,69	$125_{+0,16}^0$

2. Ознайомитись з формою звіту про виконану роботу (додаток Б), скласти комплектувальну відомість за заданим варіантом – п. 1 звіту.

Підготувати форму таблиці п. 2 звіту. Використовуючи табл. 9.1– 9.8 для заданого варіанта, заповнити графи 2, 3.

3. Побудувати поля допусків спряжень деталей кривошипно-шатунного механізму: гільза – поршень, поршень – палець, палець – втулка, втулка – верхня головка шатуна, поршневі канавки – поршневі кільця, нижня головка шатуна – шатунні вкладиші, блок двигуна– корінні вкладиші –п. 3.1 звіту.

4. Обчислити розмір зазорів і натягів у перелічених спряженнях за формулами

$$S_{\max} = ES - el, \quad S_{\min} = El - es$$

$$N_{\max} = es - El, \quad N_{\min} = el - ES$$

де  $El, ES$  – відповідно нижні і верхні граничні відхилення для отвору;  
 $ei, es$  – відповідно нижні і верхні відхилення для вала.

Розрахунки записати в п. 3.2 звіту, результати обчислень занести у графу 4 п. 2 звіту.

5. Обчислити номінальні значення діаметрів отвору корінних і шатунних вкладишів за формулою

$$D_B = D_{III} + \sigma$$

де  $D_{III}$  – розмір за кресленням (номінальний) корінної і шатунної шийок колінчастого вала;  $\sigma$  – номінальний зазор у спряженні шийка – вкладиш (для корінних вкладишів – 0,090 ÷ 0,154 мм, для шатунних вкладишів – 0,100 ÷ 0,164 мм).

Розрахунки записати в п. 4 звіту.

6. Провести комплектувальні роботи і перевірити їх якість в лабораторному комплекті деталей кривошипно-шатунного механізму двигуна Д-160.

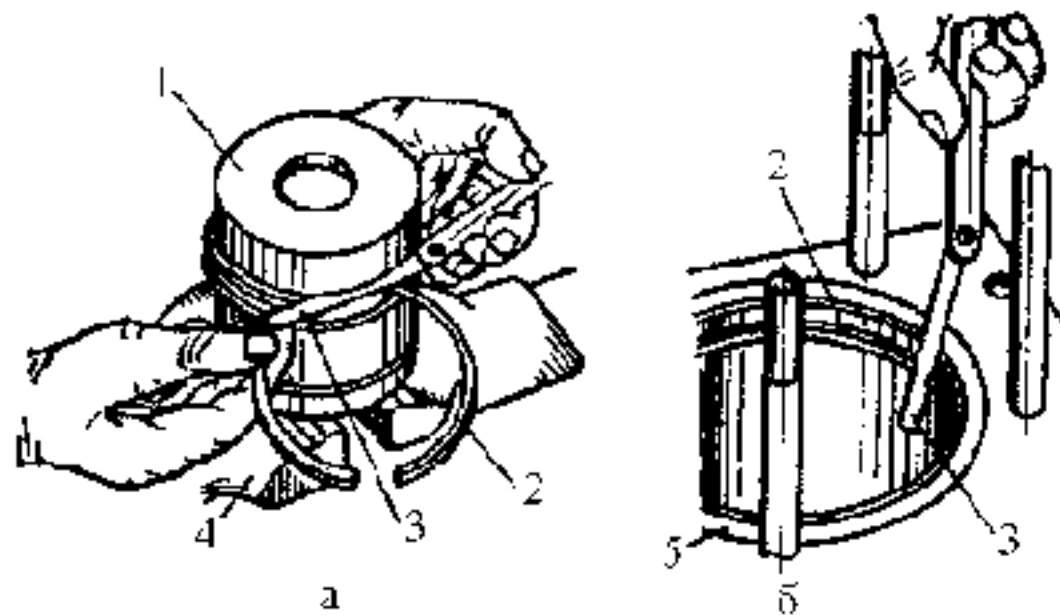


Рисунок 9.1 - Вимірювання зазорів поршневих кілець

*a* – між поршневим кільцем і канавкою поршня; *б* – у стику поршневого кільця; 1 – поршень; 2 – поршневе кільце; 3 – щуп; 4 – слюсарні лещата; 5 – гільза

6.1 Проконтролювати наявність на робочому місці вимірювальних інструментів і пристроїв, набору деталей кривошипно-шатунного механізму:



гільз, поршнів, поршневих пальців, шатунів у зібраному вигляді, поршневих кілець, колінчастого вала, корінних і шатунних вкладишів.

6.2 Виміряти діаметр отвору гільзи і визначити за маркуванням на торці гільзи її розмірну групу. Виміряти діаметр юбки поршня в площині, перпендикулярній осі пальця, і визначити за маркуванням на днищі поршня розмірну групу. Встановити відповідність розмірів і розмірних груп гільзи і поршня. Результати вимірювань, маркувань гільзи, поршня та інших спряжуваних деталей кривошипно-шатунного механізму (пп. 6.2–6.10) занести у відповідні рядки графі 5 п. 2 звіту.

6.3 Визначити за маркуванням групу комплекту поршнів за масою. Контрольним зважуванням перевірити відповідність справжньої маси поршнів маркованій на поршнях.

6.4 Виміряти діаметр бобишки поршня під палець, пальця і отвору втулки верхньої головки шатуна. Визначити за маркуванням і кольором фарби їх розмірні групи. Встановити категорію розмірів і розмірних груп бобишки, поршня, пальця і втулки.

6.5 Перевірити спряження поршневого пальця і втулки верхньої головки шатуна: палець повинен переміщуватись з одного крайнього положення в друге від легкого зусилля руки.

6.6 Визначити за маркуванням належність комплекту шатунів у зібраному вигляді до однієї масової групи і перевірити це зважуванням шатунів.

6.7 Підібрати комплект поршневих кілець відповідно до розміру отвору гільзи під поршень.

6.8 Перевірити параметри поршневих кілець (табл. 9.2, 9.6): зазори у спряжених кілець з гільзою, поршнем, пружність кілець.

Для цього:

- вставити кільця по одному в гільзу, осадити поршнем і заміряти тепловий зазор у замку (рис. 9.1, б);

- визначити на просвіт щільність спряження кільця з гільзою (просвіт між компресійними кільцями і стінкою гільзи не допускається; просвіт між маслосніжними кільцями і стінкою допускається в межах до 0,02 мм у будь-якому місці, але не ближче 5 мм від замка, з поступовим зменшенням його в обидва боки);

- послідовно вставити кільця у відповідні канавки поршнів і перевірити плавність обертання кілець навколо поршня (кільця в канавках повинні обертатись плавно без заїдань), проконтролювати торцевий зазор (рис. 18, а);

- визначити пружність поршневих кілець, користуючись пристроєм МИЛ-100 (рис. 12).

6.9 Виміряти діаметри шатунних, корінних шийок і розмір між щоками середньої шийки колінчастого вала, встановити відповідність їх розмірів маркування комплектів шатунних і корінних вкладишів та упорних півкілець.

6.10 Визначити справжній розмір внутрішнього діаметра шатунних вкладишів, для чого зібрати шатун з вкладишами, затягнути кришку шатуна моментом 167–206 Нм і виміряти діаметр отвору вкладишів у площині, перпендикулярній площині роз'єднання шатуна і кришки (рис. 9.2).

Порівняти справжній розмір отвору вкладишів з обчисленим за формулою

$D_B = D_{III} + \sigma$  (п. 5 роботи). Зробити висновок про стан шатунних вкладишів.

Аналогічно проконтролювати стан корінних вкладишів.

Перевірити оформлення п. 2 звіту, наявність висновків у графі 5 для деталей кривошипно-шатунного механізму.

7. Провести організаційно-технічне обслуговування робочого місця. Привести в початковий стан інструмент, деталі, документацію, протерти ганчіркою інструмент, обладнання, поверхні деталей і стола. Эдати робоче місце майстрові.

8. Эахист результатів роботи. Эвіт про роботу здати викладачеві. Під час захисту студент повинен пояснити і обґрунтувати розрахунки, прийняті рішення, знати головні характеристики обладнання та інструменту, послідовність виконання роботи.

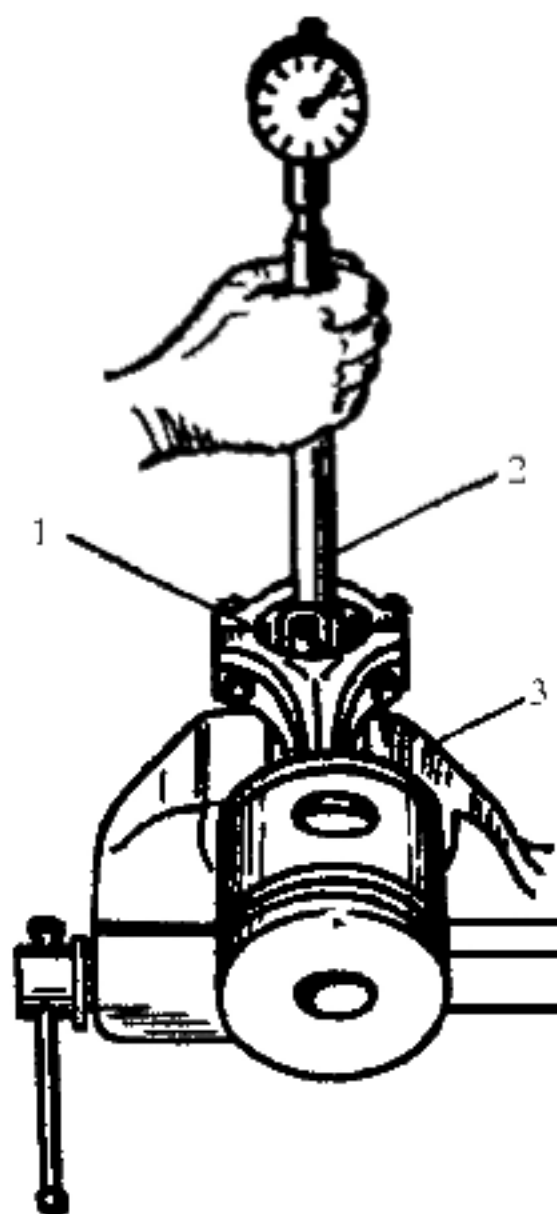


Рисунок 9.2 - Визначення найменшого розміру діаметра в шатунних вкладишах: 1 – шатун у зібраному вигляді з вкладишами; 2 – індикаторний нутромір; 3 – слюсарні лещата

### Контрольні питання

1. В яких спряженнях деталей кривошипно-шатунного механізму і для чого вводять розмірні групи та групи за масою?

2. Де і як позначають розмірні групи гільзи, поршня, поршневого пальця, втулки верхньої головки шатуна?

3. Як визначають допуск розмірної групи, який допуск розмірних груп спряжень гільза – поршень, поршень – поршневий палець – втулка шатуна?

4. Де і як позначаються групи за масою поршня і шатуна в зібраному

вигляді і як визначають різницю між масами деталей?

5. Як масу шатуна в зібраному вигляді і поршня приводять до однієї масової групи?

6. Яка послідовність комплектації деталей кривошипно-шатунного механізму?

7. Чим характеризується посадка спряжуваних поверхонь деталей кривошипно-шатунного механізму?

8. Як контролюються спряження палець – втулка шатуна, поршень – поршневі кільця?

9. Де і як позначають розміри шатунних, корінних вкладишів і упорних півкільць?

10. Як визначають і контролюють внутрішній діаметр шатунних і корінних вкладишів?

## **ВІДНОВЛЮВАЛЬНІ РОБОТИ**

**Мета робіт.** Навчитися проектувати і виконувати технологічні операції, пов'язані з відновленням деталей механічною обробкою (розточуванням) і оформляти їх згідно з вимогами ЄСТД.

Вивчити будову і набути практичних навичок роботи з обладнанням, оснащенням та інструментами для виконання цих операцій.

**Зміст робіт.** Підготовка вхідних даних, вивчення обладнання, оснащення, інструментів для виконання операцій, проектування і виконання технологічного процесу, визначення машинного часу виконання операцій, оформлення звіту про виконану роботу.

## **ПРАКТИЧНА РОБОТА № 10.**

### **Дослідження стану та ремонт кульової опори, яка була в експлуатації**

**Зміст роботи :** підготовка початкових даних, вивчення основних технічних характеристик обладнання, оснащення і інструменту, використовуваних при виконанні операції; проектування і виконання необхідних операцій; хронометраж виконуваної роботи.

Основні відомості по конструктивно-технологічній характеристиці шарових опор, видах і характерів дефектів приведені в лабораторній роботі № 1. (Частина 1).

**Устаткування і оснащення робочого місця:** верстат токарний, пристосування для установки і кріплення шарової опори, шафа для інструменту, стійка мікрометр С-1У, штатив Ш-П-Н(ГОСТ 10197-70), різець з пластинкою ВКЗМ, мікрометр важільний МР-100 (ГОСТ 4381-80), штангенциркуль ШЦ-И-250-0,05 (ГОСТ 166-80), лінійка 300 (ГОСТ 427-75), еталон шорсткості по сталі.

### **1. Методика виконання лабораторної роботи**

У лабораторній роботі передбачено таких робіт:



а) вивчення дефектів та характеру зносу кульових опор.

б) освоєння методики визначення дефектів і призначення способів відновлення шарових опор.

в) ознайомлення із застосованими вимірювальними приладами і методами вимірювань.

## 2. Загальні відомості

Дефектацією називається процес технічного контролю деталей і спряжень метою їх наступного. При контролі блоку циліндрів зовнішнім оглядом тріщини, обломи, пошкодження різьби і т. п. Шляхом вимірювань визначаються величина і характер зносу і абсолютні розміри робочих поверхонь. Залежність від величини, виду і характеру пошкоджень деталей при дефектовці сортують на придатні без ремонту, потребують ремонту і непридатні. Контроль деталей проводиться згідно з технічними умовами на контроль і сортування деталей відповідної марки автомобіля.

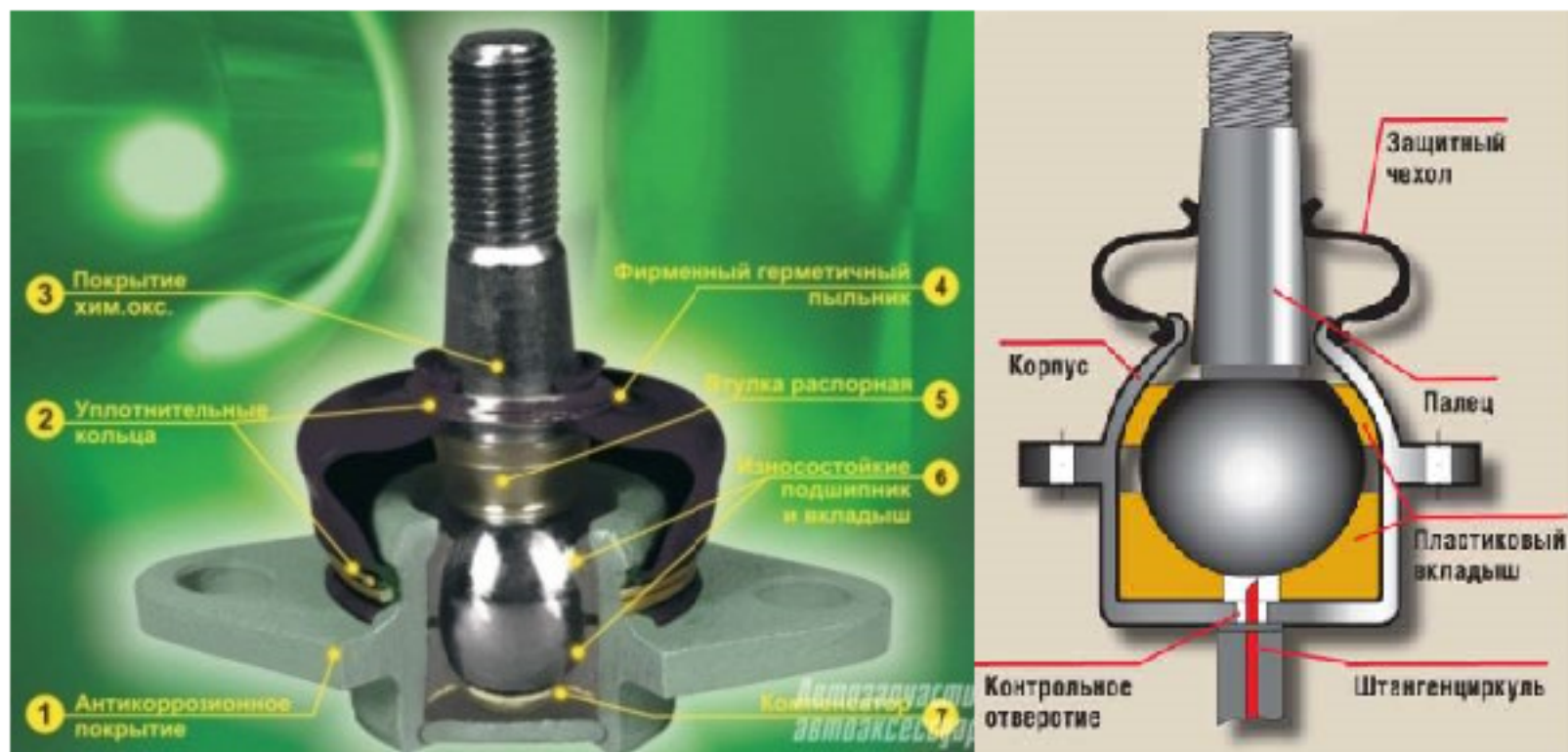


Рис 10.1 Загальний вигляд кульової опори

**Кульова опора** - один з основних елементів підвіски, який прийшов на зміну шкворневій конструкції. У деяких моделях при її критичному зносі можуть виникнути серйозні проблеми.

### Призначення

Кульова опора - вузол, що рухомо з'єднує маточину керованого колеса і важіль підвіски. Її роль – забезпечувати можливість повороту маточини при збереженні положення колеса в горизонтальній площині при вертикальному його переміщенні. Конструкція опори досить проста. Це конусоподібний палець з сферичним або грибоподібним наконечником, здатний обертатися і одночасно розгойдуватися на невеликі кути в корпусі опори. Корпус кріпиться до важеля болтами або запресовується в нього. У останньому випадку кульова опора, як правило, міняється разом з важелем підвіски. У сучасних вузлах найчастіше використовується нерозбірна конструкція, в якій після установки пальця корпус завальцьовується. Між пальцем і корпусом встановлюють пластикові або інші вкладиші, які працюють як підшипник ковзання, що забезпечує невелике

зусилля. Для старих моделей російських машин в запасні частини поставляються і розбірні кульові опори, люфти в яких усуваються підтяжкою кришки.

Термін служби кульової опори залежить від багатьох чинників і може коливатися від 15-20 до 100-120 тис. км. Навіть маленька тріщина в гумовому пильнику призводить до попадання піску, бруд і води в шарнір, а це різко скорочує термін служби кульової опори. Щоб не допустити передчасного виходу опори з ладу, передусім потрібно стежити за станом гумового захисного чохла. Зручніше робити це на підйомнику або естакаді.

Продовжити термін служби опори можна також своєчасною заміною пошкоджених пильників і акуратною їздою по нерівних дорогах.

У класичних моделях «Автоваза» в корпусі нижньої опори є спеціальний контрольний отвір. Для перевірки її стану через цей отвір штангенциркулем (точніше, глибиноміром): під навантаженням вимірюється відстань між зовнішньою поверхнею корпусу опори і торцем кульового пальця: для ВАЗів - не більше 11,8 мм(для «рідних» заводських опор).

Люфт у верхній кульовій опорі заміряється спеціальним пристосуванням з індикатором. Він не повинен перевищувати 0,8 мм.

Якщо під руками немає зовсім ніяких інструментів і приладів, можна покласти долоню на корпус опори так, щоб торкатися одночасно і корпусу, і пальця, і попросити помічника погойдати колесо. Якщо люфт є - він зазвичай відчувається.

Контрольні отвори в нижніх опорах «Жигулів» можна використати для поповнення запасу змазки в шарнірі. Для цього замість контрольної пробки в корпус слід вкрутити прес-маслянку (див. фото), потім при ТО шприцом накачувати в шарнір мастило (ШРБ, Літол).

### **Причини поломок**

Кульові опори в процесі експлуатації витримують серйозні навантаження, залежно від місця встановлення і конструкції підвіски вони можуть нести на собі значну частину маси автомобіля витримують систематичні удари при проїзді нерівностей. Головною причиною порушення нормальної роботи кульової опори є знос поверхонь, що труться, що призводить до збільшення проміжку між корпусом пальцем. Унаслідок цього палець не лише обертається, але і починає переміщатися поступально (по-простому - «бовтатися» в корпусі). При надмірному зносі кульової ударні навантаження здатні привести до виривання пальця з корпусу. Як наслідок - опора не утримує колесо, і автомобіль «падає» на асфальт. Збільшення проміжку відбувається з наступних причин:

- природний знос + старіння матеріалів;
- їзда з великою швидкістю по нерівних дорогах (збільшення динамічних навантажень);
- розрив захисного чохла(пильовика), внаслідок чого в зазорі між пальцем і корпусом потрапляють вода і бруд, посилюючи корозію і абразивний знос;
- відсутність мастила в шарнірі(якщо вона передбачена).

Ознаки зносу кульових опор:

- Стук при проїзді нерівностей з невеликою швидкістю.
- Збільшення зусилля на рульовому колесі, скрип в передній частині машини при повороті керма.
- Автомобіль нестійкий рухається по прямій вилання передніх коліс.



– Нерівномірний знос шин.

### **Діагностика**

На жаль, стенди для перевірки вузлів підвіски не завжди дозволяють визначити стан кульових опор. Оцінити його можна старими «дідівськими» способами - на слух і на дотик. При перевірці на слух помічник розгойдує машину, а «доктор» прислухається, що стукає. Другий спосіб дещо складніший. Щоб уникнути помилки в діагнозі при натиснутій до упору педалі гальма (щоб виключити люфт підшипників) колесо погойдують руками, взявшись за нього у верхній і нижній точках. Якщо люфт відчувається – зазор в опорі є, і її краще замінити.

Щоб визначити величину зносу, доведеться використати точніші інструменти і пристосування.

Якщо під руками немає зовсім ніяких інструментів і приладів, можна покласти долоню на корпус опори так, щоб торкатися одночасно і корпусу, і пальця, і попросити помічника погойдати колесо. Якщо люфт є – він зазвичай відчутний.

### **Способи ремонту**

Найчастіше кульова опора замінюється на нову, її заміна разом з важелем у багатьох іномарок - недешево задоволення, та і вартість роботи висока. Тому затребувані послуги реставраторів, що ремонтують навіть ті опори, які замінюють у зборі з важелем. Реставрація коштує набагато дешевше, ніж нова деталь, що особливо помітно для опор, що поставляються з важелями в зборі. Для відновлення використовуються різні технології. Найпростіша – переробка опори в розбірну, заміна пластикових вкладишів і поліровка пальця. Складніша – корпус під тиском заповнюється рідким полімером, який застигає в зазорах. Опори, запресовані у важелі, випресовують і замінюють неоригінальними.

В середині 2007 року «Кедр» розпочав виготовлення кульової опори для «класики» серії «Тріал-спорт» в промислових обсягах. Як і кульова опора передньопривідних автомобілів серії «Тріал-спорт», новинка має переваги в порівнянні із стандартною конструкцією. На кульовий палець вже знайоме покриття «Нильбор-20», що зменшує коефіцієнт тертя в парі вкладиш-палець, що підвищує ресурс опори. Безфланцевий чохол зеленого кольору, забезпечує надійну герметичність шарніра, одного з найважливіших чинників, що впливають на довговічність.

ЗАТ «КЕДР» - один з найбільших в Росії виробників компонентів рульового управління і підвіски Кульова опора серії «Тріал-люкс» має конструкцію, що передбачає осьову компенсацію зносу вкладишів, корпус і кульовий палець мають термообробку, комплектуються безфланцевим захисним чохлом з високоякісної гуми з вдосконаленим ущільненням. У шарнір закладено в необхідному ШРБ-4, рекомендована АвтоВАЗом, що позбавляє водіям від необхідності купувати її окремо і встановлювати.

### **3. Організація і оснащення місця**

У лабораторній роботі використовується наступні обладнання і інструменти : кульва опора, штангенциркуль ШЦ II-250-0,05, мікрометр МК 150-2 для налаштування індикаторного нутроміра, підставка для мікрометра, технічні умови на контроль-сорткування і ремонт деталей двигунів.

#### 4. Послідовність виконання роботи

1. Вивчити інструкцію з техніки безпеки.
2. Провести зовнішній огляд шарової опори з метою виявлення дефектів візуально.
3. Настроїти штангенциркуль та мікрометр і провести вимірювання овальності пальця.
4. На основі зовнішнього огляду і результатів вимірювань дати висновок про необхідності і методи відновлення кульової опори.

### ПРАКТИЧНА РОБОТА 11

#### Відновлення гільз механічною обробкою під ремонтний розмір

**Обладнання, інструмент.** Верстати 2А78Н, ЭГ833 з пристроями для установки і кріплення гільзи, різець прохідний з пластинкою ВКЭ-М, бруски хонінгувальні, стояк для вимірювальних головок С-ІУ-8-160×100, штатив Ш-ПВ-8, мікрометр МК 150-2, індикаторний нутромір НИ 100-160, штангенциркуль ШЦ II-250-0,05, лінійка 300 мм, еталон шорсткості для чавуну.

Конструктивно-технологічні дані, види і характер дефектів гільзи наведено в роботі 3.

Спрацювання поверхні спряження гільзи з поршнем відновлюють механічною обробкою під ремонтний розмір розточуванням і хонінгуванням.

**Розточування гільзи.** Розточування забезпечує точність розмірів і форм Н8–Н9 і шорсткість оброблених поверхонь  $Ra \geq 1,25$  мкм.

Розточують гільзи двигунів на вертикально-розточних верстатах 278, 278Л, 279, 2А865, 2А78Н.

Головні параметри верстата 2А78Н: діаметр розточуваних отворів – 65 ÷ 165 мм; найбільша довжина розточуваних отворів – 410 мм; діаметри змінних шпинделів – 62, 78, 120 мм; кількість швидкостей шпинделя – 6 (12 придвошвидкісному електродвигуні); частота обертання шпинделя – 80 ÷ 50 (240–1350) хв<sup>-1</sup>; подачі шпиндельної бабки – 0,05 ÷ 0,2 мм/об; потужність електродвигунів головного руху – 1,7/2,3 кВт, частота обертання – 1000/3000 хв<sup>-1</sup>; габаритні розміри – 1200×1270×2000 мм; маса верстата – 1850 кг.

Зовнішній вигляд розточувального верстата наведено на рис. 11.1, а. Верстат складається з станини 1, колони 2, шпиндельної бабки 3, шпинделя 4, коробки швидкостей і подач 17, органів керування.

Станина призначена для встановлення решти вузлів. Вона зроблена як одне ціле зі столом, має привалкову площину для кріплення колони, коробки швидкостей і подач. В середині основи розміщені електродвигуни, на передній стінці пульт керування 12, на правому боці вхідний вимикач 11. Передня стінка колони має напрямні для переміщення у вертикальній площині шпиндельної бабки, в середині якої розміщений механізм привода шпинделя шпиндельної бабки і ручних переміщень. Останній використовують для встановлення і центрування оброблюваних деталей при відключеному шпинделі від кінематичного ланцюга рукояткою 18 за допомогою кулачкової муфти. На

кронштейнах передньої стінки колони встановлено ходовий гвинт і шліцьовий валик.

Керування коробкою швидкостей і подач здійснюється двома рукоятками 9, 10 відповідно для перемикання величини подач і частоти обертання шпинделя.

Робота вимикачів 5 і 7 відбувається так: при спрацюванні нижнього вимикача виключається головний електродвигун, включається двигун швидкого ходу і на підвищеній швидкості бабка переміщується вгору до спрацювання верхнього вимикача і вимкнення електродвигуна.

Гільзу кріплять у спеціальному пристрої, розміщеному на столі станини, і разом з пристроєм ручним переміщенням центрують спочатку грубо за допомогою кульки або конуса і остаточно з точністю до 0,03 мм індикаторною головкою (рис. 11.1, б, е, г). Закінчивши центрування, закріплюють пристрій на столі гвинтами і прихватами.

Пристрої для центрування закріплюють у різцевій головці. При центруванні гільзи кулькою, відстань від крайньої точки кульки до діаметрально протилежної сторони (виліт кульки) визначають за формулою

$$l_{\text{ш}} = \frac{D + d}{2}$$

де  $D$  – діаметр гільзи на відстані 3÷5 мм від верхнього торця гільзи, мм;  
 $d$  – діаметр різцевої головки, мм.

Виліт різця регулюють гвинтом 19 з лімбом, який загвинчений у торець різця 20 (рис. 11.1),

Виліт різця для розточування гільзи до розміру  $D_p$  визначають за формулою

$$l_p = \frac{D_p + d}{2}, \quad l_p = \frac{D_p - d}{2}.$$

Контролюють виліт різця мікрометром (рис. 20,  $\partial$ ), наїзником (рис. 11.1, е).

Під час виставлення різця враховують припуск на хонінгування, який становить 0,06÷0,12 мм. Отже, діаметр, під який розточують гільзу, становить:

$$D_p = D_{pp} - z_{\text{ХОН}}$$

де  $D_{pp}$  – ремонтний розмір гільзи, мм.

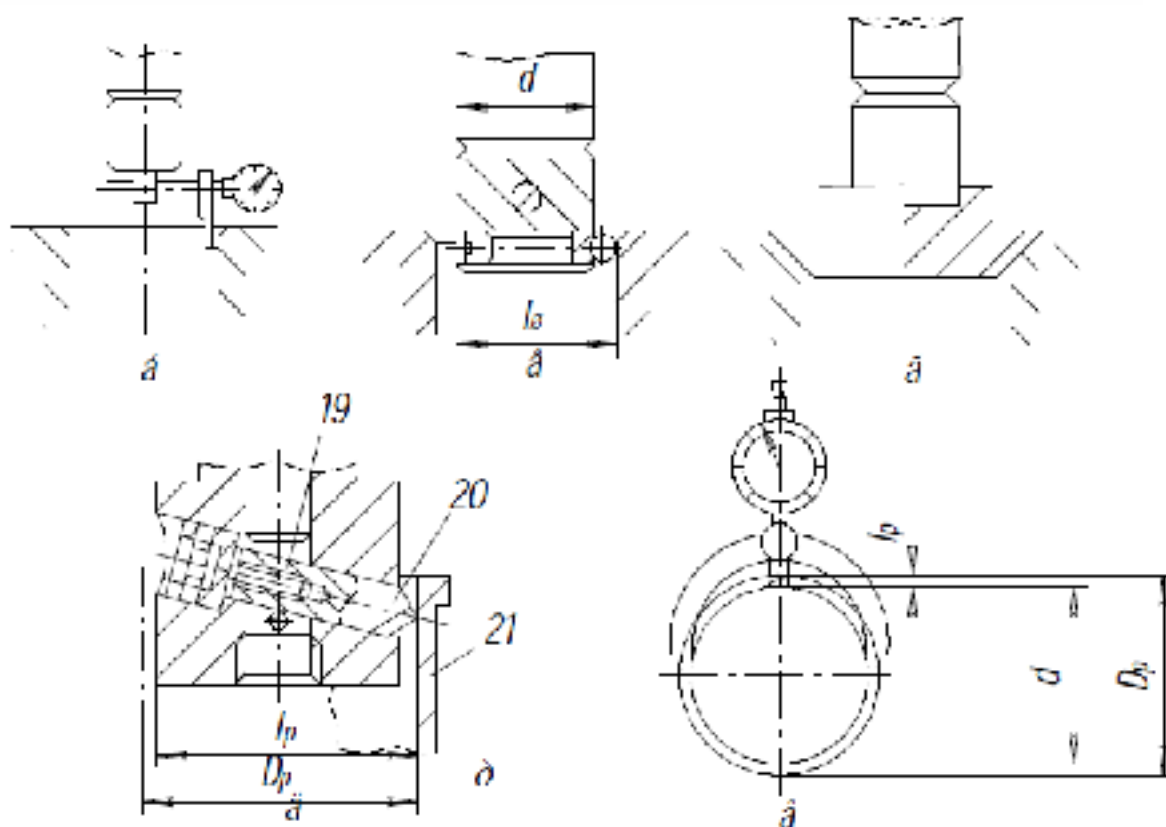
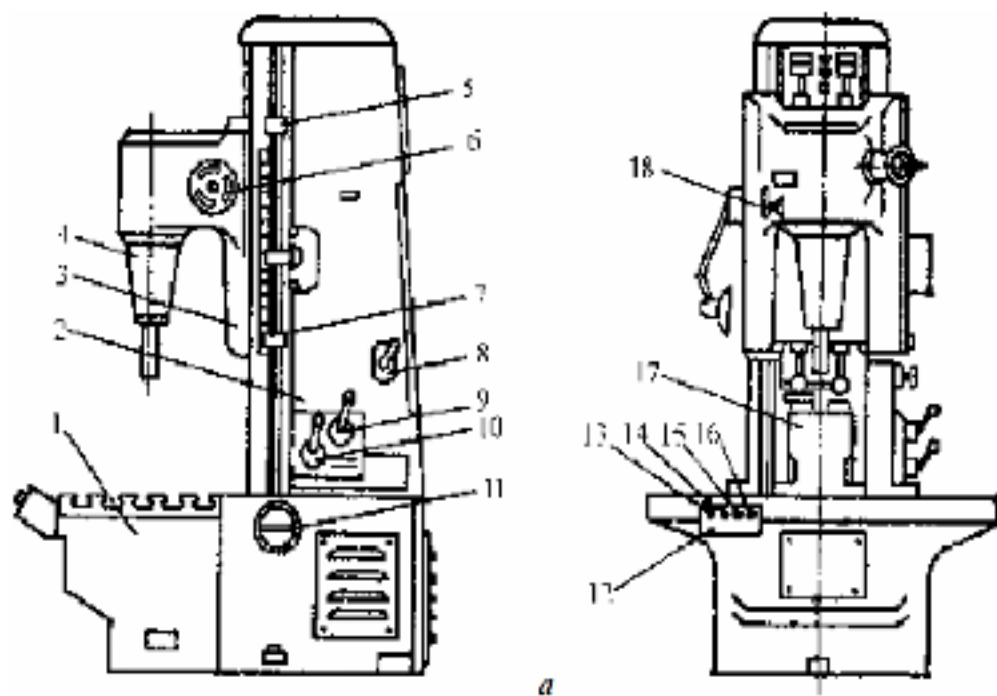


Рисунок 11.1 - Розточування гільз:

*a* – загальний вигляд верстата 2A78H; *б, в, е* – центрування гільзи індикаторною головкою, кулькою, конусом; *д* – виставлення різця; *е* – контроль вильоту різця наїзником; 1 – основа; 2 – колона; 3 – шпindelна бабка; 4 – шпindel; 5, 7 – кулачки вимикання ходу шпindelної бабки; 6 – привод; 8 – перемикач швидкості; 9 – рукоятка перемикавання величини подач; 10 – рукоятка перемикавання частоти обертання шпинделя; 11 – вхідний вимикач; 12 – пульт керування; ІЯ, 14 – кнопки прискореного руху шпindelної бабки «Вгору» і «Вниз»; 15 – кнопка «Пуск»; 16 – кнопка «Стоп»; 17 – коробка швидкостей і подач; 18 – рукоятка вимикання шпинделя від кінематичного ланцюга; 19 – регулювальний гвинт; 20 – різець; 22 – гільза.

### Хонінгування гільз.

Хонінгування забезпечує високу точність розмірів і форми Н6 – Н7 та малу шорсткість оброблених поверхонь  $Ra \leq 32$  мкм.

Хонінгують гільзи двигунів на хонінгувальних верстатах ЭА833, ЭБ833, ЭГ833 (рис. 21), ЭМ83, ЭН83.

Головні параметри верстата ЭГ833: діаметр хонінгованих отворів – 30÷165 мм; найбільше переміщення шпindelної головки – 500 мм; кількість



швидкостей шпинделя – 3; частота обертання шпинделя – 155; 280; 400 хв<sup>-1</sup>; швидкість зворотно-поступального переміщення хонінгувальної головки – 8,1÷15 м/хв; кількість хонінгувальних головок – 4; потужність електродвигуна – 3 кВт; габаритні розміри – 1205×1180×2670 мм; маса – 1200 кг.

Верстат складається з станини 1, шпинделя 2, колони 7, редуктора 10, повзуна 11, коробки подач 13 і органів керування.

Станина виготовлена у вигляді плити коробчастої форми, внутрішня поверхня якої є резервуаром для мастильно-охолоджувальної рідини. На станині розміщені стіл кріплення пристроїв для встановлення гільзи 19, колона, електродвигун мастильно-охолоджувальної системи, фільтр цієї системи.

На колоні розміщені привод обертання шпинделя 8, 9, привод зворотно-поступального переміщення хонінгувальної головки 5, 6, пульт керування 17, кронштейн для кріплення напрямних повзуна і шліцевого вала привода обертання шпинделя.

Редуктор передає обертання на приймальну шестірню повзуна через шліцевий вал.

Коробка подач розміщена на верхньому торці колони і призначена для перетворення обертального руху привода у зворотно-поступальне переміщення та передає його за допомогою рейки на повзун, довжина ходу якого регулюється кулачками 4. На коробці подач розміщений фрикційний електромагнітний тормоз і реверсивний механізм 14.

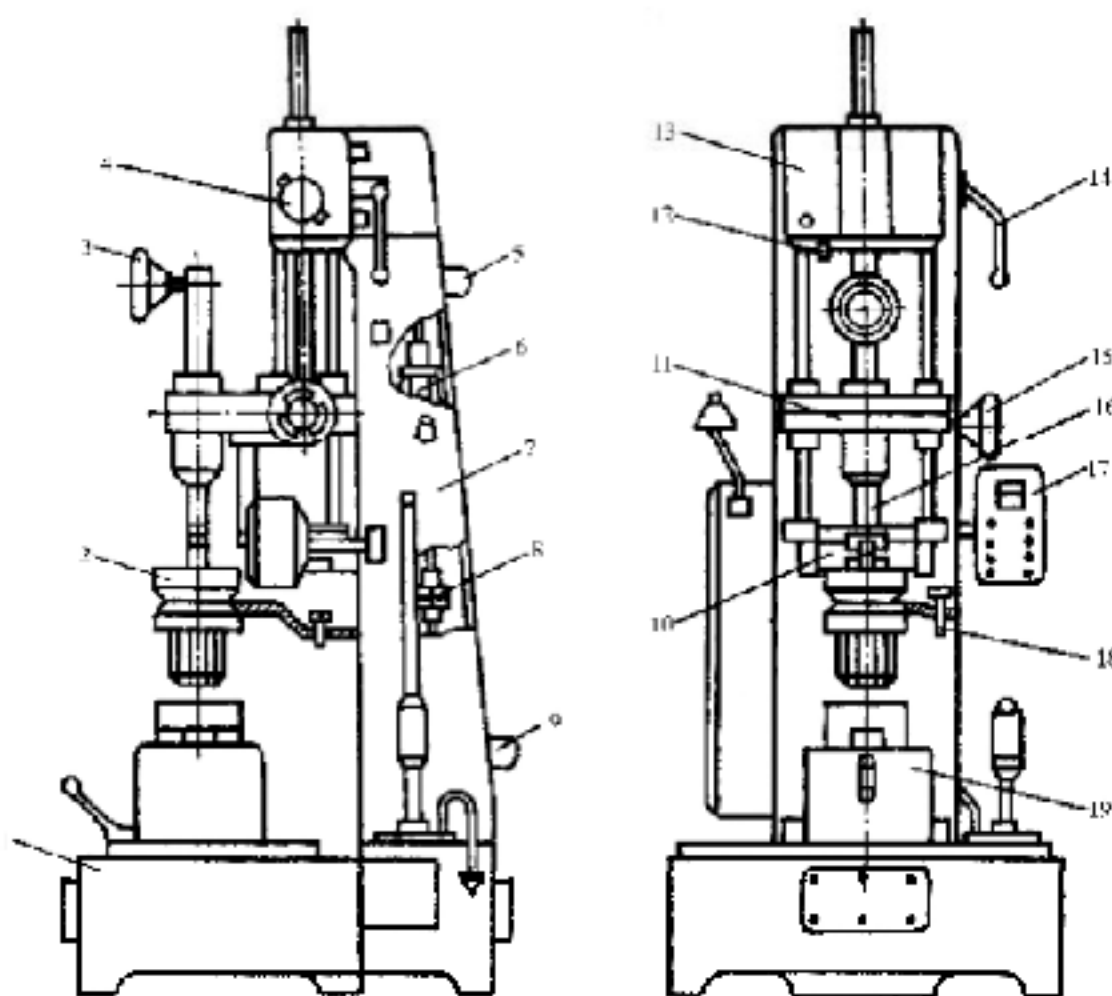


Рисунок 11.2 - Хонінгувальний верстат ЭГ833:

1 – станина; 2 – шпиндель; 3 – маховик механізму розтискування хона; 4 – кулачки регулювання ходу повзуна; 5 – електродвигун зворотно-поступального руху шпинделя; 6 – привод зворотно-поступального руху хонінгувальної головки; 7 – колона; 8 – привод обертання шпинделя;



9 – електродвигун привода обертання шпинделя; 10 – редукторі 11 – повзун; 12 – штовхач кінцевого вимикача; 13 – коробка подач; 14 – рукоятка реверса; 15 – маховик ручного введення хона; 16 – поводок хонінгувальної головки; 17 – пульт керування; 18 – кран охолодження; 19 – пристрій для обробки гільз або блоків

Верстат має ручну (за допомогою маховика) і механічну (що діє одночасно із зворотно-поступальним переміщенням хонінгувальної головки) системи радіальної подачі брусків.

На верстаті передбачене ручне введення хонінгувальної головки за допомогою маховика 15.

На пульті керування розміщені такі прилади і кнопки: «Показчик навантаження», який характеризує радіальну подачу (зусилля розтискання) брусків, «Сигнальна лампа», перемикач «Введення хона. Ручне», «Штовхальний» (переривчасте переміщення повзуна вниз), «Подача – Пуск» (ввімкнення електродвигуна подач), «Шпиндель–Пуск» (ввімкнення обертального і зворотно-поступального руху хонінгувальної головки), «Шпиндель–Стоп» (вимкнення обертального руху хонінгувальної головки), «Кінець циклу» (повзун рухається вгору доти, поки не натисне на штовхач кінцевого вимикача 12), «Загальний стоп» (повна зупинка верстата, негайне вимкнення всіх механізмів).

Хонінгування гільз здійснюється з подачею за допомогою крана 18 мастильно-охолоджувальної рідини у зону різання, яка забезпечує виведення стружки і продуктів зношення з поверхонь брусків і гільз, виведення теплоти, що виділяється під час різання, мастил на поліпшення різання. Як мастильно-охолоджувальну рідину при хонінгуванні гільз з чавуну використовують гас з додаванням 10–20% мастила індустріального.

Характеристики абразивних брусків визначають залежно від оброблюваного матеріалу, необхідної шорсткості і припуску на обробку. До характеристики брусків входять: матеріал бруска (63С – карбід кремнію), зернистість (М40-4, М20П-М28П), твердість (С1-СТ2), структура (5–7), вид зв'язки (К – керамічна, Б – бакелітова), клас точності (А), тип (БКв – брусок квадратний) і габаритні розміри.

Алмазні бруски виготовляють з натуральних алмазів (А), синтетичних алмазів (АС), алмазних порошків (АСР, АСВ, АСК, САМ), як правило, на металевій зв'язці (МІ). Крім названих параметрів до характеристики алмазних брусків входять зернистість (80/63, 63/50) і концентрація алмазного шару в процентах (100). Наприклад 64СМ20 – М28ПСТ2 – Т2 6 К5 А БКв 100×100; 2768-0123 АС4 80/63-100-МІ.

**Проектування (розробка) технологічного процесу.** Технологічний процес відновлення гільз механічною обробкою під ремонтний розмір складається з двох операцій: розточувальної і хонінгувальної.

Операція передбачає установку, перехід, прохід. Установка – частина операції, пов'язана з центруванням, закріпленням, зняттям гільзи, її позначають великими літерами. Наприклад: А. Установити гільзу в пристрій, центрувати, закріпити (зняти). Як установочні бази в гільзі використовують зовнішні

посадочні пояски. Перехід – частина операції, яку виконують на одній поверхні деталі з незмінними інструментами і режимом обробки. Перехід позначають арабськими цифрами. Назва переходу має характеризувати метод обробки, оброблювану поверхню і розміри, коли перехід закінчено. Наприклад: розточити гільзу під поршень до діаметра 145,6 на довжину 380 мм.

Прохід – частина переходу, пов'язана з одноразовим переміщенням робочого інструменту без зміни режимів. У технологічних картах зазначають кількість проходів для виконання переходу.

Під час проектування технологічних процесів встановлюють режими обробки (табл. 32, 33), які повинні відповідати кресленням щодо точності розмірів, форми і розміщення, шорсткості поверхонь, найбільшу продуктивність та мінімальну собівартість роботи.

Таблиця 11.1 - Режими розточування чавуну

Чавун	Глибина різання, мм	Подача, мм/об	Швидкість	Матеріал інструменту
НВ 1704÷229	0,14÷0,15	0,054÷0,10	1004÷120	ВКЭ – М
НВ 2294÷269	0,14÷0,15	0,054÷0,10	804÷100	ВКЭ – М

Таблиця 11.2 - Режими хонінгування чавуну

Вид хонінгування	Характер операції	Припуск на хонінгування $Z_{\text{ХОН}}$ , мм	Шорсткість $R_a$ , мкм	Швидкість колова $v_K$ , м/хв	Швидкість зворотно-поступальна,	Питомий тиск $P$ Н/см <sup>2</sup>	Характеристика брусків (матеріал, зернистість, зв'язка)
Алмазне	Попередня	0,04	1,25–0,63	50–80	16–18	13–15	АСС, АСК, САМ; МІ, МВ4; 80/63
Абразивне	Кінцева	0,01	0,63-0,32	40–50	12–16	5–9	АСВ, МВ4, 28/20
	Попередня	0,04	1,25-0,63	50–80	15-20	8–14	63С16ТІ-Т2К
	Кінцева	0,01	0,63-0,32	10-50	8-12	6–8	63СМ40, СМ2С2К, 63СМ4 СМ2-С2К

Глибину різання при розточуванні гільз визначають за формулою

$$t = \frac{D_{pp} - D_{СПР} - z_{\text{ХОН}}}{2}$$

де  $D_{pp}$  – нижнє відхилення ремонтного розміру, мм;  $D_{СПР}$  – макси-

мальний розмір спрацьованого отвору, мм;  $z_{ХОН}$  – припуск на хонінгування;  $z_{ХОН} = 0,06 \div 0,12$  мм на діаметр.

Кількість обертів шпинделя розраховують за формулою:

$$n = \frac{1000v}{\pi D_{СПР}},$$

де  $v$  – швидкість різання, м/хв;  $D_{СПР}$  – діаметр розточуваного отвору.

Машинний час на розточування

$$T_M = \frac{L_p}{n \cdot S}$$

де  $L_p$  ( $L_p = L_2 + L_1 + L_2$ ) – розрахункова довжина ходу шпиндельної бабки, мм;  $L_2$  – конструктивна довжина гільзи, мм;  $L_1, L_2$  – відповідно довжина врізання і перебігу різця;  $L_1 + L_2 = 3 \div 5$  мм.

Проектуючи технологічний процес відновлення деталі, розробляють технологічну документацію: маршрутну карту, карту ескізів, операційну карту, технологічну інструкцію.

У даній роботі результати проектування подають у вигляді об'єднаної операційної карти на розточувальну, хонінгувальну й контрольну операції (додатку В п. 3.І).

Заданий тиск підтримують дозованою радіальною подачею брусків  $S_{рад}$  в межах  $0,1 \div 3$  мкм на подвійний хід.

Співвідношення між швидкостями коловою  $v_K$  і зворотно-поступальною  $v_{ЗП}$  при хонінгуванні чавунів  $v_K / v_{ЗП} = 3 \div 8$ .

Кількість обертів хонінгувальної головки

$$m = \frac{v_{ЗП}}{2L_{ХГ}},$$

Машинний час на хонінгування гільзи

$$T_M = \frac{z_{ХОН}}{n S_{РАД}}.$$

### **Послідовність виконання роботи**

І. Ознайомитись з методичними вказівками щодо виконання лабораторної роботи, зразком звіту про її виконання (додаток В).

Вивчити конструктивно-технологічну характеристику гільзи (робота 3).

2. Підготувати вхідні дані для виконання роботи. У п. І звіту подати головні параметри розточувального й хонінгувального верстатів. Виготовити форму операційної карти на обробку гільзи (п. 3 звіту), накреслити ескіз гільзи (без умовних позначень базування і кріплення) і навести характеристику гільзи.

3. Ознайомитись з організацією робочого місця для розточування і хонінгування гільзи, розміщенням обладнання, пристроїв, інструменту, документації.

Вивчити головні вузли верстатів, їх кінематику, органи керування і порядок роботи на верстатах, пристрої для встановлення, центрування і кріплення гільзи, паспортні характеристики верстатів, характеристики різальних інструментів.

Повторити правила техніки безпеки роботи на верстаті.

Без дозволу верстати не вмикати!

4. З'ясувати суть процесу розточування, хонінгування, точність розмірів, форм, шорсткість оброблюваних поверхонь, зв'язок режимів з якістю і ефективністю обробки, межі використання розточування і хонінгування під час ремонту машин.

5. Визначити припуск на розточування. Встановити найбільший розмір спрацьованого отвору  $D_{СПР}$  і ремонтний  $D_{РР}$ .

Визначити припуск (на діаметр) на розточування:

$$z_p = D_{РР} - D_{СПР} - z_{ХОН},$$

де  $D_{РР}$  – нижнє відхилення ремонтного розміру, мм;  $z_{ХОН}$  – припуск на хонінгування ( $z_{ХОН} = 0,06 \div 0,12$  мм).

Результати вимірювань і розрахунків записати в п. 2 звіту.

6. Розробити технологічний процес розточування гільзи, п. 2, 3 звіту (додаток В).

Ознайомитись з технічними вимогами до відновленої гільзи. Підібрати обладнання, пристрої, інструмент. Вивчити базування і кріплення гільзи, скласти план операції, послідовність виконання переходів, їх зміст, способи контролю. Визначити режими розточування.

Обчислити глибину різання:  $t_p = \frac{z_p}{2}$  (припуск знімається за один прохід).

Визначити подачу  $S_T$ , мм/об, і уточнити її відповідно до характеристики верстата  $S_\phi$ , мм/об.

Визначити швидкість різання  $v_m$ , м/хв.

Розрахувати кількість обертів шпинделя:

$$n_p = \frac{1000 g_T}{\pi D_{СПР}},$$

де  $D_{СПР}$  – діаметр розточуваного отвору.

Уточнити кількість обертів шпинделя за паспортом верстата  $n_\phi$ , хв<sup>-1</sup> і розрахувати дійсну швидкість різання:

$$g_\phi = \frac{\pi D_{СПР} n_\phi}{1000},$$

Обчислити довжину робочого ходу шпиндельної бабки:

$$L_P = L_\Gamma + L_1 + L_2$$

де  $L_\Gamma$  – довжина гільзи за кресленням, мм;  $L_1$  – довжина врізання різця, мм;  $L_2$  – довжина перебігу різця, мм;  $L_1 + L_2 = 3 \div 5$  мм.

Розрахувати машинний час, хв.:

$$T_M = \frac{L_P}{n_\phi S_\phi},$$

Визначити виліт кульки центральної оправки і виліт різця за формулами:

$$l_k = \frac{D_{СПР} + d}{2}; \quad l_p = \frac{D_p + d}{2},$$



де  $D_p$  – діаметр розточуваного отвору, мм;  $c$  – діаметр шпинделя верстата, мм.

Розробку технології розточування гільзи виконати в п. 2 звіту, результати записати в п. 3 звіту.

7. На робочому місці разом з майстром підготувати гільзу для розточування. Установити гільзу в пристрій (встановлювальна базапосадочні пояски), закріпити в пристрої (опорна база – нижній торець бурта). Виставити кулькову оправку на розмір  $l_{ш}$ , переміщенням пристрою по поверхні стола верстата відцентрувати гільзу попередньо, індикаторним пристроєм – остаточно, закріпити пристрій на столі. Точність центрування – до 0,03мм.

Налагодити верстат. Виставити кулачки кінцевих перемикачів на розмір робочого ходу шпинделя  $L_p$ . Закріпити різець в шпинделі і виставити на глибину розточування, контрольний розмір  $l_p$ . За допомогою відповідних рукояток налагодити станок на робочі оберти і подачу шпинделя. Підвести вручну різець на відстань 3–5 мм від торця гільзи.

8. Розточити гільзу. Переконайтесь у безпеці присутніх у приміщенні, з дозволу викладача увімкнути вхідний вимикач і натиснути кнопку «Пуск». Після закінчення розточування нижній кінцевий вимикач автоматично включить підйом шпиндельної бабки до її зупинки після спрацювання верхнього вимикача. Вручну маховиком перемістити бабку вниз на 10–20 мм, відключити бабку від кінематичного ланцюга верстата, знеструмити верстат вхідним вимикачем. Відкріпити і зняти гільзу з пристрою.

9. Проконтролювати виконання розточувальної операції. Виміряти діаметр розточеного отвору (див. роботу 3). Визначити відхилення від розміру і форми отвору гільзи під поршень, шорсткість розточеної поверхні і порівняти їх значення з кресленнями або технічними умовами.

Результати контролю занести в п. 4 звіту.

10. Провести організаційно-технічне обслуговування робочого місця. Привести в початковий стан інструмент, деталь, документацію, прибрати пристрій, верстат. Эдати робоче місце майстрові.

11. Визначити справжній припуск на хонінгування:

$$z_{\text{хон}} = \frac{D_{\text{пп}} - D_p}{2},$$

де  $D_p$  – найменший діаметр розточеного отвору, мм.

Розподілити справжній загальний припуск на хонінгування на припуск для попереднього і кінцевого переходів. Припуск на кінцевий перехід приймають в межах 0,005÷0,015 мм.

12. Розробити технологічний процес хонінгування, п. 2, 3 звіту (додаток В).

Ознайомитись з технічними вимогами до відновленої гільзи.

Підібрати обладнання, пристрої, інструмент.

Вивчити базування і кріплення гільзи, скласти план операції, визначити послідовність виконання переходів, їх зміст і способи контролю. Рекомендується хонінгувати гільзу за два переходи: попередній і остаточноий.

Визначити режими хонінгування:

- вибрати тип, розміри, характеристики хонінгувальних брусків;



- розрахувати довжину брусків:  $L_{бр} = (0,3 \div 0,5) L_2$ . Уточнити розрахункову довжину порівняно з нормативною;

- зазначити радіальну подачу брусків  $SP = 0,1 \div 3$  мкм. на довжину ходу для попереднього переходу ( $SP = 1 \div 3$  мкм на довжину ходу) і остаточного ( $SP = 0,1 \div 1$  мкм на довжину ходу). Уточнити радіальну подачу з паспорта верстата;

- визначити швидкості обертального ( $\vartheta_{К.Т}$ ) і зворотно-поступального ( $\vartheta_{ЗП.Т}$ ) переміщень хонінгувальної головки для попереднього і остаточного переходів;

- обчислити оберти хонінгувальної головки:

$$n_{\tau} = \frac{1000 \vartheta_{к.т}}{\pi D_p},$$

- уточнити за паспортом верстата нормативну швидкість зворотно-поступального  $\vartheta_{ЗП.Т}$  переміщення і розрахункові оберти  $n_{\tau}$  головки. Розрахувати справжню колову швидкість хонінгувальної головки:

$$v_{к.ф} = \frac{\pi D_p n_{\tau}}{1000};$$

- обчислити довжину переміщення хонінгувальної головки:

$$L_{х.г.} = L_{Г} + 2L_{ПЕР} - L_{бр}$$

де  $L_{ПЕР} = (0,25 \div 0,3)L_{бр}$  – перебіг бруска за межі гільзи;

- визначити кількість подвійних ходів головки для попереднього і кінцевого хонінгувань за формулою

$$m = \frac{v_{ЗП.Т}}{2L_{х.г.}};$$

- розрахувати машинний час на попереднє і остаточне хонінгування:

$$T_m = \frac{z_{ХОИ}}{m S_p}.$$

Розробку технології хонінгування гільзи виконати в п. 2 звіту, результати занести в п. 3 звіту.

13. На робочому місці разом з майстром підготувати гільзу для хонінгування. Установити її в пристрій (встановлювальна база – посадочні пояски), відцентрувати переміщенням пристрою по поверхні стола верстата, закріпити пристрій на столі. Точність центрування до 5 мм.

Установити і закріпити бруски в колодках головки, прикріпити головку до шпинделя і застопорити. На лімбі реверса повзуна кулачками виставити довжину переміщень головки  $L_{Х.Р}$ . Відповідними рукоятками установити робочі оберти, швидкість зворотно-поступальних переміщень хонінгувальної головки і радіальну подачу брусків.

Доповісти викладачеві про готовність до хонінгування.

14. Хонінгувати гільзу. Переконайтесь у безпеці присутніх у приміщенні, з дозволу викладача увімкнути вхідний вимикач. Перемикач режимів поставити в положення «Ввід хона», натиснути кнопку «Подача – Пуск» і короткочасними натисканнями кнопки «Поштовховий» відвести головку до

верхнього торця гільзи на відстань не менш як 50 мм. Перемикач режимів поставити у положення «Ручний», маховиком ручного вводу повільно ввести хонінгувальну головку в отвір гільзи і перемкнути перемикач у початкове положення «Ввід хона». Натиснути кнопку «Шпindel – Пуск» і при обертovому та зворотно-поступальному переміщенні головки маховиком розтиснути бруски на установочний тиск.

Виконати попереднє хонінгування, після закінчення якого натиснути кнопку «Шпindel – Стоп», а потім «Кінець циклу».

Не змінюючи хонінгувальних брусків, переналагодити верстат на режим остаточного хонінгування, виконати остаточне хонінгування гільзи (див. вище).

Коли завершиться остаточне хонінгування (зупинка повзуна у верхньому положенні), проконтролювати розмір гільзи. Якщо діаметр отвору менший за нижній граничний згідно з кресленням, продовжити хонінгування. Якщо розмір відповідає кресленням, виключити вхідний вимикач. Відокремити і зняти гільзу.

15. Проконтролювати виконання хонінгувальної операції. Виміряти діаметр отвору (див. роботу 1). Визначити відхилення розміру і форми отвору гільзи під поршень, шорсткість поверхні і порівняти їх значення з кресленнями або технічними умовами.

Результати контролю занести в п. 4 звіту.

16. Провести організаційно-технічне обслуговування робочого місця. Привести в початковий стан інструмент, деталь, документацію, прибрати верстат, пристрій. Эдати робоче місце майстрові.

17. Эахист результатів роботи. До п. 5 звіту записати висновки. Звіт про роботу здати викладачеві. Під час захисту студент повинен пояснити і обґрунтувати розрахунки, прийняті рішення, знати головні параметри обладнання та інструменту, вміти проектувати технологічні процеси і оформляти технологічну документацію, знати як налагодити обладнання, і вміти виконувати операції з відновлення деталі на обладнанні, знати послідовність виконання роботи.

#### **Контрольні питання**

1. Які умови роботи гільзи циліндрів, вид і характер вірогідних дефектів?
2. Які с способи відновлення гільзи і технології її відновлення?
3. Що ви знаєте про терміни «технологічний процес», «операція», «установка», «перехід», «прохід» ?
4. У чому суть процесу розточування і хонінгування як видів обробки?
5. Яка послідовність розробки технологічних операцій розточування, хонінгування?
6. Як визначають режими розточування, хонінгування?
7. Як визначають машинний час на розточування, хонінгування?
8. З яких частин складається розточувальний і хонінгувальний верстат?
9. Дати характеристику різальних інструментів для розточування, хонінгування.
10. Як контролюють якість відновлення гільзи?

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Романюк В.І., Гавриш В.С., Хітров І.О., Кононов Ю.А., Голотюк М.В. Виробнича експлуатація і ремонт машин та обладнання: Навч. посібник. – Рівне: НУВГП, 2016. – 290 с.
2. Ремонт автомобілів: Навчальний посібник/ Упор. В.Я. Чабанний. - Кіровоград: Кіровоградська районна друкарня, 2007. - 720 с. [Електронний ресурс]-Режим доступу : [http://library.kr.ua/elib/chabannyi/Chabannyi\\_Remont\\_avto\\_kn1.pdf](http://library.kr.ua/elib/chabannyi/Chabannyi_Remont_avto_kn1.pdf)
3. Національна бібліотека ім. В.І. Вернадського / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nbu.gov.ua/> (дата звернення 06.12.2019 р.)
4. Ремонт автомобілів: Навчальний посібник/ Упор. В.Я. Чабанний. - Кіровоград: Центрально-Українське видавництво, 2007. - 348 с [Електронний ресурс]-Режим доступу : [http://library.kr.ua/elib/chabannyi/Chabannyi\\_Remont\\_avto\\_kn2.pdf](http://library.kr.ua/elib/chabannyi/Chabannyi_Remont_avto_kn2.pdf) (дата звернення 06.12.2019 р.)

**Основи технології ремонту** [Текст]: методичні вказівки до виконання практичних занять для здобувачів першого рівня (короткий цикл) вищої освіти освітньо-професійної програми «Автомобільний транспорт» галузь знань 27 Транспорт спеціальності 274 Автомобільний транспорт денної форми навчання / уклад. В.В. Грабовець, Кальмук Д.Ю. – Луцьк : Луцький НТУ, 2020. – 86 с.

Комп'ютерний набір  
Редактор

В.В. Грабовець  
В.В. Грабовець

Підп. до друку «\_\_»\_\_\_\_\_2018 р. Формат 60x84/16. Папір офс.  
Гарн. Таймс. Ум. друк. арк. 4,00.  
Тираж 50 прим.

Інформаційно-видавничий відділ  
Луцького національного технічного університету  
43018, м. Луцьк, вул. Львівська, 75  
Друк – ІВВ Луцького НТУ