

Міністерство освіти і науки України
Відокремлений структурний підрозділ
«Любешівський технічний фаховий коледж Луцького національного
технічного університету»



Основи технології ремонту автомобіля
Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт
Методичні вказівки до лабораторних занять для студентів
спеціальності: 274 «Автомобільний транспорт»
галузі знань: 27 «Транспорт»
форма навчання: денна
денної форми навчання

УДК

До друку

Голова методичної ради ВСП «Любешівський ТФК ЛНТУ»
_____ Герасимик-Чернова Т.П.

Електронна копія друкованого видання передана для внесення в репозитарій коледжу
Бібліотекар _____ М.М. Демих

Затверджено методичною радою ВСП «Любешівський ТФК ЛНТУ»
протокол № ___ від «___» _____ 2023 р.

Рекомендовано до видання на засіданні випускної циклової (методичної) комісії педагогічних працівників механізаторського профілю, агроінженерії, автомобільного транспорту

протокол № ___ від «___» _____ 2023р.

Голова випускної циклової (методичної) комісії ___ Оласюк Я.В.

Укладач: _____ Р.В.Гунчик, викладач II категорії

Рецензент: _____

Відповідальний за випуск: _____ Кузьмич Т.П., методист

Відповідальний за випуск: _____ Т.П. Кузьмич, методист.

Основи технології ремонту автомобілів: методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для здобувачів освітньо-кваліфікаційного рівня молодший спеціаліст 274 Автомобільний транспорт денної форми навчання / уклад. Р. В. Гунчик. – Любешів : ВСП «Любешівський ТФК Луцького НТУ», 2023. – 30 с

Методичне видання складене відповідно до діючої програми курсу «Основитехнології ремонту автомобілів» з метою вивчення та засвоєння основних розділів дисципліни, містить контрольні питання до кожної з тем та перелік рекомендованої літератури.

Коротка анотація видання: У методичних вказівках наведено комплекс методичних розробок для виконання лабораторних робіт з дисципліни «Основи технології ремонту автомобілів» для студентів напряму 274 "Автомобільний транспорт" денної форми навчання.

ЗМІСТ

1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ.....	4
2. ВИМОГИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ	5
3. Лабораторна робота № 1. Відновлення деталей обробкою під ремонтний розмір	6
4. Лабораторна робота № 2. Відновлення деталей пластичною деформацією.....	11
5. Лабораторна робота № 3. Розточування гільзи циліндрів	15
6. Лабораторна робота № 4. Хонінгування гільзи циліндрів.....	22
7. Лабораторна робота № 5. Збирання головок блока циліндрів двигунів внутрішнього згоряння	34
8. ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	42

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Метою виконання лабораторних робіт є практичне закріплення теоретичних знань. Методичні вказівки складені у відповідності з робочою програмою з дисципліни «Основи технічного обслуговування та ремонт автомобілів» для студентів напряму 274 "Автомобільний транспорт".

Лабораторні роботи складені за таким планом. На початку роботи наведено мету і теоретичні основи по розділу «Збирання автомобілів», які необхідні для закріплення теоретичних знань, що вивчається. Представлено: перелік обладнання, приладів і інструментів, необхідних для їх виконання та порядок виконання робіт.

Після виконання лабораторних робіт студенти складають звіт по встановленій формі, наведеній в кінці кожної роботи.

За підсумками виконання лабораторних робіт студенти відповідають на контрольні питання.

ВИМОГИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

При виконанні лабораторної роботи студент повинен дотримуватися нижче означених правил техніки безпеки:

1. Не приступати до роботи. Не прослухавши інструктаж з техніки безпеки.
2. Працювати в робочому одязі (робочий костюм, комбінезон, халат, головний убір).
3. Не вмикати електричне та пневматичне обладнання без керівника занятя.
4. При роботі з електричним обладнанням остерігатися ураження електричним струмом.
5. Не вмикати пневматичне обладнання без перевірки герметичності всіх з'єднань.
6. Закінчивши лабораторну роботу, привести в порядок робоче місце і повідомити керівника про її закінчення.

Лабораторна робота №1 Відновлення деталей механічною обробкою під ремонтний розмір

Мета роботи: вивчення обладнання, оснащення й інструмента, що застосовується при виконанні операції механічної обробки сідла клапана, закріплення знань конструктивно-технологічної характеристики сідла клапана, умов його роботи, можливих дефектів і способів їхнього усунення, проектування і виконання операцій по ремонту сідла клапана двигуна MAN

1.1 Теоретичні основи: Сідло клапана відноситься до класу втулок. Заготовкою служить відливок зі спеціального жаростійкого чавуну. Відливок піддають низькотемпературному віджиганню і старінню. Після токарної обробки сідло гартують до твердості НЯС 55 і шліфують.

Основні конструктивні елементи: робоча (45°) і допоміжні (75 , 15°) фаски.

Основні види механічної обробки: точіння, фрезерування, шліфування і притирання.

В процесі роботи двигуна сідла клапанів піддаються впливу робочої суміші, палива, високої температури, ударам і тертю при посадці клапана в сідло. Це призводить до виникнення зношення і корозійних ушкоджень, що з'являються у виді спрацювання, рисок, раковин, збільшення діаметру і спотворення форми поверхні, контрольовані контрольним калібром відносно торця сідла, що виявляється в нещільному приляганні і прогоранні клапана.

Зношення робочої фаски сідла в припустимих межах (зменшення контрольного калібру), а також раковини, риси, відкладення нагару і неопіввісність робочої фаски щодо отвору в направляючій втулці усуваються слюсарно-механічною обробкою. Для цього робочу фаску фрезерують, шліфують, а потім притирають.

Розгортання застосовують для обробки отвору направляючої втулки клапана. Шорсткість поверхні після розгортання $R_a = 0,63 \dots 1,25 \mu\text{м}$.

Фрезерування здійснюється вручну конічними зенкерами з зубцями з твердого сплаву ВК-6. Шорсткість обробленої поверхні $R_a = 0,63 \dots 2,5 \mu\text{м}$.

Фаски сідла клапана фрезерують у наступній послідовності: робочу фаску до одержання чистої, рівної поверхні (45°); нижню допоміжну фаску (15°), верхню допоміжну фаску (75°) до одержання необхідної ширини робочої фаски.

Шліфування як метод попередньої й остаточної обробки фаски сідла забезпечує шорсткість поверхні $R_c^{\wedge} = 0,08 \dots 1,25 \mu\text{м}$.

Притиранням одержують з'єднання, непроникні для рідин і газів. Притирання забезпечує високу точність розміру і форми та шорсткість поверхні $R_c^{\wedge} = 0,16 \mu\text{м}$.

Притирання виконують в одну, дві, а в деяких випадках і в три операції. При цьому знімається припуск $0,005 \dots 0,02$ мм на діаметр і менше. Притирання здійснюється вільними абразивними зернами, що у суміші зі сполучною рідиною наносяться на робочу поверхню притирання.

Для притирання клапанів двигунів застосовують притирочні пасти на основі абразивних порошків і синтетичних алмазів. Як сполучне середовище застосовується мінеральне масло, дизельне пальне, мікропорошок білого електрокорунда зернистістю М20 чи М14 (ГОСТ 3647-80), карбід бора М40 (ГОСТ 5744-74), дизельне масло ДЛ-11 (ГОСТ 8581-78).

Швидкість притирання при ручному притиранні складає $2,6$ м/хв, а при механічному - $10 \dots 30$ м/хв.

Тиск інструмента на оброблювану поверхню встановлюють при попередньому притиранні 0,2...0,4 МПа, при остаточному притиранні 0,10...0,15 МПа.

Головку циліндрів з обробленими сідлами і направляючими втулками встановлюють у пристосування з площиною рознімання нагору. Стержень клапана змазують маслом, а на робочу фаску клапана наносять притирочную пасту.

Клапан вставляють у своє сідло, попередньо встановивши під нього слабку пружину. Потім клапан обертають за допомогою дрелі вправо і вліво.

Притирання вважається закінченим, якщо на робочих фасках клапана і сідла з'являються суцільні кільцеві смуги шириною 2...3 мм (рис. 1.1).

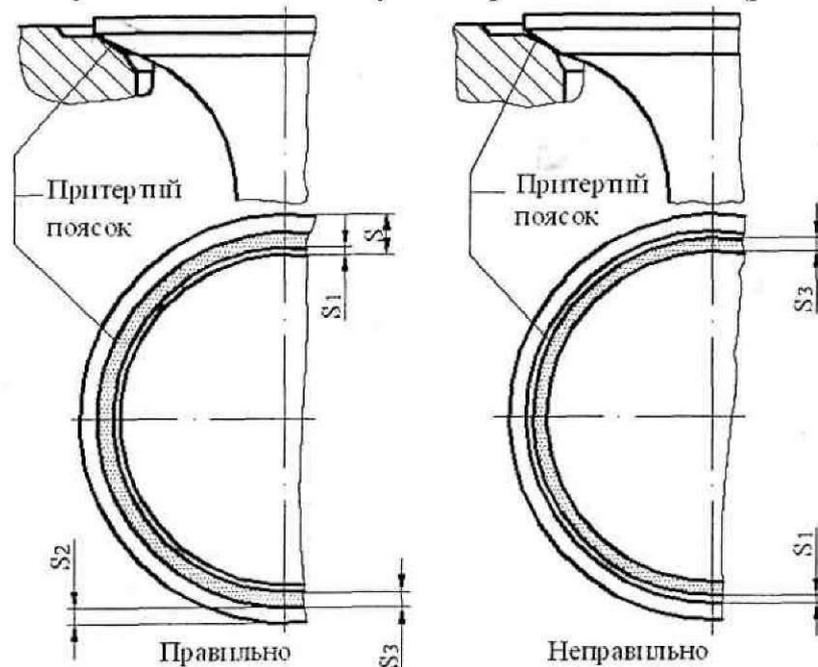


Рисунок 1.1 - Розташування матового пояска на фасці сідла клапана після притирання

Щільність прилягання клапанів до сідел можна перевірити такими способами:

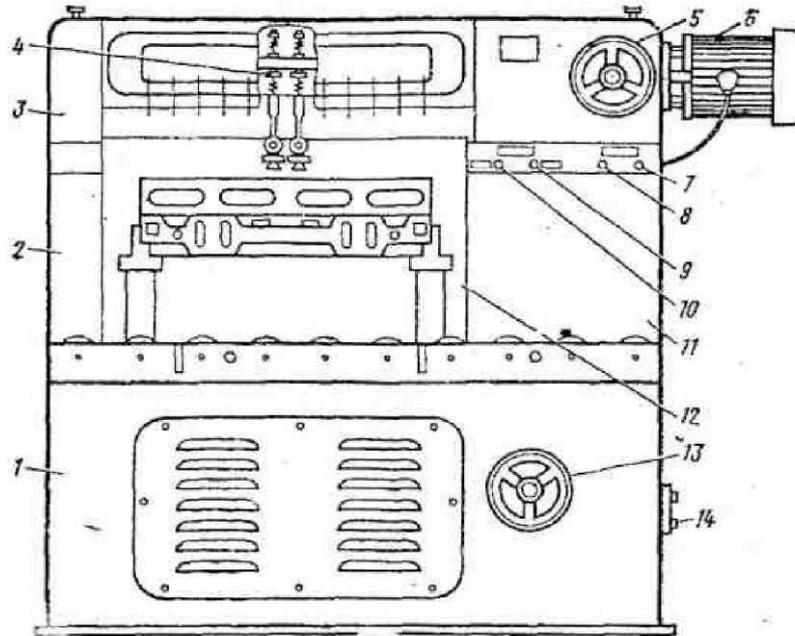
- пробою на олівець;
- пробою на фарбу при нанесенні фарби на сідло і почерговому провертанні клапана;
- просочуванням гасу через випробуване сполучення при заливанні його в патрубок головки циліндрів;
- перевіркою на герметичність за часом падіння тиску повітря в камері, розташованій над клапаном.

При правильному притиранні риски олівця зітруться, на фасці клапана залишиться слід від фарби у виді рівної кільцевої поверхні шириною 1,5...2 мм; гас не просочується через сполучення клапан-сідло, тиск повітря ($P=0,02$ МПа) у камері не падає протягом 10 с

1.2 Обладнання робочого місця: верстат ОПР-1841А для притирання клапанів, верстат слюсарний, шліфувальна машинка ЦКБ 2447, пристосування для установки головки блоку циліндрів, прилад для перевірки герметичності з'єднання сідло-клапан, прилад для перевірки concentричності робочої фаски, шліфувальні кола з конічною поверхнею, що шліфує (15,30,45,75°), комплект фрез із зубцями з твердого сплаву ВК-6 з оправленнями і воротком (15,30,45,75°), штангенциркуль ШЦ-И-250-0,05 (ГОСТ 166-80), лінійка 300. (ГОСТ 427-75), лупа 4-кратного збільшення, пневматична

дрель, дрелі для притирання (ручна і пневматична), паста для притирання (одна частина мікропорошку зернистістю М20 і дві частини індустріального масла И-20А).

Верстат ОПР-1841А призначений для притирання клапанів автомобільних двигунів. Привод верстата здійснюється мотор-редуктором (рис. 1.2) потужністю 1,1 кВт.



1 – станина; 2 – стійка ліва; 3 – кожух; 4 – блок шпинделів; 5 – маховик ручного підйому блоку шпинделів; 6 – електродвигун; 7 – кнопка підйому блоку «Нагору»; 8 – кнопка опускання блоку «Униз»; 9 - кнопка «Пуск»; 10 - кнопка «Стоп»; 11 - стійка права; 12 - пристосування; 13 - маховик ручного підйому голівки циліндрів; 14 - кнопка вимикання верстата

Рисунок 1.2 - Верстат ОПР-1841А

Технічні дані: число шпинделів, шт - 6; число подвійних ходів шпинделя за хв - 140; число подвійних ходів рейки за хв - 70; найбільша відстань між осями крайніх шпинделів, мм - 750; найбільший підйом опорної площадки, мм - 500; висота підйому корпусу шпинделів, мм - 27.

При роботі верстата шпинделі передають зусилля на клапани з перемінним навантаженням. Зворотно-обертальний рух шпинделів на 360° утворюється через шатунно-кривошипний механізм, рейку і шестерні шпинделів.

Крім зворотно-обертальних рухів шпинделів мають місце їх зворотнопоступальні рухи в осьовому напрямку, що здійснюються за допомогою кривошипно-шатунного механізму підйому шпинделів. Зсув початкових положень шпинделів утворюється за допомогою гідравлічного механізму зсуву. У результаті сполучення таких рухів верстат ніби копіює ручний режим притирання.

Для установки клапанів на притирання верстат оснащений піднімальним механізмом.

Базовою деталлю верстата для притирання клапанів (рис 1.2) є станина 1, на якій кріпляться стійки, рольганг, а усередині розташовується піднімальний механізм з електродвигуном для установки головок циліндрів на потрібну висоту.

На стійках установленні мотор-редуктор і блок шпинделів з гідравлічним механізмом зсуву.

Пристосування для установки голівки циліндрів закріплюють на площадках піднімального механізму.

1.3 Порядок виконання роботи:

1. Ознайомитися з організацією робочого місця і перевірити його комплектність.
2. Вивчити характеристику обладнання.
3. Вивчити умови роботи деталей (сідло, клапан), основні дефекти і способи їхнього ремонту.
4. Визначити припуск на обробку.
5. Виконати технологічну операцію притирання клапана.
6. Виконати контрольні операції обмірювання результатів притирання і перевірки сполучення на герметичність.
7. Підготувати звіт про виконання роботи.
8. Здати робоче місце викладачу.

1.4 Контрольні питання:

1. Технічні вимоги до стану фаски сідла і клапана?
2. Який різальний інструмент застосовують для обробки сідла клапана?
3. З якою метою виконують підняття й опускання фаски сідла клапана?
4. Перелічити послідовність робіт з ремонту деталей сідла клапана.
5. Перелічити способи контролю притирання сполучення сідла-клапана.

1.5 Скласти звіт по формі приведений в звітному бланку та дати відповідь на контрольні питання.

Група	Курс	Лабораторна робота №1
		Відновлення сполучення "сідло-клапан"
Прізвище студента		

Лабораторна робота № 2 Відновлення деталей пластичною деформацією

Мета роботи: поглиблення теоретичних знань, ознайомлення з методикою її одержання навичок і виконання відновлення геометричної форми деталей типу вал.

2.1 Теоретичні основи: Відновлення деталей за допомогою пластичної деформації засновано на пластичності і здатності металів і сплавів змінювати під дією визначеного навантаження свою геометричну форму без порушення цілісності.

Спосіб відновлення деталей пластичною деформацією використовується в ремонтній практиці в трьох випадках:

- для одержання необхідних розмірів зношених поверхонь деталей;
- для виправлення геометричної форми деформованих деталей;
- для відновлення визначених механічних характеристик матеріалу деталей.

При ремонті автомобіля багато деталей вибраковують через втрату своєї первісної форми в результаті деформацій вигину і скручування. Такі деталі відновлюють виправленням. Суть цього способу заключається в тому, що під дією зовнішніх сил відновлюють першочесні форми деталей без помітних пластичних деформацій і з незначними спотвореннями структури матеріалу в поверхневих шарах деталі. У залежності від деформації і фізико-хімічних властивостей матеріалу деталі правлять у гарячому і холодному стані.

Найбільш часто використовується холодне виправлення для пластичного деформування тонкостінних деталей і конструкцій. При виправленні, як і при будь-якому іншому виді холодної деформації, відбувається зміцнення металу (наклеп чи нагартовка), виникають залишкові напруження. Тому при виправленні необхідно прагнути до одержання меншої локальної пластичної деформації, а також до її рівномірного розподілу в металі деталі. Для вирівнювання внутрішніх напружень після виправлення деталей доцільно піддати стабілізуючому нагріванню до температури, рівній $0,8T_{отп}$, де $T_{отп}$ - температура відпуску нової деталі. Час витримки при цьому складає 0,5... 1 год. При великих деформаціях проводять гаряче виправлення деталей при температурі 600...800°C.

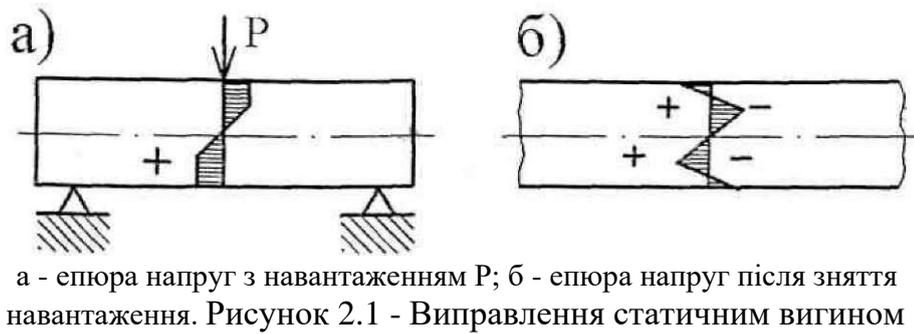
Прогин колінчатого вала - один з найбільш розповсюджених дефектів, що усувається виправленням на пресі перед шліфуванням шийок. Виправлення під пресом викликає сильні структурні зміни і знижують усталостну міцність валів.

Розрізняють наступні види виправлення: статичним вигином (рис 2.1), ударом і термічну.

Виправлення статичним вигином виконується в холодному стані і з нагріванням. Після холодного виправлення усталостна міцність знижується на 15...40%. Здатність деталі протистояти впливу зовнішньої сили, спрямованої назустріч виправленню, оцінюється коефіцієнтом несучої здатності, що виражається у відсотках

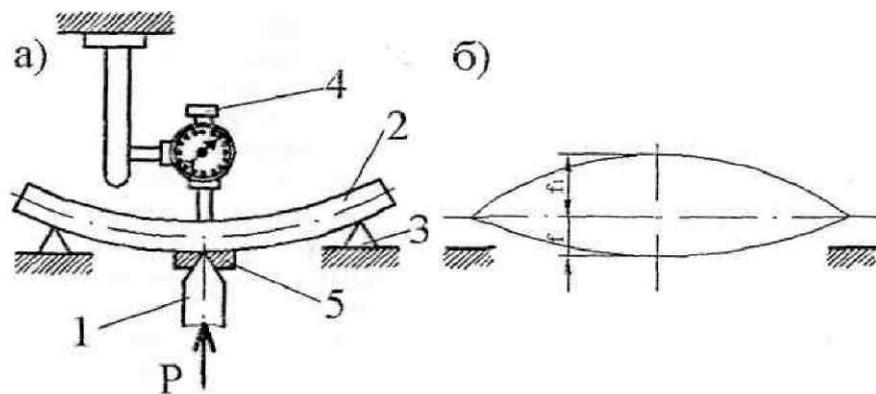
$$\sigma_{sc} = 100 \cdot \frac{P}{P_n}$$

де $P_{пi}$ - межа пропорційності правленого зразка; P_n - межа пропорційності неправленого зразка.



Холодним способом погнуті вали правлять у такий спосіб.

Після виправлення центрових гнізд для виправлень стріли прогину вал ставлять у центр токарного верстата чи спеціального пристосування. Величину стріли прогину визначають як половину величини радіального биття вала, показуваного індикатором. Для виправлення вал 2 (рис. 2.2, а) ставлять на призми чи опори 3, гвинтовий чи гідравлічний преси опуклою стороною догори чи донизу і перегинають його натиском гвинта чи штока 1 преса через м'яку прокладку 5 так, щоб зворотна стрілка прогину f_1 (рис. 2.2, б) була в 10...15 раз більша того прогину f , що мав вал до виправлення, тобто $f_1 = (10...15) f$. Точність виправлення контролюють індикатором 4.

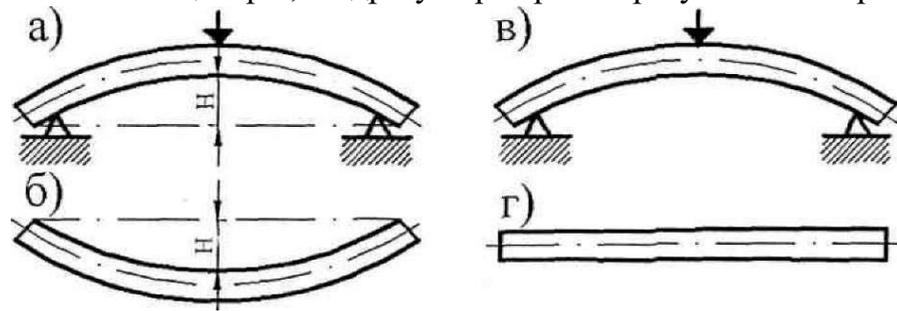


а – монтажна; б – розрахункова

Рисунок 2.2 – Схема холодного виправлення вала

Розповсюджений також метод подвійного виправлення валів, застосування якого значно збільшує опір виправленого вала повторним деформаціям. Подвійне виправлення виконують у такий спосіб. Підлягаючий виправленню вал установлюють на призмах (рис. 2.3) опуклою стороною нагору і плавно натискають на нього гвинтом чи штоком преса (див. стрілку). Зусилля натиску повинне бути таким, щоб вал після цього залишився прогнутим у зворотну сторону на цю ж величину. Потім зазначену операцію повторюють, але вже з

таким зусиллям натиску, щоб вал виявився виправленим. Виправлення деталей, що мають невелику твердість, часто виконують на токарному верстаті. При цьому деталь правлять, не знімаючи з центрів, і відразу перевіряють результати виправлення.



а - перше виправлення вала; б - форма вала після першого виправлення; в - друге виправлення вала; г - вал після другого виправлення

Рисунок 2.3 - Схема подвійного виправлення вала

Холодне виправлення деталей є найбільш простим і розповсюдженим способом.

2.2 Устаткування, прилади, інструменти: дедалі, що підлягають виправленню; індикатор годинникового типу ИЧ (ГОСТ 577-68) на підставці; стенд для виправлення валів з роликowymi підставками й автомобільним домкратом вантажопідйомністю 100 кН.

2.3 Порядок виконання роботи.

Ознайомитися з організацією робочого місця, устаткуванням, приладами.

Вивчити конструкцію деталі, її конструктивні елементи, умови роботи, характер навантаження, вид і характер утрати геометричної форми.

Установити вал на роликіві підставки стенда чи на призми зовнішніми опорними шийками і виконати вимір радіального биття (прогину) вала повільно обертаючи його і знімаючи показання індикатора. Відхилення між двома крайніми показаннями індикатора і є радіальне биття вала. Половина величини биття вала складає прогин вала. Якщо прогин перевищує припустиму межу (0,05 мм для колінчатого вала) деталь підлягає виправленню.

Виконати виправлення вала статичним навантаженням. Повернути вал у призмах, чи на роликівих опорах так, щоб місце максимального прогину було спрямовано до штока преса, домкрата. Прикласти до вала зусилля, щоб показання індикатора відповідали визначеним параметрам. Виконати подвійне виправлення вала, прогинаючи вал у протилежну прогину сторону, а потім убік первісного прогину, витримуючи визначені параметри.

2.4 Контрольні питання.

1. Види відновлення геометричної форми деталі.
2. Сутність виправлення статичним вигином.
3. Сутність методу подвійного виправлення валів.
4. Виправлення ударом.
5. Область застосування термічного виправлення.

Форма звітнього бланка до лабораторної роботи №2

Група	Курс	Лабораторна робота №2
		Відновлення деталей пластичною деформацією
Прізвище студента		

1. Технічна характеристика відновлюваної деталі

Найменування деталі й марка	корінних шийок, мм	х шийок, мм	Довжина па, мм	радіальне биття	ної шийки, мм
Діаметр шатунни	Діаметр	Довжина вала, мм	Допустиме	центральної	корін

2. Технічна характеристика індикатора годинникового типу

		Діапазон	Похибка
Модель	Ціна поділки, мкм	<u>вимірювання, мкм</u>	<u>вимірювання, мкм</u>

3. Параметри відновлення геометричної форми колінчатого вала

	До відновлення		Після відновлення	
Радіальне биття центральної шийки, мм	Прогин вала, мм	Зворотня величина прогину, мм	Радіальне биття вала, мм	Прогин вала, мм

4. Виконати ескіз валу, вказати прогин валу та напрямок прикладення зусилля

5. Заключення про придатність способів пластичної деформації для відновлення деталей автомобіля

Роботу прийняв

Підпис

Дата

Лабораторна робота №3 Розточування гільзи циліндрів

Мета роботи: Поглиблення теоретичних знань по відновленню деталей способом ремонтних розмірів, вивчення технологічної операції розточення, устаткування, оснащення й інструмента, що застосовується при розточенні, визначення машинного часу.

3.1 Теоретична частина: У практиці ремонту найбільше поширення одержав спосіб відновлення гільз обробкою під ремонтний розмір, що містить у собі розточувальну і хонінгувальную операції.

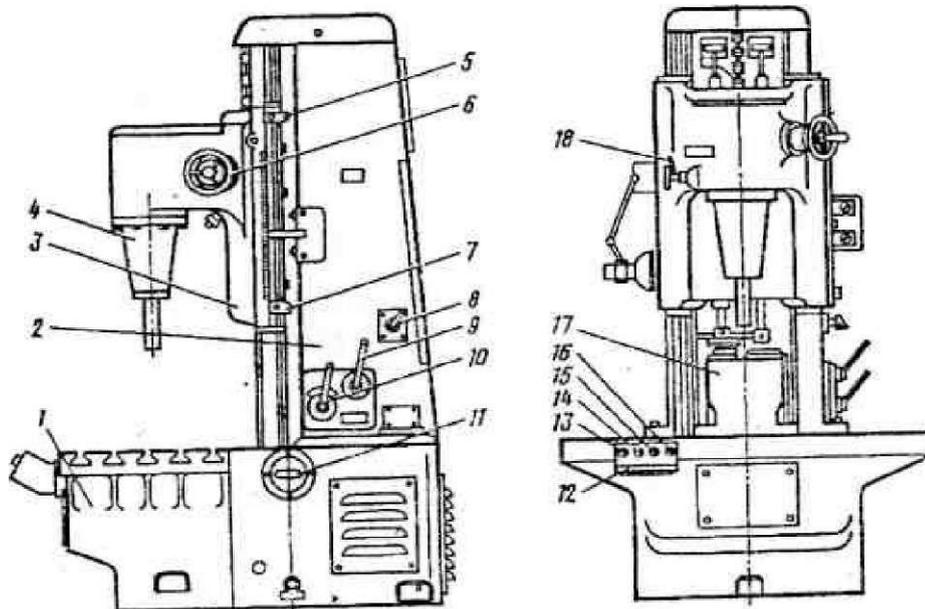
Гільза циліндра двигуна ЗМЗ-53 виготовлена з легованого чавуну (НВ 156197) по ТУ заводу-виробника.

Конструктивні елементи гільзи: отвір під поршень, посадкова і зовнішня поверхня, буртик.

Вимоги до точності розмірів у межах квалітета 4-7: відхилення форми (нециліндричність, неплосинність) не повинна перевищувати 0,01...0,02 мм; відхилення розташування (непаралельність, неперпендикулярність) повинна складати 0,02...0,05мм на 100 мм довжини.

Розточення відбувається на вертикальних алмазно-розточувальних верстатах моделей 278, 278Н, 2А78Н та багатошпиндельних напівавтоматах.

Верстат 2А78Н (рис. 3.1) призначений для тонкого розточування циліндрів (гільз) автотракторних двигунів.



1 - підстава; 2 - колона; 3 - шпиндельна бабка; 4 - шпиндель; 5,7 - кулачки вимикання ходу шпиндельної бабки; 6 - маховик ручного переміщення шпиндельної бабки; 8 - перемикач швидкостей; 9 - рукоятка перемикання величин подач; 10 - рукоятка перемикання частоти обертання шпинделя; 11 - ввідний вимикач; 12 - пульт керування; 13,14 - кнопки прискореного руху шпиндельної бабки відповідно „Вверх" і „Вниз"; 15 - кнопка „Пуск"; 16 - кнопка „Стоп"; 17 - коробки швидкостей і подач; 18 - рукоятка відключення шпинделя від кінематичного ланцюга його привода.

Рисунок 3.1 - Вузли й органи керування верстатом 2А78Н

Верстат містить у собі наступні вузли: основа 1, колона 2, шпиндельна бабка 3, шпиндель 4, коробки швидкостей і подач 17. Основною базовою деталлю, на якій установлюються всі інші вузли верстата, є основа. Вона виконана за одне ціле зі столом, має зверху привалочну площину, до якої кріпляться: колона, коробка швидкостей і подач. У середині основи розташовуються електродвигуни. На правій стінці розташований ввідний вимикач, на передній - пульт керування верстатом.

По напрямних колони у вертикальному напрямку переміщається шпиндельна бабка. На кронштейнах передньої стінки колони встановлені ходовий гвинт і шліцьовий валик. У шпиндельній бабці розташовані механізми привода шпинделя, привода шпиндельної бабки і ручних переміщень.

За допомогою кулачкової муфти можливе відключення шпинделя від кінематичного ланцюга привода, що полегшує обертання шпинделя від руки при установці і centruванні оброблюваних деталей.

Коробки швидкостей і подач забезпечує шпинделю шість частот обертання, що в сполученні з двохшвидкісним електродвигуном головного привода складає 12 різних швидкостей обертання шпинделя і чотири робочі подачі.

Керування коробкою здійснюється двома рукоятками: перша 10 призначена для переключення частоти обертання шпинделя, друга 9 - для переключення величини подач.

У різцеву головку шпинделя (рис. 3.2, а) установлюють: кульову оправку 4 для грубого центрування в гладкий похилий отвір із двома фіксуючими різьбовими пробками; індикаторний центрошукач для остаточного контролю співвісності шпинделя і гільзи (у торцевий різьбовий отвір); різець (рис. 3.2, б) у гладкий отвір з мікрометричним гвинтом для установки вильоту різця з фіксуючої різьбовою пробкою.

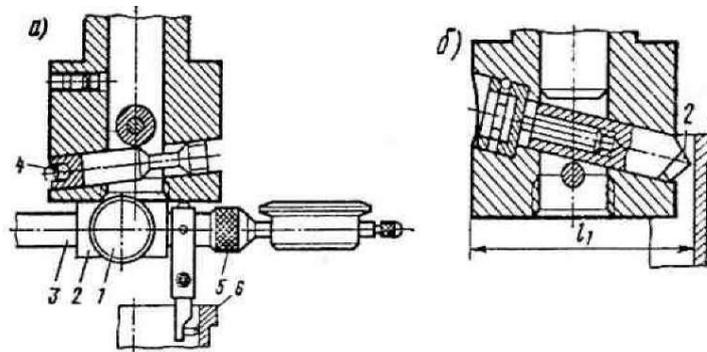


Рисунок 3.2 – Різцева головка верстата 2А78Н с пристосуваннями для центрування гільз (а) і установки різця (б)

Пристосування для установки і кріплення гільзи (рис. 3.3) складається з основи 6, корпуса 5, що центрує кільця 4, притиску 3 із пневматичним приводом 1 і крана керування 2.

Перевірка центрування гільзи й установка різця. Гільзи встановлюють у пристосування, що кріпиться на столі.

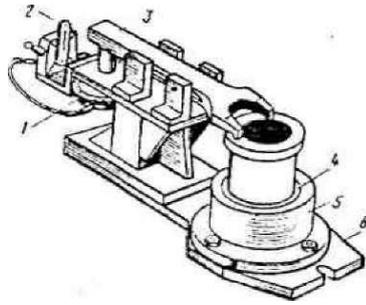


Рисунок 3.3 -
Пристосування для
установки і кріплення
гільз

Ексцентриситет осей шпинделя й отвору, що розточується, не повинен перевищувати 0,03 мм. Центрування ведеться по незношеній поверхні дзеркала циліндра на глибині 3...4 мм від верхнього торця.

Оправку в шпиндель встановлюють так, щоб кульовий кінець її знаходився від діаметрально протилежної сторони різцевої головки на відстані:

$$I = (d + D) / 2,$$

де d - діаметр різцевої головки, мм;

D - діаметр циліндра на глибині циліндра 3...4 мм від верхнього торця гільзи (чи поверхні блоку), мм.

Після закріплення оправки і перевірки величини I мікрометром шпиндель опускають на зазначену глибину i , повертаючи його, центрують гільзу.

Відцентроване пристосування закріплюють на столі болтами і прихватами. Точність центрування перевіряють за допомогою пристосування (див. рис. 3.2,а), колодка 2 якого угвинчується в торець різцевої головки шпинделя. Шпиндель повинен бути відключений від кінематичного ланцюга його привода за допомогою рукоятки 18 (рис. 3.1). Упор 6 важеля підводять до дзеркала циліндра на глибині 3...4 мм, положення важеля 3 фіксується гвинтом 1 і гайкою 5.

Виліт I_j ; різця (мал. 3.2, б) регулюється за допомогою гвинта 1 з лімбом, що угвинчується в торець різця 2.

Відстань II від вершини різця до діаметрально протилежної сторони різцевої головки розраховують по формулі:

$$II = (D_j + D) / 2,$$

де D_j - діаметр гільзи, мм, під який треба зробити розточування.

Після установки різця на величину I_j , положення різця фіксується стопорним гвинтом.

Режим різання при розточуванні (табл. 3.1). Режим різання повинний забезпечити виконання вимог креслення (по шорсткості, точності розміру, форми і розташування), найвищу продуктивність і мінімальну вартість роботи.

3.2 Обладнання й оснащення робочого місця: Верстат 2А78Н з приладами, пристосування для установки і кріплення гільзи, шафа для інструмента, стійка мікрометра 3-1У, штатив Ш-П-Н (ГОСТ 10197 - 70), різець прохідний з пластинкою ВКЗМ, $\phi = 45^\circ$ (ГОСТ 18882 - 73), мікрометр МР - 100 (ГОСТ 4381 - 80), індикаторний нутромір НІ 80-100 (ГОСТ 868 - 72), штангенциркуль ШЦ- И-250-0,05 (ГОСТ 166 - 80), лінійка 300 (ГОСТ 427 - 75), еталон шорсткості по чавуну.

Таблиця 3.1 - Нормативні режими різання при розточуванні

Оброблюваний матеріал	Глибина різання, мм	Подача, мм/прохід	Швидкість різання, м/хв	Матеріал інструмента
Чавун: НВ 170-229	0,1.0,15	0,05...0,10	100...120	ВКЗМ
НВ 229-269	0,1.0,15	0,05...0,10	80...100	ВКЗМ

3.3 Порядок проведення технологічної операції. Порядок проведення переходів технологічної операції і розрахунок основних режимів різання приведені у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 - Технологічна операція розточення гільзи

№ п/п	Зміст переходу	Указівки по виконанню
1	2	3
1	Ознайомитися з організацією робочого місця і перевірити його комплектність.	Призначення і розташування устаткування, оснащення на робочому місці.
2	Вивчити конструкторсько-технологічні особливості деталі, умови її роботи і дефекти	Усвідомити конструктивні елементи деталі і технологічні вимоги при виготовленні і ремонті, характер навантажень, характер дефектів і вимоги по капітальному ремонту.
3	Вивчити застосовуване устаткування и оснащення.	Усвідомити основні вузли верстата, його кінематику і порядок роботи, спосіб установки деталі при обробці і способи кріплення, паспортні дані верстата й оснащення. Вивчити правила техніки безпеки при роботі на верстаті.
4	Вивчити особливості виду обробки.	Усвідомити точність одержуваних розмірів, форму і величину шорсткості поверхні, область застосування цього виду обробки при ремонті автомобіля.
5	Визначити припуск на розточування.	Замірити максимальний розмір зношеного отвору D_c . Установити діаметр найближчого ремонтного розміру D_{pp} . Розрахувати припуск на розточення $a_{роз} = l_{pp} \cdot i - a_x$ де l_{pp} - нижше відхилення заданого

Продовження таблиці 3.2

1	2	3
		<p>a_x - припуск на хонінгування, мм. $a_x = 0,03...0,05$ мм.</p> <p>Результати вимірів та розрахунків занести в таблицю 3 звітного бланка.</p>
6	Установити та розрахувати режими розточування	<p>Призначити режими розточування:</p> <p>а) Визначити глибину різання Δ мм (див. таблицю 3.1);</p> <p>б) Вибрати нормативну подачу S_n, мм/об (див. таблицю 3.1);</p> <p>в) Уточнити подачу по паспорті верстата S_f, мм/об;</p> <p>г) Вибрати нормативну швидкість різання U_n, м/хв;</p> <p>д) Розрахувати частоту обертання шпинделя верстата, хв-1 :</p> $n_n = \frac{1000 \cdot V}{D \cdot \pi}$ <p>де D - діаметр отвору, що розточується, мм; ϵ -</p> <p>Уточнити значення частоти обертання шпинделя по паспорті верстата n_f, хв-1;</p> <p>ж) Знайти довжину робочого ходу шпиндельної бабки, мм:</p> $\Delta_{x.} = l_1 + l_2 +$ <p>де l_1 - довжина отвору по кресленню, мм; l_1 і l_2 - довжина врізання і переходу різця відповідно, мм; Приймаємо $l_1 + l_2 = 5.6$ мм;</p> <p>з) Розрахувати машинний час, хв:</p> $t = \frac{L_{p.x.}}{n_f \cdot Y_f}$ <p>Результати прийнятих режимів різання і розрахункових даних занести в таблицю 3.</p>
7	Установити гільзу циліндра на столі верстата	Закріпити гільзу в пристосуванні (див. рис. 3.3).
8	Налагодити станок	Установити кулачок включення верхнього кінцевого перемикача в положення, що відповідає довжині робочого ходу ($L_{p.x.}$). Виставити різець на встановлену глибину різання.

Закінчення таблиці 3.2

1	2	3
		Увімкнути необхідні подачу і частоту обертання шпинделя. Увімкнути кулачкову муфту шпинделя. Докласти викладачу про готовність до виконання операції.
9	Розточити гільзу цилінра	Ужити заходів по безпеці виконання роботи. З дозволу виробничого майстра уключити вступний вимикач 11 (див. рис. 3.1), натиснути кнопку «Пуск», спостерігати за роботою механізмів верстата. Після закінчення розточення натиснути кнопку «Стоп». Відключити верстат від електромережі поворотом ввідного вимикача.
10	Здати робоче місце виробничому майстру	Привести у вихідне положення інструмент, деталь. Упорядкувати верстат, пристосування, інструмент.

3.4 Контрольні питання:

1. Визначення термінів «технологічний процес» і «операція»?
2. Умови роботи гільзи циліндрів, вид і характер можливих дефектів?
3. Способи і технологія ремонту гільзи циліндрів?
4. У якій послідовності призначаються режими різання при розточуванні?
5. Способи і засоби контролю якості ремонту гільзи циліндрів?

3.5 Скласти звіт по формі приведеній на звітному бланку та дати відповідь на контрольні питання.

Форма звітного бланка до лабораторної роботи №3

Група	Курс	Лабораторна робота №1						
		Розточування гільзи циліндрів						
Прізвище студента								
1. Технічна характеристика алмазно-розточного станка моделі 2A78H								
Число шпинделів, шт	Діаметр розточки, мм		Найбільша довжина розточки, мм	Відстань від осі шпинделя, мм		Відстань від торця шпинделя до столу, мм		
	Найбільший	Найменший		До шпиндельної бабки	До направляючих станин			
2. Режими операції розточування гільзи двигуна ЗМЗ-53								
Максимальний діаметр отвору Dц, мм	Ремонтний розмір Dр.р., мм	Припуск на розточування, ароз, мм	Глибина різання г, мм	Прийнята подача станка Sф, мм/об	Прийнята швидкість різання Vф, м/хв	Частота обертання шпинделя Пр, хв ⁻¹	Довжина робочого ходу Lр.х, мм	Розрахунковий машинний час Гм, хв
3. Результати контрольної операції								
Дійсний розмір після розточування, мм		Конусність розточування отвору, мм		Еліпсність отвору після розточування, мм		Чистота поверхні (по якості)		
4. Заключення про якість виконаної операції								
5. Висновки про необхідність застосування відновлення деталей способом в ремонтних розмірі _____								
Роботу прийняв					Дата Підпис			

Для виготовлення алмазних брусків застосовують зерна природних (А) і синтетичних (АС) алмазів. Характеристика алмазного бруска включає наступні основні параметри: вид алмазних зерен (АСР), зернистість (80/63), концентрацію алмазного шару (100), зв'язування (МІ), форму і габаритні розміри (2768-0124). Приклад умовної позначки: 2768-0124-1-АСР 80/63-100- МІ СТСЭВ 204-75.

Верстат хонінгувальний ЗМ833 (рис. 4.2) призначений для хонінгування отворів у гільзах автотракторних двигунів.

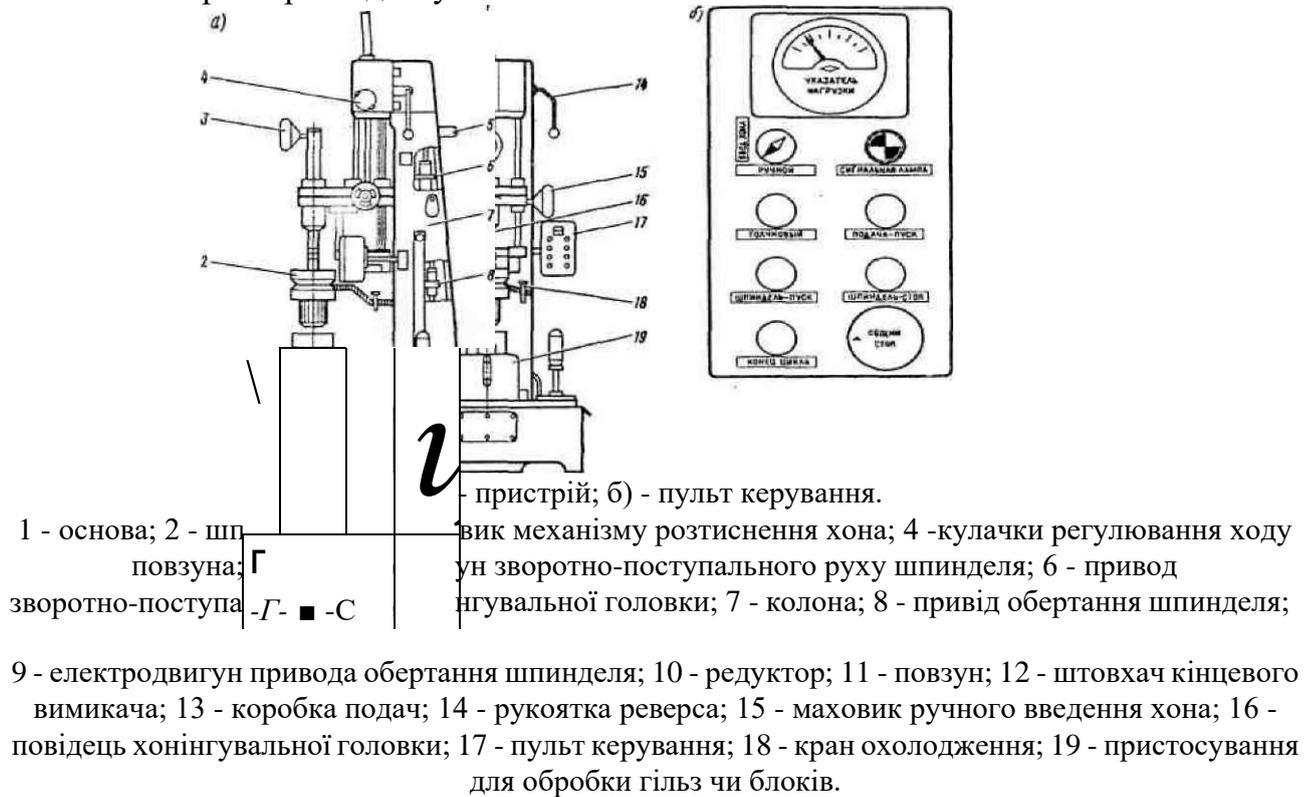


Рисунок 4.2 - Хонінгувальний верстат ЗМ833

Основа верстата являє собою плиту коробчатої форми, внутрішня площина якої є резервуаром для охолодної рідини. На основі розташований електронасос охолодження, колона і фільтр. На верхній робочій площині встановлюються пристосування для обробки гільз чи блоків. Пристосування для установки і кріплення гільзи такої ж конструкції, як і на розточувальному верстаті.

На колоні розташовані: привод обертання шпинделя, привод зворотнопоступального руху хонінгувальної головки, пульт керування (див. рис. 4.2, б).

Кінематична схема верстата дозволяє здійснити:

- обертальний і осьовий зворотно-поступальний рух хонінгувальної головки з одночасним радіальним переміщенням брусків головки;
- осьове переміщення необертової хонінгувальної головки (униз, нагору). Верстат має систему з ручним приводом механізму розтиснення. Основні режими різання при хонінгуванні вказані в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 - Нормативні режими різання при хонінгуванні

Оброблюваний метал	Характер обробки	Припуск на діаметр, мм	Абразивні бруски	а к а б п и н	Розміри бруска, мм	$V_{ок}$, м/хв	Δp , м/хв	P_0 , Н/см ²	I
к а	Попередня	0,04... 0,08	64310ПСТ2 Т27Д05А	БК _в	13 150	40...80	17...22	8...12	3...5
	Остаточна	0,005... 0,01	64СМ20М2 8ПСТ2Т26 Д05А	БК _в	3. о 01	30...50	10...15	3...5	5...8

Окружна швидкість обертання хонінгувальної головки, м/хв,

$$V_{ок} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}$$

де D - діаметр оброблюваного отвору, мм;

n - частота обертання хонінгувальної головки, хв⁻¹. Швидкість зворотно-поступального руху головки, м/хв,

$$V_z = \frac{2 \cdot L \cdot n}{1000}$$

$$L = I_{отв} + 2I_{пер} - I_{бр}$$

де n_2 - число подвійних ходів хонінгувальної головки за 1 хв; B - довжина робочого ходу хонінгувальної головки, мм; $I_{отв}$ - довжина хонінгованого отвору, мм; $I_{пер}$ - перебіг бруска за межі отвору, мм; $I_{бр}$ - довжина хонінгувального бруска, мм;

Співвідношення між швидкостями обертального і зворотно-поступального руху хонінгувальної головки

$$\frac{V_{ок}}{V_z} = \dots$$

Осьове зусилля розтиснення брусків

$$P = P_0 \cdot I \cdot B \cdot n \cdot \tan(\phi + \theta)$$

де P_0 - питомий тиск брусків, 10 Н/см²; $I_{бр}$ - довжина бруска, м;

B - ширина бруска, м; n - число брусків;

Φ - кут конуса розтиснення, град, $\phi = 60^\circ$; θ - кут тертя, град; $\theta = 6^\circ$.

4.2 Обладнання й оснащення робочого місця: Верстат 3М833 із приналежностями, пристосування для установки і кріплення гільзи, шафа для інструмента, стійка мікрометра 3-ІУ, штатив Ш-П-Н (ГОСТ 10197-70), бруски

хонінгувальні, мікрометр гладкий МК-100 (ГОСТ 6507-78), індикаторний нутромір НІ 50-100 (ГОСТ 868-82), штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 (ГОСТ 166-80), лінійка 300 (ГОСТ 427-75), еталон шорсткості по чавуну.

4.3 Порядок проведення технологічної операції хонінгування гільзи циліндра.

Технологічна операція хонінгування гільзи циліндра проводиться в наступному порядку (табл. 4.2).

Таблиця 4.2 - Технологічна операція хонінгування гільзи циліндра

№ пер	Зміст переходу	Вказівки по виконанню
1	2	3
1	Ознайомитися з організацією робочого місця та перевірити його комплектність	Усвідомити призначення та розташування устаткування, оснащення, деталей, документів та довідкової документації
2	Вивчити характеристику деталі, умови її роботи, дефекти, способи ремонту	Усвідомити конструктивні елементи деталі і технологічні вимоги до них, технологію ремонту і вимоги керівництва на капітальний ремонт.
3	Вивчити застосовуване устаткування и оснащення	Усвідомити порядок роботи на верстаті, способи установки і кріплення деталі при обробці, паспортні дані верстата, характеристику інструмента, що ріже
4	Ознайомитися з особливостями виду обробки	Усвідомити схему і сутність процесу хонінгування, точність одержуваних розмірів і форми, величину шорсткості поверхні, область застосування цього виду обробки при ремонті автомобіля.
5	Визначити припуск на хонінгування	Визначити дійсний розмір розточеного отвору під поршень D . Установити ремонтний розмір, під який необхідно хонінгувати отвір D_{pp} . Знайти припускну хонінгування $= D_{p.p} - D,$ де $D_{p.p}$ - нижнє відхилення ремонтного розміру отвору під поршень, мм (приймаємо 0,05...0,06мм). Результати вимірів і розрахунків занести в бланк звіту.
6	Розрахувати режими різання	Розрахувати режими хонінгування: а) вибрати тип, розміри і характеристику хонінгувальних брусків, довжина бруска визначається по формулі $i_{\sigma} = \{ - * D i,$ ${}_{p 1 3 4}^{б} \text{ отв}$

Продовження таблиці 4.2

1	2	3
		<p>де $K_{те}$ - довжина хонінгованого отвору, мм;</p> <p>б) вибрати по таблиці режимів різання (див. табл. 4.1) швидкості різання, що рекомендуються, зворотно-поступального V_{en} і обертального $V_{ок}$ рухів хонінгувальної головки;</p> <p>в) розрахувати частоту обертання шпинделя</p> $n_p = \frac{1000 \cdot I_{ок}}{P \cdot L \cdot O},$ <p>г) нормативну швидкість зворотно-поступального руху V_{en} і розрахункову частоту обертання шпинделя n_p уточнити по паспорту верстата і прийняти їхнє фактичне значення ($V_{en.ф}$, $Пф$);</p> <p>д) по таблиці режимів різання прийняти нормативний питомий тиск брусків P_0;</p> <p>ж) визначити машинний час хонінгування</p> $I = \frac{\Pi_1}{M \cdot \Pi_2}$ <p>де Π_1 - число подвійних ходів, необхідне для зняття припуску</p> $n = \frac{a_x}{b}$ <p>де a_x - припуск на хонінгування, мм; b - шар металу, що знімається за один подвійний хід, мм.</p> <p>Для чавуна $B = 0,002$мм. n_2 - число подвійних ходів шпиндельної бабки в 1 хв</p> $n_2 = \frac{1000 \cdot \gamma^{\phi}}{2 \cdot 2L},$ <p>Значення прийнятих і розрахункових режимів занести в бланк.</p>
7	Встановити гільзу циліндра на столі верстата	Гільзу циліндра встановити в пристосуванні посадковою поверхнею і закріпити
8	Налагодити верстат	Приєднати голівку до шпинделя верстата, застопорити запобіжне кільце. Установити частоту обертання і швидкість зворотнопоступального руху. Перевірити наявність змащення і МОР.

Закінчення таблиці 4.2

1	2	3
		Підвести повітря до верстата ($P_6 = 0,4$ МПа). Забезпечити безпеку працюючого робітника
9	Хонінгувати гільзу циліндра	З дозволу викладача: а) включити ввідний вимикач; б) виконати робочий цикл у послідовності, зазначеної в розділі «Робота на верстаті» у межах розрахованого машинного часу; в) зняти гільзу з верстата.
10	Здати робоче місце виробничому майстру	Привести у вихідне положення інструмент. Упорядкувати верстат і пристосування.

4.4 Контрольні питання:

1. У чому сутність процесу хонінгування як виду обробки?
2. Як уникнути спотворення форми хонінгованого отвору?
3. Як призначається режими різання при хонінгуванні?
4. Яка технологія контролю хонінгованої гільзи циліндрів?
5. Дайте характеристику хонінгувальних брусків?

4.5 Скласти звіт по формі приведеній на звітному бланку та дати відповідь на контрольні питання.

Форма звітнього бланка до лабораторної роботи №4

Група	Курс	Лабораторна робота №4
		Хонінгування гільзи циліндрів
Прізвище студента		

1. Технічна характеристика вертикально-хонінгувального станка ЗМ833

Основні розміри мм	Діаметр хонінгування	Найменший	Найбільший	Довжина хонінгування, мм	Відстань	від шпинделя до плити, мм	Частота обертання шпинделя, хв	Швидкість зворотньо-поступального руху за хв, від.до
--------------------	----------------------	-----------	------------	--------------------------	----------	---------------------------	--------------------------------	--

2. Режими хонінгувальної операції

Діаметр гільзи циліндра після розточування D , мм	Припуск на хонінгування a_x , мм	Швидкість у	Тип та розмір хонінг вальних брусків	зворотньо-поступального руху V _п , мм	Частота обертання шпинделя $n_{ф}$, хв ⁻¹	Діаметр гільзи	циліндра після хонінгування D _{хон} , мм	Розрахунковий машинний час t _{..} , хв
---	------------------------------------	-------------	--------------------------------------	--	---	----------------	---	---

3. Заключення про якість хонінгування гільзи циліндрів двигуна

4. Заклучення про доцільність застосування хонінгування для відновлення деталей

Роботу прийняв

Дата

Підпис

Лабораторна робота № 5 Збирання головки блока циліндрів двигунів внутрішнього згорання.

Мета роботи: Поглиблення теоретичних знань при вивченні особливостей збирання деталей та вузлів двигунів автомобілів за допомогою різьбових з'єднань; одержання практичних навичок в процесі збирання ручним механізованим та немеханізованим інструментом.

6.1 Обладнання, прилади та інструменти.

Для виконання роботи необхідно: лабораторний стіл, блок циліндрів, головка блоку циліндрів, стенд для збирання двигунів, кривошипний механізм обертання торцевих головок, пневматичний гайковерт (ГОСТ 10210-84), шпильковерт, ключі гайкові торцеві (ГОСТ 24372-80), ключі гайкові накидні (ГОСТ 10112-80), динамометричний ключ.

6.2 Загальні положення процесу збирання різьбових з'єднань двигунів Різьбові з'єднання забезпечують надійність, міцність, герметичність та правильність встановлення деталей, що з'єднуються. Також вони служать для регулювання їх взаємного положення.

При збиранні необхідно забезпечити задані величини моментів затягування (таблиця 6.1), а також послідовність та рівномірність затягування гайок або болтів:

- перпендикулярність опорної частини гайки і деталі, яка з'єднується, до вісі різьби;
- виконання затягування спочатку з зусиллям, рівним половині заданої величини (таблиця 6.1), а потім - з повним зусиллям;
- запобігання від само відвертання за допомогою деформації шайб, контргайок та шплінтів.

Величина затягування визначається і перевіряється за допомогою динамометричних ключів.

Таблиця 6.1 - Величини моментів затягування різьбових з'єднань деталей двигунів автомобілів

З'єднання деталей	Момент затягування, Н-м
Блок циліндрів - кришки корінних підшипників	100...100
Шатун - кришка	70...75
Колінчатий вал - маховик	75.85
Маховик - кожух зчеплення	20.30
Блок циліндрів - головка циліндрів	75.80

Підвищення продуктивності праці при збиранні різьбових з'єднань забезпечується при застосуванні спеціальних ручних інструментів та використанні механізованого інструменту (гайковертів) (таблиця 6.2).

Таблиця 6.2 - Типи гайковертів

Тип гайковерта	к.к.д.	Потужність, що споживається при $M_{кр} = 30$ Н-м,
Електричний	0,5	0,7.1,0
Гідравлічний	0,56...0,65	0,7.0,8
Пневматичний	0,1...0,2	4,0.6,0

6.3 Порядок виконання роботи

1. Ознайомитися з організацією робочого місця та перевірити його комплектність. З'ясувати призначення робочого місця та розміщення на ньому обладнання, приладів, технічної документації та довідкової літератури. Вивчити конструктивні особливості деталей, які з'єднуються, та умови їх експлуатації.

2. Вивчити особливості збирання різьбових з'єднань, технологічні засоби, що забезпечують якість різьбових з'єднань.

3. Підготувати обладнання, прилади та інструмент до роботи.

4. Вивчити технологічні операції збирання головки циліндрів з блоком циліндрів. З'ясувати характер посадок різьбових з'єднань, вимоги РК та способи їх застосування.

5. З дозволу викладача, та дотримуючись правил техніки безпеки, виконати роботи по збиранню головки циліндрів з блоком циліндрів. Затягування гайок

виконати різними інструментами та здійснити хронометраж основного часу (t_0 , хв.) і оцінити ефективність виконання робіт.

Отриманий основний час на виконання кожного технологічного переходу занести в звітну таблицю.

Кожне вимірювання повторити 2-3 рази і визначити середню величину.

6. Привести в початкове положення інструменти, деталі, документацію та стенд для збирання двигуна. Робоче місце здати виробничому майстру.

6.4 Обробка результатів дослідження

1. Визначити зміну продуктивності праці (P_3) при використанні різних немеханізованих ручних інструментів (різноманітних ключів), та з використанням гайковертів:

$$P_3 = \frac{t_{01}}{t_{or}} \cdot 100, \%$$

де P_3 - зміна продуктивності праці при використанні гайковерта, %;

t_{01}, t_{or} - основний час затягування однакової кількості гайок різними ключами та гайковертом, відповідно, хв.;

2. Зробити висновок про зручність виконання робіт різними видами інструментів.

3. Визначити силу, P , N , затягування гайок з регламентованим моментом для 3.4 гайок:

$$M = 0,2 \cdot P \cdot d,$$

де P - сила затягування, N ;

d - номінальний діаметр різьби, mm .

4. Визначити, як вплине нерівномірність затягування на стан з'єднання головки з блоком циліндрів.

5. Отримані розрахункові дані занести до звітнього бланку.

6.5 Контрольні запитання

1. Назвіть умови, що забезпечують якість збирання різьбових з'єднань.

2. За допомогою яких засобів можна підвищити продуктивність праці при збиранні різьбових з'єднань?

3. Наведіть коротку характеристику обладнання для збирання різьбових з'єднань.

6.6 Виконати звіт згідно бланку та дати відповідь на контрольні запитання.

Форма звітнього бланку до лабораторної роботи № 6.

Група	Курс	Лабораторна робота № 6
		Збирання головки блока з блоком циліндрів двигунів внутрішнього згорання
Прізвище студента		

1. Технічна характеристика з'єднання головки та блока циліндрів (матеріал, конструктивні особливості, призначення та навантаження, які отримують деталі)

2. Технічна характеристика інструмента та обладнання (модель та призначення, технічна характеристика, робочі параметри) _____

3. Результати операції збирання

Найменування операції	Найменування інструменту	Величина <i>к.к.д.</i> , %	Діаметр різбового з'єднання, мм	Момент затягуван ня, Н-м	Час затягування гайок, с
Збирання головки блока з блоком циліндрів двигунів	Гайковий ключ				
	Гайковерт електричний				
	Гайковерт пневматичний				

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Левкович М.Г. Методичні вказівки до виконання лабораторних занять з дисципліни «Відновлення деталей» на тему «Оброблення деталей на токарних верстатах». [Текст] / М.Г. Левкович, О.М. Лясота, П.В. Босюк. – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2014. – 18с.
2. Левкович М.Г. Методичні вказівки до виконання лабораторних занять з дисципліни «Відновлення деталей» на тему «Оброблення деталей на свердлильних верстатах». [Текст] / М.Г. Левкович, О.М. Лясота, П.В. Босюк. – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2014. – 16 с.
3. Левкович М.Г. Методичні вказівки до виконання лабораторних занять з дисципліни «Відновлення деталей» на тему «Оброблення деталей на фрезерних верстатах». [Текст] / М.Г. Левкович, О.М. Лясота, П.В. Босюк. – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2014. – 20с.
4. Левкович М.Г. Методичні вказівки до виконання лабораторних занять з дисципліни «Відновлення деталей» на тему «Оброблення деталей на шліфувальних верстатах». [Текст] / М.Г. Левкович, О.М. Лясота, П.В. Босюк. – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2014. – 25 с.

Основи технологій ремонту [Текст]:]: методичні вказівки до лабораторних робіт для здобувачів освіти освітньо-професійного ступеня фаховий молодший бакалавр Галузь знань 27 Транспорт, спеціальності 274 Автомобільний транспорт денної форми Любешів : ВСП «Любешівський ТФК ЛНТУ», денної форми навчання / уклад. Р. В. Гунчик., 2023. – 31с.

Комп'ютерний набір і верстка :
Редактор:

Р.В. Гунчик
Р.В. Гунчик

Підп. до друку _____ 2023 р. Формат А4.
Папір офіс. Гарн. Таймс. Умов. друк. арк. _____
Обл. вид. арк. _____ Тираж 15 прим