

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра "Експлуатація та ремонт машин"

ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

Методичні вказівки
до практичних занять для студентів
спеціальності 274 «Автомобільний транспорт»

Затверджено на засіданні кафедри
«Експлуатація та ремонт машин»
Протокол № 7 від 22.12.21 р.

КРОПИВНИЦЬКИЙ 2021

Методичні вказівки до практичних занять з курсу "Експлуатація та ремонт двигунів внутрішнього згоряння" для студентів спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» / Розроб. С.І. Маркович, – Кропивницький: ЦНТУ, 2021. – 64 с.

Рецензенти:

- кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри «Експлуатація та ремонт машин» Магопець С.О.;
- доктор технічних наук, професор Кулешков Ю. В.
- директор ПрАТ «Кіровоградське автотранспортне підприємство «Агробудавтосервіс» Кириченко В.В.

Загальна редакція: доц. Маркович С.І.

Відповідальний за випуск, комп'ютерний набір та верстка: С.І. Маркович

© Експлуатація та ремонт двигунів
внутрішнього згоряння
© Автор: С.І. Маркович

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| Вступ | 4 |
| 1. Загальні вказівки до виконання практичних робіт | 5 |
| 2. Техніка безпеки та протипожежні заходи в лабораторії | 6 |
| 3. Практичні заняття | 7 |
| 3.1 Практичне заняття № 1. Вивчення дефектів колінчастого вала та вибір методів для відновлення..... | 7 |
| 3.2 Практичне заняття №2. Вивчення відновлення колінчастого вала методом механічної обробки до ремонтних розмірів..... | 13 |
| 3.3 Практичне заняття № 3. Вивчення технологічного процесу відновлення колінчастого валу методом електродугового напилення. | 19 |
| 3.4 Практичне заняття № 4. Вивчення дефектів шатуна двигуна внутрішнього згоряння та вибір методів для відновлення..... | 29 |
| 3.5 Практичне заняття № 5. Вивчення дефектів розподільчого вала автомобіля КамАЗ та вибір методів для відновлення..... | 40 |
| 3.6 Практичне заняття № 6. Вивчення та розрахунок режимів технологічного процесу розточування гільзи циліндрів..... | 46 |
| 3.7 Практичне заняття № 7. Вивчення та розрахунок режимів технологічного процесу хонінгування гільзи циліндра..... | 54 |
| 4 Література | 62 |

ВСТУП

Однією з важливих задач автотранспортних підприємств є підтримання рухомого складу в технічно справному стані. Це призводить у свою чергу до зниження витрат на експлуатацію автомобілів (автобусів) (витрати на паливно-мастильні матеріали, шини, запасні частини і особливо на технічне обслуговування і ремонт рухомого складу).

Система технічного обслуговування і ремонту покликана забезпечити надійність, безвідмовність, довговічність транспорту. Передбачається виконання зі встановленою періодичністю різних видів обслуговування і планових ремонтів, таких як поточний, середній, капітальний.

Ремонт техніки є більш складнішим процесом, ніж виробництво. Виробництво — процес рівномірний, стабільний, тоді як ремонт відрізняється більшою часткою невизначеності — різний ступінь зносу, пошкоджень техніки, що поступає в ремонт, не дозволяють заздалегідь точно розрахувати і розпланувати цей процес.

Ремонт — це сукупність техніко-економічних і організаційних заходів, пов'язаних з підтримкою експлуатованої техніки в працездатному стані.

При ремонті зношених або пошкоджених деталей двигуна необхідно дотримуватися певних загальних правил. Це дозволяє уникнути помилок, забезпечити якість ремонту, а в цілому понизити вірогідність несправностей і відмов після ремонту і виключити витрати часу і засобів на їх виправлення.

Всі деталі двигуна, схильні до різних пошкоджень в експлуатації, можна умовно розділити на дві групи. Перша група - деталі, що зношуються, безпосередньо контактують по робочих поверхнях з відповідними деталями, що зношуються. Такі деталі можуть оброблятися в ремонтні (збільшення для отворів і фланців і зменшення для валів) розміри для сполучення з у відповідь замінованими деталями. Прикладом може служити шліфування колінчастого валу під вкладиші збільшеної товщини або хонінгування циліндрів під поршні збільшеного діаметру.

Пристаюючи до ремонту двигуна, а тим більше, до ремонту конкретних деталей, необхідно чітко уявляти мету і основні завдання ремонту. Мету ремонту двигуна можна сформулювати, як відновлення експлуатаційних характеристик і параметрів двигуна (або окремого вузла, деталі) до рівня, вказаного в паспортних даних, інструкціях з експлуатації і ремонту або загальноприйнятих рекомендацій (якщо конкретні відомості по даному двигуну відсутні).

Практичні заняття

1. ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт розроблені з метою закріплення і поглиблення теоретичних знань і отримання практичних навиків по дефектації, комплектуванню, зборці, ремонту деталей, розробці технологічних операцій, встановленню технічно обґрунтованих норм часу, користуванню керівництвом по капітальному ремонту автомобілів (КР) і оформленню технологічних документів, отримання навиків, необхідних в їх подальшій практичній діяльності. Методичні вказівки для практичних занять з дисципліни "Експлуатація та ремонт двигунів внутрішнього згоряння" призначені для студентів напряму підготовки 207 "Автомобільний транспорт".

Студентам пропонується сім практичних занять які за змістом охоплюють програму дисципліни. В кожній роботі наведена тема, мета, зміст роботи, перелік обладнання та оснащення робочого місця, загальні відомості, порядок виконання роботи, зміст звіту, перелік контрольних питань та рекомендована література.

У процесі проведення циклу практичних занять студенти використовують комплект документів і наочних посібників: методичні вказівки по виконанню роботи; виписки з РК-200-РСФСР-2/1-2025-80 (технічні вимоги на дефектацію, збірку, комплектування, ремонт і т. д.); креслення дефектованих і ремонтваних деталей; довідкову інформацію (режими різання, наплавлення, операційні ескізи, нормативи часу, характеристики ріжучого інструменту, схеми управління верстатом, основні дані, необхідні для дефектації і комплектування деталей, і т.д.); описи комплектності робочого місця; правила техніки безпеки.

В результаті виконання комплексу практичних занять у студентів формується загальна уява по базовим поняттям та особливостям застосування обладнання, приладів, пристроїв, інструменту та технологічних процесів, що застосовуються при різних методах відновлення деталей та ремонту агрегатів двигунів внутрішнього згоряння.

При підготовці до виконання практичних занять студенти повинні самостійно опрацювати рекомендовану літературу та контрольні питання. Викладач контролює підготовленість студентів і проводить допуск до виконання завдань.

Після виконання завдань по кожному практичному занятті оформлюється звіт. Звіт повинен містити номер, назву і мету заняття, дані про призначення і послідовність технологічного процесу відновлення конкретної деталі та режими роботи обладнання, що використовується, порядок виконання роботи і висновки.

Кожне виконане практичне заняття студент захищає в індивідуальному порядку за контрольними питаннями. Позитивно захищена студентом лабораторна робота підписується викладачем, який проводить практичні заняття. Збірка захищених робіт є допуском до здачі заліку з дисципліни "Експлуатація та ремонт двигунів внутрішнього згоряння".

2. ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ТА ПРОТИПОЖЕЖНІ ЗАХОДИ В ЛАБОРАТОРІЇ

У відділенні ремонтних робіт всі верстати є джерелами підвищеної небезпеки. Щоб уникнути нещасних випадків при виконанні лабораторних робіт необхідно строго дотримувати правила техніки безпеки і пожежної безпеки. До лабораторних робіт учні допускаються тільки після засвоєння ними вказаних правил, що підтверджується розписом що вчиться в журналі.

Працювати дозволяється тільки на технічно справних верстатах з відповідними пристосуваннями і огорожувальними пристроями. Верстати повинні приводитися в дію і обслуговуватися тільки тими особами, за якими вони закріплені.

Приміщення та робочі місця верстатників повинні утримуватися в чистоті, добре висвітлюватися і не виробами та матеріалами. Видалення стружки з верстата повинне проводитися відповідними пристроями (гачками, щітками).

Під час роботи верстата забороняється знімати, ставити і відкривати огорожі, сидіти на станках, спиратися ліктем, передавати через них вироби, а також класти на них інструменти та вироби.

Виконуючи лабораторні роботи, студент зобов'язаний дотримуватися наступних вимог:

- ходити тільки по встановлених проходах, перехідних містках і майданчиках;
- не сидати і не спиратися ліктем на випадкові предмети і огорожі;
- не підійматися і не спускатися бігом по сходових маршах і перехідних містках;
- не торкатися до електричних проводів, кабелів електротехнічних установок;
- не усувати несправності в освітлювальній і силовій мережі, а також пускових пристроях;
- не знаходитися в зоні дії вантажопідійомних машин.

Для питва потрібно вживати воду з сатураторів, обладнаних фонтанчиків або питних бачків.

Приймати їжу слід в обладнаних приміщеннях (столовій, буфеті, кімнаті прийому їжі).

Засобами пожежогасінні лабораторія повинна бути забезпечена по встановлених нормах. У лабораторії повинна бути також аптечка з медикаментами, необхідними для надання першої допомоги при нещасних випадках. Ввідний інструктаж і інструктаж на робочому місці проводить викладач, який проводить заняття. Проведення інструктажу фіксується в спеціальному журналі лабораторії.

3. ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ

3.1. Практичне заняття № 1

Тема: Вивчення дефектів колінчастого вала та вибір методів для відновлення

Мета: Ознайомитися з обладнанням, приладами, пристроями, інструментом для дефектування колінчастого вала двигуна внутрішнього згоряння та методами, що застосовуються при його відновленні.

Зміст роботи: В процесі виконання лабораторної роботи необхідно провести дефектування колінчастого вала, при цьому визначити дефекти вала та методи відновлення його працездатності.

Обладнання та оснащення робочого місця: Комплект призм для перевірки деталей типу вал; індикаторний пристрій для перевірки вала на згин; комплект мікрометрів; спеціалізовані схеми та плакати.

Загальні відомості

Дефектація деталей є складовою частиною технологічного процесу ремонту машин. Основна її задача — оцінка технічного стану деталей і визначення можливості їх подальшого використання.

Погіршення технічного стану деталей, звичайно, пов'язано із зміною їх геометричних параметрів (розмір, зазор, овальність, конусність і ін.) унаслідок зношування робочих поверхонь, а також утворення на них вм'ятин, задирів, тріщин і ін.

Рівень технічного стану деталей (з'єднань) визначають по таких критеріях, як граничні зазори, розміри, овальність і ін. Всі вони відображені в нормативно-технічній документації.

Для дефектації деталей, розроблені ГОСНИТИ і видаються у вигляді альбомів технічні вимоги на капітальний ремонт для кожної марки машини, що містять вимоги на дефектацію її складових частин і деталей.

Технічні вимоги включають перелік можливих дефектів, способи їх виявлення, вимірювальні засоби і чисельні значення геометричних і інших параметрів, що визначають технічний стан деталей (допустимі розміри, похибки форми, взаємне розташування осей і ін.).

Всі вимірювання проводяться в місцях найбільшого зносу поверхонь. За наслідками дефектації деталі сортують на дві групи: годні — в з'єднанні з новими деталями, з деталями, що були в експлуатації; непридатні — деталі, що вимагають ремонту на даному підприємстві, або вимагають відправки на підприємства по централізованому відновленню деталей.

Деталі кожної групи маркують фарбою.

За методом виявлення дефекти поділяють на наступні групи:

- дефекти, виявлені зовнішнім оглядом: (тріщини, вм'ятини, задирі, злами і ін.);
- дефекти, встановлювані за допомогою універсальних вимірювальних інструментів і приладів, а також жорстких калібрів, пов'язані із зміною розмірів деталі, її геометричної форми і взаємного розташування осей і поверхонь;

- дефекти, виявлені за допомогою спеціальних методів (магнітна, ультразвукова, люмінесцентна дефектоскопія, гідравлічні випробування); приховані тріщини, внутрішні раковини і ін.

Дефектація вимірювальними засобами. Методи і засоби вимірювання деталей при ремонті машин вибирають з урахуванням таких показників, як точність виготовлення деталі, її конструктивні особливості, вартість вимірювального засобу, тривалість його настроювання, витрати часу на вимірювання, кваліфікація контролера і ін. Неправильний вибір вимірювального інструменту може привести до тому, що придатна деталь буде забракована, а бракована прийнята як годна.

При дефектації деталі гранична похибка зіставляється не з допуском на розмір, як при її виготовленні, а з допуском на знос, що є різницею між середнім креслярським розміром нової деталі і допустимим ремонтним розміром.

Останнім часом в практиці ремонтного виробництва, особливо на спеціальних ремонтних підприємствах, все ширше знаходять застосування калібри. Калібри, вживані при виготовленні і відновленні деталей мають істотні відмінності:

- калібри для контролю відновлення деталей двухграничні, а для дефектації — однограничні прохідні, налаштовані тільки на допустимий розмір. Можливо застосування і двухграничних калібрів, якщо, наприклад, одна сторона налаштована на допустимий розмір в з'єднанні з новою деталлю, а інша — на розмір, допустимий з деталлю, що була в експлуатації; при цьому деталі сортуватимуться на дві групи;

- для контролю отвору при виготовленні і відновленні деталі звичайно застосовуються повні пробки, а при дефектації — неповні або у вигляді нерегульованих нутромірів. Такі конструкції калібрів дозволяють уникати помилок, пов'язаних з нерівномірністю зносу внутрішніх поверхонь (повна пробка може пропустити непридатну деталь, оскільки не увійде до отвору за меншим розміром нерівномірно зношеної поверхні, хоча її більший розмір вийшов за межі допустимого).

На робочому місці дефектувальника обов'язково повинні бути технічні вимоги на дефектацію і відповідні їм вимірювальні засоби.

Слід мати на увазі, що недотримання діючих нормативів на дефектацію деталей в процесі ремонту здійснює великий вплив на ефективність ремонтного виробництва (вартість ремонту, витрата запасних частин, об'єм відновлення деталей), якість і надійність відремонтованої техніки.

Колінчастий вал (рис. 1.1) через шатуни сприймає тиск газів, що виникає в надпоршневій порожнині циліндрів, і навантажується силами інерції від невривноважених мас механізму, що здійснюють зворотно-поступальний і обертальний рух.

Під дією газових сил і сил інерції, що різко змінюються по величині і напрямку, колінчастий вал обертається із змінною кутовою швидкістю, унаслідок чого випробовує пружні коливання, піддається скручуванню, вигину, стиску або розтягу. Складні умови роботи валу викликають підвищений знос

шийок, деформацію окремих елементів конструкції та утомленість матеріалу, яку породжують крутильні і осьові коливання.

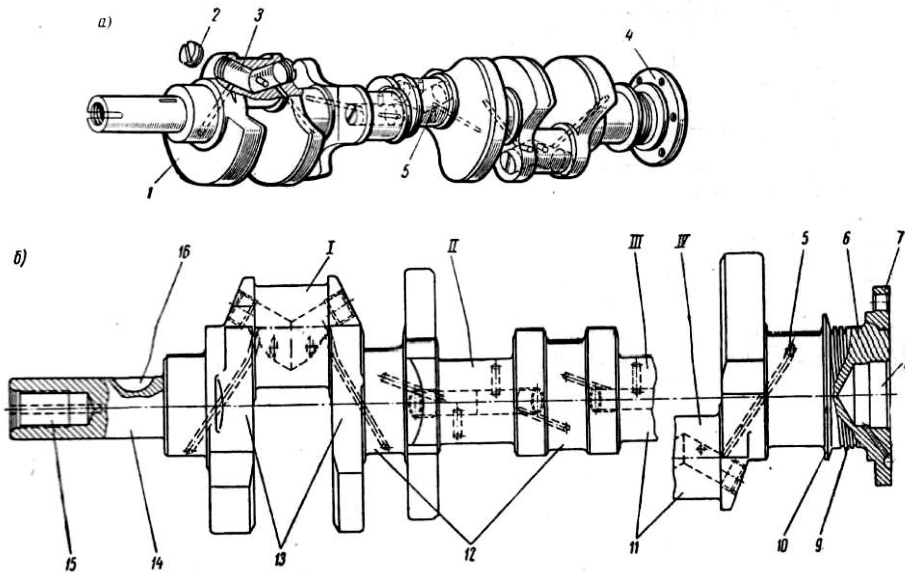


Рисунок 1.1 - Зовнішній вигляд (а) та елементи конструкції (б) колінчастого вала V-подібного двигуна ЗІЛ: I; II; III; IV – шатунні шийки; 1 - противаги; 2 - різьбова пробка; 3 - різьбовий отвір; 4 - отвори для кріплення маховика; 5 - отвори для оливи; 6 - хвостовик; 7 - фланець; 8 - гніздо під опорний підшипник вала КЗШ; 9 - оливозгінна різьба; 10 - оливодвідний буртик; 11 - шатунні шийки; 12- корінні шийки; 13-щоки; 14 – носок вала; 15- різьбовий отвір храповика; 16- шпонкова канавка

Дефекти колінчастих валів і способи їх усунення відображено в табл. 1.1.

Таблиця 1.1. - Дефекти колінчастих валів і способи їх усунення

| № | Дефекти | Способи усунення |
|---|---|---|
| 1 | Знос корінних і шатунних шийок. Овальність і конусність шийок. Задири, риски і вм'ятини на шийках | Шліфування під ремонтний розмір; Гальванопокриття; Електро- і газове напилення; Наплавлення: електровібраційне в середовищі рідини, електродугове під шаром флюсу, електродугове в середовищі CO ₂ порошковими дротами |
| 2 | Зношення посадочних місць під розподільчу шестерню | Наплавлення, обточування і шліфування; Електроіскрове нарощування з послідуємим шліфуванням. |
| 3 | Знос оливозгінної різьби | Поглиблення різьби різцем і шліфування шийки до виведення слідів зносу. |
| 4 | Знос і розбиття шпонкової канавки | Фрезерування під збільшений розмір шпонок; Фрезерування нової канавки шпонки; Наплавлення з подальшим фрезеруванням канавки. |

Продовження таблиці 1.1

| | | |
|----|---|--|
| 5 | Знос посадочного отвору під зовнішнє кільце шарикопідшипника в торці вала | Розточування посадочного місця, запресовування втулки з подальшим розточуванням; Електроіскрове нарощування з послідуочим шліфуванням; Наплавлення з подальшим розточуванням. |
| 6 | Знос отворів під штифти кріплення маховика | Розгортання під ремонтний розмір. |
| 7 | Знос різьб | Розточуванням і зенкування з послідуочим нарізуванням різьби збільшеного розміру. |
| 8 | Обривання більше двох ниток різьби. | Поглиблення різьбових отворів з послідуочим нарізуванням такої ж різьби під подовжені болти. |
| 9 | Кручення вала | Шліфування шийок під ремонтний розмір з подальшим балансуванням; Наплавлення шийок з подальшим обточуванням, шліфуванням і балансуванням. |
| 10 | Биття торця фланця маховика | Підрізування торця фланця на токарному верстаті з подальшим балансуванням. |
| 11 | Згин валу: від 0,15 до 0,2 мм від 0,2 до 1,2 мм | Шліфування під ремонтний розмір Правка під пресом або наклепуванням |
| 12 | Тріщини: на шийках на щоках | Шліфування під ремонтний розмір Наплавлення з обточуванням і шліфуванням під нормальний розмір. Вибраковування (для кільцевих тріщин і тріщин на галтелях) Шліфування з подальшим балансуванням. Вибраковування (тріщини глибиною більше 4 мм) |
| 13 | Корозія поверхонь тертя | Зачищення абразивною шкуркою, шліфування і полірування. |
| 14 | Забивання отворів для підведення оливи | Прочищення шомполом і йоршем з промиванням і продуванням стислим повітрям. |

Порядок виконання роботи

1.1. Встановити колінчастий вал на призми П - 3 ТУ 2-034-812-88 і з допомогою індикатора ІЧ - 02 (ГОСТ 57768) та штатива ШМ - 11В (ГОСТ 101977-70) провести перевірку вала на згин. (рис. 1.2).



Рисунок 1.2 - Перевірка колінчастого вала на згин.

1.2. Перевірити ступінь зносу корінних і шатунних шийок колінчастого вала за допомогою мікрометра МК 75-1 (ГОСТ 6507- 90) згідно рис. 1.3.

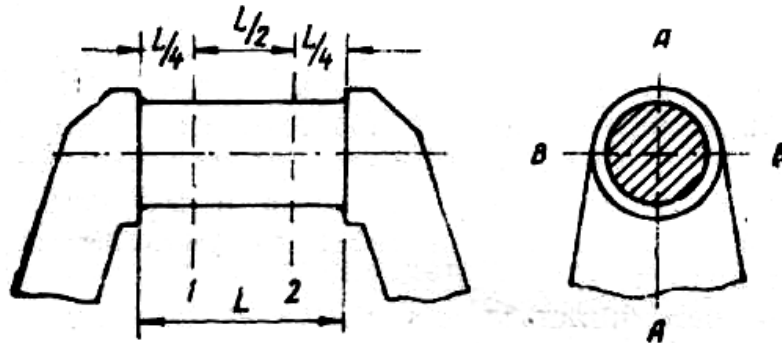


Рисунок 1.3 - Схема вимірів діаметрів шийок колінчастих валів: 1,2-поєси вимірів; А-А; В-В – площини вимірів

1.3. За допомогою мікрометра МК 75-1 (ГОСТ 6507- 90) перевірити ступінь зношення посадочних місць під розподільчу шестерню.

1.4. Візуально перевірити наявність зносу маслзгінної різьби.

1.5. За допомогою штангенциркуля або граничних калібрів перевірити знос і розбиття шпонкової канавки

1.6. За допомогою пробок-калібрів перевірити знос посадочного отвору під зовнішнє кільце шарикопідшипника в торці вала.

1.7. За допомогою калібрів перевірити стан різьб.

1.8. Перевірити вал на скручення.

1.9. Перевірити биття торця фланця маховика за допомогою індикатора ІЧ - 02 (ГОСТ 57768) та штатива ШМ - 11В (ГОСТ 101977-70)

1.10. За допомогою лупи або ультразвукового дефектоскопу перевірити вал на наявність тріщин.

1.11. Перевірити вал на наявність слідів корозії.

1.12. Перевірити стан оливних каналів.

1.13. Результати дефектування занести до таблиці 1.2.

1.14. Зробити відповідні висновки.

1.15. Самостійно відповісти на контрольні питання.

Таблиця 1.2 - Результати дефектування колінчастого вала

| № | Дефекти | Стан валу |
|----|--|-----------|
| 1 | Знос корінних і шатунних шийок. Овальність і конусність шийок. Задири, риси і вм'ятини на шийках | |
| 2 | Зношення посадочних місць під розподільчу шестерню | |
| 3 | Знос оливозгінної різьби | |
| 4 | Знос і розбиття шпонкової канавки | |
| 5 | Знос посадочного отвору під зовнішнє кільце шарикопідшипника в торці валу | |
| 6 | Знос отворів під штифти кріплення маховика | |
| 7 | Знос різьб | |
| 8 | Обривання більше двох ниток різьби. | |
| 9 | Скручення валу | |
| 10 | Биття торця фланця маховика | |
| 11 | Вигин валу: | |
| 12 | Тріщини: на шийках; на щоках | |
| 13 | Корозія поверхонь тертя | |
| 14 | Забивання отворів для підведення оливи | |

Оформлення звіту

В звіті навести номер, назву і мету практичного заняття, короткі відомості про сутність дефектації та її види, конструктивну схему колінчастого валу та існуючі його дефекти і методи їх усунення, порядок виконання роботи, результати дефектування валу і висновки.

Контрольні питання

1. Основна задача дефектації?
2. Як розподіляються дефекти по методу виявлення?
3. Які сили впливають на колінчастий вал в процесі роботи?
4. Назвіть основні конструктивні елементи колінчастого валу.
5. Які основні дефекти колінчастого валу?
6. Які ви знаєте методи усунення зношення корінних і шатунних шийок колінчастого валу?
7. Назвіть способи усунення дефектів колінчастого валу.

Рекомендована література: [1, 3, 8, 12]

Практичне заняття № 2

Тема: Вивчення відновлення колінчастого вала методом механічної обробки до ремонтних розмірів

Мета: Вивчити обладнання, прилади, пристрої, інструмент та технологічний процес, що застосовується при відновленні колінчастого вала методом шліфування під ремонтні розміри.

Зміст роботи: В процесі виконання лабораторної роботи необхідно провести дефектування колінчастого вала, визначити очікуваний найближчий ремонтний розмір, радіус кривошипа. Ознайомитись з будовою та принципом роботи спеціалізованого круглошліфувального верстата 3Д4230 для перешліфовування колінчастих валів. За допомогою пристосувань та приладів встановити, виставити та вивірити по поверхням базування колінчастий вала для шліфування по корінним шийкам. Ознайомитись з технологічними режимами обробки. За допомогою пристосувань та приладів встановити, виставити та вивірити по поверхням базування колінчастий вал для шліфування по шатунним шийкам. Ознайомитись з способами шліфування колінчастого вала. Провести перевірку якості шліфування. Вивчити основні причини браку при шліфуванні колінчастого вала.

Обладнання та оснащення робочого місця: Комплект призм для перевірки деталей типу вал; індикаторний пристрій для перевірки вала на згин; комплект мікрометрів; спеціалізований круглошліфувальний верстат 3Д4230 для перешліфовування колінчастих валів.

Загальні відомості

Дослідження і досвід роботи ремонтних підприємств показують, що в загальному випадку методи відновлення працездатності шийок колінчастих валів можна розділити на дві групи:

- механічна обробка до ремонтних розмірів;
- відновлення розмірів до номінальних.

Відновлення працездатності колінчастих валів методом перешліфовування шийок на ремонтний розмір є найпоширенішим внаслідок простоти і низької вартості, але має і недоліки:

- ремонтні розміри обмежують взаємозамінність деталей;
- ускладнюють постачання запасними частинами і організацію ремонтного процесу, особливо при великій програмі підприємства;
- сполучення вал-вкладиш з шліфованими (зменшеними) на ремонтний розмір шийками часто має знижений термін служби. Це особливо важливо для валів, що не мають великого запасу міцності;
- вимагає наявності точного обладнання та висококваліфікованого персоналу.

Характеристика навантажень на колінчастий вал. Колінчастий вал відноситься до числа найвідповідальніших, напружених і дорогих деталей двигуна. Вартість виготовлення валу часто досягає 25...30% вартості виготовлення двигуна.

При роботі двигуна вал навантажується силами тиску газів, а також силами інерції деталей, що здійснюють зворотно-поступальні та обертові

рухи. Ці сили створюють значні крутні і згинаючі моменти сил. Крім того, періодично змінні крутні моменти, викликають крутильні коливання валу, які за певних умов значно підвищують напруження кручення. Шийки валу також піддаються змінним питомим навантаженням, що обумовлюють значну роботу тертя і їх знос. Внаслідок цього колінчастий вал двигуна повинен володіти достатньо високою міцністю, жорсткістю і зносостійкістю поверхонь (шийок), при відносно невеликій масі (маса валу складає 7...15% маси двигуна).

Колінчасті вали виготовляють звичайно з якісних вуглецевих або легованих сталей куванням або штампуванням. Застосовують також литі вали із спеціального модифікованого чавуну і сталі.

Обладнання для шліфування колінчастого вала. Для шліфування колінчастого вала застосовується спеціалізований круглошліфувальний верстат (рис. 2.1) виробництва Лубенського станкобудівного заводу. Він призначений для перешліфовування корінних і шатунних шийок колінчастих валів автомобільних і тракторних двигунів при їх ремонті.

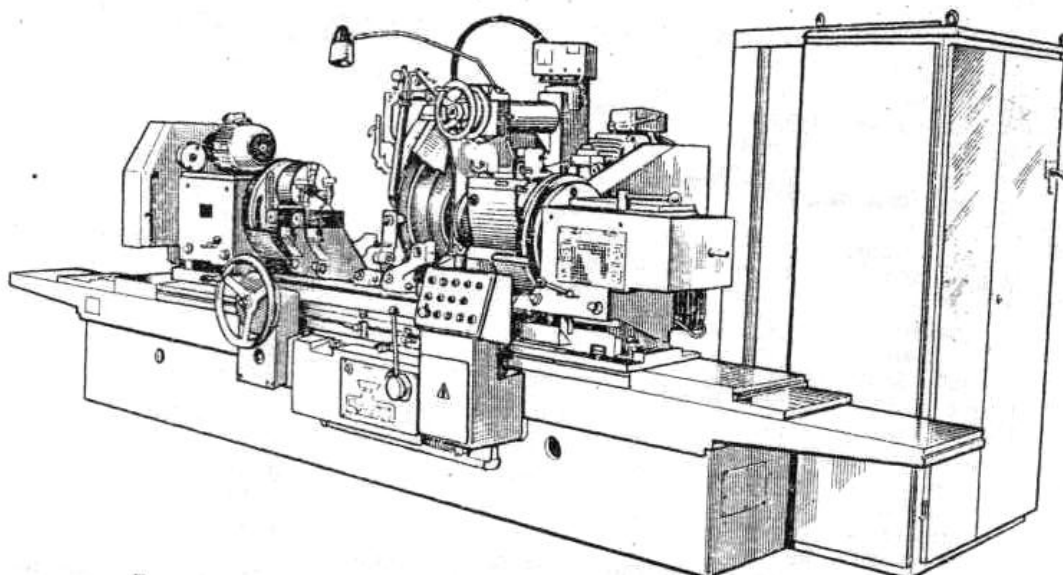


Рисунок 2.1 - Спеціалізований колошліфувальний верстат 3Д4230 для перешліфовування шийок колінчастих валів

Кліматичне виконання верстата 04 по ГОСТ 15150-69.

Шліфування проводиться при ручній врізній подачі шліфувального кола.

На верстаті можна шліфувати гладкі циліндричні і конічні поверхні з малим кутом конусності.

Технічні дані:

| | |
|---|------|
| Найбільший радіус обертання встановлюваного виробу, мм..... | 290 |
| Найбільша довжина встановлюваного виробу, мм: | |
| в центрах | 1600 |
| в патронах | 1450 |
| Найбільший діаметр шліфування, мм | 150 |
| Найбільший діаметр шліфування в люнетах, мм | 110 |
| Якнайменший діаметр шліфування в люнетах, мм..... | 30 |
| Висота центрів над столом, мм..... | 300 |
| Найбільша довжина шліфування, мм..... | 1600 |

| | |
|--|--------------------|
| Найбільший радіус кривошипа, мм | 105 |
| Найбільша маса оброблюваного виробу, кг | 150 |
| Найбільше переміщення столу, мм: | |
| ручне..... | 1600 |
| гідравлічне..... | 1600 |
| Швидкість гідравлічного переміщення столу, мм/хв: | |
| найбільша..... | 4000 |
| якнайменша..... | 200 |
| Ручне переміщення столу за один поворот маховика, мм: | |
| прискорене..... | 15,2 |
| сповільнене | 2 |
| Найбільший кут повороту верхнього столу: | |
| по годинниковій стрілці..... | 2° |
| проти годинникової стрілки | 3° |
| Діаметр шліфувального кола, мм: | |
| найбільший..... | 900 |
| якнайменший..... | 750 |
| Найбільша висота кола, мм..... | 63 |
| Кількість швидкостей шпинделя шліфувальної бабки..... | 1 |
| Частота обертання шпинделя шліфувальної бабки, г/хв..... | 740 |
| Переміщення шліфувальної бабки по гвинту, мм | 175 |
| Величина швидкого підведення шліфувальної бабки, мм..... | 100 |
| Ціна розподілу лімба переміщення шліфувальної бабки, мм..... | 0,0025 |
| Переміщення шліфувальної бабки за один оборот лімба, мм..... | 0,5 |
| Поштовхова подача па один зуб храпового колеса, мм..... | 0,0025 |
| Кількість частот обертання виробу | 4 |
| Частота обертання виробу (регулюється східчасто) г/хв: | |
| при частоті струму 50 гц..... | 30; 60; 90; 180 |
| при частоті струму 60 гц..... | 36; 72; 108; |
| | 216 |
| Конус в шпинделі передньої бабки..... | Морзе 5 |
| Механізм відведення пінолі задньої бабки..... | важельно-гвинтовий |
| Величина відведення пінолі задньої бабки, мм: | |
| важелем..... | 35 |
| гвинтом..... | 55 |
| загальне відведення..... | 55 |
| Конус пінолі задньої бабці | Морзе 4 |
| Габаритні розміри верстата (при крайньому положенні частин, що рухаються), мм: | |
| довжина..... | 5500 |
| ширина..... | 2550 |
| висота..... | 1670 |
| Маса верстата, кг..... | 7750 |
| Маса верстата з електроустаткуванням без пристосувань, кг..... | 7485 |

Механізм головного руху і подач

Діаметр шків, мм:

па приводі (50 Гц., 60 Гц).....176

па шпинделі.....140

Частота обертання шпинделя, г/хв.....740

Порядок виконання роботи

2.1. Встановити вал на призми, провести дефектування вала.

2.2. Визначити найближчий ремонтний розмір, згідно таблиці 2.1.

2.3. Визначити та занести в таблицю 2.2 режими обробки вала на верстаті ЗД4230.

2.4. Встановити, збазувати, прошліфувати корінні шийки вала.

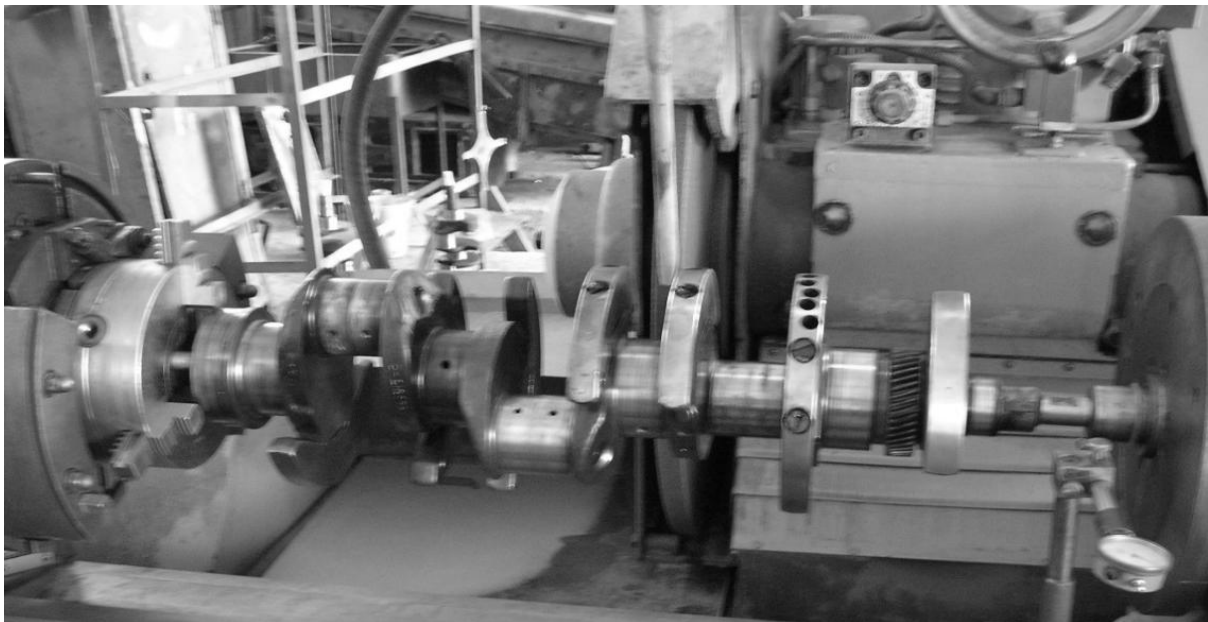


Рисунок 2.2 - Встановлення колінчастого вала при шліфуванні корінних шийок

2.5. Встановити, збазувати, прошліфувати шатунні шийки вала.

2.6. Перевірити геометричні розміри вала, дані занести в таблицю 2.3.

2.7. Зробити відповідні висновки.

2.8. Самостійно відповісти на контрольні питання

Таблиця 2.1 - Розміри корінних та шатунних шийок колінчастих валів ГАЗ-53

| Номінал: $\overset{-0,02}{III} - 60, 00$; $\overset{-0,02}{K} - 70, 00$ | | | | | | |
|--|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | P1(0,25) | P2(0,5) | P3(0,75) | P4(1) | P5(1,25) | P6(1,5) |
| Ш | $\overset{-0,02}{59, 75}$ | $\overset{-0,02}{59, 50}$ | $\overset{-0,02}{59, 25}$ | $\overset{-0,02}{59, 00}$ | $\overset{-0,02}{58, 75}$ | $\overset{-0,02}{58, 50}$ |
| К | $\overset{-0,02}{69, 75}$ | $\overset{-0,02}{69, 50}$ | $\overset{-0,02}{69, 25}$ | $\overset{-0,02}{69, 00}$ | $\overset{-0,02}{68, 75}$ | $\overset{-0,02}{68, 50}$ |

Таблиця 2.2 - Режими обробки вала ГАЗ-53 на шліфувальному верстаті ЗД4230

| Марка шліфувального кола | Оберти шліф. круга | Оберти вала | Продольна подача | Радіус кривошипа | Зміщення противаг |
|--------------------------|--------------------|-------------|------------------|------------------|-------------------|
| | | | | | |

| | | | | | |
|--------------------------------------|--|--|--|--|--|
| ПП900х 33х305 24А 40 СМ 35 м/с | | | | | |
|--------------------------------------|--|--|--|--|--|

Таблиця 2.3 - Результати вимірів вала до та після механічної обробки

| Прогнутість вала | | | | | |
|---------------------|---|---|---|---|---|
| до шліфування | | | | | |
| після шліфування | | | | | |
| Стан корінних шийок | | | | | |
| № шийки | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| до шліфування | | | | | |
| після шліфування | | | | | |
| Конусність | | | | | |
| Овальність | | | | | |
| Стан шатунних шийок | | | | | |
| № шийки | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| до шліфування | | | | | |
| після шліфування | | | | | |
| Конусність | | | | | |
| Овальність | | | | | |

Таблиця 2.4 - Основні параметри, що характеризують якість шліфування колінчастого вала

| Параметр (мм) | Номінальне значення | Максимально допустиме значення |
|---|---------------------|--------------------------------|
| Овальність шийок | 0,003 | 0,005 |
| Конусність шийок | 0,002 | 0,005 |
| Відхилення розмірів шийок | 0,007 | 0,015 |
| Взаємне биття корінних шийок | 0,01 | 0,03 |
| Биття хвостовика і поверхонь під ущільнення відносно корінних шийок | 0,01 | 0,03 |
| Непаралельність шатунних і корінних шийок, мм/довжина вала | 0,05 | 0,2 |

Оформлення звіту

В звіті навести номер, назву і мету практичного заняття, короткі відомості про методи відновлення працездатності шийок колінчастого вала, характеристики навантаження та обладнання для шліфування колінчастого вала, схеми базування та встановлення колінчастого вала при шліфуванні

корінних та шатунних шийок, порядок виконання роботи, результати дефектування колінчастого валу у вигляді таблиць 2.2, 2.3 і висновки.

Контрольні питання

1. З якого матеріалу та якими технологічними методами виготовляється колінчастий вал?
2. За допомогою яких пристосувань та інструментів проводиться дефектування колінчастого вала?
3. Як проводиться базування та встановлення колінчастого вала при шліфуванні корінних шийок?
3. Як проводиться базування та встановлення колінчастого вала при шліфуванні шатунних шийок?
4. Які основні вузли спеціалізованого круглошліфувального верстата 3Д4230 для перешліфовування колінчастих валів ?
5. По яким параметрам контролюється якість шліфування колінчастого вала?
6. В чому призначення противаг?
7. Як визначається радіус кривошипного колінчастого вала?
8. Який інструмент застосовується при шліфуванні колінчастого вала?
9. За допомогою яких пристосувань та приладів проводиться виставлення та вивірення по вісям колінчастого вала перед шліфуванням?
10. Назвіть переваги та недоліки даного методу відновлення.

Рекомендована література: [1, 3, 6, 12, 13]

Практичне заняття № 3

Тема: Вивчення технологічного процесу відновлення колінчастого валу методом електродугового напилення

Мета: Вивчити обладнання, прилади, пристрої, інструмент та технологічний процес, що застосовується при відновленні колінчастого вала методом електродугового напилення.

Зміст роботи: В процесі виконання лабораторної роботи необхідно вивчити технологічний процес відновлення колінчастого вала до номінальних розмірів методом електродугового напилення. Ознайомитись з будовою та принципом роботи обладнання для нанесення покриттів методом електродугового напилення. Вияснити переваги та недоліки даного способу відновлення. Отримати практичні навички по відновленню колінчастих валів та роботі на устаткуванні електродугового напилення. Вивчити технологічний процес проведення робіт.

Обладнання та оснащення робочого місця: Апарат для нанесення покриттів методом електродугового напилення (електродуговий розпилювач – металізатор), напилений колінчастий вал, карти технологічного процесу, комплект вимірювального інструменту.

Загальні відомості

Сутність, основні параметри та ефективність процесу. Сутність процесу полягає в тому, що розплавлений електричною дугою матеріал розпилюється і подається на попередньо підготовлену поверхню деталі струменем транспортуючого газу. Дрібні частки розплавленого матеріалу, на високій швидкості ударяючись об поверхню деталі деформуються, вглиблюються в її нерівності і, взаємодіючи з матеріалом основи та між собою, формують покриття. Схема процесу електродугового напилення зображена на рис. 3.1.

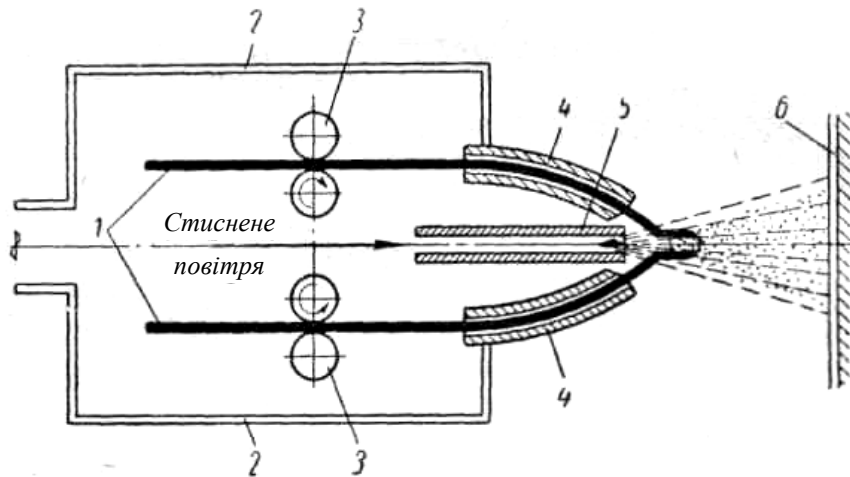


Рисунок 3.1 - Схема процесу електродугового напилення: 1 – електродні дроти; 2 – кабелі подачі струму; 3 – механізм подачі дровців; 4 – наконечники для дроту; 5 – повітряне сопло; 6 – деталь що напиляється

Процес електродугового напилення умовно можна розділити на три послідовні стадії, кожна з яких характеризується дією визначених параметрів які впливають на властивості сформованих покриттів.

Перша стадія включає подачу дрових електродів в зону горіння електричної дуги.

Друга стадія включає нагрівання дрових електродів, розплавлення і диспергування електродного металу, його переміщення до основи в об'ємі металоповітряного струменю і взаємодію з оточуючим середовищем.

Третя стадія включає явища, що протікають між матеріалом що напилюється та матеріалом основи і є стадією формування покриття.

На першій стадії основне значення має безперервність і рівномірність подачі дрових електродів, швидкість їх подачі та кут сходження. Ці характеристики пов'язані з конструктивними особливостями обладнання для напилювання і здійснюють безпосередній вплив на протікання наступних стадій.

На другій стадії важливими факторами, крім тих що названі вище, являються енергетичні параметри процесу, оточуюче середовище, розміри поперечного перерізу електродів та деякі інші. Нагрівання матеріалу починається з моменту збудження електричної дуги між кінцями дрових електродів, що горять в струмені стисненого газу, що витікає з великою швидкістю. Через це дуга обривається, а після деякого зближення електродів загоряється знову. При визначеному значенні дугового проміжку, останній заповнюється іонізованим газом і парами металу, що не встигають видуватися струменем стисненого газу. При роботі на постійному струмі можна підібрати такі параметри процесу, що будуть відповідати сукупності сталих режимів і горіння дуги буде проходити без короткого замикання і обривів, тобто між середньою швидкістю переміщення фронту плавлення і швидкістю подачі електродів встановлюється стан рівноваги.

Існує декілька поглядів на можливість функціонування дугового розряду в умовах швидкісного газового потоку, що має значний запас кінетичної енергії. Горіння дуги проходить в умовах потужного швидкісного струменю. Це обумовлено стисканням (контрагуванням) стовпа дуги. При електродуговому напиленні мають місце два режими перенесення розплавленого металу - крапельний і струменевий, характерний для перегрітих шарів матеріалу. Серед факторів, що діють на даній стадії процесу, найбільше впливають на формування міцності зчеплення покриття з основою, швидкість і температура часток. Розплавлені частки переміщуються до основи з заданою швидкістю, що більша по осі потоку і менша на його периферії. Температура часток також не постійна і по мірі наближення до основи зменшується.

Процеси, що протікають на стадії формування покриття, однакові для різних видів газотермічного напилення. Утворення покриття проходить шляхом послідовного укладення множини частинок, що деформуються, їх взаємодії з основою і між собою. Різні умови нагрівання і охолодження часток, відмінності в їх швидкостях, широкий діапазон гранулометричного складу, взаємодія з оточуючим середовищем обов'язково приводить до формування неоднорідної структури покриття, появі серед розплавлених часток включень нерозплавлених часток. Крім того, виникають пустоти заповнені газом,

кількість якого визначає пористістю покриття. Основні параметри електродугового напилення розподіляються на групи:

- 1) Конструктивні параметри розпилюючого обладнання.
- 2) Параметри, що характеризують режим роботи розпилювача.
- 3) Параметри, що пов'язані з розпилюючим матеріалом.
- 4) Параметри, що характеризують умови напилення покриттів.
- 5) Параметри струменю при напиленні покриттів.

1) *Конструктивні параметри.* Параметри цієї групи характеризують вплив на процес напилення конструктивних елементів розпилювача, з яких найбільш важливим є геометрія сопла та кут сходження дрових електродів. Для дугового напилення застосовують циліндричні сопла діаметром $d_c = 4 \dots 6$ мм і довжиною 30...50 мм. Циліндричні сопла працюють в режимі "недорозширення", оскільки статичний тиск газу на зрізі сопла вище атмосферного і струмінь дорозширюється за границею сопла, що викликає стрибки ущільнення, які супроводжуються ударними хвилями. При цьому ефективна довжина струменю знижується, а її розпилююча здатність падає. Для усунення цього недоліку застосовуються сопла з розширеною конічною частиною. Її довжина складає 6,5...8,5 мм. Кут сходження електродів w впливає на формування потоку часток. При малих кутах спостерігається утворення двох потоків відповідно з кожного дроту, а великі кути ускладнюють конструктивне виконання. На практиці застосовується кут сходження $w = 30^\circ$.

2) *Параметри, що характеризують режим роботи розпилювача* - це енергетичні параметри електричної дуги, вид та розхід розпилюючого газу. Процес бажано вести при мінімальних значеннях енергії затраченої на плавлення. На практиці використовують дугу потужністю від 5 до 20 кВт, силу струму 80...600 А і напругу 18...35 В. Тиск, витрати і властивості розпилюючого газу впливають на всі показники ефективності процесу. Збільшення тиску газу, а значить і його витрат приводить до збільшення швидкості струменю і його розпилюючих властивостей. На практиці тиск розпилюючого газу вибирають рівним 0,35...0,55 МПа, при цьому його витрати складають 60...150 м³/год. В якості розпилюючого газу здебільшого застосовують стиснене повітря. В процесі електродугового напилення проходять значні зміни хімічного складу розпилюваних матеріалів. Наявність високої температури в електричній дугі (близько 4500⁰С) і повітряного середовища приводять, з однієї сторони до вигорання ряду елементів, а з іншої до окислення матеріалу, що напиляється.

3) *Параметри, що пов'язані з розпилюючим матеріалом.* Найбільше впливають діаметр дроту, швидкість його подачі, а також його фізико - хімічні властивості: температура плавлення, теплоємність, щільність, початкова температура та ін. Діаметр дроту d_d вибирають від 1,0 до 3,5 мм. і більше. Чим більше діаметр - тим вище продуктивність процесу. Малі діаметри дроту ускладнюють процес, оскільки при цьому необхідна висока швидкість подачі, що викликає відхилення торців дроту які плавляться. Швидкість подачі дроту вибирають максимальну для заданого режиму роботи розпилювача, що дає змогу працювати при мінімальних значеннях питомої потужності дуги N_d .

Швидкість подачі змінюється від 0,05 до 0,35 м/с або продуктивність процесу розпилення $G_p = 2 \dots 50$ кг/год. Суттєво впливає також довжина вильоту дроту з контактного пристосування L_b . З збільшенням вильоту виділяється джоулеве тепло, що приводить до збільшення швидкості плавлення на 10...20 %. Разом з тим це приводить до коливання торців плавлення електродів. Величина зміщення дротів не повинна перевищувати 1/4 діаметру дроту.

4) *Параметри, що характеризують умови напилення покриттів.* Основними параметрами є: дистанція напилення L , кут зустрічі струменю з напилюваною поверхнею J_n , розміри і температура виробу, що напилюється T_b , тиск оточуючого середовища P_c , діаметр плями напилення d_n , швидкість переміщення плями Y_p , величина перекриття напилених проходів L_p та інші (рис. 3.1.). Дистанція напилення L знаходиться в межах від 60 до 150 мм. Кут зустрічі потоку з поверхнею складає 65...90 градусів. Швидкість переміщення плями напилення складає 30...50 м/хв.

5) *Параметри струменю при напиленні покриттів.* При електродуговому напиленні утворюється двохфазний струмінь з напилюваних часток, що рухаються в струмені розпилюючого газу. При цьому враховується ентальпія, температура, швидкість та інші параметри. Параметри струменю визначаються параметрами, що були розглянуті вище і являються основними при формуванні покриттів. Під ефективністю процесу напилення слід розуміти в першу чергу, якість покриття, коефіцієнт використання розпилюваного матеріалу і енергії для плавлення, а також продуктивність процесу.

Ефективність використання енергії для розпилення матеріалу визначається відношенням зміни ентальпії часток, що напиляються H до загальних затрат енергії W_3 :

$$n = \frac{H}{W_3}, \quad (3.1)$$

де n - енергетичний ККД процесу розпилення.

Ефективний к.к.д. нагрівання і розплавлення дроту при дуговому напиленні являється змінною величиною і залежить, як від режиму роботи апарата, так і від діаметра дроту. Його значення складає всього 0,22...0,45. Таке мале значення пов'язане з інтенсивним охолодженням дуги струменем стисненого повітря. При збільшенні падіння напруги в дузі ефективний к.к.д. нагрівання та розплавлення дроту зменшується, а з збільшенням діаметра підвищується.

Обладнання для електродугового напилення.

В комплект обладнання дільниці ЕДН входить: джерело струму ВС-500; камера для очищення і знежирення деталей; камера абразивно - струменевої обробки; камера електродугового напилення; система стисненого повітря тиском 0,6 МПа; система очищення і відділення вологи з транспортуючого газу; система очищення відпрацьованого газу; система вентиляції.

Камера для очищення і знежирення деталей являє собою ємкість з кришкою з ущільненнями. Вона обладнана нагрівними тенами та системою відсмоктування парів з затвором.

Камера для абразивно-струменевої обробки складається з корпусу, приводу обертання деталі, патрона, задньої бабки, пістолету, ежектора, панелі управління, рукавів (рис 3.2.)

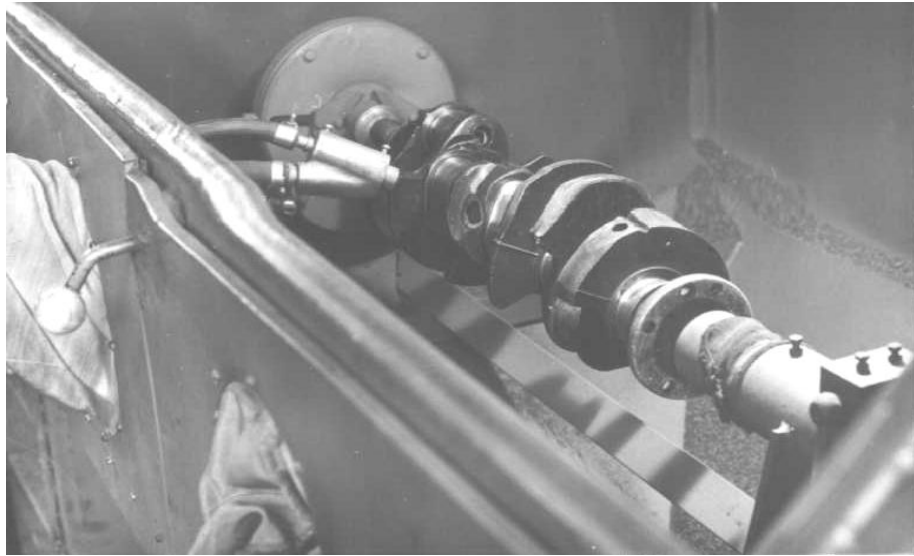


Рисунок 3.2 - Камера абразивноструменевої обробки

Камера являє собою металевий корпус з верхньою кришкою, що служить для встановлення деталі і має оглядові вікна. Деталь кріпиться в патроні горизонтально і фіксується задньою бабкою. Обробка проводиться за допомогою пістолету, подача абразивного матеріалу здійснюється ежекторним способом.

Установка ЕДН (рис. 3.3.), складається з наступних вузлів та агрегатів: камера вертикальна, механізм вертикального переміщення апарату напилення (рис. 3.4), пульт керування, апарат дугового напилення, стіл поворотний, системи забезпечення повітрям, джерела струму, електрообладнання та аспіраційного устаткування. Вертикальна камера являє собою відносно герметичний корпус, що складається з металевого каркаса з обшивкою. В корпусі обладнано двоє дверей з оглядовими вікнами, що захищені світлофільтрами. Одні з дверей забезпечують доступ до поворотного столу і апарату дугового напилення, при встановленні деталі і налазці апарата. Через інші двері проходить зміни касет з порошковим та суцільнотягнутим дротом. В боковій стінці камери розміщений отвір для кріплення аспіраційного устаткування, а на даху - завантажувальний люк. Камера обладнана внутрішнім світильником. Максимальна довжина деталі, яку можливо встановити в камеру, становить 110 мм. Поворотний стіл складається з планшайби, приводу, рами і валу. Привід виконаний на основі червячного редуктора та електродвигуна, з'єднаних між собою втулково - пальцевою муфтою. Через зубчасту передачу тихохідний вал редуктора передає обертання планшайбі. Частота обертання планшайби становить 36 об/хв, найбільший діаметр деталі – 300 мм., маса не більше 100 кг. Механізм для переміщення апарату напилення складається з опори, каретки та приводу. Опора являє собою зварну конструкцію з швелерів, в нижній частині якої кріпиться платформа з приводом. На горизонтальних пластинах опори кріпиться ходовий винт та направляючі каретки. Каретка

переміщується по направляючих за допомогою котків. До каретки кріпиться установочна плита апарату напilenня. Приводом служить електродвигун та черв'ячний редуктор. Вал редуктора з'єднаний з ходовим гвинтом. Швидкість переміщення апарату становить 0,5 м/хв.



Рисунок 3.3 - Установка електродугового напilenня: 1 - камера вертикальна, 2 - механізм переміщення апарату напilenня, 3 - пульт керування, 4 - апарат дугового напilenня, 5 - стіл поворотний; 6 - система забезпечення повітрям, 7 - джерело струму

Система стисненого повітря складається з компресора продуктивністю 5 м^3 стисненого повітря за хвилину при тиску в системі не нижче 0,6 МПа. Застосовувався компресор типу ПКС - 5,25 в комплекті з ресівером об'ємом 5 м^3 для аккумулявання стисненого повітря і забезпечення стабільності роботи системи.

Система очищення повітря від пилу та вологи складається з повстяного фільтру та комплекту стандартних вологовловлювачів

Система очищення відпрацьованого газу складається з фільтру для очищення відпрацьованого повітря абразивно струменевої камери та апарату типу "Циклон" для відділення зважених часток пилу і продуктів згорання металізаційної камери.

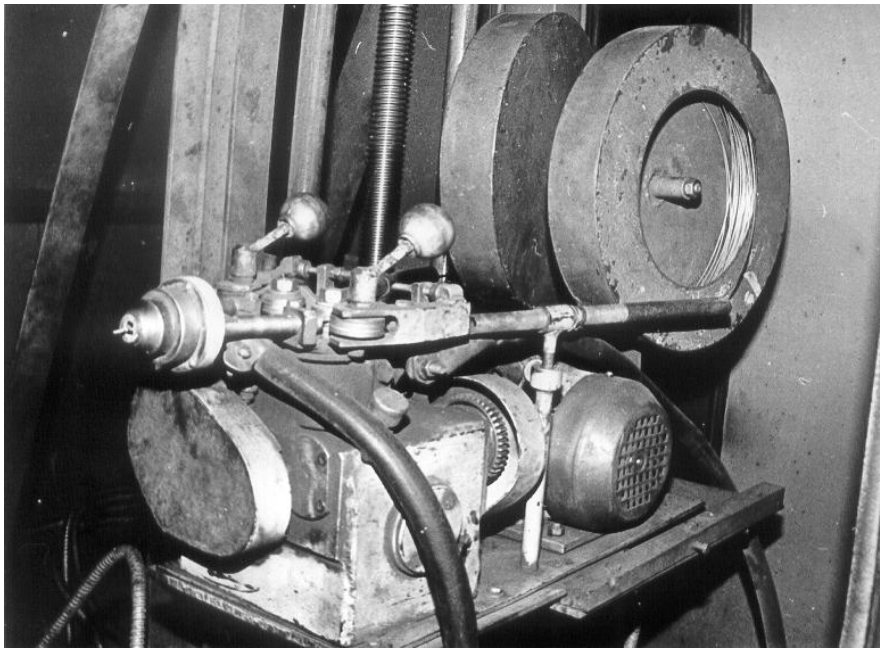


Рисунок 4.4 - Апарат дугового напilenня: 1 - розпилююча головка, 2 - плита, 3 - корпус, 4 - система подачі дроту, 5 - штативи для касет з дротом, 6 - привід

Система вентиляції обладнується стандартними вентиляторами і включається послідовно в систему очищення.

Компоновка дільниці відновлення колінчастих валів показано на рис. 3.5.

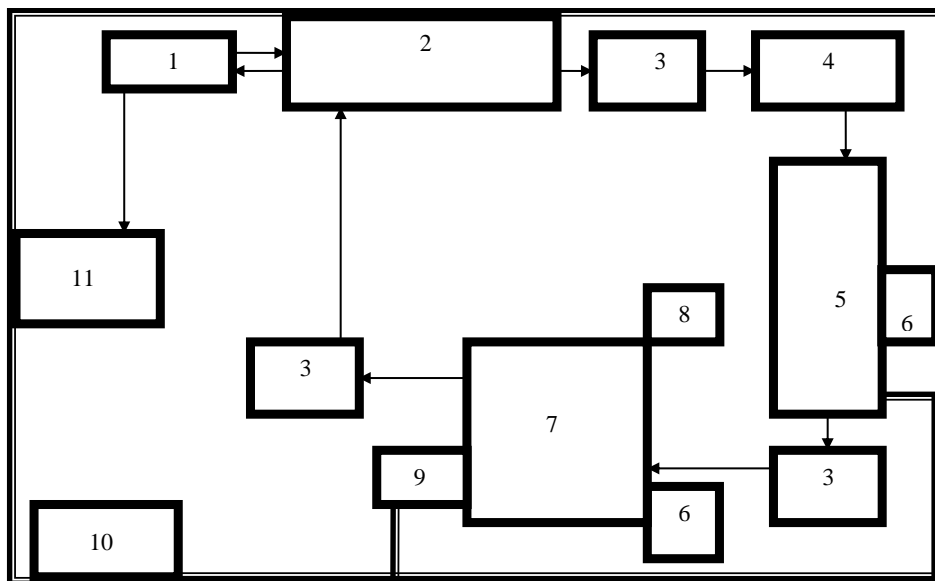


Рисунок 3.5 - Компоновка обладнання дільниці відновлення колінчастих валів: 1 - стіл для дефектування деталей, 2 - спеціалізований верстат для перешліфовки колінчастих валів, 3 - верстат слюсарний; 4 - камера для очищення і знежирення деталей, 5 - камера абразивно-струменевої обробки, 6 - система очищення відпрацьованого газу, 7 - камера ЕДН, 8 - джерело струму, 9 - система очищення і відділення вологи з транспортуючого газу, 10 - компресор та система стисненого повітря тиском 0,6 МПа., 11 - ванна насичення.

Технологічний процес відновлення колінчастого вала складається з наступних операцій:

1. Дефектування. Всі колінчасті вали, що поступили на відновлення, перевіряються по наступним параметрам : ступінь зносу корінних і шатунних

шийок колінчастого вала не повинна перевищувати 2 мм на діаметр від номінальних розмірів. Контроль здійснюється мікрометром МК 75-1 (ГОСТ 6507- 90). Розмір биття крайніх шийок вала відносно середньої не повинен перевищувати 0,035 мм. Контроль проводиться на призмах П - 3 ТУ 2-034-812-88 з допомогою індикатора ІЧ - 02 (ГОСТ 57768) та штатива ШМ - 11В (ГОСТ 101977-70). Прийомка деталей здійснюється згідно ОСТ 70.0001.026-73. Виявляється наявність тріщин на шийках та галтелях вала. Контроль проводиться ультразвуковим дефектоскопом УД-7Н згідно з ГОСТ 428-71 або візуально за допомогою лупи ЛП1 - 7Х (ГОСТ 25706-83).

2. Попереднє шліфування. Корінні та шатунні шийки вала шліфуються на 0,5 мм нижче останнього ремонтного розміру. Обробка проводиться на спеціальному круглошліфувальному верстаті ЗД4230 шліфувальним кругом ПП 900 x 33 x305 24А 40СМК 35 м/с (ГОСТ 577-68).

3. Слюсарна обробка. Вали звільняються від заглушок за допомогою ключа 7812-037 40ХФА Н12-1 (ГОСТ 1173-74) або висвердлюються на свердлильному верстаті ОМ - 22642, масляні канали прочищуються і продуваються стисненим повітрям кл.13 (ГОСТ 17433-80).

4. Знежирення. Вали виварюють в мийній камері ТП 50271. 00344 в розчині знежирення, склад якого показано в таблиці 1. Вали проварюються в розчині на протязі 15...20 хв. при температурі 60...70° С. Контроль якості знежирення проводиться по змочуваності поверхні вала згідно ГОСТ 9.402-80. Після закінчення процесу вал продувається стисненим повітрям кл. 13 (ГОСТ 17433-80).

Таблиця 3.1 - Склад розчину знежирення

| Назва компоненту (ГОСТ або ТУ) | Кількість, г/дм ³ |
|--|------------------------------|
| Натрій їдкий технічний (ГОСТ 263-79) | 20...30 |
| Сода кальцинована технічна (ГОСТ 5100-85Е) | 20...30 |
| Скло натрієве рідке (ГОСТ 13078-81) | 3...5 |
| Тринатрій фосфат (ГОСТ 201-76Е) | 30...50 |
| Вода питна (ГОСТ 2874-82) | до 1 дм ³ |

5. Абразивно-струменева обробка. Масляні канали закриваються гумовими заглушками. Обробка проводиться в абразивно-струменевої камері сумішшю чавунного дробу ДЧК 1,4 (ГОСТ 11964-81Е) з шліфувальним зерном електрокорунду нормального 15А (ГОСТ 2МТ-715-84) у співвідношенні 3/1. Обробка припиняється при досягненні на поверхні шийок валу рівномірного стану шорсткості. Режим обробки: тиск повітря – 0,6 МПа, частота обертання валу - 10 об/хв., дистанція – 120...150 мм., кут нахилу дробоструминного пістолета – 75...90°. Після обробки забороняється доторкатись до підготовлених шийок валу.

6. Ізоляція щок вала. Для захисту щок вала від налипання частинок в процесі напилення їх покривають шаром будь якої швидкосохнучої фарби. Шийки, які не потрібно напиляти, обгортають гумовою стрічкою.

7. Чорнове дугове напилення (рис. 3.6) . Напилення проводиться не пізніше ніж за 2 години після абразивно - струменевої обробки. Обробка

проводиться в металізаційній вертикальній камері в режимах: $U - 36В$, $I - 200-220 А$, дистанція - 110 мм., V деталі - 36 об/хв, $P - 0,1МПа$, товщина шару - 1мм.

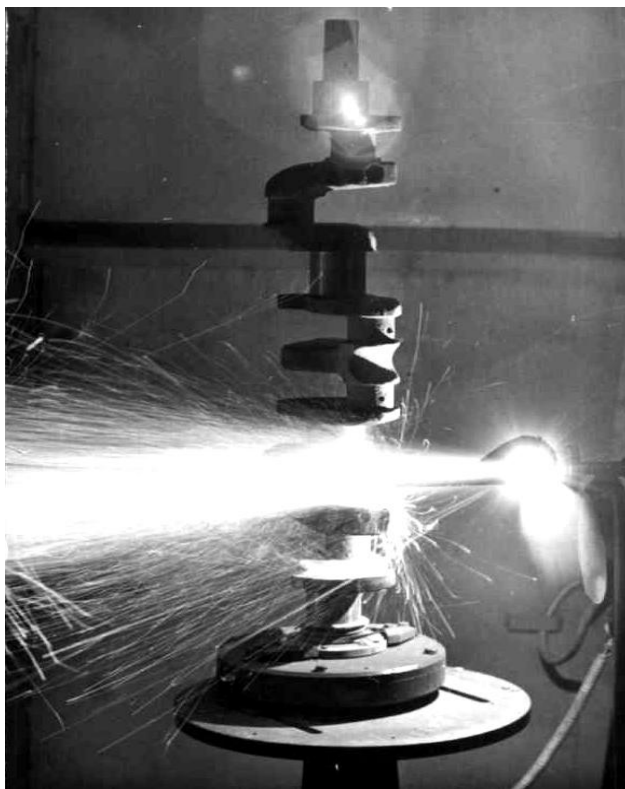


Рисунок 3.6 - Процес дугового напилення колінчатого вала.

8. Чистове дугове напилення. Напилення проводиться не пізніше 30 хв. після чорнового напилення в режимах: $U - 24 В$, $I - 180-200 А$, дистанція 150мм., V деталі - 36 об/хв, $P - 0,4 МПа$, товщина шару 2мм.

9. Слюсарна обробка. Щоки вала очищуються від залишків напилення та фарби за допомогою щітки металевої РСТ 1454-71, зубила 2810-0218 Н12 х 1 (ГОСТ 7211-86). Отвори масляних каналів звільнюються від гумових заглушок і на них знімається фаска твердосплавним свердлом з пластинкою твердого сплаву ВК6 ОСТ 37.002.1059-84 на свердлильному верстаті ОМ – 22642 при частоті обертання шпінделя не більше 100 - 150 об/хв.

10. Шліфування. Механічна обробка вала здійснюється не раніше ніж через 48 годин після дугового напилення. Шліфування здійснюється на верстаті 3Д4230 до номінального розміру в режимах: V круга 35 м/сек, поперечна подача - 0,03 мм . Контроль проводиться мікрометром МК- 75-1 (ГОСТ 6507-90). На рис. 3.7 показано колінчастий вал з прошліфованими корінними шийками.

11. Контроль. Перевіряється якість поверхні корінних та шатунних шийок вала візуально або за допомогою лупи ЛП1-7Х (ГОСТ 25706-83) згідно з ГОСТ 8.304-84(СТ СЕВ 4202-83) "Покриття металізаційні". При наявності тріщин, сколів і подряпин вал відправляється на повторне відновлення. Контролюється також відповідність геометричних розмірів шийок вала.

12. Слюсарна обробка. Масляні канали продуваються стисненим повітрям кл. 13 (ГОСТ17433-80) і закриваються заглушками за допомогою ключа 781203740ХФА Н12 Х 1 (ГОСТ 11737-74).

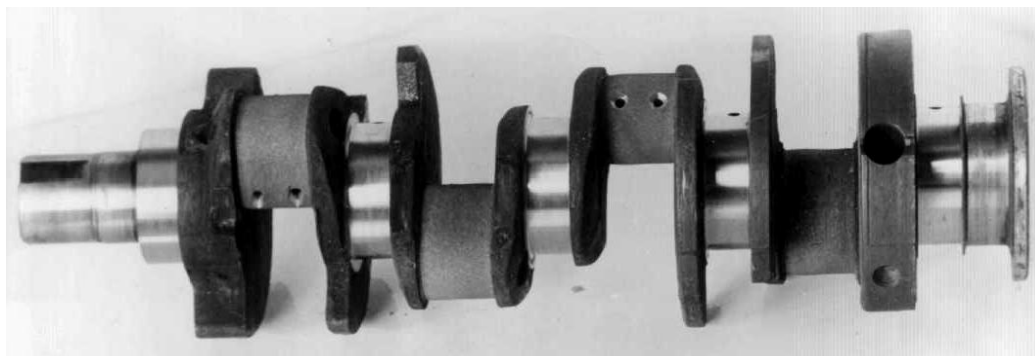


Рисунок 3.7 - Напилений колінчатий вал з шліфованими корінними шийками

13. Насичення. Вали поміщаються в камеру насичення з розчином дисульфіду молібдену в моторній оливі М8В1 ГОСТ 10541-78 у співвідношенні 1/10 де насичується протягом двох годин при температурі 90° С.

14. Консервація. Шийки валу покриваються шаром консервуючої речовини.

Порядок виконання роботи

3.1. Провести напилення колінчастого валу згідно приведеного вище, технологічного процесу.

3.2. Перевірити якість виконання робіт по зазначеним технологічним параметрам.

3.3. Зробити відповідні висновки.

3.4. Самостійно відповісти на контрольні питання.

Оформлення звіту

В звіті навести номер, назву і мету практичного заняття, короткі відомості про метод електродугового напилення колінчастого валу, операції технологічного процесу та параметри для контролю якості їх виконання, порядок виконання роботи і висновки.

Контрольні питання

1. В чому полягає сутність процесу ЕДН?
2. Назвіть стадії процесу ЕДН.
3. Назвіть основні параметри процесу.
4. Яке обладнання входить в комплекс ЕДН?
5. З яких вузлів складається камера ЕДН?
6. Який принцип роботи електродугового розпилювача?

Рекомендована література: [2, 5, 10, 16, 19]

Практичне заняття № 4

Тема: Вивчення дефектів шатуна двигуна внутрішнього згорання та вибір методів для відновлення

Мета: Вивчити обладнання, прилади, пристрої, інструмент для дефектування шатуна двигуна внутрішнього згорання та методи, що застосовується при його відновленні.

Зміст роботи: В процесі виконання лабораторної роботи необхідно провести дефектування шатуна, при цьому визначити дефекти та методи відновлення його працездатності.

Обладнання та оснащення робочого місця: Пристосування з індикаторними головками КИ-724, гідрозажимом для фрезерування площин роз'ємну шатунів і кришок та перевірки геометричних параметрів шатуна, шатун автомобіля КамАЗ, карти технологічного процесу, комплект мірального інструменту.

Загальні відомості

Шатун служить зв'язуючою ланкою між поршнем і кривошипом колінчастого валу. Оскільки поршень здійснює прямолінійний поворотно-поступальний рух, а колінчастий вал — обертальний, то шатун бере участь у складному русі і піддається дії знакозмінних навантажень, що носять ударний характер від газових сил і сил інерції.

Шатуни автомобільних масових двигунів виготовляють методом гарячого штампування з середньовуглецевих сталей марок 40, 45, марганцевистої сталі 45Г2, а в особливо напружених двигунах з хромо-нікелевої 40ХН, хромомолібденової поліпшеної 30ХМА і інших легованих якісних сталей.

Загальний вид шатуна в зборі з поршнем та елементи його конструкції показані на рис. 4.1. Основними елементами шатуна є: стрижень 4, верхня 14 і нижня 8 головки. В комплект шатуна входять також: підшипникова втулка 13 верхньої головки, вкладиші 12 нижньої головки, шатунні болти 7 з гайками 11 і шплінтами 10.

Стрижень шатуна, через схильність до згинання частіше всього має двотавровий перетин, але застосовують іноді хрестоподібні, круглі, трубчасті і інші профілі (рис. 4.2). Найраціональнішими є двотаврові стрижні, що володіють великою жорсткістю при малій вазі. Хрестоподібні профілі потребують більш розвинутих головах шатуна, що приводить до перевантаження його. Круглі профілі відрізняються простою геометрією, по вимагають підвищеної якості механічної обробки, оскільки наявність у них слідів обробки приводить до збільшення локальної концентрації напружень і можливої поломки шатуна.

Втулки верхньої головки шатунів мастяться розбризуванням або під тиском. В автомобільних двигунах широке розповсюдження отримало мащення розбризуванням. Крапельки масла при такій найпростішій системі мащення потрапляють в головку через одне або декілька великих, з широкими фасками на вході, маслоуловлюючих отворів або через глибокий

проріз, зроблений фрезою із сторони, що протилежна стрижню. Подачу оливи під тиском застосовують тільки в двигунах, що працюють з підвищеним навантаженням на поршневі пальці. Масло підводиться із загальної системи мащення через канал, просвердлений в стрижні шатуна або по спеціальній трубці, встановлюваній на стрижні шатуна.

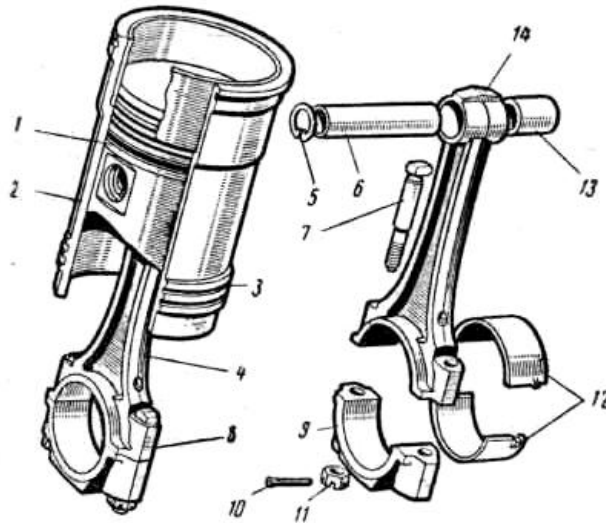


Рисунок 4.1 - Шатунно-поршнева група в зборі з гільзою циліндра; елементи конструкції шатуна: 1 — поршень, 2 — гільза циліндра, 3 — гумові кільця ущільнювачів, 4 — стрижень шатуна, 5 — замочне кільце, 6 — поршковий палець, 7 — шатунний болт, 8 - нижня головка шатуна, 9— кришка нижньої головки шатуна, 10 — шплінт, 11 — гайка шатунного болта, 12 — вкладиші нижньої головки шатуна, 13 — втулка верхньої головки шатуна, 14 — верхня головка шатуна

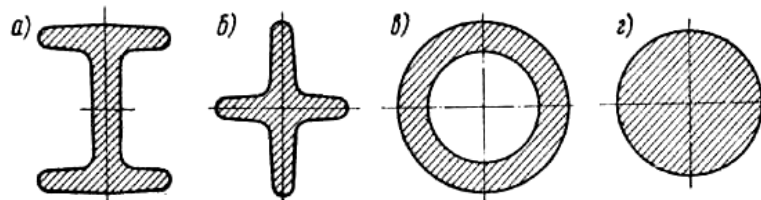


Рисунок 4.2 - Профілі стрижня шатуна: а) двотавровий; б) хрестоподібний; в) трубчастий; г) круглий

Мащення під тиском застосовується в двох- і чотиритактних дизелях ЯМЗ.

Верхня головка звичайно має форму, близьку до циліндрової, але особливості її конструкції у кожному конкретному випадку вибираються залежно від методів фіксації поршневого пальця і його мастила (рис. 4.3). Якщо поршковий палець закріплюється в поршневій головці шатуна, то її роблять з розрізом. Під дією стягнутого болта стінки головки дещо деформуються і забезпечують глухе затягування поршневого пальця. Головка при цьому не працює на знос. При інших методах фіксації поршневих пальців у верхню головку шатуна як підшипник запресовують втулки з олов'янистої бронзи з товщиною стінок від 0,8 до 2,5 мм.

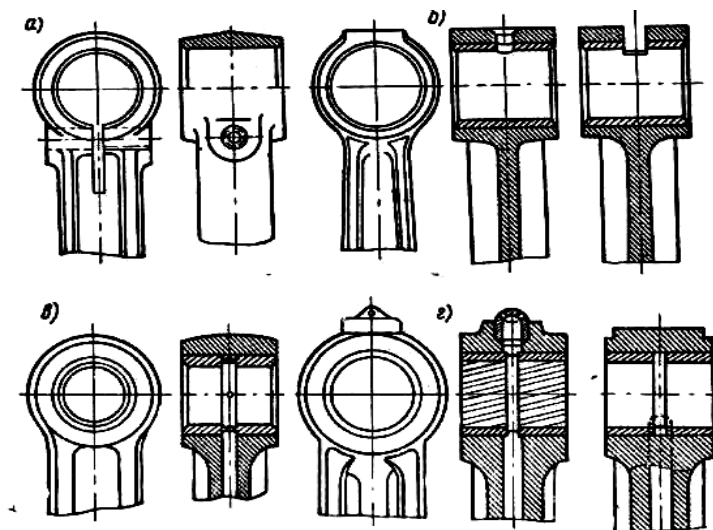


Рисунок 4.3 - Верхня головка шатуна

Тонкостінні втулки виготовляють з листової бронзи і обробляють під заданий розмір поршневого пальця після запресовки в головку шатуна. Скрутні втулки застосовують на всіх двигунах автомобілів ГАЗ, ЗІЛ-130, МЗМА і ін.

Нижні головки шатунів двигунів автомобільного і тракторного типів звичайно роблять роз'ємними, із зміцнюючими приливами і ребрами жорсткості. Типова конструкція роз'ємної головки показана на рис. 4.4. Основна її викована спільно із стрижнем 4, а відокремлена половина 9, звана кришкою нижньої головки, або просто кришкою шатуна, скріпляється з основною двома шатунними болтами 7. Іноді кришки кріпляться чотирма і навіть шістьма болтами або шпильками. Отвір у великій головці шатуна обробляють в зібраному стані з кришкою (рис. 4.4), тому її не можна переставляти на інший шатун або змінювати прийняте положення на 180° щодо шатуна, з яким вона була спарена до розточування. Щоб запобігти можливій плутанині на основній половині головки і на кришці, у площини їх роз'єму вибивають порядкові номери, відповідні номеру циліндра. При збірці кривошипно-шатунного механізму треба стежити за правильною постановкою шатунів на місце, строго керуючись інструкцією заводу-виробника.

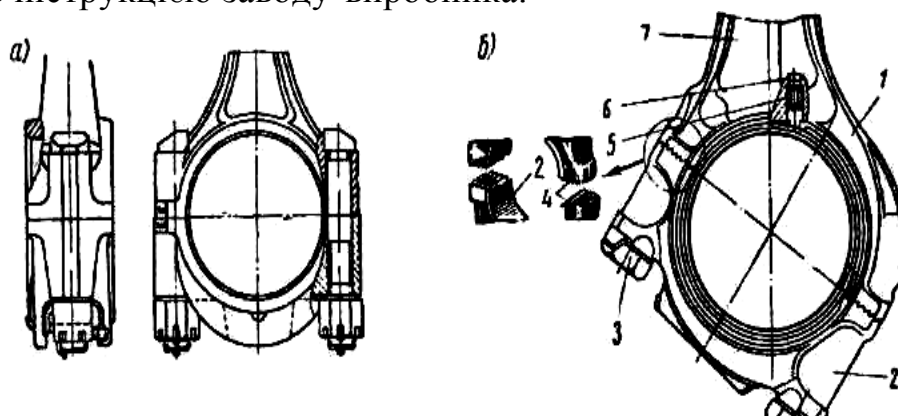


Рисунок 4.4 - Нижня головка шатуна: а) з прямим роз'ємом, б) з косим роз'ємом, 1 — половина головки, виковувана спільно із стрижнем 7, 2 — кришка головки, 3 — болт шатуна, 4 - трикутні шліци, 5 — втулочка з отвором, що калібрується, 6 — канал в стрижні для підведення масла до поршневого пальця

Для двигунів автомобільного типу з характерним сумісним відливанням циліндра і картера в одному блоці і взагалі за наявності блок-картерної відливання остову двигуна бажано, щоб велика головка шатуна вільно проходила через циліндри і не утрудняла виконання монтажних-демонтажних робіт. Коли габарити цієї головки розвинуті так, що вона не проходить в отвір циліндрової гільзи то комплект шатуна в зборі з поршнем можна вільно встановити на місце тільки при знятому колінчастому валу, що створює крайні незручності при ремонті. Тому розвинуті нижні головки виконують з косим роз'ємом, як зроблено це в дизелі ЯМЗ-236 (рис. 4.4 б).

Площину косоного роз'єму головки звичайно розташовують під кутом 45° до подовжньої осі стрижня шатуна (в окремих випадках можливий кут роз'єму 30° або 60°). Габарити таких головок після видалення кришки різко зменшуються. При косому роз'ємі кришки частіше за все кріпляться болтами, які вкручуються в основну половину головки. Рідше для цієї мети застосовують шпильки. На відміну від нормальних роз'ємів, виконуваних під кутом 90° до осі стрижня шатуна (рис. 4, а), косі роз'єми головок дозволяють дещо розвантажувати шатунні болти від розриваючих зусиль, а виникаючі при цьому бічні зусилля сприймаються буртиками кришки або трикутними шлицями, зробленими на поверхнях головки, що стикаються. У роз'ємів (нормальних або косих), а також під опорними площинами шатунних болтів і гайок стінки нижньої головки звичайно забезпечують зміцнюючими приливами і потовщеннями.

В головках автомобільних шатунів з нормальною площиною роз'єму в переважній більшості випадків шатунні болти одночасно є настановними, точно фіксуючими положення кришки щодо шатуна. Такі болти і отвори під них в головці обробляють з високою чистотою і точністю, як настановні штифти або втулки. Шатунні болти або шпильки є виключно відповідальними деталями. Обрив їх пов'язаний з аварійними наслідками, тому вони виготовляються з високоякісних легованих сталей з плавними переходами між елементами конструкції і піддаються термообробці. Стрижні болтів виконуються іноді з проточками в місцях переходу до різьбової частини і біля головок. Проточки роблять без підрізів з діаметром, рівним приблизно внутрішньому діаметру різьблення болта.

Шатунні болти і гайки до них виготовляються в основному з хромо-нікелевої сталі марки 40ХН. Застосовуються для цієї мети також сталі 40Х, 35ХМА і аналогічні їм матеріали.

Щоб запобігти можливому повертанню шатунних болтів при затягуванні гайок, їх головки роблять з вертикальним зрізом, а в зоні сполучення кривошипної головки шатуна із стрижнем вифрезерують площинку або поглибленні з вертикальним уступом, що утримує болти від повертання. В тракторних і інших двигунах шатунні болти фіксуються іноді спеціальними штифтами. З метою зменшення габаритів і ваги головки шатунів болти розміщують по можливості ближче до отворів під вкладиші. Допускаються навіть невеликі виїмки в стінках вкладишів, призначені для проходження шатунних болтів. Затягування шатунних болтів строго нормується і

контролюється за допомогою спеціальних динамометричних ключів. Так, в двигунах ЗМЗ-66, ЗМЗ-21 момент затягування складає 6,8...7,5 кГм (68...75 Нм), в двигуні ЗІЛ — 7...8 кГм (70...80 НМ), а в двигунах ЯМЗ 16...18 кГм (160...180 Нм). Після затягування корончаті гайки ретельно шплинтуються, а звичайні (без прорізів під шплінти) фіксуються яким-небудь іншим способом (спеціальними контргайками, відштампованими з тонкої листової сталі, замковими шайбами і т. д.).

Надмірне затягування шатунних болтів або шпильок недопустиме, оскільки це може привести до небезпечної витяжки у них різьблення.

Нижні головки шатунів автомобільних двигунів звичайно забезпечуються підшипниками ковзання, для яких застосовують сплави, що володіють високими антифрикційними властивостями і необхідною механічною стійкістю. Тільки в окремих випадках застосовують підшипники кочення, причому зовнішніми і внутрішніми обоймами (кільцями) для їх роликів служать сама головка шатуна і шийку валу. Головка в цих випадках робиться нероз'ємною, а колінчастий вал — складовим або розбірним. Оскільки разом із зношеним роликовим підшипником доводиться іноді замінювати весь шатунно-кривошипний вузол, то широке застосування підшипники кочення знаходять лише в порівняно дешевих двигунах мотоциклетного типу.

З антифрикційних підшипникових сплавів в двигунах внутрішнього згоряння частіше за все застосовують бабіти на олов'яній або свинцевій основах, алюмінієві високоолов'янисті сплави і свинцеву бронзу. На олов'яній основі в автомобільних двигунах застосовують сплав бабіт Б-83, що містить 83% олово. Це якісний, але досить дорогий підшипниковий сплав. Більш дешевим є сплав на свинцевій основі СОС-6-6, що містить по 5...6% сурми і олово, решта — свинець. Це так званий малосурьмянистий сплав. Він володіє добрими антифрикційними і механічними властивостями, стійкий проти корозії, відмінно приробляється і в порівнянні із сплавом Б-83 сприяє меншому зносу шийок колінчастого валу. Сплав СОС-6-6 застосовується для більшості вітчизняних карбюраторних двигунів (ЗІЛ, МЗМА і ін.). В двигунах з підвищеними навантаженнями на шатунні підшипники застосовують високоолов'янистий алюмінієвий сплав, що містить 20% олово, 1% мідь, інше — алюміній. Такий сплав використовується, наприклад, для підшипників V-подібних двигунів ЗМЗ-53, ЗМЗ-66 і ін.

Для шатунних підшипників дизелів, що працюють з особливо високими навантаженнями, застосовують свинцеву бронзу Бр.С-30, що містить 30% свинцю. Як підшипниковий матеріал, свинцева бронза володіє підвищеними механічними властивостями, але порівняно погано припрацьовується і схильна до корозії під впливом кислотних сполук, що нагромаджуються в маслі. При використуванні свинцевої бронзи картерне масло повинне містити спеціальні присадки, оберігаючи підшипники від руйнування.

Дефекти та ремонт шатуна

Для проведення лабораторної роботи застосовується шатун автомобіля КамАЗ.

Ремонт шатуна починають з перевірки вигину і скручування на контрольному пристосуванні з індикаторними головками (рис. 4.5) При непаралельності осей отворів верхньої і нижньої головки шатуна понад 0,06 на довжині 100 мм і відхиленні цих осей понад 0,12 на довжині 100 мм шатуни правлять. У разі ослаблення посадки втулок верхньої головки шатуна по отвору И замінюють втулки. Старі втулки випресовують, нові втулки з бронзи БрОС-10-10 охолоджують в зрідженому азоті, і запресовують так, щоб не допустити їх виступання за поверхні Ж і К.

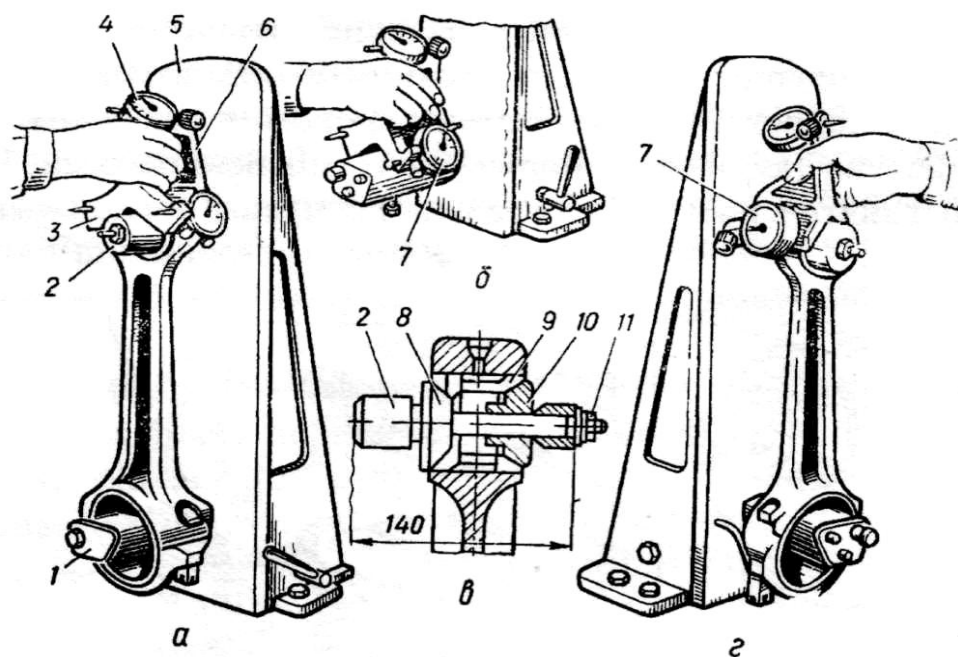


Рисунок 4.5 - Будова пристрою КИ-724 для перевірки шатуна на згин і скрученість: а - перевірка шатуна на згин, б - встановлення індикаторів, в - встановлення розтискної оправки, г - перевірка шатуна на скрученість, 1 - оправка, 2 -розтискна оправка, 3 – призма, 4, 7 – індикатори, 5 –плита, 6 – упор, 8, 10 – конуси, 9 - розтискна втулка оправки, 11 - гайка

При зносі більше 49,02 мм отвір верхньої головки шатуна розточують до діаметра 49,5 Н6 і запресовують ремонтну втулку діаметром 49,5 мм, як вказано вище. Інший спосіб: відновлюють поверхню осталоюванням, потім розточують різцями до номінального розміру.

При зносі отвору втулки верхньої головки шатуна Г більше допустимого розміру діаметра 45,04 мм втулки замінюють новими. Отвори нових втулок розточують до номінального розміру $44,98^{+0,02}$ мм і потім хонінгують, використовуючи синтетичні алмазні хонинговальні бруски 45x3x3x2x22 марки А М40/ 28м73 СТ СЕВ 204- 75. Обробку виконують до номінального розміру або ремонтного $45,15^{+0,033}_{+0,017}$ мм, витримуючи відстань між осями верхньої і нижньої головки шатуна.

Дефекти шатуна відображено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 - Дефекти шатуна автомобіля КамАЗ

| Назва деталі або складальної одиниці | | Позначення | |
|--------------------------------------|-------|--------------|------------|
| Шатун в зборі | | 740.1004045 | |
| № по каталогу | Назва | Матеріал | Твердість |
| 740.1004050 | Шатун | Сталь40ХН2МА | НВ 254-285 |

| 740.1004055 | | Кришка шатуна Втулка верхньої головки шатуна | Сталь40ХН2МА БронзаБрОС-10-10 | НВ 254-285 НВ 70 | | |
|--------------|-----------------|--|---|------------------------|----------------|--|
| № дефекта | Позна- чення | Можливий дефект | Розміри,мм | | | Спосіб ремонту |
| | | | Номіналь- ний | Гранично допустимий | | |
| | | | | без ремонту | для ремонту | |
| 1 | | Тріщини чи зломи на шатуні і кришці | - | - | - | Бракувати |
| 2 | В | Окремі впадини розміром до 2мм., риски на площині роз'єму шатуна та кришки | - | - | - | Зачистити |
| 3 | | Згин та скручування: а) непаралельність вісей отворів під втулку верхньої головки на довжині 100мм (ЕИ) | 0,04 | 0,06 | не більше 0,6 | Правити |
| | | б) відхилення вісей отворів під втулку верхньої і нижньої головки на довжині 100мм (ЕИ) | 0,08 | 0,12 | не більше 0,6 | Правити |
| 4 | Л | Зношення верхньої головки шатуна по ширині | Розмір Б 44 ^{-0,062} | - | Не менше 43 | Бракувати при розмірі Б < 43 мм |
| 5 | | Зменшення відстані між вісями верхньої і нижньої головок И і К | 225+/- 0,05 | 224,5 | - | Бракувати при розмірі < 224,5 мм |
| 6 | И | Зношення отвору верхньої головки (під втулку) | діаметр 49 ^{+0,016} | діаметр 49,024 | - | 1.Осталювати 2.Обробити під категорійний розмір 49,5 ^{+0,016} |
| 7 | Г | Зношення отвору втулки верхньої головки | 45 ^{+0,033} ^{+0,017} | 45,04 | більше 45,04 | Замінити втулку |
| 8 | Е | Зношення отвору під вкладиші | 85 ^{+0,016} ^{-0,005} | 85,02 | більше 85,02 | 1.Осталювати 2.Фрезерувати торці в кришці та шатуні, розточити. 3.Обробити під категорійний розмір 85,5 ^{+0,016} ^{-0,005} |
| 9 | А | Зношення нижньої головки по ширині | Розмір Д 33,4 ^{-0,075} ^{-0,115} | 33,23 | - | Бракувати при розмірі Д менше 33,23 |

У разі деформації або зносу отвору нижньої головки шатуна більш допустимого розміру Е поверхня остальноється. Шатун розкривають або застосовують нерозчинний анод. Після остальновання шліфують отвори на внутрішньо - шліфувальному верстаті, використовуючи шліфувальний круг П В 70х60х20 марки 24А32ПМ36К5А (ГОСТ 2424-83). Обробляють отвори, а потім хонінгують до 85^{+0,022} мм брусками з синтетичних алмазів марок А М28М1 і А М40М1 на вертикально-хонінгівальному верстаті, використовуючи

як ЗОР суміш з 70% гасу і 30% веретенного масла. Після хонінгування шатуни послідовно промивають і гасі і гарячій воді, продувають стислим повітрям.

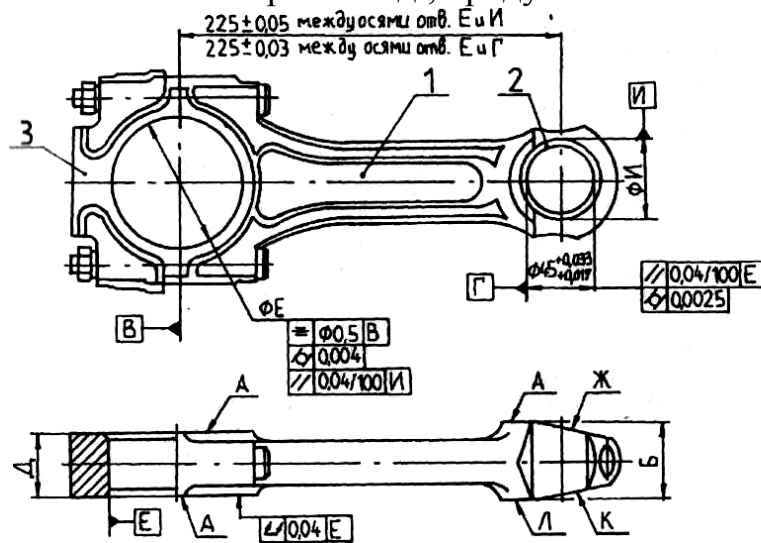


Рисунок 4.6 - Ремонтне креслення шатуна в зборі: 1 — корпус, 2 — втулка, 3 — кришка шатуна

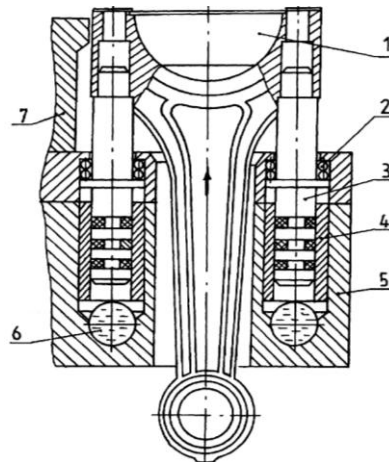


Рисунок 4.7 - Пристосування з гідрозатискувачем для фрезерування площин роз'єму шатунів і кришок: 1 — сектор, 2 — пружина, 3 — плунжер, 4 — втулка, 5 — корпус, 6 — робоча рідина, 7 — направляюча

Інший спосіб відновлення шатуна по отвору нижньої головки-розточування на категорійний розмір. Проте при цій технології виникають ускладнення з отриманням вкладишів ремонтного розміру.

Нарешті, третій спосіб — фрезерування площини роз'єму шатуна і кришки на 0,25 мм Обробку виконують в пристосуванні з гідрозатискувачем (рис. 4.7).

Після обробки шатун збирають, розточують і хонінгують отвір його нижньої головки до номінального розміру. Недолік цієї технології — зміна міжосьової відстані між отворами Е і І. Крім того, на ділянках поверхні отвору нижньої головки, прилеглих до площини роз'єму, при розточуванні залишаються чорновини.

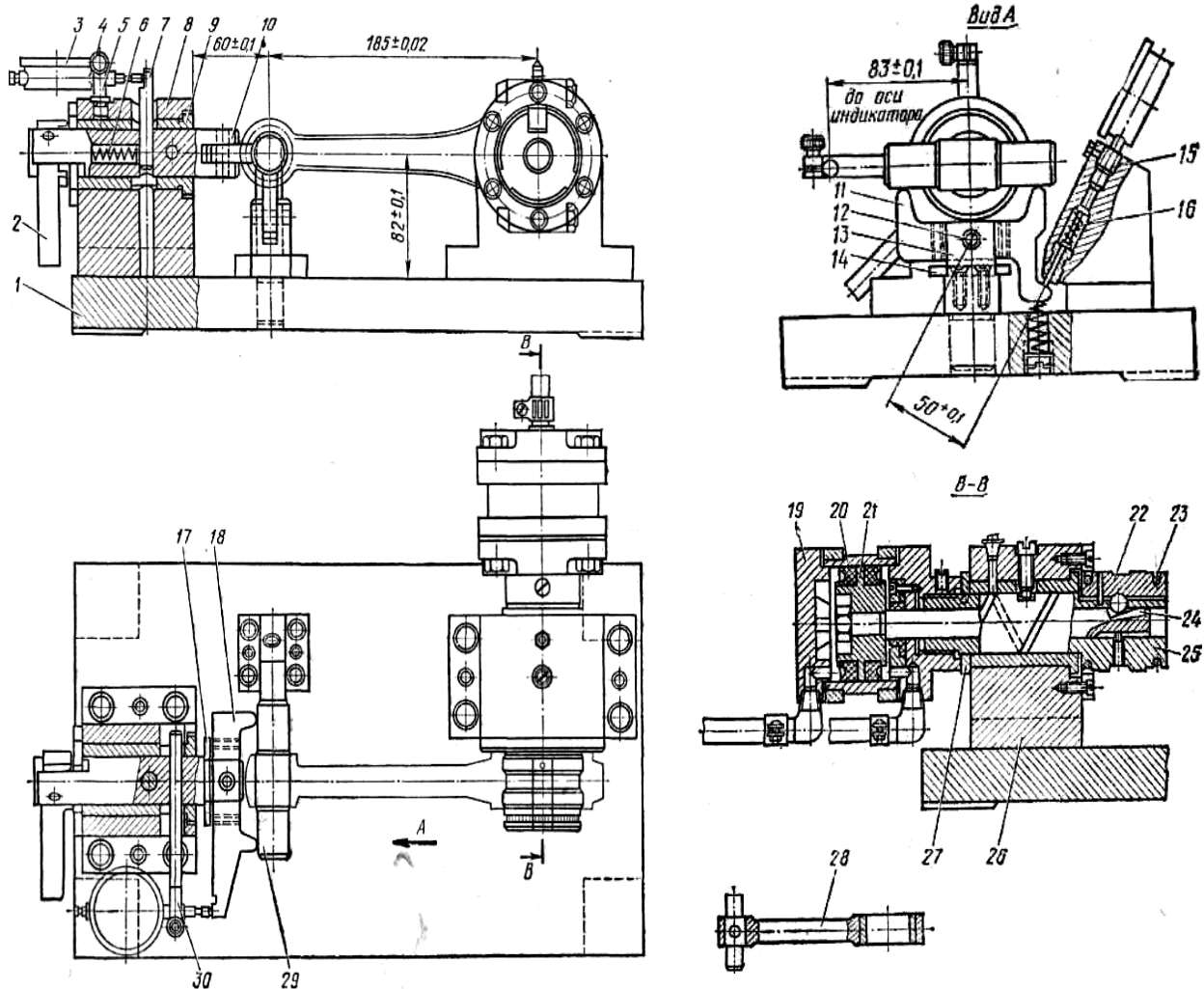


Рисунок 4.8 - Пристосування для перевірки геометричних параметрів шатуна: 1 — плита; 2 — відведення; 3 — індикатор; 4 — гвинт; 5, 15, 26 — стійки; 6 — пружина; 7 - 13 — 17 — планка; 19—кришка; 20 — циліндр; 21 — поршень; 22 — сухар; 23 - кулька; 24 — шток; 25-палець; 8-корпус; 9-втулка; 10 - плунжер; 11 і 18- важелі; 12 і 16 - штіфти; 14 і 25- шпіндель; 27 - шайба; 28 - еталон; 29 - оправка; 30 - кронштейн

Порядок виконання роботи

4.1. Провести дефектування шатуна згідно таблиці 4.1.

4.2. Результати дефектування зазначити в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 - Результати дефектування та вибір методів для відновлення

| Назва деталі або складальної одиниці | | | Позначення | | |
|--------------------------------------|------------|--|-------------|-----------|----------------|
| Шатун в зборі | | | 740.1004045 | | |
| № дефекта | Позначення | Можливий дефект | Розміри, мм | | |
| | | | Номінальний | Фактичний | Спосіб ремонту |
| 1 | | Тріщини чи зломи на шатуні і кришці | - | | |
| 2 | В | Окремі впадини розміром до 2мм., риски на площині роз'єму шатуна та кришки | - | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|--|--|--|--|
| 3 | | Згин та скручування: а) непаралельність осей отворів під втулку верхньої головки на довжині 100мм (ЕІ) | 0,04 | | | |
| | | б) відхилення осей отворів під втулку верхньої і нижньої головки на довжині 100мм (ЕІ) | 0,08 | | | |
| 4 | Л | Зношування верхньої головки шатуна по ширині | Розмір Б 44 _{-0,062} | | | |
| 5 | | Зменшення відстані між осями верхньої і нижньої головок І і К | 225 \pm 0,05 | | | |
| 6 | И | Зношування отвору верхньої головки (під втулку) | діаметр 49 ^{+0,016} | | | |
| 7 | Г | Зношування отвору втулки верхньої головки | 45 ^{+0,033} _{+0,017} | | | |
| 8 | Е | Зношування отвору під вкладиші | 85 ^{+0,016} _{-0,005} | | | |
| 9 | А | Зношування нижньої головки по ширині | Розмір Д 33,4 _{-0,115} ^{-0,075} | | | |

4.3. Зазначити в таблиці 4.2 вибрані способи відновлення.

4.4. Провести детальне вивчення відновлення дефекту 8 Е:

4.4.1. Вивчити будову та принципи роботи верстатів, пристосувань, інструменту та вимірювальних приладів.

4.4.2. Перевірити якість відновлення деталі.

4.5. Зробити відповідні висновки.

4.6. Самостійно відповісти на контрольні питання.

Оформлення звіту

В звіті навести номер, назву і мету практичного заняття, короткі відомості про методи відновлення шатуна, операції технологічного процесу та параметри для контролю якості їх виконання, порядок виконання роботи і висновки.

Контрольні питання

1. З якого матеріалу виготовляється шатун?
2. Назвіть конструктивні елементи шатуна.
3. Яким навантаженням в процесі роботи піддається шатун?
4. Назвіть основні дефекти шатуна.
5. Яком чином відбувається правка шатуна?
6. Назвіть основні методи відновлення верхньої головки шатуна.

7. Назвіть основні методи відновлення нижньої головки шатуна.

8. Якими вимірювальними інструментами здійснюється перевірка стану елементів шатуна?

Рекомендована література: [3, 7, 9, 14, 34]

Практичне заняття № 5

Тема: Вивчення дефектів розподільчого вала автомобіля КамАЗ та вибір методів для відновлення

Мета: Вивчити обладнання, прилади, пристрої, інструмент для дефектування розподільчого вала двигуна внутрішнього згоряння та методи, що застосовується при його відновленні.

Зміст роботи: В процесі виконання лабораторної роботи необхідно провести дефектування розподільчого вала двигуна внутрішнього згоряння, при цьому визначити його дефекти та методи відновлення працездатності.

Обладнання та оснащення робочого місця: Круглошліфувальний верстат моделі 3161, копіювально-шліфувальний верстат ЗА433, бормащини марки И-54А, електрошліфувальна машина И-54А розподільчий вал автомобіля КамАЗ, карти технологічного процесу, комплект мірального інструменту.

Загальні відомості

Розподільчий вал є стрижнем з опорними шийками і кулачками, призначеними для своєчасного відкриття клапанів. Конструкція вала і варіант його розташування щодо інших деталей механізму показана на рис. 5.1. Число опорних шийок у розподільного вала частіше за все рівно числу корених шийок колінчастого вала ; число кулачків відповідає числу клапанів, а розміщення їх на стрижні вала визначається розташуванням циліндрів, порядком роботи двигуна і прийнятими фазами газорозподілу.

Розподільчий вал автомобіля КамАЗ виготовляється з сталі 18ХГТ. Вал піддається гартуванню на глибину 2...2,5 мм і має твердість кулачків та опорних шийок 58...63 НRC. Загальний вигляд розподільчого вала з частиною механізму газорозподілу зображено на рис. 5.1.

Методи відновлення вала. Центрові фаски вала виправляють на токарно-гвинторізному верстаті. Допустиме биття опорних шийок після виправлення центрових фасок — не більше 0,05 мм.

Сколи металу на поверхнях торців вершин кулачків величиною менше 3 мм зачищають корундовим кругом 200 мм бормащини марки И-54А з гнучким валом. Пошкоджене різьблення М30 Х 2 кл. 1 проганяють плашкою; забоїни і заусенці на шестерні приводу масляного насоса зачищають напилком.

Зношені шийки шліфують до одного з ремонтних розмірів на круглошліфувальному верстаті моделі 3161 шліфувальним кругом 750х33х 305 марки Е (46...60) СМ, — СМ2К. Після шліфування шийки полірують абразивною стрічкою ЕБ (5...3) зернистістю 220 або пастою ГОІ № 10. Овальність і конусність шийок повинні бути не більше 0,01 мм.

При необхідності опорні шийки розподільного вала, що вийшли з ремонтних розмірів, можна відновлювати осталуванням.

Склад електроліту ванни приведений нижче:

Хлористе залізо 200...250 г/л

Соляна кислота 0,6...0,8

Режим роботи ванни

Густина струму, А/дм² 50

Температура електроліту °С..... 50

Напруга струму, В 12

Перед остальною вал необхідно витримувати у ванні 5 хв при густині струму 3...5 А/дм², а потім за заданою програмою плавно збільшувати густину струму до 30 А/дм².

Опорні шийки після сталювання до необхідного розміру шліфують до номінального або ремонтного розміру на такому ж обладнанні і по таких же режимах, як і при шліфуванні шийок під ремонтні розміри.

Зношені по висоті впускні і випускні кулачки шліфують на копіювально-шліфувальному верстаті ЗА433 шліфувальним кругом СМ1-СМ2 ПП 600 X 20 X 305.

Профіль кулачків шліфують «як чисто» до отримання різниці розміру між циліндровою частиною і висотою кулачка не менше 5,8 мм і розміру циліндрової частини не менше 34 мм. Шліфовані кулачки полірують абразивною стрічкою ЕБ № 5—3 або пастою ГОІ № 10; шорсткість поверхні повинна відповідати *Ra* 0,5 .

При великому зносі (висота профілю кулачка менше 5,8 мм) вершину кулачка наплавляють сормайтом № 1. При наплавленні кулачків газоацетиленовим полум'ям використовують флюс складу: бура — 50%, двовуглекисла сода — 47 і кремнезем — 3%. Заздалегідь наплавлену поверхню кулачка обробляють шліфувальним кругом Э46СМХК 200 мм електрошліфувальної машини И-54А. Остаточню кулачки обробляють на копіювально-шліфувальному верстаті.

Зношену шийку розподільної шестерні відновлюють хромованням або сталюванням. Перед гальванічним покриттям шийку шліфують до діаметра 29,8 мм на довжині 32 мм Після нарощення до 0 31,2 мм шийку повторно шліфують.

Зношену канавку шпонки заварюють постійним струмом зворотної полярності, використовуючи електрод УОНІ 13/5504 мм Режим наплавлення рекомендується наступний: сила струму 200 А, напруга 30...35 В. Для запобігання від нагрівання прилеглі шийки і різьблення обмотують мокрим азбестом. Після зварки фрезерують нову канавку шпонки шириною *им* мм і глибиною 6,5 + 0,2 мм

При зносі більше двох ниток різьблення М30 X 2 наплавляють до діаметра 34 мм електроімпульсним наплавленням дротом І класу (ГОСТ 9389—60) діаметром 1,6 мм Перед наплавленням дефектне різьблення обточують до діаметру 27,5 мм на довжині 16 мм

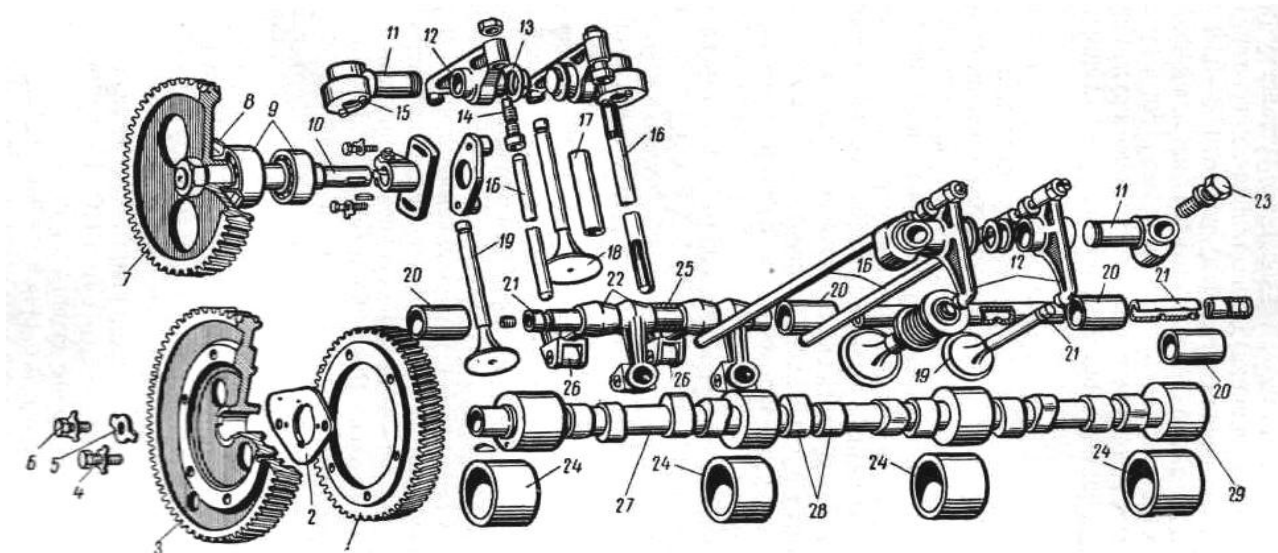


Рисунок 5.1 - Деталі газорозподільного механізму двигуна: 1 - привідна шестерня приводу паливного насоса; 2 - притисний фланець розподільного валу; 3 - шестерня розподільного валу; 4, 6, 23 - болти; 5 - замкова шайба; 7 - відома шестерня приводу паливного насоса; 8 - фланець; 9 - шарикопідшипники; 10 - вал приводу паливного насоса; 11 - вісь коромисла; 12 - коромисло; 13 - шайба; 14 - регулювальний болт; 15 - настановний штифт; 16 - штанга; 17 - направляюча втулка клапана; 18 - клапан впускний; 19 - клапан випускний; 20 - втулки осі штовхачів; 21 - вісь штовхачів; 22 - штовхачі; 24 - підшипники(втулки) розподільного валу; 25 - втулка штовхача; 26 - ролики; 27 - розподільчий вал; 28 - кулачки; 29 - опорна шийка валу

Режим наплавлення

| | |
|--|-----------|
| Сила струму, А | 180...200 |
| Напруга, В | 12...14 |
| Частота обертання розподільного валу, об/хв. | 4 |
| Подача наплавлювального дроту, мм/об | 2,5 |
| Подача охолоджуючої рідини, л/хв ... | 0,5 |

Після наплавлення перевіряють биття проміжних опорних шийок і при необхідності вал правлять. На токарно-гвинторізному верстаті підрізають торець валу до основного металу, витримуючи розмір 49 мм, наплавлену поверхню обточують до 0 30.Л0;28 мм, знімають фаску 1 x 45° і нарізують різьблення М30 Х 2 кл. 1 на довжині 16 мм.

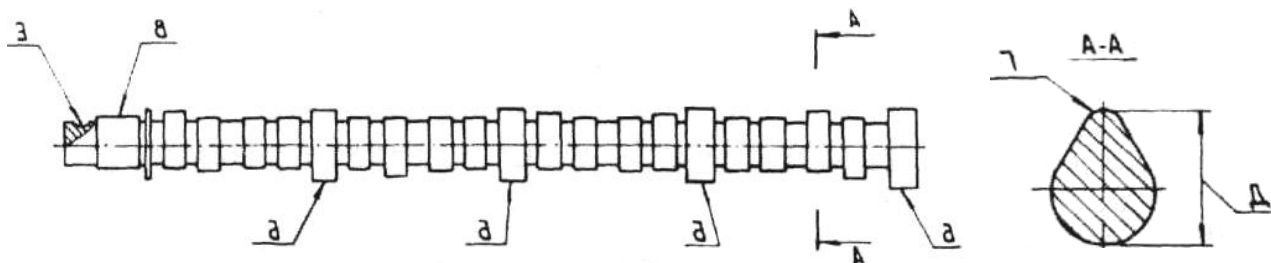


Рисунок 5.2 - Загальний вигляд та місця дефектів розподільного валу КамАЗ

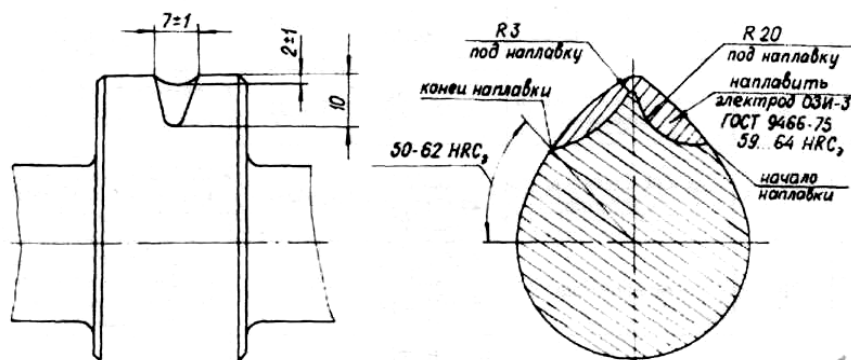


Рисунок 5.3 - Схема наплавки вала

Дефекти розподільчого вала відображено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 - Карта дефектації розподільчого вала автомобіля КамАЗ

| № дефекту | Позначення | Дефект | Розміри, мм | | Спосіб ремонту |
|-----------|------------|------------------------------|---|---------------------|---|
| | | | номінальний | гранично допустимий | |
| 1 | | Тріщини та зломи | | | Бракувати |
| 2 | Б | Знос проміжних опорних шийок | $54_{-0,105}^{-0,085}$ | 53,28 | Обробити під ремонтний розмір Осталити Напилити |
| 3 | В | Знос задньої опорної шийки | $42_{-0,07}^{-0,05}$ | 41,92 | Обробити під ремонтний розмір Осталити Напилити |
| 4 | Г | Знос кулачків: по вершині | ВП $44.815_{-0,25}$ ВИП $44.815_{-0,25}$ | 44,00 | Наплавити |
| | Д | по профілю | ВП $44.815_{-0,25}$ ВИП $44.815_{-0,25}$ | 44,00 | Наплавити |
| 5 | | Деформація вала | Биття централ. шийки | 0,035 | Правити |
| 6 | Е | Змінання Шпонкового паза | $5_{-0,055}^{-0,010}$ | 5,01 | Зварити, фрезерувати новий паз |

Порядок виконання роботи

5.1. Провести дефектування розподільчого вала згідно таблиці 5.1.

5.2. Результати дефектування зазначити в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Результати дефектування розподільчого вала.

| № | Дефект | Розміри, мм | | | Вибраний спосіб ремонту |
|---|------------------------------|---|------------|-----------|-------------------------|
| | | номінальний | допустимий | фактичний | |
| 1 | Тріщини та зломи | | | | |
| 2 | Знос проміжних опорних шийок | 54 ^{-0,085} _{-0,105} | 53,28 | | |
| 3 | Знос задньої опорної шийки | 42 ^{-0,05} _{-0,07} | 41,92 | | |
| 4 | Знос кулачків: по вершині | вп 44.815 ^{-0,25} вип 44.815 ^{-0,25} | 44,00 | | |
| | по профілю | вп 44.815 ^{-0,25} вип 44.815 ^{-0,25} | 44,00 | | |
| 5 | Деформація вала | Биття централ. шийки | 0,035 | | |
| 6 | Змінання шпонкового паза | 5 ^{-0,010} _{-0,055} | 5,01 | | |

5.3. Зазначити в таблиці 5.2 вибрані способи відновлення.

5.4. Провести детальне вивчення відновлення дефекту 4 ГД:

5.4.1. Вивчити будову та принципи роботи верстатів, пристосувань, інструменту та вимірювальних приладів.

5.4.2. Перевірити якість відновлення деталі.

5.5. Зробити відповідні висновки.

5.6. Самостійно відповісти на контрольні питання.

Оформлення звіту

В звіті навести номер, назву і мету практичного заняття, короткі відомості про методи відновлення розподільчого валу двигуна внутрішнього згоряння автомобіля КамАЗ, операції технологічного процесу та параметри для контролю якості їх виконання, порядок виконання роботи і висновки.

Контрольні запитання

1. З якого матеріалу виготовляється розподільчий вал?
2. Назвіть конструктивні елементи розподільчий вал.
3. Яким навантаженням в процесі роботи піддається розподільчий вал?
4. Назвіть основні дефекти розподільчого вала.
5. Яким чином відбувається правка розподільчого вала?
6. Назвіть основні методи відновлення опорних шийок розподільчого валу.
7. Назвіть основні методи відновлення кулачків розподільчого вала.

8. Якими вимірювальними інструментами здійснюється перевірка стану елементів розподільчого вала?

Рекомендована література: [3, 4, 15, 16]

Практичне заняття № 6

Тема: Вивчення та розрахунок режимів технологічного процесу розточування гільзи циліндрів

Мета: Вивчити основні технічні характеристики устаткування, оснащення і інструменту, що використовуються при виконанні операцій. Набути навички проектування і виконання розточувальної операції та визначити машинний час і хронометраж виконаної роботи.

Зміст роботи: В процесі виконання лабораторної роботи необхідно з'ясувати схему і сутність процесу розточування гільзи циліндрів, точність отримуваних розмірів, форми і величину шорсткості поверхні, область застосування цього виду обробки при ремонті автомобілів, розрахувати параметри режиму обробки і їх вплив на якість і ефективність робіт.

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

Загальні відомості

Способи усунення дефекту (знос отвору). У практиці ремонту найбільшого поширення набув спосіб відновлення гільз обробкою під ремонтний розмір, який включає розточувальну і хонінгувальну операції. Розточування проводиться на вертикальних алмазно-розточувальних верстатах моделей 278, 278Н, 2А78Н, 2340 і багатошпиндельних напівавтоматах.

Характеристика верстата 2А78Н. Верстат 2А78Н (рис. 6.1) призначений для тонкого розточування гільз циліндрів автотракторних двигунів.

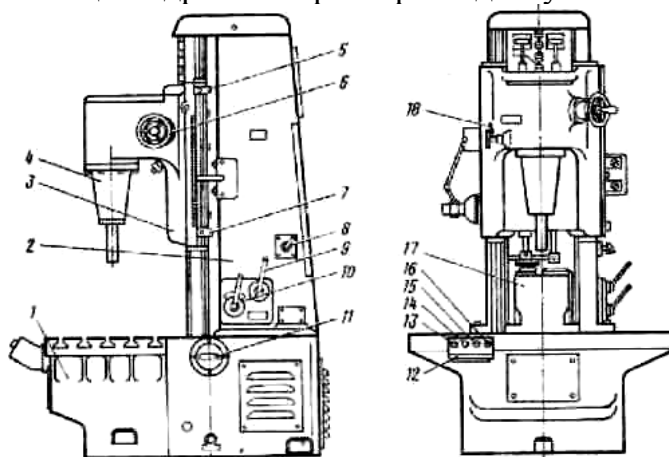


Рисунок 6.1 - Вузли і органи управління верстатом 2А78Н: 1 – станина, 2 – колона, 3 – бабка шпинделя, 4 – шпиндель, 5, 7 – кулачки виключення ходу бабки шпинделя, 6 – маховик ручного переміщення бабки шпинделя, 8 – перемикач швидкостей, 9 – рукоятка перемикання величин подач, 10 – рукоятка перемикання частоти обертання шпинделя, 11 – ввідний вимикач, 12 – пульт управління, 13, 14 – кнопки прискороного руху бабки шпинделя відповідно «Вгору» і «Вниз», 15 – кнопка «Пуск», 16 – кнопка «Стоп», 17 – коробка швидкостей і подач, 18 – рукоятка відключення шпинделя від кінематичного ланцюга його приводу

Верстат включає наступні вузли: станина 1, колона 2, бабка шпиндельна 3, шпиндель 4, коробка швидкостей і подач 17.

Основною базовою деталлю, на якій встановлюється решта всіх вузлів верстата, є станина. Вона виконане за одне ціле із столом, має зверху привалочну площину, до якої кріпляться колона, коробка швидкостей і подач. У середині станини розташовуються електродвигуни. На правій стінці розташований ввідний вимикач, на передній - пульт управління верстатом.

По направляючих колони у вертикальному напрямі переміщається бабка шпинделя. На кронштейнах передньої стінки колони встановлені ходовий гвинт і шліцьовий валик. У бабки шпинделя розташовані механізми приводу шпинделя, приводу бабки шпинделя і ручних переміщень.

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

Коробка швидкостей і подач забезпечує шпинделю шість частот обертання, що у поєднанні з двошвидкісним (перемикач швидкостей 0 на рис. 6.1) електродвигуном головного приводу складає 12 різних швидкостей обертання шпинделя і чотири робочі подачі.

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

На верстаті встановлені два трифазних короткозамкнених асинхронних електродвигунів: двошвидкісний електродвигун 1М головного руху типу Т42/6-2-с1 потужністю 1,7/2,3 кВт (1000/3000 об/хв, виконання М301); електродвигун швидких ходів 2М типу АОЛ 2-12-6-С1 потужністю 0,6 кВт (1000 об/хв, виконання М101).

Робоча напруга: 380В - в силовому ланцюзі, 110В - в ланцюзі управління, 36В - в ланцюзі місцевого освітлення.

При виході різця із зони різання спрацьовує кінцевий вимикач, пускач знеструмлюється, електродвигун 1М відключається. Обертання шпинделя і робоча подача припиняються, включається двигун 2Д, здійснюється повернення бабки шпинделя в початкове положення на швидкому ході.

Після досягнення верхнього початкового положення спрацьовує кінцевий вимикач, електродвигун 2Д відключається.

Перевірка центрування гільзи і установка різця. У різцеву головку шпинделя (рис. 6.2, а) встановлюють:

- кулькове облямовування 4 для грубого центрування в гладкий похилий отвір з двома фіксуючими різьбовими пробками;
- індикаторний центрошукач для остаточного контролю співвісності шпинделя і гільзи (у торцевий різьбовий отвір);
- різець (рис. 6.2, б) в гладкий отвір з мікрометричним гвинтом для установки вильоту різця з фіксуючою різьбовою пробкою. Ціна ділення лімба мікрометричного гвинта 0,02 мм.

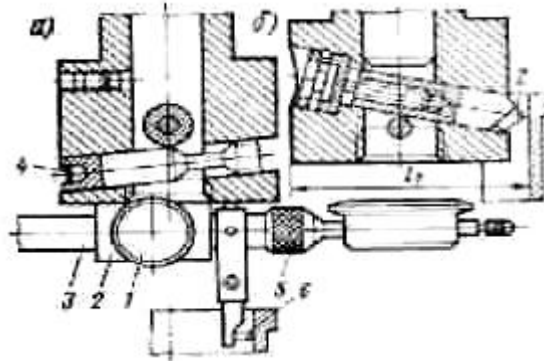


Рисунок 6.2 - Різцева головка верстата 2А78Н з пристосуваннями для центрування гільз (а) і установки різця (б)

Пристосування для установки і кріплення гільзи (рис. 6.3) складається з підстави 6, корпусу 5, що центровочного кільця 4, притиску 3 з пневматичним приводом 1 і крана управління 2.

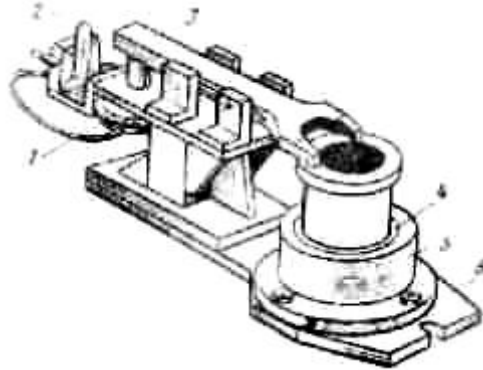


Рисунок 6.3 - Пристосування для установки і кріплення гільз

Посадочною поверхнею гільза встановлюється в центруюче кільце пристосування. Вилка притиску в цей час відведена убік до упору. Для кріплення гільзи вилка притиску встановлюється над верхнім торцем гільзи. Подача повітря в камеру приводу проводиться поворотом ручки крана вгору.

Гільзи встановлюють в пристосування, яке кріпиться на столі. Ексцентриситет осей шпинделя і розточуваного отвору не повинен перевищувати 0,03 мм. Співісність досягається за допомогою кулькового облямовування 4 (див. рис. 6.2, а) заздалегідь і пристосування для центрування. Центрування ведеться по незношеній поверхні дзеркала циліндра на глибині 3-4 мм від верхнього торця.

Переміщення розточуваної деталі в подовжньому і поперечному напрямках при центруванні проводиться шляхом переміщення пристосування по площині столу уручну.

Облямовування в шпіндель встановлюють так, щоб кульовий кінець її знаходився від діаметрально протилежної сторони різцевої головки на відстані

$$l = (d + D)/2, \quad (6.1)$$

де d - діаметр різцевої головки, мм; D - діаметр циліндра на глибині 3-4 мм від верхнього торця гільзи (або поверхні блоку), мм.

Після закріплення облямовування і перевірки величини l мікрометром шпіндель опускають на вказану глибину i , повертаючи його, центрують гільзу.

Відцентроване пристосування закріплюють на столі болтами і прихватами. Точність центрівки перевіряють за допомогою пристосування (див. рис. 6.2, а), колодка 2 якого угвинчується в торець різцевої головки шпинделя. Шпindel повинен бути відключений від кінематичного ланцюга його приводу за допомогою рукоятки 18 (див. рис. 6.1). Упор 6 важеля підводять до дзеркала циліндра на глибині 3...4 мм, положення важеля 3 фіксується гвинтом 1 і гайкою 5.

Шкалу індикатора встановлюють на «0» і повороті шпинделя на один оборот визначають величину погрешності центрування. При необхідності проводять коректування положення гільзи.

Виліт l_1 різця (див. рис. 6.2, б) регулюють за допомогою гвинта 1 з лімбом, угвинчуваного в торець різця 2.

Відстань l_1 від вершини різця до діаметрально протилежної сторони різцевої головки розраховують по формулі

$$l_1 = (l + D_1) / 2, \quad (6.2)$$

де D_1 — діаметр гільзи, мм, під який повинне бути проведене розточування.

Після установки різця на величину l_1 положення різця фіксується стопорним гвинтом.

Проектування (розробка) операції розточування гільзи циліндра

Структура операції. Операція складається з допоміжного переходу, пов'язаного з установкою, центруванням, закріпленням, відкріпленням і зняттям деталі, і технологічного переходу - власне розточування.

Переходи позначаються: допоміжні - прописними буквами російського алфавіту, технологічні — арабськими цифрами.

Оскільки час на допоміжні переходи (встановити, зняти деталь) в нормативах об'єднаний, то і в технологічній документації ці роботи записуються в один перехід. Наприклад:

А. Установити блок циліндрів, відцентрувати і закріпити (відчеплювати, зняти).

Режим різання при розточуванні (табл. 6.1). Режим різання повинен забезпечити виконання вимог креслення (по шорсткості поверхні, точності розміру, форми і розташування), найвищу продуктивність і мінімальну собівартість роботи.

Таблиця 6.1 - Режим різання при розточуванні гільзи

| Оброблюваний матеріал | Глибина різання мм | Подача. мм/об | Швидкість різання м/хв | Матеріал інструменту |
|-----------------------|--------------------|---------------|------------------------|----------------------|
| 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 |

Устаткування і оснащення приймаються за даними каталогів і довідників. Норми часу на операцію розраховуються і приймаються по існуючих нормативах.

Порядок виконання роботи

6.1. Ознайомитися з організацією робочого місця і перевірити його комплектність

З'ясувати спеціалізацію і організацію робочого місця, призначення і розташування устаткування, оснащення деталей, документів і довідкової інформації. Перевірити по опису комплектність

6.2. Вивчити характеристику деталі, умови її роботи, дефекти, способи ремонту.

З'ясувати конструктивні елементи деталі і технологічні вимоги до них, вигляд і вид тертя, характер навантаження, агресивність середовища, вигляд і характер дефектів, способи і засоби дефектації, можливі методи і технологію ремонту, а також вимоги керівництва по капітальному ремонту

6.3. Вивчити устаткування і оснащення, що використовується

З'ясувати основні вузли верстата, його кінематику, органи управління і порядок роботи на верстаті, спосіб установки і кріплення деталі при обробці, паспортні дані частоти обертання n інструменту (деталі) і діапазон подач S , правила безпеки при роботі на верстаті, характеристику різального інструменту.

6.4. Ознайомитися з особливостями виду обробки

З'ясувати схему і суть процесу, точність отримуваних розмірів, форми і величину шорсткості поверхні, область застосування цього виду обробки при ремонті автомобілів, параметри режиму обробки і їх вплив на якість і ефективність

6.5. Визначити припуск на розточування

Знайти максимальний розмір зношеного отвору - D_n .

Встановити діаметр найближчого ремонтного розміру - D_{pp} . Розрахувати припуск на розточування

$$a_{розт} = D_{pp} - D - a_x, \quad (6.3)$$

де D_{pp} — нижнє відхилення заданого ремонтного розміру отвору гільзи, мм;

$a_x = 0,03 \dots 0,05$ - припуск на хонінгування, мм.

Результати вимірювань і розрахунків записати в звіт (див. табл. 6.3.)

6.6. Спроекувати розточувальну операцію

З'ясувати технічні вимоги до відновленої гільзи циліндра.

Підібрати устаткування, пристосування, різучий і вимірювальний інструмент.

Призначити зміст переходів і черговість їх виконання, а також спосіб і зміст контролю операції.

Призначити режим розточування:

а) визначити глибину різання t , мм (припуск знімається за один прохід);

б) вибрати нормативну подачу S_m , мм/об;

в) уточнити подачу по паспорту верстата S_ϕ , мм/об;

г) вибрати нормативну швидкість різання V_T , м/хв;

д) розрахувати частоту обертання шпинделя

$$n_p = 1000V_T / \pi D, \quad (6.4)$$

де D - діаметр розточуваного отвору, мм;

е) уточнити значення частоти обертання шпинделя по паспорту верстата n_{Φ} , хв^{-1} .

Знайти довжину робочого ходу бабки шпинделя

$$L_{p.x.} = L + L_1 + L_2, \quad (6.5)$$

де L - довжина отвору згідно креслення, мм;

L_1 і L_2 - довжини урізування і перебігання різця відповідно, мм, $L_1 + L_2 = 5 - 6$ мм.

Розрахувати машинний час, хв:

$$t_M = L_{p.x.} / (n_{\Phi} S_{\Phi}), \quad (6.6)$$

Записати в операційну карту (див. табл. 3) зміст переходів, устаткування, інструмент, розміри оброблюваної поверхні, значення параметрів режиму різання

6.7. Встановити гільзу циліндра на столі верстата

Гільзу циліндра встановити в пристосування без вивіряння, настановна база - посадочна поверхня. Закріпити гільзу в пристосуванні.

6.8. Налагодити верстат

Встановити кулачок включення верхнього кінцевого перемикача в положення, відповідне довжині робочого ходу ($L_{p.x.}$).

Виставити різець на встановлену глибину різання. Включити необхідну швидкість електродвигуна, подачу і частоту обертання шпинделя.

Змастити механізми за допомогою багатоточкового лубрикатора.

Включити кулачкову муфту шпинделя (рукоятку подати вгору).

Підвести уручну різець до торця гільзи, щоб відстанню між ріжучою гранню і кромкою отвору було 3...5 мм.

6.9. Розточити гільзу циліндра (циліндр блоку)

Підготуватися до хронометражу машинного часу.

Включити ввідний вимикач 11 (рис. 6.1), натиснути кнопку «Пуск», засікти час початку точіння, спостерігати за роботою механізмів верстата.

Коли спрацюють кінцеві вимикачі 5 і 19 (бавка шпинделя автоматично почне підйом) - засікти час закінчення точіння; проконтролювати спрацьовування кінцевих вимикачів 7 і 20 і зупинку бабки шпинделя в заданому положенні.

Бавку шпинделя уручну (обертаючи маховик 6 за годинниковою стрілкою) перемістити вниз на 10...20 мм.

Відключити шпіндель від кінематичного ланцюга приводу (рукоятку кулачкової муфти 18 перемістити вниз);

Зняти гільзу (блок циліндрів);

Порівняти величини машинного часу розрахункового і хронометражного;

Відключити верстат від електромережі поворотом ввідного вимикача

6.10. Контрольні операції

Зміряти діаметр розточеного отвору гільзи циліндра (циліндра блоку)

Визначити шорсткість розточеної поверхні і порівняти її з еталоном.

Визначити погрішності розміру і форми отвору.

Зіставити результати контролю розміру, форми і шорсткості з вимогами креслення або керівництва по капітальному ремонту.

Зробити запис в операційну карту-звіт.

6.11. Організаційно - технічне обслуговування робочого місця.

Привести в початкове положення інструмент, деталь, документи. Привести в порядок верстат, пристосування, інструмент. Підписати операційну карту-звіт.

6.12. Занести результати дані в операційну карту.

Таблиця 6.2 - Варіанти завдань для виконання лабораторно-практичної роботи

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| № | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| Дн | 100,1 | 100,52 | 101,31 | 100,12 | 100,54 | 101,27 | 100,25 | 100,54 | 101,32 | 100,3 | 100,63 | 101,38 | 101,20 | 100,4 | 100,6 | 101,35 |
| L | 130 | 140 | 150 | 200 | 130 | 140 | 150 | 200 | 130 | 140 | 150 | 200 | 130 | 140 | 150 | 200 |
| Твердість НВ | 170-229 | 229-269 | 170-229 | 229-269 | 170-229 | 229-269 | 170-229 | 229-269 | 170-229 | 229-269 | 170-229 | 229-269 | 170-229 | 229-269 | 170-229 | 229-269 |

Таблиця 6.3 - Операційна карта-звіт

| Операційна карта розточування гільзи циліндра | | | | | | | | |
|---|-----------------------------------|-----------------------------|---------------------|--------------------|---------------|------------------------|--|------------------|
| Максимальний розмір зношеного отвору - Дн. | Ближчий ремонтний розмір D_{pp} | Припуск на розточування, мм | Глибина різання, мм | Кількість проходів | Подача, мм/об | Швидкість різання м/хв | Частота обертання, Довжина робочого ходу, мм | Машинний час, хв |
| | | | | | | | | |
| Студент групи _____ | | | | ПІБ _____ | | | | |

Таблиця 6.4. - Розміри гільз циліндрів D_{pp}

| Розміри | Збільшення розміру | Індекс групи | Розмір отвору | Розміри | Збільшення розміру | Індекс групи | Розмір отвору |
|------------------|--------------------|--------------|-----------------|------------------|--------------------|--------------|-----------------|
| Номинальний | - | А | 100,06—100,05 | Другий ремонтний | 1,0 | Ж | 101,06 - 101,05 |
| | | АА | 100,05—100,04 | | | ЖЖ | 101,05 - 101,04 |
| | | Б | 100,04—100,03 | | | И | 101,04 - 101,03 |
| | | ББ | 100,03—100,02 | | | ИИ | 101,03 - 101,02 |
| | | В | 100,02—100,01 | | | К | 101,02 - 101,01 |
| | | ВВ | 100,01—100,00 | | | КК | 101,01 - 101,00 |
| Перший ремонтний | 0,5 | Г | 100,56 - 100,55 | Третій ремонтний | 1,5 | Л | 101,56 - 101,55 |
| | | ГГ | 100,55 - 100,54 | | | ЛЛ | 101,55 - 101,54 |
| | | Д | 100,54 - 100,53 | | | М | 101,54 - 101,53 |
| | | ДД | 100,53 - 100,52 | | | ММ | 101,53 - 101,52 |
| | | Е | 100,52 - 100,51 | | | Н | 101,52 - 101,51 |
| | | ЕЕ | 100,51 - 100,50 | | | НН | 101,51 - 101,50 |

6.13. Зробити відповідні висновки.

6.14. Самостійно відповісти на контрольні питання.

Оформлення звіту

В звіті навести номер, назву і мету практичного заняття, короткі відомості про метод розточування гільзи циліндрів, операції технологічного процесу та їх розрахунок, порядок виконання роботи і висновки.

Контрольні питання

1. Назвіть дефекти гільзи циліндрів.
2. Які умови роботи гільзи циліндрів, вигляд і характер можливих дефектів?
3. Які способи і технологія ремонту гільзи циліндрів?
4. У якій послідовності призначається режим різання при розточуванні?
5. Які способи засобу контролю якості ремонту гільзи циліндрів?
6. Яким чином встановлюється співвісність вісі центрів отвору гільзи та шпинделя?

Рекомендована література: [1, 3, 14, 17, 33]

Практичне заняття № 7

Тема: Вивчення та розрахунок режимів технологічного процесу хонінгування гільзи циліндра

Мета: Вивчити основні технічних характеристик устаткування, оснащення і інструменту, що використовуються при виконанні операцій. Набути навички проектування і виконання розточувальної операції та визначити машинний час і хронометраж виконуваної роботи.

Зміст роботи: З'ясувати схему і сутність процесу хонінгування, точність отримуваних розмірів і форми, величину шорсткості поверхні, область застосування цього виду обробки при ремонті автомобілів, параметри режиму обробки і їх вплив на якість і ефективність хонінгування. Визначити припуск на хонінгування. Спроекувати хонінгувальну операцію.

Обладнання та оснащення робочого місця: Верстат 3Г833 з приладдям, пристосування для установки і кріплення гільзи, шафа для інструменту, стійка мікрометра С-ГУ, штатив Ш-П-Н (ГОСТ 10197—70), бруски хонінгувальні, мікрометр МК-100 (ГОСТ 6607—78), індикаторний нутромір НІ 50-100 (ГОСТ 868—82), штангенциркуль ШЦ-І-250-0,05 (ГОСТ 166—80), лінійка 300 (ГОСТ 427—75), еталон шорсткості по чавуну.

Загальні відомості

Сутність процесу. Хонінгування дозволяє успішно вирішувати ряд технологічних завдань, до яких належить: отримання високої точності розміру і форми (ІТ6 — ІТ8) і малої шорсткості оброблених поверхонь ($Ra=0,32$ мкм).

Хонінгування ведеться при рясній подачі змащувально – охолоджуючої рідини (ЗОР), в зону різання для видалення стружки і продуктів зносу з поверхні брусків і з оброблюваної поверхні. Крім того, ЗОР відводить частину тепла, що виділяється при різанні, надає змащуючу дію, сприяє поліпшенню умов різання.

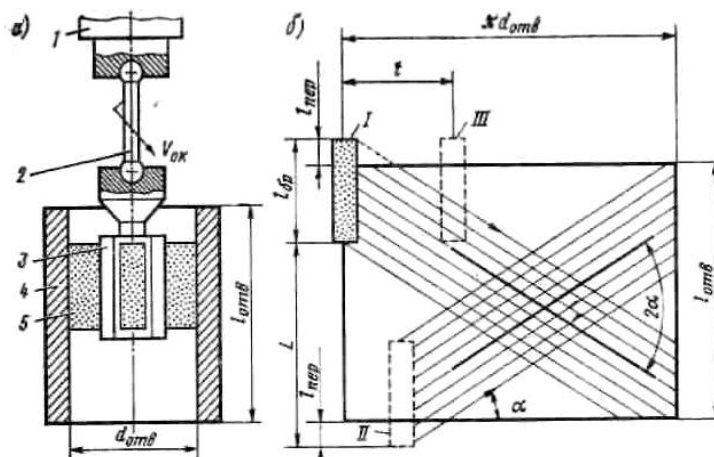


Рисунок 7.1 - Схема процесу хонінгування (а) і розгортка сітки слідів обробки (б): 1 - шпіндель верстата; 2 - шарнірний пристрій; 3 - хонингувальна головка; 4 гільза; 5 - хонингувальний брусок; 2б - кут схрещування слідів; би - кут підйому сліду; I, II, III - послідовні положення бруска за один подвійний хід

Хонінгувальні бруски. Абразивний брусок характеризується видом абразивного матеріалу (64С), зернистістю (М20П), твердістю (С1), структурою

(6), видом зв'язку (K5), класом (A), типом (БКВ) і габаритними розмірами. Приклад умовного позначення: 64СМ20-М28ПСТ2Т26К5А БКВ 100Х100 ГОСТ 2424 -75. Тип і розміри абразивних брусків вибирають по ГОСТ 2424-75 залежно від виконуваної операції, форми і розмірів оброблюваного отвору.

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 діамантового шару (100), зв'язку (М1), форму і габаритні розміри (2768—0124).

Приклад умовного позначення; 2768-0124-1-АСР 80/63-100-М 1 СТ СЕВ 204—75.

Режим хонінгування. Основними параметрами режиму різання при хонінгуванні наведені в таблиці 7.1.

Таблиця 7.1 - Параметрами режиму різання при хонінгуванні

| Оброблюваний метал | Характер обробки | Припуск на діаметр | Абразивні бруски | Тип бруска | Розміри бруска | $V_{ок}$, м/хв | $V_{зн}$, м/хв | P_o , Н/см ² | λ |
|--------------------|----------------------|---------------------------------|---|------------|-------------------------------|-----------------|-----------------|---------------------------|------------|
| Чавун | Попередня Чистова | 0,04- 0,08 0,005- 0,01 | 64С10ПС Т2Т27к5а 64СМ20- М28ПСТ 2Т26К5А | БКВ БКВ | В=10-13 $l_{бр} = 100-150$ | 40-80 30-50 | 17-22 10-15 | 8-12 3-5 | 3-5 5-8 |

Окружна швидкість обертання хонінгувальної головки, м/хв

$$V_{ок} = \pi \cdot D \cdot n / 1000, \quad (7.1)$$

де D- діаметр оброблюваного отвору, мм; n - частота обертання хонінгувальної головки, хв.

Швидкість зворотно-поступального руху головки, м/хв

$$V_{з.п} = 2Ln_2 / 1000, \quad (7.2)$$

де n - число подвійних ходів хонінгувальної головки в 1 хв;

$L = l_{отв} + 2l_{пер} - l_{бр}$ - довжина робочого ходу хонінгувальної головки, мм;

$l_{отв}$ - довжина отвору, що хонінгується, мм;

$l_{пер}$ - перебігання бруска за межі отвору, мм;

$l_{бр}$ - довжина хонінгувального бруска, мм.

Співвідношення між швидкостями обертального і зворотно-поступального руху хонінгувальної головки

$$\lambda = V_{ок} / V_{з.п}. \quad (7.3)$$

Склад ЗОР. Для хонінгування чавуну як ЗОР застосовують гас з додаванням 10-20% масла індустріального І12-а.

Верстат хонінгувальний ЗГ833 (рис. 7.2) призначений для хонінгування отворів в гільзах автотракторних двигунів.

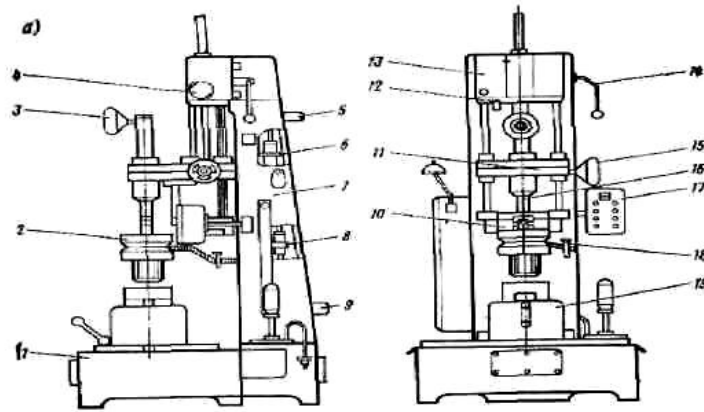


Рисунок 7.2 - Хонінгувальний станок ЗГ833: а - пристрій: 1 - станина; 2 - шпіндель; 3 - маховик механізму розтиску хону; 4 - кулачки регулювання ходу повзуна; 5 - електродвигун зворотно - поступальної ходи шпінделя; 6 - привід зворотно - поступальної ходи хонінгувальної головки; 7 - колона; 8 - привід обертання шпінделя; 9 - електродвигун приводу обертання шпінделя; 10 - редуктор; 11 - повзун; 12 - штовхач кінцевого вимикача; 13 - коробка подач; 14 - рукоятка реверсу; 15 - маховик ручного введення хону; 16 - повідець хонінгувальної головки; 17 - пульт управління; 18 - кран охолодження; 19 - пристосування для обробки гільз або блоків

Станина верстата є плитою коробчатої форми, внутрішня площина якої є резервуаром для рідини, що охолоджує. На станині розташовані електронасос охолодження, колона 7 і фільтр. На верхній робочій площині встановлюються пристосування 19 для обробки гільз або блоків.

На колоні розташовані: привід обертання шпінделя, привід зворотно-поступального руху хонінгувальної головки, пульт управління (див.рис.7.2, б).

Редуктор передає обертання на приймальну шестерню повзуна через шліцьовий вал. Основні деталі його: ведучий вал—шестерня із закріпленим на ній шківом і ведена шестерня, що передає обертання шліцевому валу.

Повзун — механізм, передавальний обертання від шліцевого валу на повідець 16 хонінгувальної головки.

Коробка передач 13 встановлена на верхньому торці колони, служить для перетворення обертального руху приводу в зворотно-поступальний рух і передачі його за допомогою рейки на повзун.

З лицьового боку коробки розташовано фрикційне, електромагнітне гальмо, з правого боку - механізм реверсування.

Кінематична схема верстата дозволяє здійснити:

- обертальний і осьовий зворотно-поступальний рух хонінгувальної головки з одночасним радіальним переміщенням брусків головки;
- осьове переміщення хонінгувальної головки, що не обертається (вниз, вгору).

Верстат має систему з ручним приводом механізму розтиску.

Осьове зусилля розтиску брусків

$$P = P_o \cdot l_{\text{бр}} \cdot B \cdot n \cdot \text{tg}(\varphi + \theta), \quad (7.4)$$

де P_o - питомий тиск брусків, $\text{H}/\text{cm}^2 = 2$;

$l_{\text{бр}}$ — довжина бруска, см;

B — ширина бруска, см;
 n — число брусків;
 φ — кут конуса розтиску, град;
 θ — кут тертя, град; $=6^\circ$.

Робота на верстаті. Заздалегідь необхідно вивчити пристрій верстата, розташування і призначення всіх органів управління, перевірити наявність мастила в механізмах верстата.

Робочий цикл здійснювати в наступній послідовності.

Включити верстат. При цьому загориться сигнальна лампа на пульті управління.

Обертанням маховика 3 (див. рис. 7.2,а) механізм розтиску хону за годинниковою стрілкою стиснути бруски.

Перемикач режимів поставити в положення «Введення хону».

Натиснути кнопку «Подача - пуск» (включиться електродвигун подач).

Короткочасними поштовхами кнопки «Поштовховий» (повзун здійснює переривисті рухи вниз) підвести хонінгувальну головку до оброблюваного отвору на відстань не менше 50 мм.

Перемикач режимів поставити в положення «Ручної».

Маховиком ручного введення плавно ввести хонінгувальну головку в оброблюваний отвір.

Перемикач режимів встановити в положення «Введення хону».

Натиснути кнопку «Шпіндель - пуск» (відбувається обертальний і зворотно-поступальний рух хонінгувальної головки).

Обертанням маховика проти годинникової стрілки розжати бруски на встановлений тиск (стискається тарірована пружина, зусилля стиснення контролюється за шкалою). По годиннику (секундоміру) почати відлік машинного часу операції. Хонінгувати гільзу в розмір.

Після закінчення часу хонінгування натиснути кнопку «Шпіндель - стоп», а потім кнопку «Кінець циклу». Електродвигун 9 приводу шпінделя відключається, повзун рухається вгору до тих пір, поки не натисне на штовхач кінцевого вимикача 12, повзун зупиняється.

Для повної зупинки верстата і у разі нагальної необхідності відключення всіх механізмів верстата — натиснути кнопку «Загальний стоп».

Пристосування для установки і кріплення гільзи такої ж конструкції, як на розточувальному верстаті.

Порядок виконання роботи

7.1. Ознайомитися з організацією робочого місця і перевірити його комплектність.

З'ясувати спеціалізацію і організацію робочого місця, призначення і розташування устаткування, оснащення деталей, документів і довідкової інформації.

Перевірити по опису комплектність

7.2. Вивчити характеристику деталі, умови її роботи, дефекти, способи ремонту.

З'ясувати конструктивні елементи деталі і технологічні вимоги до них, вигляд і рід тертя, характер навантаження, агресивність середовища, вигляд і характер дефектів, способи і засоби дефектації, можливі методи і технологію ремонту, а також вимоги керівництва по капітальному ремонту

7.3. Вивчити вживане устаткування і оснащення.

З'ясувати основні вузли верстата, його кінематику, органи управління і порядок роботи на верстаті, спосіб установки і кріплення деталі при обробці, паспортні дані частоти обертання інструменту і діапазон подач, правила безпеки при роботі на верстаті, характеристики ріжучого інструменту.

7.4. Ознайомитися з особливостями виду обробки.

З'ясувати схему і суть процесу хонінгування, точність отримуваних розмірів і форми, величину шорсткості поверхні, область застосування цього виду обробки при ремонті автомобілів, параметри режиму обробки і їх вплив на якість і ефективність хонінгування

7.5. Визначити припуск на хонінгування

Визначити дійсний розмір розточеного отвору під поршень D . Встановити ремонтний розмір, під який слід хонинговать отвір D_{pp} . Знайти припуск на хонінгування:

$$a_x = D_{pp} - D, \quad (7.5)$$

де D_{pp} - нижнє відхилення ремонтного розміру отвору під поршень, мм

7.6. Спроекувати хонинговальную операцію

З'ясувати технічні вимоги (креслення) до відновленої гільзи циліндра

Підібрати устаткування, пристосування, інструмент (ріжучий і вимірник).

Призначити зміст переходів і черговість їх виконання, спосіб і зміст контролю операції. Призначити режим хонінгування:

а) вибрати тип, розміри і характеристику хонінгувальних брусків; довжина бруска визначається по формулі

$$l_{БР} = (1/3-3/4) l_{ОТВ}, \quad (7.6)$$

де $l_{ОТВ}$ - довжина отвору, що хонінгується, мм;

б) вибрати по таблиці режимів різання швидкості, що рекомендуються, зворотно – поступального $V_{ЗП}$ і обертального $V_{ОК}$ рухів хонінгувальної головки;

в) розрахувати частоту обертання шпінделя

$$n_p = 1000V_{ОК} / (\pi D), \quad (7.7)$$

г) нормативну швидкість зворотно - поступального руху $V_{ЗП}$ і розрахункову частоту обертання шпінделя n_p уточнити по паспорту верстата і прийняти їх фактичні значення ($V_{ЗПф}$, $n_{ф}$);

д) по таблиці режиму різання прийняти нормативний (відповідне конкретним умовам) питомий тиск брусків P_o ;

ж) зробити висновок про можливість застосування на верстаті отриманого режиму хонінгування.

Дані записати в звіт (див. таблицю 3)

7.7. Встановити гільзу циліндра на столі верстата.

Гільзу циліндра встановлюють в пристосування (без вивіряння), настановною базою служить посадочна поверхня. Закріпити гільзу в пристосуванні:

а) з пневматичним приводом - ручка крана приводу ввєрх;

б) з цанговим затиском - повернути гайку затиску за годинниковою стрілкою до надійного притиснення гільзи.

7.8. Підготувати дані для наладки

Допустима погрішність центрівки 5 мм

Визначити величину перебігання брусків за межі отвору $l_{пер} = 1/3 l_{бр}$.

Через неправильне встановлення величини перебігання брусків виникає підвищена погрішність форми отвору (конусоподібність, бочкоподібність, сідлоподібність і ін.).

Розрахувати зусилля пружини механізму розтиску брусків ($\varphi = 10^\circ - 15^\circ$; $\theta = 6^\circ$).

Розрахувати довжину робочого ходу бабки шпінделя.

Величину зусилля стиснення пружини знайти на шкалі механізму розтиску.

Відшукати кулачки управління реверсом бабки (на лімбі, що обертається) шпінделя і визначити їх потрібне положення.

Запам'ятати розташування і призначення вмикачів і кнопок управління роботою верстата. Зробити необхідні записи в звіт

7.9. Визначити машинний час хонінгування

$$t_M = n_1 / n_2, \quad (7.8)$$

де n_1 — число подвійних ходів, необхідне для зняття припуску

$$n_1 = a_x / b$$

де a_x - припуск на хонінгування, на сторону, мм; b - шар металу, що знімається за один подвійний хід, мм (для чавуну $b = 0,001$ мм);

n_2 — число подвійних ходів бабки шпінделя в 1 хв

$$n_2 = 1000V_{зпф} / (2L)$$

7.10. Провести наладку верстата

Встановити і закріпити бруски в колодках хонінгувальної головки.

Приєднати головку до шпінделя верстата, за допомогою гвинта застопорити запобіжне кільце.

Стиснути бруски (маховик механізму розтиску обертати по часовій стрілці).

Перевірити надійність приєднання шпінделя (щільність затягування гайки з диференційованим різьбленням).

Встановити у відповідне положення кулачки управління реверсом бабки шпінделя.

Встановити частоту обертання і швидкість зворотно - поступального руху.

Відрегулювати положення датчика кінцевого вимикача бабки шпінделя (у верхньому крайньому положенні бабці).

Перевірити наявність мастила і ЗОР.

Перевірити правильність записів в звіті і доповіді викладачеві про готовність до виконання операції

7.11. Хонінгувати гільзу циліндра.

Підготуватися до хронометражу машинного часу:

а) включити ввідний вимикач (верстат підключиться до електромережі);

б) виконати робочий цикл в послідовності, вказаній в розділі «Робота на хонінгувальному верстаті» в межах розрахункового машинного часу.

в) зняти гільзу з верстата

7.12. Контроль операції

Зміряти діаметр обробленого отвору гільзи.

Визначити шорсткість поверхні отвору (порівнянням з еталоном) і величину погрешностей розміру і форми (Δ розміру; Δ овальності; Δ конусності)

7.13. Організаційно-технічне обслуговування робочого місця

Привести в початкове положення інструмент, деталь, документи. Привести в порядок верстат, пристосування, інструмент.

Підписати операційну карту-звіт.

7.14. Захист результатів роботи і здача звіту

Уміти пояснити (якщо необхідно - довести) виконані розрахунки і ухвалені технологічні рішення по розробці і виконанню операції.

Знати основні характеристики устаткування і інструменту, що застосовувалися при виконанні операції.

Знати область застосування робіт при ремонті деталей автомобілів і вимоги ЕСТД в частині, що стосується операції

При виконанні завдання користуватись даними практичного заняття № 6 та таблиці 7.2.

Таблиця 7.2 - Варіанти завдань для виконання практичного заняття

| № | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Ширина бруска | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 8 |
| $l_{бр}$ | 150 | 140 | 130 | 120 | 110 | 100 | 100 | 110 | 150 | 100 | 110 | 150 | 100 | 110 | 150 | 100 |
| Твердість НВ | 170-229 | 229-269 | 170-229 | 229-269 | 170-229 | 229-269 | 170-229 | 229-269 | 170-229 | 229-269 | 170-229 | 229-269 | 170-229 | 229-269 | 170-229 | 229-269 |

7.15. Внести в операційну карту-звіт необхідні для обробки параметри та їх числове значення

Таблиця 7.3 - Операційна карта-звіт

| | |
|--|---|
| | Операційна карта хонінгування гільзи циліндра |
|--|---|

| | | | | | | | | | |
|-------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Технологічний параметр | | | | | | | | | |
| Числове значення | | | | | | | | | |
| Студент групи _____ ПІБ _____ | | | | | | | | | |

7.16. Зробити відповідні висновки.

7.17. Самостійно відповісти на контрольні питання.

Оформлення звіту

В звіті навести номер, назву і мету практичного заняття, короткі відомості про метод хонінгування гільзи циліндрів, операції технологічного процесу та їх розрахунок, порядок виконання роботи і висновки.

Контрольні питання

1. У чому полягає сутність процесу хонінгування як виду обробки ?
2. Як уникнути спотворення форми отвору, що хонінгується?
3. Як призначається режим різання при хонінгуванні ?
4. Яка технологія контролю хонінгової гільзи циліндрів ?
5. Дайте характеристику хонінгувальних брусків.

Рекомендована література: [1, 3, 7, 14]

ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Автомобили: Основы конструкции: Учебник для вузов по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство». Н.Н.Вишняков.- Г. Транспорт, 1988.
2. Антошин Е.В. Технология металлизации распылением / Е.В. Антошвили - М.: Машгиз, 1944. - 175 с.
3. Воловик Е.Л. Справочник по восстановлению деталей / Е.Л. Воловик.- М.: Колос, 1981. - 352с.
4. Горохов В.А. Ремонт и восстановление коленчатых валов / В.А. Горохов, П.А. Руденко. - М. Колос, 1978. - 158 с.
5. Дехтярь Л.И. Выносливость валов с покрытиями / Д.А. Игнатьков, В.К. Андрейчук. - Кишинев,: Штиинца, 1983. - 176 с.
6. Канарчук В.И. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. В 3-х томах. – К.: Техніка, 1994. - 369 с.
7. Капитальный ремонт автомобилей: Справочник / Под ред. Р.Е. Есенберлина. - М.: Транспорт, 2000. -310 с.
8. Карагодин В.И. Ремонт автомобилей и двигателей / В.И. Карагодин, М.М. Митрохин. – Издательство: Академия, 2009. – 496 с.
9. Кисликов В.Ф. Будова й експлуатація автомобілів / В.В. Лущик. Підручник. –К.: Либідь, 1999. -400 с.
10. Кречмер З. Напыление металлов, керамики и пластмасс.- М.: Машиностроение, 1966. - 432 с.
11. Кузнецов Е.С. Техническая эксплуатация автомобилей: учебник для вузов. 4-е изд., перераб. и доп. / Е. С. Кузнецов, А. П. Болдин, В. М. Власов и др. – М.: Наука, 2004. – 535 с.
12. Кузнецов А.С. Слесарь по ремонту автомобилей (моторист): учебное пособие для начального профессионального образования / А.С. Кузнецов. - Издательство: ИЦ Академия, 2009г. – 303 с.
13. Кузнецов А.С. Ремонт двигателя внутреннего сгорания / А.С. Кузнецов. – Издательство: ИЦ Академия, 2011г. – 64 с.
14. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. – К.: Знання-Прес, 2003. – 511 с.
15. Положення про профілактичне обслуговування і ремонт рухомого складу автомобільного транспорту України /Міністерство транспорту України. –К., 1994. –36 с.
16. Поляченко А.Б. Современные методы восстановления и повышения долговечности деталей при ремонте / А.Б. Поляченко. -М.: Машиностроение, 1985.- 46 с.
17. Подщеколдин И.М. Ремонт V-образных кррбюраторных двигателей. – М «Транспорт» 1988.- 176 с.
18. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей. Под ред. В.М. Власова. – 2 – е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 480 с.
19. Харазов А.М. Диагностическое обеспечение ТО и ремонта автомобилей. -М.: Высшая школа., 1990.-208 с.

20. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. – К.: Знання-Прес, 2003. – 511 с.

21. Ремонт автомобилей и двигателей: Учеб. для студ. сред. проф. учеб. Академия, 2002. -496с.

22. Ремонт автомобілів: Навчальний посібник/ Упор. В.Я. Чабанний. - Кіровоград: Центрально-Українське видавництво, 2007. - 348 с.

23. Чернышев Г.Д., Аршинов В.Д. Ремонт двигателей ЯМЗ. М, «Транспорт», 1974. – 126 с.

24. Хасун А. Техника напильника / А. Хасун. - М.: Машиностроение, 1985. -288 с.

25. Багатофункціональні електродугові покриття : монографія / М. М. Студент, Г. В. Похмурська, В. М. Гвоздецький [та ін.]. - Львів : Простір-М, 2018. - 335 с.

Додаткова

26. Маркович С.І. Дослідження спрацювання шийок колінчастих валів двигуна Д-242 в залежності від неспіввісності корінних опор блоккартера / С.І. Маркович, М.В. Ткаченко, П.В. Кожушко // матеріали Міжнародної науково-практичної конференції "Підвищення надійності машин і обладнання. Increase of Machine and Equipment Reliability", 15-17 квітня 2020 р. - Кропивницький: ЦНТУ, 2020.- С 25-29

27. Маркович С.І. Дослідження характеру, напрямків та закономірностей зміни геометричних розмірів та співвісності корінних опор блоккартерів двигунів / С.І. Маркович, В.О. Дубовик, О.Ю. Жулай // матеріали Міжнародної науково-практичної конференції "Підвищення надійності машин і обладнання. Increase of Machine and Equipment Reliability", 15-17 квітня 2020 р. - Кропивницький: ЦНТУ, 2020.- С 170-174

28. Маркович С.І. Дослідження впливу неспіввісності корінних опор блоку на потужність механічних втрат двигуна / С.І. Маркович, Р.А. Осін, С.С. Колісник // матеріали Міжнародної науково-практичної конференції "Підвищення надійності машин і обладнання. Increase of Machine and Equipment Reliability", 15-17 квітня 2020 р. - Кропивницький: ЦНТУ, 2020.- С 156-159

29. Маркович С. І. Аналіз стану та перспективи розвитку технологічних методів зміцнення головок поршнів автотракторних двигунів / С. І. Маркович, С. С. Михайлюта // Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. - Кропивницький : ЦНТУ, 2017. - Вип. 30. - С. 96-102.

30. Рутковский А.В. Фрактографічний аналіз іонноазотованих зразків з алюмінієвих поршнів двигунів сільськогосподарської техніки / А. В. Рутковский, С.І. Маркович, С.М. Михайлюта // матеріали XIII Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки». -Кропивницький: ЦНТУ. 2021. - С 78-81.

31. Маркович С. І. Дослідження зміни просторової геометрії колінчастих валів при експлуатації / Маркович С. І. С Танцюра // матеріали XIII

Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки». -Кропивницький: ЦНТУ. 2021. - С 131-134

32. Маркович С. І. Дослідження зміни кутових параметрів колінчастих валів при шліфуванні та відновленні/ С. І.Маркович, О.Ю. Григоренко // матеріали XIII Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки». - Кропивницький: ЦНТУ. 2021. С

33. Маркович С. І. Дослідження впливу технологічних факторів механічної обробки на продуктивність процесу відновлення та ресурс гільз циліндрів / СІ Маркович, РС Гасанов // матеріали XII Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки». - Кропивницький: ЦНТУ. 2019.- С 87-91

34. Маркович С. І. Дослідження залежності трибомеханічних характеристик покриття від параметрів технологічного процесу відновлення шатунів безванним електролітичним залізненням / С.І. Маркович, Р.П. Капінус // матеріали XII Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки». Кропивницький: ЦНТУ. 2019. - С 85-87.

35. Мажейка О.Й. Дослідження трибологічних характеристик модифікованих поверхонь з регулярним мікрорельєфом / О.Й. Мажейка, С.І. Маркович, О.П. Савченко // Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. Конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарських машин. - Кіровоград : ЦНТУ, 2010. - Вип. 40(2). - С. 113-116.