

Маркович С.І., Бевз О.В.

Експлуатація та ремонт двигунів внутрішнього згорання

Рекомендовано Вченою радою
Центральноукраїнського національного
технічного університету,
протокол № 7 від 22.12.2021 року

Кропивницький, 2022

Експлуатація та ремонт двигунів внутрішнього згорання. Навчальний посібник для здобувачів вищої освіти вищих навчальних закладів. / Укл. Маркович С.І., Бевз О.В. - Кропивницький: ЦНТУ, 2022. - 315 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.

Рекомендовано кафедрою «Експлуатація та ремонт машин», протокол № 5 від 17.11.2021 року

© Експлуатація та ремонт двигунів внутрішнього згорання / Навчальний посібник, ЦНТУ, 2022

© Маркович С.І., Бевз О.В.

© ЦНТУ. Комп'ютерна верстка, 2022

ЗМІСТ

Вступ.....	4
Тема 1. Експлуатаційні, технологічні та конструкторські причини спрацювання ДВЗ. Методи діагностування	5
Тема 2. Прийом та підготовка двигуна до ремонту	22
Тема 3. Методи розбирання та дефектування деталей двигуна	38
Тема 4. Технологічні методи ремонту деталей двигуна.....	56
Тема 5. Дефектування та ремонт блоккартера двигуна.....	73
Тема 6. Відновлення колінчастих валів методом ремонтних розмірів.....	92
Тема 7. Технологічні методи відновлення колінчастих валів до номінального розміру	107
Тема 8. Відновлення шатунів	126
Тема 9. Відновлення деталей циліндропоршневої групи.....	142
Тема 10. Експлуатація та ремонт газорозподільного механізму.....	161
Тема 11. Відновлення розподільчих валів	184
Тема 12. Ремонт головок блоку ДВЗ	200
Тема 13. Методика балансування деталей ДВЗ.....	216
Тема 14. Комплектування деталей, складання, обкатування та випробування двигуна	231
Практичні заняття.	
1. Загальні вказівки до виконання практичних занять	257
2. Техніка безпеки та протипожежні заходи в лабораторії.....	258
Практичне заняття № 1. Вивчення дефектів колінчастого вала та вибір методів для відновлення	259
Практичне заняття №2. Вивчення відновлення колінчастого вала методом механічної обробки до ремонтних розмірів	265
Практичне заняття № 3. Вивчення технологічного процесу відновлення колінчастого валу методом електродугового напилення	271
Практичне заняття № 4. Вивчення дефектів шатуна двигуна внутрішнього згоряння та вибір методів для відновлення	281
Практичне заняття № 5. Вивчення дефектів розподільчого вала автомобіля КамАЗ та вибір методів для відновлення.....	292
Практичне заняття № 6. Вивчення та розрахунок режимів технологічного процесу розточування гільзи циліндрів	297
Практичне заняття № 7. Вивчення та розрахунок режимів технологічного процесу хонінгування гільзи циліндра.....	305
Питання для тестового контролю знань з дисципліни.....	314
Література.....	332

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 замінюваними 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).

ТЕМА 1. ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ, ТЕХНОЛОГІЧНІ ТА КОНСТРУКТОРСЬКІ ПРИЧИНИ СПРАЦЮВАННЯ ДВЗ.

- 1.1. Нестационарні режими роботи автомобільних двигунів
- 1.2. Швидкісні і навантажувальні режими роботи автомобільних двигунів
- 1.3. Теплові режими роботи двигуна
- 1.4. Тертя та зношування в двигуні
- 1.5. Вплив конструктивних і експлуатаційно-технологічних факторів на зміну технічного стану механізмів.
- 1.6. Визначення несправностей двигунів.

1.1. Нестационарні режими роботи автомобільних двигунів.

Найскладнішим і найважливішим агрегатом, від стану якого залежать багато технічних і економічних показників роботи автомобіля, є двигун.

У процесі експлуатації двигунів виникають різні несправності і відмови, переважно в кривошипно-шатунному і газорозподільному механізмах, у системі запалювання, живлення, охолодження і мащення.

Основними режимами роботи автомобільного двигуна є: пуск двигуна, холостий хід і малі навантаження, середні навантаження, повні навантаження, різкі переходи з малих навантажень на більші, холостого ходу й малого навантаження. При експлуатації автомобілів у важких дорожніх умовах збільшуються навантаження на деталі автомобіля, в результаті чого деталі швидше спрацьовуються, настає втомлення металу, порушується стабільність кріплень і регулювань, а в деяких випадках трапляються поломки деталей трансмісії, ходової частини і рульового керування.

До нестационарних режимів відносять форсований режим роботи двигунів - відносно короткочасний режим, при якому двигуни видають максимальну потужність, обмежену граничними фізичними характеристиками матеріалів, з яких створений даний двигун. Сам двигун при цьому гранично швидко зношується, і як правило після дуже нетривалої роботи на форсажі або виходить з нього, або виводиться з експлуатації і вирушає на капітальний ремонт. Для теплових двигунів на форсажі характерне значне, у декілька разів більше, витрачання палива в порівнянні з номіналом. При форсуванні двигунів внутрішнього згорання шляхом внесення деяких конструктивних змін можливе подвоєння його потужності, при форсуванні шляхом зміни співвідношення компонентів палива - збільшення потужності (тяга) на 50-90 %.

1.2. Швидкісні і навантажувальні режими роботи автомобільних двигунів.

Залежно від умов експлуатації змінюються швидкісні і навантажувальні режими деталей, механізмів та агрегатів автомобілів і термін їхньої безвідмовної роботи. Наприклад, на коротких маршрутах частіше користуються зчепленням,

гальмами, переключають передачі і зчеплення, внаслідок чого збільшується ймовірність їхніх відказів. Різні дорожні умови впливають на зміну характеру дії навантажень. Вібрація рами внаслідок нерівностей дороги ослаблює заклепкові з'єднання, порушує співвісність двигуна і коробки передач, спричиняє додаткові навантаження у корпусах. Вібрація автомобіля прискорює спрацювання і призводить до поломки кріпильних деталей карданної передачі, радіатора і підвіски.

Режим прискорених навантажень – це стендові випробування елементів автомобіля у прискореному виконанні деяких операцій, а режим збільшених навантажень – стендові випробування деталей і вузлів з перевантаженням. Наприклад, зубчаті колеса випробовують з моментом, що в 1,3 рази більший від номінального. У цьому разі випробування на стенді протягом 100 годин відповідають 500-годинним випробуванням в експлуатації.

Елементи автомобіля випробовують також на навантаження, що прогресивно зростають. Для цього деталь або вузол піддають змінним навантаженням, які ступінчасто зростають у часі, при сталому відношенні приросту навантаження на одну деталь до кількості циклів на ступінь.

1.3. Теплові режими роботи двигуна.

На термін служби силових передач автомобіля істотно впливає їхній тепловий режим. Він визначається температурою навколишнього повітря, ступенем завантаження автомобіля, його швидкістю й залежить від довжини маршруту, тривалості простою під вантаженням і вивантаженням, якості ТО та інших показників. У процесі експлуатації автомобіля може виникнути перегрівання або переохолодження двигуна. Перегрівання зменшує наповнення циліндрів, підвищує угар масла і спрацювання циліндрів, спричинює детонацію й утворення нагару, виплавляння підшипників і заклинювання поршнів у циліндрах двигуна. Переохолодження призводить до зниження економічності двигуна, обсмолення системи вентиляції, підвищення жорсткості роботи і спрацювання двигуна внаслідок змивання і розрідження мастильних матеріалів у його картері паливом або до підвищення в'язкості мастильних матеріалів під впливом низьких температур (особливо під час пуску).

Переохолодження двигуна призводить також до утворення сажі у відпрацьованих газах. Найбільше їх буває за зниженого температурного режиму системи охолодження технічно справного бензинового двигуна, який працює на повному навантаженні і в режимі розганяння. Підтримання температури охолодної рідини в системі охолодження в межах 80...90 °С знижує викидання сажі з відпрацьованими газами в 2,0-2,4 рази порівняно з температурою охолодної рідини 40 °С, якщо двигун працює за навантажувальною і зовнішньою характеристиками, а на обертах холостого ходу і під час розганяння без навантаження повністю усуває викидання сажі з відпрацьованими газами.

У системі охолодження перевіряють також прямі (структурні) діагностичні параметри: усталену температуру охолоджуваних поверхонь двигуна, продуктивність водяного насоса, охолоджувану здатність теплообмінника, герметичність системи охолодження, спрацювання повітряного клапана, тиск спрацювання парового клапана кришки теплообмінника. Температуру охолодної рідини у відкритих системах охолодження треба підтримувати в межах 80...85°C, а в закритих – 100...105°C. Тому основне завдання ТО системи охолодження – підтримувати найвигіднішого теплового режиму двигуна.

1.4. Тертя та зношування в двигуні.

У процесі експлуатації машини на її елементи (спряження і деталі) діють шкідливі явища і руйнівні процеси, які призводять до погіршення функціональних властивостей, змінюючи їх технічний стан. Рівень технічного стану машини характеризує її здатність (або нездатність) виконувати задані функції і оцінюється співставленням фактичних значень параметрів із заданими у технічній документації.

Руйнівні процеси пов'язані з робочим процесом, який виконує машина, зовнішнім середовищем, природою матеріалу тощо. До основних видів руйнівних процесів можна віднести: тертя і зношування деталей, пластичне деформування, явище втомлюваності, корозію. Діючи на деталь, руйнівні процеси змінюють її розміри, форму та фізико-механічні властивості, утворюють різні дефекти, призводять до несправності вузлів, агрегатів і машин (рис. 1.1).

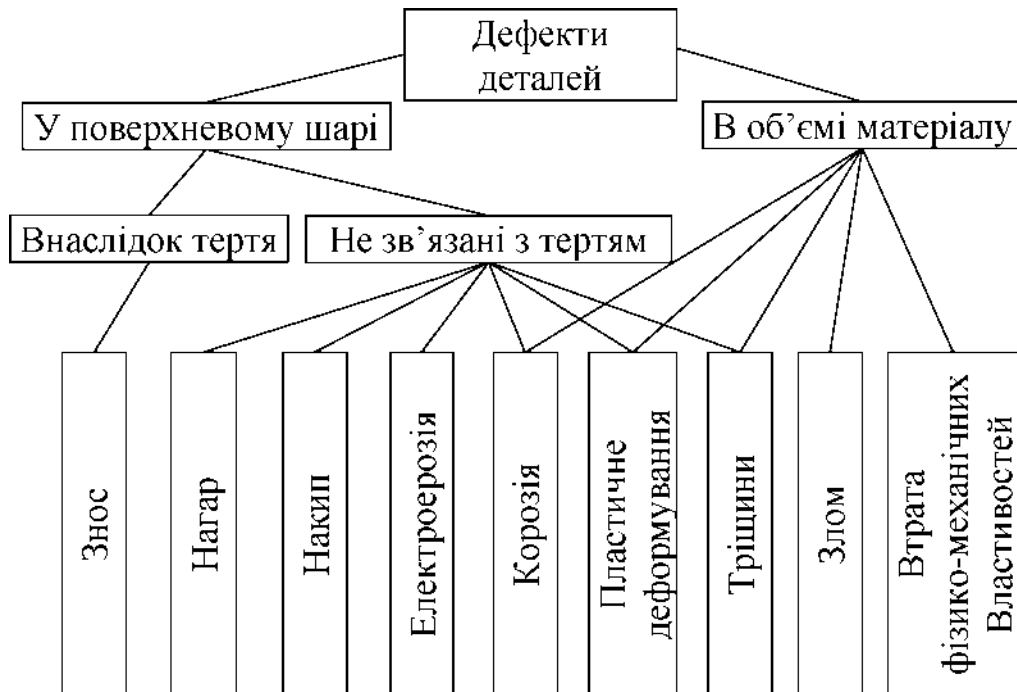


Рисунок 1.1 – Класифікація дефектів деталей машин

Зношування тертьових тіл варто розглядати як сумарний результат одночасного протікання елементарних актів руйнування і змін властивостей

матеріалу, природа яких різноманітна. Це визначає різноманіття видів зношувань, що мають місце на одній і тій же контактній площадці в будь-який заданий момент часу і є причиною розробки великої кількості класифікацій видів зношування, кожна з яких відрізняється принципом, взятим за основу.

Класифікація видів зношування. Відповідно до ДСТУ, усі види зношування можна поділити на чотири групи: механічне; механо-хімічне, фретинг-корозійне і електроерозійне. Ознакою класифікації є вид зношування (рис. 1.2).

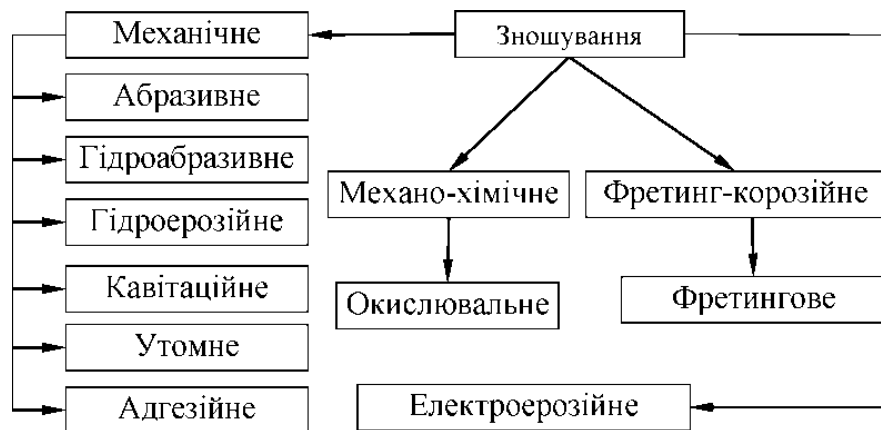


Рисунок 1.2 – Класифікація видів зношування

Механічне зношування відбувається в результаті механічної дії при терті.

Абразивне зношування – це механічне зношування внаслідок різальної або дряпальної дії твердих тіл або частин, яке є найпоширенішим видом зношування сільськогосподарської техніки.

Цей вид зношування реалізується при наявності:

- незакріплених часток, які передають тиск маси (абразивні частки в ґрунті, гірських породах, насипних вантажах при їх транспортуванні), що деформується;
- вільних часток, що потрапляють у зону контакту тертьових тіл (оксидні плівки, частки зносу, пилу);
- нерухомо закріплених твердих зерен на поверхні тертя одного з тіл, що спряжуються. Це тверді структурні складові матеріалу елементів пари тертя, частки абразиву, брусків та іншого інструменту, частки нагару на стінках циліндра двигуна внутрішнього згорання.

В абразивному середовищі процес зношування характеризується мікрорізанням і багаторазовим пластичним деформуванням одних і тих же мікрооб'ємів металу, в результаті якого має місце втомне руйнування поверхневого шару.

Гідро-абразивне і газо-абразивне зношування – абразивне зношування в результаті дії твердих тіл або твердих частинок, які підхоплюються потоком рідини (наприклад, зношування лопаток насоса, що подає воду, яка містить пісок) або газу. При гідро- і газо- абразивному зношуванні також діє механізм розглянутого вище абразивного зношування, але з меншою інтенсивністю внаслідок менших

питомих навантажень на матеріал.

Гідро-ерозійне зношування – механічне зношування поверхні в результаті дії потоку рідини.

Газо-ерозійне зношування – механічне зношування поверхні в результаті дії потоку газу. Гідро- і газо-ерозійне зношування часто поєднуються з іншими видами зношування.

Кавітаційне зношування – механічне зношування під час руху твердого тіла відносно рідини, за якого бульбашки газу лопаються біля поверхні, що створює місцевий високий питомий тиск або високу температуру. При накладанні на поверхню металу великої кількості таких ударів утворюються каверни діаметром 0,2-1,5 мм, навколо яких з'являються напливи, що створюють враження видавлених кратерів.

До втомного зношування відносять випадки, коли при роботі трібосистем відсутні аномальні ушкодження (схоплювання, задирання, мікрорізання, припікання поверхонь тощо), тертя протікає в нормальних умовах, з мастильним матеріалом, але внаслідок тертя матеріал поверхневого шару «утомлюється» і починає відокремлюватися у вигляді часток зносу. Тут можна провести аналогію з поняттям «втомна міцність».

Розрізняють утомне зношування двох видів: багатоциклічне і малоциклічне. Багатоциклічне зношування виникає при пружному контактуванні. Багаторазовий вплив на мікровиступ призводить до поступового нагромадження мікродефектів, утворення мікротріщин, при злитті яких утворюються поверхневі макротріщини, які викликають руйнування матеріалу і відділення часток зносу. При малоциклічному зношуванні спільна дія нормального і дотичного навантажень при терті призводить до того, що максимальне дотичне напруження виникає не на поверхні, а під плямою контакту на невеликій глибині, де накопичуються ушкодження і утворюються тріщини. У крихкого матеріалу тріщина виникає на поверхні. Малоциклічне зношування спостерігається при пластичному деформуванні поверхонь (без різання) більш м'якого матеріалу виступами більш твердого. У місцях такого деформування нерідко утворюються бічні навали, які при наступних проходах теж можуть відокремлюватися у вигляді продуктів зносу.

Зношування при фретингу – механічне зношування контактуючих тіл при малих коливальних відносних переміщеннях.

Адгезійне зношування – це явище утворення міцних сполук у зонах фактичного контакту тертьових тіл, глибинного виривання матеріалу одного тіла і переносу на поверхню тертя іншого, яке супроводжується зміною їхніх лінійних розмірів. Адгезійне зношування спостерігається в зубчастих і зубчасто-гвинтових передачах; тяжко навантажених підшипниках ковзання; підшипниках кочення; парах тертя плунжер-втулка, циліндр-поршневе кільце, напрямні металорізальних верстатів - супорт; у трібосистемах, які експлуатуються у вакуумі або інертному середовищі; у сполученнях, що експлуатуються при високій температурі (ролики

прохідних печей, прокатних верстатів, деталі гальмових пристроїв).

Механо-хімічне зношування є результатом механічної дії Окислювальне зношування є окремим випадком механо-хімічного. Протікає воно в умовах, коли метал вступає в хімічну реакцію з окислювачами навколишнього середовища або мастильного матеріалу. Кисень повітря, взаємодіючи з металом, утворює на ньому окисну плівку, яка значно впливає на процес тертя. У випадку тертя в умовах мащення метал окислюється киснем, розчиненим в оліві. Окисні плівки у місцях контактування поверхонь захищають метали від безпосереднього наближення до відстані, при якій можливе схоплювання. Нездатність самих окисних плівок до схоплювання обумовлена їх неметалічною природою.

Під час тертя окисні плівки поступово стираються або, відриваючись, видаляються мастилом. Потім окисні плівки утворюються знову. Таким чином, окисне зношування представляє собою зношування безперервно відновлюваних окисних плівок.

Окислювальне зношування відбувається, коли швидкість утворення плівок оксидів більша або дорівнює швидкості їхнього руйнування. У протилежному випадку можливе протікання інших видів зношування, наприклад, адгезійного.

Окислювальне зношування зазнають підшипники кочення, шарнірно-болтові з'єднання, металеві колеса фрикційних передач, поршневі пальці двигунів, деталі гідравлічних насосів і двигунів внутрішнього згорання.

Зношування при фретинг-корозії - це процес руйнування поверхонь тертя при малих циклічних переміщеннях спряжених тіл, який супроводжується зміною лінійних розмірів цих тіл. Цей процес виявляється як сильно виражений процес окиснювання і схоплювання матеріалів тертьових тіл, що локалізується на невеликих ділянках контакту і супроводжується їх утомним і абразивним зношуванням. Цей вид зношування спостерігається в болтових, заклепувальних, штифтових і шпонкових спряженнях, парах вал - маточина, на посадкових поверхнях деталей, у шарнірах, ресорах, регуляторах електричних контактів, кулачкових механізмах, сталевих канатах.

Необхідною умовою появи фретинг-корозії є проковзування поверхонь контактуючих тіл, починаючи з величин, на порядок перевищуючих міжатомну відстань. Максимальний зсув тертьових тіл, що здійснює коливання, не повинен перевищувати розмір плями контакту. Завдяки цьому частки зносу не можуть вийти за межі контактної площадки і забезпечують виникнення високих тисків на локальних ділянках.

Кінетика зношування при фретинг-корозії полягає в такому. Спочатку відбувається динамічне навантаження матеріалу контактуючих нерівностей і видалення адсорбційних і оксидних плівок на плямах контакту. При багаторазовому навантаженні матеріал вершин деяких контактуючих нерівностей пластично деформується. Це призводить до збільшення концентрації дефектів і підвищенню фізико-хімічної активності матеріалу на плямах контакту.

Подальше навантаження супроводжується, з одного боку, зростанням інтенсивності локального окислювання матеріалу, а з іншого боку - утворенням містків зварювання досить малих розмірів. Зсув третювх тіл викликає руйнування цих містків і відрив мікроскопічних часток металу з поверхні одного з третювх тіл.

Поверхня тертя деталей, які піддаються фретинг-корозійному зношуванню, покривається поглибленнями і нагадує за характером руйнування поверхні після корозійного зношування. Ушкодження концентруються на окремих ділянках, що відповідають вершинам хвиль.

Електроерозійне зношування виникає в результаті дії на поверхню тертя розрядів при проходженні електричного струму.

У реальних умовах роботи спряжених деталей частіше за все поєднуються ті або інші види зношування. У деяких умовах тертя поєднання двох різних видів зношування може призвести до нових явищ. Прикладом цього є зношування при фретинг-корозії – поєднання абразивного зношування з окисним за певних умов контактування поверхонь.

Приблизне уявлення про швидкості зношування можна одержати з таких даних, мкм/год.: окисне зношування – 0,1-0,5, абразивне – 0,5-5,0, адгезійне зношування – 10-15.

Швидкість зношування суттєво знижується в умовах тертя при наявності мащення. Мащення за типом поділу поверхонь тертя мастильним шаром поділяється на три основні види: гідродинамічне (повний поділ поверхонь тертя здійснюється в результаті тиску, що виникає в шарі рідини при відносному русі поверхонь), граничне (зношування і тертя між поверхнями, що рухаються одна відносно іншої, визначаються властивостями поверхонь і мастильного матеріалу, відмінними від об'ємної в'язкості) і змішане (здійснюється частково гідродинамічне, частково - граничне мащення). Прикладом такого мащення може бути мащення корінних підшипників колінчастого валу.

Загальні закономірності процесу зношування. Процес зношування є незворотним монотонним процесом із поступовим нагромадженням зносу, який можна представити у вигляді інтегральної функції:

$$U(t) = \int_v^t v(t)dt, \quad (1.1)$$

де $U(t)$ – нагромаджений знос за час t ;

$v(t)$ – швидкість процесу зношування, яка у загальному випадку залежить від часу зношування.

На зміну швидкості зношування за часом можуть впливати форма спряжених поверхонь, їх шорсткість, постійне або перервне контактування поверхонь у процесі роботи механізму тощо.

Динаміка зношування. На рис. 1.3 наведені варіанти кривих динаміки зношування поверхні пари тертя.

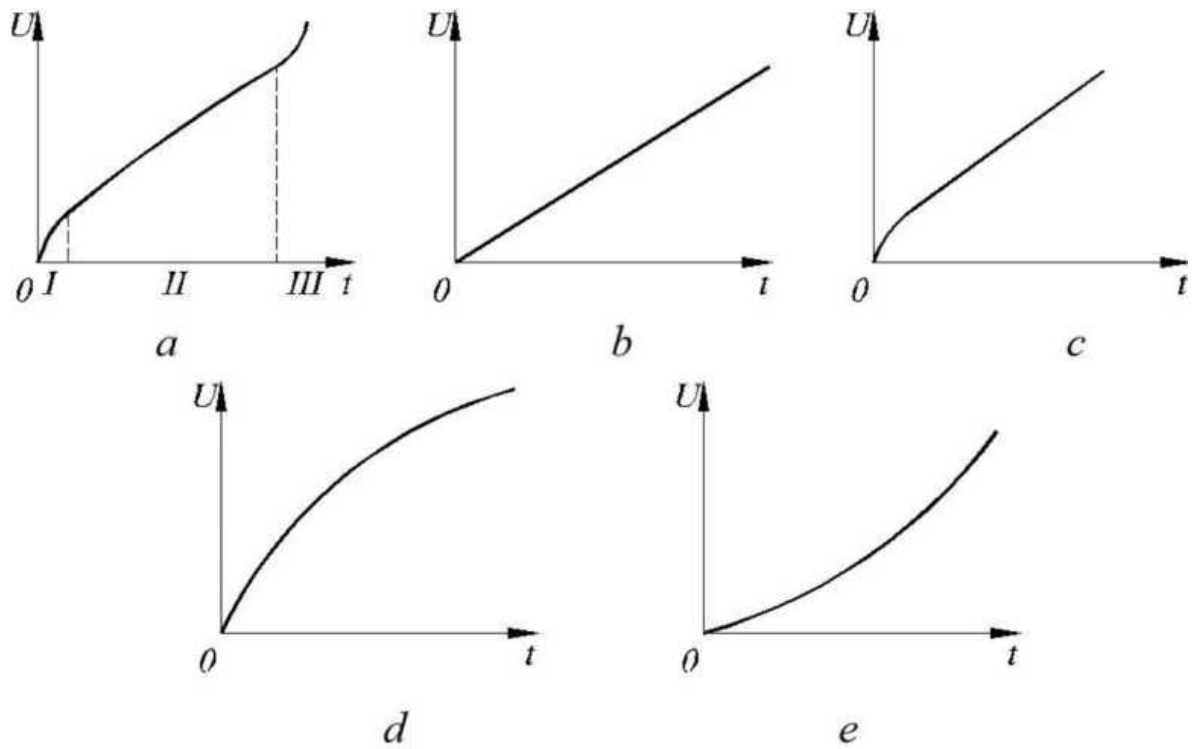


Рисунок 1.3 – Криві динаміки зношування

Розглянемо найбільш загальний варіант рис. 1.3, а – типову криву, яка складається з трьох характерних ділянок:

I – характеризує початкову роботу спряження, коли найбільш виразно відбувається процес зміни геометрії (шорсткості) поверхонь тертя і фізико-механічних властивостей поверхневих шарів матеріалу, які проявляються при постійних зовнішніх умовах у зменшенні роботи тертя, температури та інтенсивності зношування. Цей початковий період визначає процес припрацювання пари тертя;

II – характеризує нормальну роботу спряження. У цей період відбувається поступове нарощування зносу, який має у ряді випадків сталий лінійний характер (швидкість зношування в середньому постійна);

III – характеризує інтенсивне, форсоване нарощування зносу. Робота спряження при цьому може супроводжуватися появою різного роду шумів та стуків і навіть призвести до руйнування деталі, тобто при досягненні третього періоду подальша робота спряження недопустима.

Найбільш характерні графіки динаміки зношування наведені на рис. 1.3, b, c, d, e.

b – лінія, характерна для абразивного зношування деталей сільськогосподарських машин (леміш плуга, шарніри ланцюгів транспортера тощо);

c – крива, характерна для зношування шийки вала, спряженої із сальником, а також для рухомих спряжень при таких умовах роботи, коли зазор постійно

вибраний в один бік (наприклад, ролик штовхача паливного насоса, спряжений з віссю);

d – крива, характерна для спряжень, що працюють при великих питомих навантаженнях, які збільшуються із збільшенням зазору (наприклад, колінчастий вал - підшипник);

e – крива, характерна для зношування деталей внаслідок втомних руйнувань поверхневих шарів металу (бігові доріжки кілець підшипників кочення, зуби шестерень тощо). У початковий період зношування практично не відбувається, оскільки нагромаджуються дефекти втомленості структури металу, які потім призводять до форсування відокремлення частинок, тобто до зношування.

Як відомо, процес зношування відноситься до категорії випадкових процесів, що призводить до розсіювання часу роботи однакових деталей до їх граничного стану, тобто до розсіювання ресурсу деталей.

Оцінка фактичного ресурсу деталей (вузлів, агрегатів машин) та його імовірні характеристики (середній ресурс, гамма - процентний ресурс тощо) мають велике значення, оскільки інформація, отримана під час таких досліджень, є вихідною для виявлення резервів підвищення ресурсу виробів.

Оцінка довговічності деталей і спряжень зводиться до пошуку функції розподілу ресурсу, яку знаходять за даними спеціально проведених експлуатаційних або прискорених випробувань.

1.5. Вплив конструктивних і експлуатаційно-технологічних факторів на зміну технічного стану механізмів.

На технічний стан автомобіля впливають конструктивні, технологічні, експлуатаційні та інші фактори.

Конструктивні фактори визначаються формами й розмірами деталей (від них залежать тиск на поверхню деталі, концентрація напружень, ударна міцність і міцність від втомлення металу); жорсткістю конструкції, тобто властивістю деталей, особливо базових та основних, трохи деформуватися під дією навантажень, що сприймаються; точністю взаємного розміщення поверхонь та осей спільно працюючих деталей; правильним вибором посадок, які забезпечують надійну роботу спряжень та ін.

Технологічні фактори залежать від якості матеріалів, що використовуються для виготовлення деталей, застосування відповідної термічної обробки їх та складальних робіт (центрування, співвісності, регулювання зазорів, якості кріплення) та ін.

Експлуатаційні фактори залежать від дорожніх, транспортних і кліматичних умов. Вони найбільше впливають на технічний стан автомобілів. Дорожні умови характеризуються типом, станом і міцністю покриттів, поздовжнім профілем дороги, режимом руху, видимістю тощо. Кліматичні умови в різні періоди року визначаються температурою і вологістю повітря, атмосферним тиском, кількістю

опадів, силою і напрямком вітру, тривалістю снігового покриву та ін. Транспортні умови охоплюють обсяг і відстань перевезень, умови завантаження і розвантаження, особливості організації перевезень, умови зберігання, обслуговування та ремонту автомобілів.

Залежно від умов експлуатації змінюються швидкісні і навантажувальні режими деталей, механізмів та агрегатів автомобілів і термін їхньої безвідмовної роботи. Наприклад, на коротких маршрутах частіше користуються зчепленням, гальмами, переключають передачі, внаслідок чого збільшується ймовірність їхніх відмов. При експлуатації автомобілів у важких дорожніх умовах збільшуються навантаження на деталі двигуна, в результаті чого деталі швидше спрацьовуються, настає втомлення металу, порушується стабільність кріплень і регулювань, а в деяких випадках трапляються поломки деталей. Збільшення навантаження на деталі двигуна, котрі перевищують передбачені конструкторами значення, викликає їх згин та зкручення. Внаслідок чого порушуються оптимальні мастильні зазори в спряженнях, викликаючи спрацювання поверхонь та зниження ресурсу вузлів та агрегатів. Різні дорожні умови впливають на зміну характеру дії навантажень. Вібрація рами внаслідок нерівностей дороги ослаблює заклепкові з'єднання, порушує співвісність двигуна, спричиняє додаткові навантаження у деталях. Вібрація автомобіля прискорює спрацювання і призводить до поломки кріпильних деталей двигуна, агрегатів трансмісії і підвіски та ін.

Зниження температури навколишнього повітря, погіршення стану дороги внаслідок снігових заметів або бездоріжжя спричиняють додаткове передчасне спрацювання або поломки деталей автомобіля (спрацювання шліців, шипів і підшипників хрестовин, зрізування шпильок кріплення підвісної опори та ін.). Крім цього погіршуються пускові характеристики двигуна, збільшується час роботи в нестандартних умовах експлуатації (недостатнє мащення, відсутність оптимальних зазорів).

Щоб зменшити вплив кліматичних умов на робочі процеси автомобіля, створені спеціальні мастильні матеріали. Робота автомобіля на вологих дорогах, а також в умовах вологого клімату спричиняє корозію деталей підвіски, рами, кузова, крил, кабіни та ін.

На термін служби двигуна істотно впливає його тепловий режим. Він визначається температурою навколишнього повітря, ступенем завантаження автомобіля, його швидкістю й залежить від довжини маршруту, тривалості простою під навантаженням і розвантаженням, якості ТО і ПР та інших показників.

У процесі роботи і зберігання автомобіля деталі двигуна перебувають у постійній взаємодії з експлуатаційними матеріалами. Властивості цих матеріалів та умови їхнього застосування позначаються на процесі спрацювання і корозії деталей, витрачання мастильних матеріалів, продуктивності роботи. Експлуатаційні матеріали повинні відповідати конструктивним і технологічним особливостям двигуна автомобіля, його технічному стану й умовам експлуатації.

Значно впливає на технічний стан двигуна автомобіля якість його водіння, від якого залежать динамічні навантаження в деталях. Найдієвішими при цьому є режими рушання з місця в разі застрягання автомобіля. При різкому включенні зчеплення крутний момент, що прикладається до трансмісії, може значно перевищити максимальний крутний момент двигуна з урахуванням коефіцієнта запасу. Цим пояснюються поломки при роботі в поганих дорожніх умовах.

У процесі експлуатації технічний стан двигуна безупинно змінюється, внаслідок чого погіршуються техніко – економічні показники роботи цих машин: знижується потужність, збільшуються витрата палива й масел, зростає число простоїв через окремі поломки (відмови).

Основні причини погіршення технічного стану двигуна – порушення початкових регулювань, ослаблення кріплень у з'єднаннях і зміна зазорів та натягів у з'єднаннях в наслідок зношування деталей.

Правильне й своєчасне регулювання механізмів, систем та агрегатів дуже важливе для підтримання їх працездатності. Так, зменшення кута випередження впорскування палива на 2° або збільшення його на $5...6^\circ$ проти нормального для дизеля знижує потужність на 2,2 кВт і збільшує витрату палива на 27 г/ кВт-год. Відповідне регулювання зазору в клапанах попереджає зниження потужності на 1,5...3 кВт і збільшує витрату палива на 19...22 г/ кВт-год.

Порушення зазорів між підшипниками й шийками колінчастого вала двигуна, зубами конічних шестерень, осьового зазору в конічних й радіального в кулькових і роликів підшипниках, а також порушення (збільшення) зазорів у точних з'єднаннях (деталі шатунно-поршневої групи, плунжерні пари й ін.) приводять до падіння потужності двигуна, перевитраті палива й до зниження ефективності використання автомобіля.

Ослаблення кріплення з'єднань викликає додаткову вібрацію й динамічні навантаження на деталі, а також порушення співвісності між окремими агрегатами. Наприклад, порушення співвісності в автомобілях між колінчастим валом двигуна й первинним валом коробки передач, валом заднього мосту й ведучими шестернями супроводжується підвищеним нагріванням і швидким руйнуванням деталей цих спряжень і з'єднань.

Умови, що значно впливають на зношування деталей і вузлів автомобіля: температура навколишнього повітря, якість застосовуваного палива й мастильних матеріалів, склад ґрунту, рівномірність навантаження в процесі роботи, своєчасність і якість виконання технічного обслуговування й експлуатаційних ремонтів.

Пуск непрогрітого двигуна й робота при зниженій температурі збільшують зношування всіх його деталей у кілька разів. Тому двигуни перед пуском необхідно прогрівати, а повне навантаження можна давати тільки після прогріву до нормальної температури.

У холодну пору року необхідно застосовувати паливо й мастильні матеріали зниженої в'язкості й з відповідними присадками, що рекомендуються технічними умовами.

Застосування палива й мастильних матеріалів, що не відповідають технічним умовам для автомобіля даної марки, або порушення їх температурного режиму неминуче викликає підвищене зношування деталей. Робота двигуна при зниженій температурі спричиняє зношування деталей шатунно-поршневої групи в десятки разів більше, ніж при роботі в нормальних умовах. Зношування деталей двигуна при роботі на паливі зі змістом сірки до 0,8 % і температурі охолодної рідини 35 °С у 4 рази вище, ніж при роботі на цьому ж паливі, але при температурі охолодної рідини 70 °С.

Щоб уникнути підвищення зношування деталей, застосовують паливо з відповідними присадками, а двигун утеплюють різними пристроями. Винятково важливо висувати високі вимоги до чистоти палива й мастильних матеріалів, тобто звільняти їх від механічних домішок, які підвищують зношування деталей у кілька разів.

1.6. Визначення несправностей двигунів.

Довговічність двигуна, надійність роботи його вузлів і деталей і висока паливна економічність є найбільш важливими експлуатаційними якостями двигунів.

За нормальних умов експлуатації двигуна знос його деталей впродовж задоволеного тривалого часу роботи збільшується поступово.

Проте, коли знос деталей досягає своєї граничної величини, в роботі двигуна починають виявлятися різні несправності, для усунення яких необхідно проводити ті або інші ремонтні роботи.

До характерних несправностей двигуна відносяться: димлення, підвищена витрата масла, втрата компресії в циліндрах, стукоти в двигуні, підвищений пропуск газів з циліндрів в картер двигуна і ін.

Суб'єктивний метод оцінки технічного стану двигунів часто приводить до помилок, особливо за наявності прихованих несправностей. Внаслідок цього при експлуатації у ряді випадків проводять непотрібне розбирання вузлів і заміну багатьох деталей, які є ще придатними для подальшої роботи. Крім того, зайве розбирання вузлів і агрегатів погіршує загальний технічний стан сполучень і вузлів, порушуючи положення добре прироблених деталей.

Все це веде до значної витрати запасних частин, збільшення робіт по поточному ремонту і збільшенню собівартості перевезень.

У комплексі технічної експлуатації двигунів під терміном «діагностика» мають на увазі обстеження технічного стану двигуна (автомобіля) по зовнішніх ознаках, переважно без розбирання, з метою виявлення несправностей і визначення ресурсів безвідмовної роботи.

Діагностика дозволяє визначити об'єм необхідного в даний момент технічного обслуговування або ремонту і пробіг до чергового технічного обслуговування або ремонту.

Для проведення повної діагностики двигуна необхідно:

- наявність комплексу ознак, зручних для контролю і вузлів, що виражають справність, і сполучень двигуна;
 - знання закономірностей зміни цих ознак від годин роботи двигуна (пробігу автомобіля);
 - знання кількісних залежностей між цими ознаками і експлуатаційними показниками двигуна;
 - знання граничне допустимих за умовами надійності і безпеки значень ознак.
- При непрацюючому двигуні проводять зовнішній огляд і оцінку:
- комплектності двигуна;
 - герметичності піддону картера, трубопроводів і інших з'єднань;
 - наявності погнутостей, вм'ятин, тріщин, поломок і інших деформацій в деталях;
 - стани зовнішніх кріплень;
 - стани вузлів і агрегатів двигуна.

При роботі двигуна на холостому ході і при русі автомобіля визначають:

- характер пуску двигуна, його прийомистість і роботу на малих оборотах;
- динамічні і економічні показники роботи автомобіля;
- стан окремих вузлів і агрегатів двигуна;
- наявність стукотів і шумів в двигуні;
- температуру води і масла в двигуні.

Істотне значення має технічний стан деталей циліндро-поршневої групи; по технічному стану цих деталей зазвичай визначають придатність двигуна до подальшої експлуатації.

Нижче розглянуті основні характерні несправності двигунів, їх зовнішні ознаки, метод визначення і спосіб усунення.

1. По кольору відпрацьованих газів. Димний випуск відпрацьованих газів двигуна пояснюється багатьма причинами. У першому наближенні про ці причини можна судити за кольором диму – білому, чорному або синьому.

Білий дим зустрічається рідше і зазвичай є водним конденсатом. Причинами появи білого диму з випускної труби можуть бути: несправні прокладки головки циліндрів і ущільнення гільзи циліндра або текти води через різьбовий отвір під шпильку кріплення головки циліндрів. Для уточнення всіх цих причин у будь-якому випадку необхідне розбирання двигуна.

За наявності течі води через отвір під шпильку кріплення головки циліндрів необхідно провести наступні роботи:

Злити воду з системи охолодження двигуна.

Зняти головку циліндрів (знімають головку циліндрів з того ряду циліндрів, з випускного трубопроводу якого з'явився білий дим).

Вивернути шпильку кріплення головки циліндрів.

Уважно оглянути внутрішню поверхню отвору і знайти місце розташування раковини.

Промазати нітро шпаклівкою ІЦ-00-8 різьблення в блоці і різьблення шпильки.

Укрити шпильку в отвір блоку до упору.

Встановити головку циліндрів.

Провести регулювання теплового зазору між коромислами і клапанами.

Заповнити систему охолодження водою.

Після цього пускають двигун і перевіряють колір відпрацьованих газів.

Чорний дим може з'явитися під час пуску двигуна і при різкому розгоні, особливо з малих оборотів на високій передачі. Такий дим утворює паливо, що догорає у випускному трубопроводі; його виділення супроводжується нерівномірною роботою двигуна.

Чорний дим указує на те, що технічного обслуговування потребують форсунки або паливний насос. Для цього агрегати паливної апаратури знімають з двигуна і направляють в майстерню для перевірки і регулювання.

Синій дим виникає унаслідок згорання масла, яке потрапляє в камеру згорання при нещільному приляганні поршневих кілець до стінок циліндра або при підсосі масла направляючими втулками впускних клапанів. Масло може також потрапити у випускний трубопровід (минувши камеру згорання), стікаючи вниз по направляючих втулках впускних клапанів.

В першу чергу необхідно визначити, в який момент з'являється синій дим: при роботі на великих оборотах і навантаженні або він виділяється при роботі на всіх режимах.

Коли двигун працює на великих оборотах, створюється значний підсос у випускному трубопроводі, в який заходять стрижні впускних клапанів і їх направляючі втулки.

Якщо стрижні клапанів або направляючі втулки зношені, то попадання масла в камеру згорання неминуче.

Пропуск масла через зазор між стрижнем клапана і направляючою втулкою можна перевірити шляхом заміни порожнистих штанг штовхачів, по яких подається масло до вузла коромисел, штангами із запаяними верхніми отворами.

Виділення синього диму при роботі двигуна під навантаженням (особливо на підйомі) відбувається унаслідок згорання масла, що піднімається вгору по стінках гільз. У старих двигунів це може посилюватися підвищеним зазором в шатунових підшипниках (унаслідок чого зайве масло відкидається відцентровою силою вгору по гільзах), застосуванням дуже рідкого масла і заїданням зливного клапана.

Безперервне виділення синього диму при роботі двигуна під навантаженням на великих оборотах викликається пропуском масла вниз по тих, що направляють

клапанів і пропуском масла поршневыми кільцями. В цьому випадку необхідно провести загальний ремонт двигуна.

2. По витраті масла. Витрата масла є одним з критеріїв оцінки технічного стану двигуна. Втрати масла в двигуні можуть відбуватися із-за зовнішнього підтікання або унаслідок попадання в камеру згорання (чаду).

Зовнішнє підтікання масла є частою причиною витрати масла двигуном.

Підтікання масла назовні може відбуватися при нормальному, підвищеному або зниженому тиску в картері двигуна.

При нормальному тиску підтікання відбувається в будь-якому ослабленому з'єднанні (з прокладкою або без неї), дотичному з маслом. Свіжі патьоки на піддоні картера, масляних фільтрах, на нижній поверхні кришки розподільних шестерень або картері маховика зазвичай указують на пропуск масла поблизу цих місць. Якщо яка-небудь ділянка під двигуном залита маслом, то це зазвичай указує на джерело підтікання, розташоване десь попереду.

Підвищений тиск створюється, коли вихідний отвір вентиляційної системи картера двигуна виявляється засміченим або коли спостерігається надмірний пропуск газів. Під дією цього тиску масло видувається з картера через вентиляційну систему або отвір під щуп.

При підвищеній витраті масла необхідно перш за все оглянути всі місця можливого зовнішнього підтікання масла, усунути дефекти і дати двигуну ще попрацювати якийсь час, щоб перевірити, чи продовжує двигун перевитрачати масло.

Прийнято вважати, що витрата масла на чад понад 3 % від норми витрати палива свідчить про значний знос поршневих кілець і зазори між гільзою і спідницею поршня і указує на необхідність ремонту двигуна.

Цей метод має наступні недоліки: по витраті масла не можна встановити безпосередньої причини несправності і практично важко забезпечити в умовах експлуатації точний облік витрати масла. Для встановлення величини витрати масла потрібні тривалі спостереження, і визначення несправності прокладки головки циліндрів неможливе.

3. По компресії в циліндрах. Для контролю компресії в циліндрах двигуна використовують компресометр дизельний моделі JGAI1302, бензиновий JGAI0402 зі змінними наконечниками фірми TOPTUL.

Встановлюючи компресометр по черзі у всі циліндри двигуна, приводять в обертання колінчастий вал двигуна, примушуючи його зробити принаймні вісім оборотів (по чотири такти стиснення).

При цьому необхідно перевірити, чи підвищується тиск на одну і ту ж величину при кожному подальшому такті стиснення і яким є максимальний тиск. Максимальний тиск в кожному циліндрі повинен бути вище 30 кГ/см². Відмінність тиску в окремих циліндрах не повинна перевищувати 2 кГ/см².

Якщо отримані максимальні величини тиску будуть набагато вищі 30 кг/см^2 , то це може бути пов'язано з несправністю компресометра або неправильним виконанням перевірки. Якщо ж вони будуть нижчими, то це означатиме наявність викривлення головки циліндрів двигуна, негерметичність або заїдання клапанів, знос поршневих кілець, задирак гільз, несправність компресометра або неправильне виконання перевірки.

Несправність поршневих кілець можна встановити, заливаючи трохи масла в отвори для форсунок і знов перевіряючи компресію в циліндрах двигуна. Якщо тиск в циліндрах двигуна при цьому помітно збільшиться, то поршневі кільця зношені.

Низький тиск в двох сусідніх циліндрах двигуна викликається ослабленням кріплення і викривленням головки циліндрів або негерметичністю прокладки останньої.

Низькі свідчення при першому такті стиснення і повільне збільшення тиску до деякої величини, помітно нижчої чим 30 кг/см^2 , зазвичай свідчить про несправність поршневих кілець.

Низький тиск при першому такті стиснення, яке злегка збільшується або не збільшується при подальших тактах стиснення, найчастіше буває викликано несправністю клапанів (обгоранням, заїданням, викривленням і т. д.).

Недоліками цього способу є:

- розряд акумуляторної батареї при провертанні колінчастого валу двигуна;
- незрівнянність свідчень компресометра при вимірі тиску в різних циліндрах унаслідок неможливості добитися однакового числа оборотів колінчастого валу в хвилину;

неможливість визначення безпосередньої причини низької компресії.

4. Визначення технічного стану циліндро-поршневої групи пневматичним опресовуванням циліндрів. Цей метод дозволяє визначити технічний стан циліндро-поршневої групи, прокладки головки циліндрів і щільність прилягання клапанів до сідел.

Серед існуючих методів об'єктивної перевірки технічного стану циліндро-поршневої групи цей метод є найбільш показовим, простим і універсальним, оскільки дозволяє оцінити стан кожного циліндра окремо і на основі додаткових ознак визначити стан кожного із сполучень, що впливають на герметичність циліндрів.

Суть цього методу полягає в тому, що повітря з магістралі або від компресора впускається в циліндри через отвори для форсунок при непрацюючому двигуні в такому положенні поршня, коли в циліндрі, що перевіряється, клапани закриті.

При сталому русі повітря заміряють його тиск в циліндрі двигуна. Це тиск за наявності шайби в приладі, що калібрується, і постійного тиску до шайби змінюватиметься усередині циліндра залежно від стану сполучень, що забезпечують герметичність циліндра.

Гідністю цього приладу є те, що він дозволяє роздільно оцінити знос циліндрів, стан поршневих кілець і клапанів, нещільність в прокладці між блоком і головкою циліндрів.

Прилад призначений для визначення технічного стану карбюраторних і дизельних двигунів.

До приладу додаються: сигналізатор, фонендоскоп (медичний), пристосування для перевірки клапанів і покажчики положення поршня.

Сигналізатор призначений для визначення такту стиснення. При провертанні колінчастого валу двигуна він утримується конусом в отворі для форсунки.

Фонендоскоп служить для прослуховування прориву повітря через нещільність в поршневих кільцях.

Пристосування для перевірки клапанів конусом притискається до отвору для форсунки, і по коливанню пушинок, розташованих на стрижні, вставленому в прозору гільзу, визначають справність клапанів.

Покажчиком положення поршня служить стрижень-щуп з нанесеними мітками.

Перевірку циліндрів проводять при двох положеннях поршня: положення I – хід стиснення (клапани закриті) і положення II – в. м. т.

Стан поршневих кілець визначають по інтенсивності шуму повітря, що проривається в картер двигуна, а стан клапанів – за допомогою пристосування.

Прорив повітря через прокладку головки циліндрів визначають візуально, при положенні поршня у в. м. т., по пухирцям повітря, радіатора, що виходить через горловину, наповненого доверху водою, або в стику між головкою циліндрів і блоком.

Якщо прогорає перемичка прокладки між двома циліндрами, то прорив повітря добре прослуховується за допомогою фонендоскопа в сусідньому циліндрі або за допомогою пристосування для перевірки клапанів.

Якщо показання приладу в положеннях I і II однакові і витік повітря більше 50–60 %, це свідчить або про зависання клапанів, або про поломку і пригорання поршневих кілець.

У останньому випадку в картері двигуна чується різкий шум.

Гільзи вважаються непридатними, якщо витік повітря в положенні II поршня складає більше 52 % або різниця витоків в положеннях I і II буде більше 20 %.

Поршневі кільця і клапани непридатні, якщо витік повітря в положенні I поршня більше 29 %. Якщо ж витік повітря знаходиться в межах 18–29 %, то можливо, що непридатні поршневі кільця або клапани.

Остаточну несправність визначають прослуховуванням або за допомогою пристосування.

Перевіряють двигун за допомогою приладу при поточному ремонті, а також при виконанні контрольних операцій при ТО-2. Перевірка двигуна триває 10–15 хв.

ТЕМА 2. ПРИЙОМ ТА ПІДГОТОВКА ДВИГУНА ДО РЕМОНТУ.

- 2.1. Технічні вимоги до стану двигуна при здачі-прийомці в ремонт.
- 2.2. Особливості і характер забруднень двигуна.
- 2.3. Способи видалення забруднень при ремонті машин.
- 2.4. Миючі розчини і препарати.
- 2.5. Обладнання і технологія очищення.
- 2.6. Охорона праці і навколишнього середовища.

2.1. Технічні вимоги до стану двигуна при здачі-прийомці в ремонт

Двигуни, які поступають в ремонт, повинні мати встановлену комплектність і необхідну документацію (технічний паспорт, супровідний лист, наряд на ремонт і т.д.).

Перед здачею автомобіля в ремонт представник заказчика повинен очистити його від бруду, пилу, злити: воду (антифриз), паливо, масло, закрити отвори, які ведуть у внутрішні порожнини агрегатів і вузлів.

Комплектність автомобіля, його агрегатів і вузлів, а також правила приймання ремонтного фонду вказані в ГОСТ 18505–73 і ГОСТ 18506–73. У відповідності з ГОСТ 18505–73, встановлені перша і друга комплектності автомобілів і їх складових частин, які здаються в капітальний ремонт і отримуються з нього.

Двигун першої комплектності - це двигун в зборі з усіма складовими частинами, встановленими на ньому, включаючи компресор, вентилятор, насос гідро підсилювача рульового керування, зчеплення, системи живлення (паливну апаратуру та ін.) прилади систем охолодження і змащення, електрообладнання і системи випуску газів без глушника і приймальної труби.

Двигун другої комплектності - це двигун в зборі із зчепленням без вентилятора, водяного насоса, компресора, насоса гідравлічного підсилювача рульового приводу, повітроочисника, масляних фільтрів, водяних патрубків, генератора, стартера, датчиків контрольних приладів, системи вентиляції картера, карбюратора, паливних насосів, паливо проводів, переривника - розподільника і свіч запалювання.

Двигун приймається в ремонт комісією, яка визначає її технічний стан без розбирання вузлів і агрегатів, встановлює комплектність і складає акт приймання в ремонт або списання автомобіля.

Прийняті в ремонт двигуни відправляють на майданчики (склади) ремонтного фонду або безпосередньо у виробничі цехи ремонтного підприємства.

2.2. Особливості і характер забруднень двигуна.

Наявність забруднень є негативною для машин. Забруднення зменшують стійкість захисно-декоративних покриттів (фарбових покриттів), прискорюють протікання корозійних процесів, та процесів зношування деталей, знижують

культуру обслуговування машин, не дають змоги якісно виконувати ремонтні роботи. Тому очищення машин, їхніх агрегатів, вузлів і деталей має важливе значення при технічному обслуговуванні і ремонті. Встановлено, що неякісне очищення деталей при ремонті дизельних двигунів зменшує їхній після ремонтний ресурс до 30 %.

Різноманітність забруднень, матеріалів деталей і їх геометрії зумовлює складність технології і відповідного обладнання для процесів очищення.

При ремонті двигуна, їхніх агрегатів, вузлів і деталей велика увага повинна приділятися їх очищенню.

За загальною схемою при ремонті машин повинно проводитися трьох стадійне очищення: двигуна; агрегатів і вузлів; скритих ємностей; деталей із розібраних агрегатів і вузлів.

Існують і можуть бути використаними різні способи очищення щодо тих, чи інших деталей. Вибір способу очищення у великій мірі визначається видом забруднень. Умовно всі забруднення поділяють на сім видів:



Рисунок 2.1 – Класифікація видів забруднення

1. *Забруднення не жирового походження.* Це пилюка, ґрунтові і рослинні залишки; залишки мінеральних добрив і отрутохімікатів. Їх кількість визначається

умовами роботи машини, та якістю догляду механізатором за машиною. Тобто частотою і якістю миття після виконання відповідних польових, чи транспортних робіт.

2. *Залишки паливно-мастильних матеріалів*, тобто залишки палива і мастильних матеріалів, які використовуються при роботі машини. Їх кількість на деталях від протікання певних з'єднань, негерметичності прокладок та ін. визначається конструктивною довершеною та станом відповідних агрегатів і вузлів.

3. *Бітумно-смоляні відкладення*, які являють собою стійкі липкі відкладення із палива та мастил. Їх кількість визначається, насамперед, якістю самих паливо – мастильних матеріалів.

4. *Вуглецеві відкладення*, які є продуктами окислення паливно-мастильних матеріалів під дією високих температур. Серед вуглецевих відкладень розрізняють нагари і лакові плівки. Вони утворюються, насамперед, на деталях двигунів внутрішнього згорання. На циліндрах, головках циліндрів – утворюється нагар: на колінчатих і розподільчих валах, на шатунах та інших деталях – утворюється лакова плівка. Їх кількість теж визначається якістю паливно-мастильних матеріалів.

5. *Неорганічні забруднення* – накип, корозія, продукти процесу зношування. Накип являє собою продукт відкладення солей кальцію і магнію при використанні «жорсткої» води. Накип сильно зменшує теплопровідність металів, а значить і тепловідведення від двигуна (в 60...100 разів).

6. *Залишки лакофарбових покриттів* – тобто стара фарба. Під нею можуть приховуватися дрібні тріщини, ускладнюється дефектування, ведення зварювальних робіт, отримання якісних нових фарбових покриттів.

7. *Технологічні забруднення* – ті забруднення, що утворюються на деталях при їх відновленні - залишки притиральних паст, шліфувальних кругів та ін.

2.3. Способи видалення забруднень при ремонті машин

Основними способами видалення забруднень є механічний, хімічний, фізико-хімічний, електрохімічний, термічний. Вибір способу очищення визначається видом забруднень і мірою очищення, яку необхідно забезпечити.

Механічний спосіб полягає в очищенні деталей вручну – скребками, щітками – насухо, чи з водою, - чи механізовано - дробом, кісточковою крихтою, піском і та ін., що подаються повітрям, водою, чи миючим розчином, чи просто струменем води. Спосіб малопродуктивний, проте в окремих випадках він є основним і незамінним (наприклад, видалення рослинних залишків із комбайнів, жаток та ін.).

Хімічний спосіб передбачає видалення забруднень дією на них розчинниками, розчинами лугів, або розчинами кислот (обезжирювання і травлення). Спосіб застосовується для видалення найдрібніших забруднень перед нанесенням гальванічних покриттів.

Електрохімічний спосіб – це хімічний спосіб (очищення в лугах, або кислотах) із пропусканням постійного струму через розчин між деталлю і іншим електродом, що забезпечує значне прискорення процесу очищення. Спосіб застосовується, переважно, при підготовці деталей під гальванічні, полімерні, лакофарбові покриття.

Фізико-хімічний спосіб полягає в тім, що забруднення видаляються водними розчинами різних препаратів, або спеціальними розчинниками при активації процесу очищення створенням високого тиску, його перемішуванням, вібруванням деталей, або розчину та ін. (в тім числі ультразвукове). Цей спосіб найбільш поширений на ремонтних підприємствах.

Термічний спосіб полягає в нагріванні або випалюванні забрудненої деталі. Його використовують, зокрема, для видалення нагару. Деталі нагрівають в печі чи полум'ям пальника до 600-700 °С, витримують в печі 2-3 год. і повільно охолоджують.

За способом дії миючого розчину на виробі розрізняють такі два основні способи: подачею розчину на виріб струменем; занурюванням виробу в розчин.

2.4. Миючі розчини і препарати.

Найпростішим миючим засобом є вода. Струменем води, особливо підігрітої до 70-80 °С, ефективно видаляються ґрунтові і рослинні залишки та інші не жирові забруднення, частково видаляються і залишки паливно-мастильних матеріалів.

Загалом миючі розчини і препарати умовно поділяються на 4 класи:

- лужні миючі засоби;
- синтетичні миючі засоби(СМЗ);
- розчинники;
- розчинно-емульгуючі засоби.

Для змивання паливно-мастильних матеріалів ефективно використовують 12% водний розчин кальцинованої соди. Власне, кальцинована сода є найбільш простим і доступним миючим засобом, проте для інших забруднень розчини кальцинованої соди малоефективні. Ефективність очищення розчинами кальцинованої соди зростає при підвищенні її концентрації. Проте при концентрації соди від 6 % розчини стають агресивними і викликають прискорену корозію чорних металів та алюмінію. Крім цього, кальцинована сода шкідлива для шкіри людини.

Найбільш поширеними і ефективними засобами для очищення виробів при ремонті с/г техніки є синтетичні миючі засоби (СМЗ) технічного призначення. Вони є складними багатокомпонентними препаратами. Технічні СМЗ випускаються у вигляді сипучого білого чи світло-жовтого порошку, схожого на побутові пральні порошки. СМЗ нетоксичні, не горять, добре розчиняються у воді. Розчини технічних СМЗ володіють інгібіторним ефектом (протистояння коронуванню), завдяки чому вимиті в них деталі протягом 10-15 діб захищені від коронування (при нормальних умовах зберігання).

Основою СМЗ є кальцинована сода (біля 50 %). Обов'язковою складовою є поверхнево-активні речовини (ПАР). Вони зменшують поверхневий натяг миючого розчину і сприяють кращому проникненню його в мікротріщини і послабленню адгезії забруднень до деталей. Активність ПАР покращується із введенням до складу СМЗ лужних електролітів, які сприяють нейтралізації кислих компонентів забруднень, а також омилюють масла і жири. В якості активних лужних добавок застосовують карбонати, силікати і фосфати натрію.

Введення до складу технічних СМЗ поверхнево-активних речовин пояснюється природою мінеральних масел. Якщо тваринні і рослинні жири омилюються при взаємодії із лугами, утворюючи мильні розчини, які добре розчиняються у воді, то мінеральні масла неомилювані. Під дією лугів вони не розчиняються, а утворюють дрібнодисперсні емульсії - суміші найдрібніших частинок води і масел. Внаслідок того, що сила зчеплення мінеральних масел до деталей машин дуже висока, дія лужних розчинів не є достатньою для відривання масел від деталей. Тому для відривання масел і їх омилювання до миючих препаратів добавляють поверхнево-активні речовини.

Умовами ефективного очищення виробів в розчинах СМЗ є: 1 - висока температура миючого розчину (75-95 °С); 2 - активація (перемішування) миючого розчину; 3 - достатня концентрація миючого препарату (20...30 г/л). Активація миючих розчинів може здійснюватися механічно - лопатями; хвилястими дисками - активаторами, барботажем – подачею під певним невеликим тиском повітря через трубку із просвердленими вздовж трубки, ультразвуковим генератором та ін. Ефективність очищення різко зменшується при зниженні температури розчину.

Існують такі технічні СМЗ:

- типу МС - МС-6; МС-16; МС-18 та ін.;
- типу Лабомід - Лабомід 101; Лабомід 102;
- типу Темп - Темп 100; Темп 100А.

Для видалення важкорозчинних забруднень, зокрема лакових плівок, використовують переважно розчинники. До них належать бензин, дизельне пальне, уайт спірит, ацетон, толуол та ін. За здатністю розчинятися забруднення поділяються на сильні, слабкі і нейтральні. Розчинники теж розрізняються за здатністю розчиняти забруднення і поділяються аналогічно. До слабо полярних розчинників відносяться вуглеводні-бензин, гас, бензол та ін. – вони розчиняють собі подібні масла, бітуми і т. ін. Сильно полярними розчинниками є спирити - вони добре розчиняють сильно полярні смоли-каніфоль, шелак і ін.

Оскільки забруднення містять у своєму складі одночасно речовини як з низькою, так і з високою полярністю, то найкращий ефект досягається використанням суміші сильно полярних і слабо полярних розчинників. До таких відносяться номерні розчинники. Зокрема, відомий розчинник 646 представляє собою суміш ацетону, бутилацетату, бутилового спирту, етилового спирту, етилцелюлози і толуолу.

Недоліком розчинників є їх висока токсичність, вибухо - і пожежо небезпечність. Тому при роботі із розчинниками повинні дотримуватись підвищені заходи безпеки.

Безпечними у пожежному відношенні є хлор - і фтормісткі вуглеводні, зокрема хладон-113 і три хлор етилен. Але ці розчинники, в свою чергу, дуже токсичні і їх можна використовувати тільки в герметично закритих мийних машинах з витяжною вентиляцією.

Розчинно-емульгуючі засоби (РЕЗ) являють собою миючі суміші із розчинника і емульгатора, які одночасно розчиняють і емульгують забруднення. Вони добре розчиняють міцні забруднення. Для видалення залишків РЕЗ деталі необхідно промивати водними розчинами СМЗ.

До розчинно-емульгуючих засобів відносяться:

- АМ-15 (основний розчинник ксилол – 72 %);
- Емульсин (на гасі - 71-78 %);
- Термос (на дизельному паливі – 48 %).

Ритм - на основі хлорованих вуглеводнів.

Наявність в складі РЕЗ вогненебезпечних і токсичних розчинників обмежує їх використання в герметичних мийних машинах.

В сучасних умовах розчинно-емульгуючі засоби майже не використовуються.

2.5. Обладнання і технологія очищення.

Згідно загальній схемі технологічного процесу ремонту машин - на ремонтних підприємствах проводиться трьох стадійне очищення:

- миття машин;
- миття і очищення окремих агрегатів;
- миття і очищення окремих деталей і складальних одиниць.

Для зовнішнього очищення с/г техніки після виконання польових робіт - попередньо, безпосередньо на місці завершення польової роботи, проводиться ручне очищення від землі і рослинних залишків. Очищення ведеться за допомогою саморобних чистиків, шпательів, щіток.

На машинному дворі перед ремонтом машини, чи постановкою її на зберігання проводиться струменеве миття водою, або 1-2 % розчином кальцинованої соди.

Ефективність такого очищення залежить від напору струменю і продуктивності мийної установки. Крім цього дуже важливо вимити машину одразу після прибуття із поля, чи ферми, щоб не дати засохнути забрудненням. Для зовнішнього струменевого миття використовуються мийні установки М-1100, М-1110, М-1112 та інші. Вони являють собою агрегати, що складаються із електродвигуна і водяної помпи - змонтованих на рамі (рис. 2.2). Такі установки здатні створювати напір струменю 1,5...2,2 МПа, їхня продуктивність від 1,5 до 5 м/год.

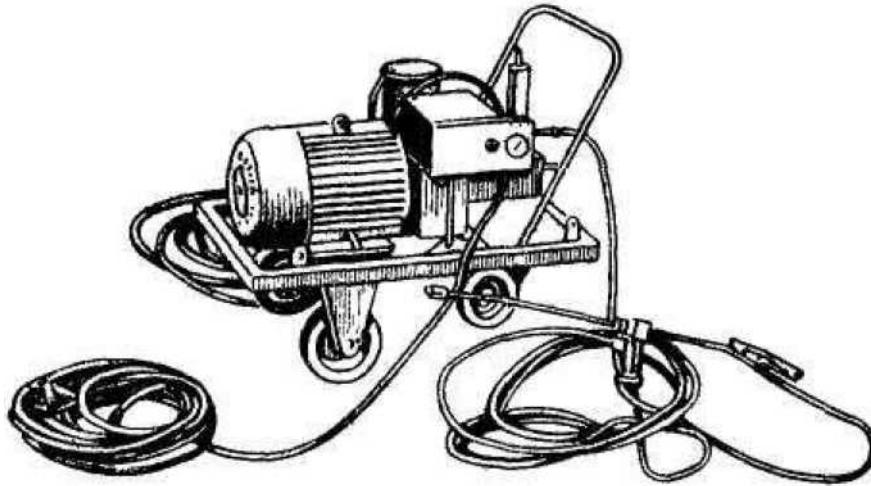


Рисунок 2.2 – Мийна установка ОМ-5361-03-ГОСНИТИ для зовнішнього миття машин

Для очищення машин та їхніх агрегатів взимку безпосередньо в майстерні можна користуватися паро водо струменевими мийними машинами, наприклад, марки ОМ-22616 (рис. 2.3). Такі очисники можуть працювати в режимі миття водою або мийним розчином в холодному або гарячому стані, та в режимі миття пароводяною сумішшю.

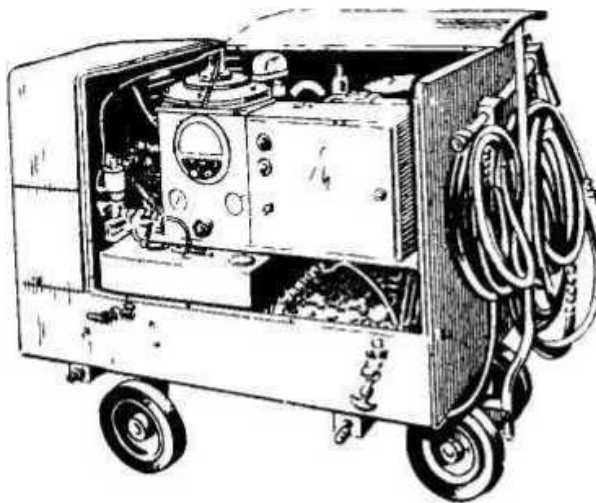


Рисунок 2.3 – Паро водо струминна мийна машина ОМ-22616

На спеціалізованих ремонтних підприємствах також передбачається зовнішні очищення машин, хоча при прийманні її в ремонт, вона повинна бути очищеною і вимитою. Миття ведеться струменевим способом як у господарствах, або у спеціальних мийних камерах миючим розчином.

Миття агрегатів, вузлів і деталей в спеціалізованих майстернях проводиться в камерних мийних машинах струменевим способом. Такі мийні машини можуть бути однокамерними тупиковими (рис. 2.4), або дво - і трьохкамерними прохідними (рис. 2.5).

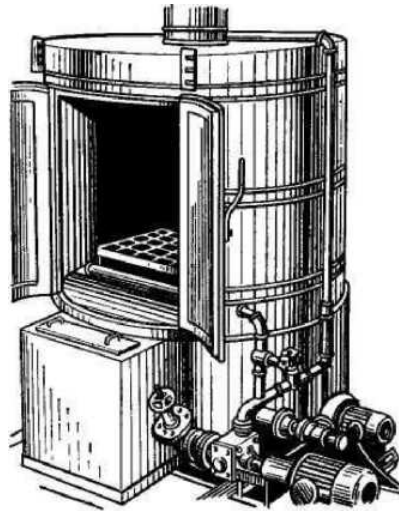


Рисунок 2.4 – Тупикова мийна машина OM-837Г

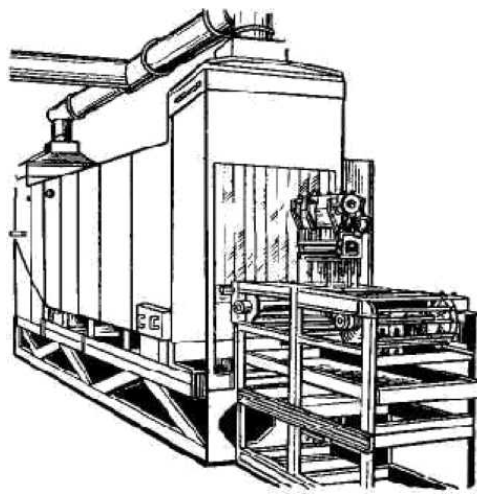


Рисунок 2.5 – Мийна трикамерна прохідна машина OM-2839

В тупикових машинах можуть митися вироби масою до 1500 кг. Вони завантажуються на висувний стіл на піддонах, або у корзинах. Миття проводиться, переважно, при обертанні стола машини із завантаженими виробами, з допомогою душових пристроїв, розміщених по всій камері.

В окремих камерних машинах стіл із об'єктами очищення є нерухомим, а обертається душовий пристрій. Миття здійснюється розчинами СМЗ при температурі 80-90 °С.

Тупикові мийні машини використовуються при невеликих обсягах ремонту. Вони є автономними, мають ємкість для миючого розчину, помпу для подачі розчину під високим тиском.

Дво - і трьохкамерні мийні машини є прохідними. Через них на стрічковому або підвісному конвеєрі із невеликою швидкістю (0,1...0,6 м/хв) переміщуються об'єкти очищення. У перших камерах вироби омиваються розчинами СМЗ, або лужними і кислотними розчинами. В останній камері вироби ополіскуються чистою теплою водою.

На робочих місцях по ремонту окремих виробів - гідравлічної і паливної системи, електрообладнання та ін. встановлюються пересувні (на коліщатах), або стаціонарні мийні ванни, які заповнюються гасом, або дизельним паливом (рис. 2.6). Миття в таких ваннах здійснюється вручну з допомогою щіток.

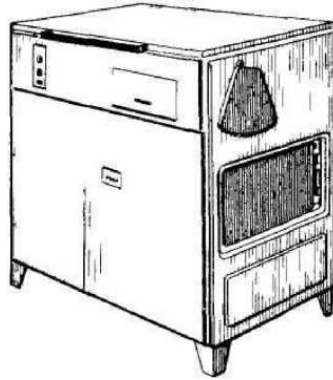


Рисунок 2.6 – Установка ОРГ-4990Б-ГОСНИТИ для миття деталей

Для видалення стійких до розчинів СМЗ вуглецевих забруднень - нагару, лакових плівок - на ремонтних підприємствах використовуються спеціальні машини, або способи. Для очищення деталей паливної апаратури із лаковими плівками найбільш ефективним є ультразвукове миття. Воно проводиться в мийних ваннах (рис. 2.7), оснащених магнітострикційними перетворювачами, які генерують коливання частотою - 30000 коливань за секунду і більше. Під дією цих коливань в мийному розчині утворюються області стиску і розрідження, внаслідок чого на поверхнях деталей виникають кавітаційні удари, вибухи, внаслідок чого забруднення відриваються від деталей. В якості розчинів при цьому можуть використовуватися розчини СМЗ, або розчинники. Швидкість очищення таким способом дуже висока - від 1 до декількох хвилин.

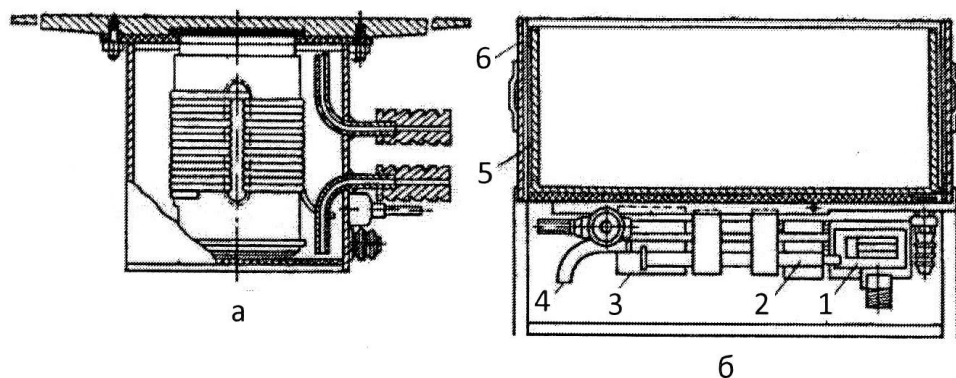


Рисунок 2.7 – Ванна для ультразвукового миття деталей:
 а-магнітострикційний перетворювач (генератор); б-ванна;
 1 – колодка; 2 – труба подачі води; 3 – генератор; 4 – труба зливу води;
 5 – вініпластове облицювання ванни; 6 – металева ванна

Нагар, іржа, стара фарба на деталях можуть видалятися різними способами. Механічне очищення проводиться дротяною щіткою (вручну, або механізовано),

шабером, кісточковою кришкою (абрикосовою) - або кварцовим піском чи дробом (піскоструменевий спосіб).

Дуже ефективним, але і дуже енергоємним способом видалення нагару є хімічно-термічний, за яким деталі витримуються в розплаві солей і лугів при температурі 400 – 4200 °С, після чого промиваються, нейтралізуються в розчині кислоти, і знову промиваються. Час очищення становить 10–15 хв. Такий спосіб доступний тільки великим спеціалізованим підприємствам.

Для полегшення видалення старої фарби користуються спеціальними розчинами - змивкою - АФТ для синтетичних емалей; і СД для нітроемалей. Змиви наносяться розпилюванням або волосяними щітками, витримуються до здійснення фарби пухирями, і скребками очищуються.

Стара фарба може видалятися також виварюванням виробів (кабін, опірення) в 10 % розчині кальцинованої соди.

Проблема видалення накипу на даний час майже знята за рахунок використання в системах охолодження автотракторних двигунів замість води спеціальних рідин. Загалом, видалення накипу здійснюється 8–10 % розчином кальцинованої соди (Na_2CO_3), або каустичної соди (NaOH), або 3–5 % розчином тринатрійфосфату (Na_3PO_4) протягом 40–80 хв. при температурі розчину 60–800 °С. Після видалення розчину і накипу, водяні сорочки головки і блока циліндрів промиваються гарячою чистою водою.

Знежирення деталей з використанням ультразвуку.

В процесі знежирення, з поверхні деталі видаляються забруднення у виді жирів, консерваційних змащень, залишків полірувальних паст, абразивів і т.п. за рахунок руйнування їх адгезійних зв'язків з основним металом.

Використання ультразвукового випромінювання в процесі знежирення дозволяє досягти високої якості очищення поверхні від усіх видів забруднень.

Переваги цього способу:

- велика швидкість очищення;
- можливість використання різних середовищ, що очищують, при кімнатних температурах;
- здатність очищувати деталі складної геометричної форми і невеликих розмірів;
- мала енергоємність процесу;
- можливість механізації й автоматизації процесу;

Особливістю високоенергетичних ультразвукових коливань, є можливість фокусування енергії на порівняно невелику площу робочої зони.

Поширення високоенергетичних коливань у рідких середовищах супроводжується такими ефектами як кавітація, акустичний потік, радіаційний тиск. Головним фактором, що руйнує забруднення, є кавітація, що, виявляється в утворенні звукової хвилі, дрібних пухирців (діаметром 10...100 мкм), заповнених парами середовища, що очищує. Після короткочасного існування (10...15 мкс),

частина пухирців захоплюється, створюючи локальні гідравлічні удари, тиском у десятки МПа, під дією яких відбувається руйнування забруднень.

Інша частина пухирців під дією акустичних потоків інтенсивно пульсує і перемішується разом з гідродинамічними потоками, сприяючи інтенсифікації очищення.

Ефективність ультразвукового очищення здійснюється питомою акустичною потужністю, частотою коливань, складом середовища, що очищує.

Інтенсивність знежирення зменшується з підвищенням частоти коливань. При частоті 20...25 кГц високий тиск поширюється на відстань 7...8 см від джерела випромінювань і в цій зоні процес очищення йде більш ефективно. З підвищенням частоти коливань зона високого тиску розширюється до 10...15 см, але інтенсивність очищення знижується через низьку амплітуду коливань.

Оптимальний режим знежирення:

- частота 20...40 кГц;
- питома потужність 1...3 Вт/см;
- температура розчину 40...60 °С;
- тривалість 1...5 хв.

Для знежирення з використанням ультразвуку застосовують спеціальні установки, що включають ванну та ультразвуковий генератор. Сутність одержання ультразвукових коливань у розчині полягає в перетворенні змінного струму високої частоти в механічні коливання середовища. Найбільш широке поширення одержали два типи перетворювачів: магнітострикційні і п'єзоелектричні.

Принцип дії магнітострикційних перетворювачів оснований на магнітострикційному ефекті: періодичній зміні лінійних і об'ємних розмірів феромагнітного тіла під дією магнітного поля.

Принцип дії п'єзоелектричних перетворювачів оснований на використанні п'єзоелектричного ефекту: деформації деяких кристалів (кварц, титанат барію) при впливі на них зовнішнього електричного поля.

На рис. 2.8 показана принципова схема ванни ультразвукового знежирення з магнітострикційним перетворювачем.

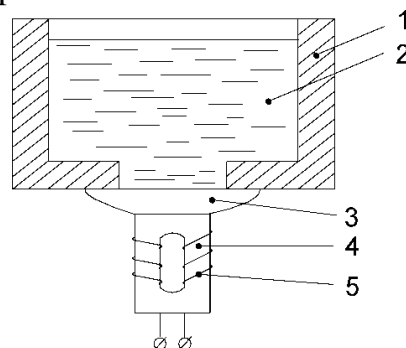


Рисунок 2.8 – Схема ванни ультразвукового знежирення з магнітострикційним перетворювачем: 1- ванна; 2 - розчин, що очищує; 3 - діафрагма; 4 - магнітострикційний перетворювач; 5 - обмотка збудження електроколивань і підмагнічування.

Промисловістю випускаються ванни для ультразвукового очищення (УЗВ) з ультразвуковим генератором (УЗГ). В таблиці 2.1. приведені характеристики ультразвукових промислових установок для очищення і знежирення.

Таблиця 2.1 – Характеристики ультразвукових промислових установок

Показники	Марка установки			
	УЗВ-15М	УЗВ-16М	УЗВ-17М	УЗВ-18М
Місткість ванни, л	40	80	120	150
Габаритні розміри, м	0,4×0,4×0,3	0,7×0,45×0,3	1,1×0,45×0,3	1,4×0,45×0,3
Тип перетворювача	ПМС-6-22	ПМС-6-22	ПМС-6М	ПМС-6М
Число перетворювачів	1	2	3	4
Споживана потужність, кВт	2,5	5,0	7,5	10,0
Тип генератора	УЗР-2,5	УЗР-6,3	УЗГ-10	УЗГ-10У
Витрата води, л/хв	9	14	18	22

Очищення деталей за допомогою електро імпульсної обробки.

Технологія електро імпульсної обробки виробів являє собою екологічно чистий і замкнутий процес обробки без шкідливих стоків. Процес відбувається в шарі холодної плазми, товщиною 0,25...0,5 мм, що формується на поверхні виробу з компонентів електроліту і який вміщує іони і радикали у вільному стані. Електроліт, який являє собою водяний соляний розчин, що не містить солей важких металів і екологічно шкідливих компонентів.

Електрод імпульсне очищення можна представити у вигляді спрощеної плоскої електро гідродинамічної моделі, яку наведено на рис.2.9.

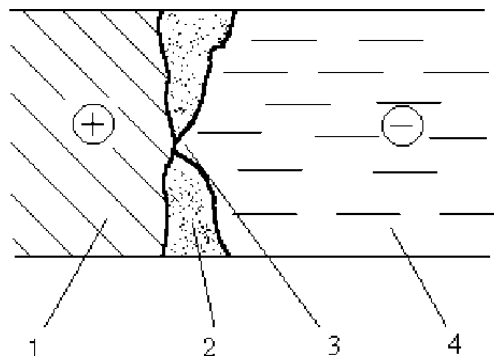


Рисунок 2.9 – Електрогідро-динамічна модель електро-імпульсного очищення

Поверхня деталі (анод) 1 відділена від електроліту 4 парогазовою оболонкою 2, котра виникає внаслідок інтенсивного протікання електролітичних процесів та закипання електроліту під дією високої напруги та значної щільності струму. Напруженість електричного поля в парогазовій оболонці визначається за формулою:

$$E = \frac{V}{l}, \quad (2.1)$$

де V – падіння напруги в парогазовій оболонці.

За допомогою електростатичної сили електроліт втягується в парогазову оболонку з утворенням мікроскопічних рідких електролітних мостиків 3, які замикають поверхню деталі з поверхнею електроліту. При замиканні виділяється значна кількість теплової енергії у відповідності з законом Джоуля-Ленца, що приводить до «вибуху» мостиків і руйнуванню поверхні деталі під дією ударної хвилі. Крім того, іони, які знаходяться в парогазовій оболонці, бомбардують поверхню анода з енергією близько 2,5...40 еВ, внаслідок чого відбувається процес розпилення поверхневих шарів, який супроводжується іскровими розрядами, що також сприяє очищенню поверхні. В якості електроліту використовується водний розчин № NaCl, NH₄Cl з концентрацією 30 г/л. Обробка ведеться при температурі 20 °С і струмі 1...5 А. Солі NaCl, що входять до електроліту мають без обмежену розчинність у воді і добре дисоціюють:



Наявність в електроліті атомів Cl⁻ оказує на руйнуючий вплив на оксидні плівки поверхневих шарів деталей.

Використовуючи дану технологію, можна робити зняття заусенців, іржі, окисних плівок, залишків шліфувальних паст, округлення гострих крайок на виробх складної конфігурації зі сталей різних марок, міді і її сплавів, а також полірування виробів. При обробці виробів зі сталі 12X18H9T, що мають до обробки поверхню 6–7 класу чистоти, протягом 5 хв. формується поверхня 10–11 класу чистоти. Зменшення лінійних розмірів виробів у процесі обробки складає в середньому 3 мкм/хв і залежить від природи матеріалу і температури обробки.

Таким чином, висока продуктивність процесу, успішне видалення забруднень як органічного, так і мінерального без додаткового силового впливу на вироби, забезпечує значні переваги електроімпульсного очищення у порівнянні з іншими методами.

2.6. Охорона праці і навколишнього середовища.

Ділянки промивки і очищення відносяться до ділянок підвищеної вогнебезпечності. Враховуючи, що при очищенні застосовують лужні розчини, розчинники і інші шкідливі речовини, до охорони праці пред'являють підвищені вимоги. Робітники що працюють на цих ділянках забезпечують спецодягом, індивідуальними засобами захисту (рукавичками, окулярами, респіраторами і т. д.). Ділянки обладнали надійною припливно-витяжною вентиляцією. Приміщення для очищення, санітарно - гігієнічне устаткування цехів і ділянок повинні відповідати санітарним нормам проектування промислових підприємств (СНІП).

У автомобільній промисловості щорічно використовуються десятки тисяч тонн миючих реагентів на водно-лужній основі, які скидаються у вигляді стічних вод, оскільки процеси знежирення і миття здійснюються по прямооточній схемі.

Окрім екологічних проблем, все більш широке використання цих складів приводить до значного збільшення енергетичних витрат, оскільки щотижнева заміна відпрацьованих розчинів також вимагає додаткових витрат на розігрів свіжих розчинів до робочої температури.

Для створення досконалих методів очищення твердих, рідких і газоподібних відходів до екологічно безпечного рівня необхідні витрати, рівні або такі, що перевищують капітальні вкладення в основну технологію. Одним з найбільш раціональних способів використання відходів є рециркуляція, що дозволяє вводити відходи назад у виробництво для повторного їх використання. На сучасному рівні критерієм досконалості технологічного процесу можна вважати його максимальну безвідходну і екологічну безпеку.

У проблемі створення ресурсо зберігаючих мало відхідних технологій основна увага приділяється розробці нових інтенсивних технологій розділення, концентрації і очищення технологічних середовищ. Одним з досягнень технологічного процесу останніх років в цій області є мембранна техніка.

До основних мембранних методів розділення середовищ відносяться ультрафільтрація, зворотний осмос, мікро фільтрація в протоці, випаровування через мембрану, діаліз, електродіаліз, дифузійне розділення газів і мембранна дистиляція.

Процес відділення від розчинника крупних колоїдних частинок, або зважених мікрочасток розміром 0,1–10,0 мкм називають мікрофільтрацією (МФ), а іноді мембранною фільтрацією, маючи на увазі під цим терміном фільтрацію з поперечним потоком. Мікрофільтрація займає проміжне місце між ультра - і звичайною фільтрацією. МФ має велике значення разом з такими відомими мембранними методами розділення, як зворотний осмос і ультрафільтрація.

Зворотний осмос, ультрафільтрацію, поперечну мікрофільтрацію в протоці проводять під надмірним тиском і всі ці процеси об'єднані в одну групу баромембранних процесів (табл. 2.2).

Таблиця 2.2 – Умовні межі і робочий тиск вживаних процесів

Процес	Робочий тиск, МПа	Діаметр частинок, мкм
Зворотний осмос	0,7–7,0	0,0001–0,0010
Ультрафільтрація	0,2–1,0	0,001–0,020
Поперечна мікрофільтрація в протоці	0,01–0,20	0,02–10,00

Ультрафільтрація, зворотний осмос, поперечна мікрофільтрація є процесами виділення з розчинів молекул і іонів залежно від їх розмірів під тиском при фільтруванні через напівпроникну мембрану (ППМ) без зміни хімічного складу. При ультрафільтрації, зворотному осмосі, мікро фільтрації відбувається розділення розчину на два, один з яких є очищеним фільтратом (наприклад, миючий розчин) або водою (при зворотному осмосі), а інший – концентрат забруднювачів або корисних продуктів – концентрат ґрунтовки (при ультра фільтрації,

мікрофільтрації) і концентрат технологічних розчинів (при зворотному осмосі).

Очищена вода, фільтрати, технологічні розчини після мембранної обробки повертають у виробництво, а концентрати забруднень утилізували. Між ультрафільтрацією і зворотним осмосом є відмінності. Мембрани, використовувані для ультра фільтрації, мають пори діаметром у сотні і тисячі ангстрема, і вода проходить через них в'язким потоком. Діаметр пір мембран зворотного осмосу не перевищує декількох десятків ангстрема, при цьому швидкість перебігу води через мембрани значно менша, ніж при ультрафільтрації. У баромембранних процесах накопичення розчиненої речовини у поверхні мембрани неприпустимо, оскільки призводить до різкого зниження селективності (розділяючої здатності) і проникності (продуктивності по фільтрату) мембран.

Ультрафільтрацію на відміну від зворотного осмосу використовують для розділення систем, в яких молекулярна маса розчинених компонентів набагато більше молекулярної маси розчинника. Наприклад, для розділення водних розчинів ультрафільтрацію застосовують тоді, коли хоч би один з компонентів набагато більше молекулярної маси розчинника. До ультра – фільтрації відносяться процеси, в яких мембрана затримує частинки ефективним діаметром в декілька ангстремів.

Найважливішими перевагами ультрафільтрації в порівнянні з іншими фізико-хімічними методами очищення, фракціонування і концентрації розчинів є безреагентність, екологічність, високі інтенсивність, економічні показники і якість отримуваних продуктів, простота технологічних схем і апаратів, можливість обробки водних і неводних розчинів різних об'ємів.

Поперечна мікрофільтрація в протоці може бути використана як основна або допоміжна стадія в багатьох хіміко-технологічних процесах. Наприклад, як проміжна стадія при розділенні розчинів в процесах ультрафільтрації і зворотного осмосу для зменшення забруднення мембран і зниження у зв'язку з цим їх селективності і проникності. На процес поперечної мікрофільтрації впливає ряд макро - і мікро чинників. До перших можуть бути віднесені тиск, температура і швидкість циркуляції потоку, до других – розподіл частинок рідкої фази і пір мембрани, що фільтрує, за розміром, товщина мембрани, що фільтрує, морфологічні і фізико-хімічні властивості мембран.

Мембранні методи відносяться до порівняно невеликого переліку без реагентних методів, які ефективно реалізуються при температурі навколишнього середовища. До достоїнств цих методів можна віднести нескладність процесу, простоту конструкції установок, економічність, повну автоматизацію, безлюдність.

Мембранні процеси розділення рідких і газових сумішей мають технічні, економічні і екологічні переваги в порівнянні з іншими методами.

На відміну від реагентних і електролітичних способів знешкодження стічних вод мембранні процеси перспективні екологічно, оскільки не приводять до додаткового забруднення води реагентами, що додаються, і продуктами розкладання або взаємодії початкових забруднюючих речовин. Очищена вода,

фільтрати, концентрати (технологічні реагенти) після мембранної обробки повертаються у виробництво, а концентрат забруднень утилізувався. Крім того, відсутні шламові відходи, немає необхідності у великих за об'ємом відстійниках.

В порівнянні з іонним обміном мембранна технологія забезпечує вищий ступінь очищення води незалежно від складу забруднень в результаті затримання не тільки іонів, але і неіонних речовин. При цьому можливе очищення розчинів солей широкого діапазону концентрації (до 20 %). Мембранна технологія позбавлена таких серйозних недоліків, як необхідність частотої регенерації іонообмінників і скидання у водоймища регенераційних розчинів.

В порівнянні з електролізом і термічними способами розділення мембранні процеси не вимагають великих витрат електроенергії. Можливість розділення суміші при низькій температурі дозволяє краще зберігати початкові властивості компонентів, що розділяються.

Прикладом промислової установки, вживаної для фільтрації водо масляних знежирюючих розчинів, є установка УФ-1.

Технологічна характеристика установки УФ-1

Продуктивність установки по фільтрату, м ³ /ч	0,3 – 0,4
Поверхня фільтрації, м ²	2,5
Робочий тиск, МПа	0,45
Швидкість потоку над мембраною, м/с	3,0–4,5
Продуктивність по робочому розчину, м ³ /ч.....	13–15
Продуктивність по регенованому розчину, м ³ /добу.....	7,2
Середня кількість масла, що поступає, г/ч	210–400

Зменшення об'єму робочого циклу в режимі «Ультрафільтрація» складає 85,7–92,3 % при ступені концентрації 13–15 %. Після 169-кратної попередньої концентрації вміст масла в концентраті складає 8,5–15,0 %. Ультра фільтрат без коректування володіє миючою здатністю на 12,5–28,0 % меншою, ніж свіжо приготований робочий розчин. Питома продуктивність ультрафільтрів БТУ 0,5/2 – Ф1 змінюється від 240 до 60 л/м²-г. Через 56–70 год. експлуатації потрібна промивка ультрафільтрів.

ТЕМА 3. МЕТОДИ РОЗБИРАННЯ ТА ДЕФЕКТУВАННЯ ДЕТАЛЕЙ ДВИГУНА.

- 3.1. Методи розбирання двигуна.
- 3.2. Технологічний процес розбирання двигуна на агрегати, вузли та деталі.
- 3.3. Дефектування деталей двигуна.
- 3.4. Дефектування вимірювальними засобами.
- 3.5. Контроль прихованих дефектів деталей спеціальними засобами.

3.1. Методи та технологічний процес розбирання двигуна на агрегати, вузли та деталі.

Процесом розбирання є сукупність різних операцій по роз'єднанню всіх об'єктів ремонту на деталі в певній послідовності. Він складається з операцій, переходів і прийомів.

Операцією розбирання називають частину технологічного процесу розбирання, що виконується над одним вузлом або виробом на одному робочому місці.

Перехід – частина операцій розбирання, що характеризується незмінністю поверхонь, що сполучаються, і застосовуваного устаткування.

Прийом – закінчена сукупність окремих рухів у процесі розбирання або підготовці до розбирання.

Технологічний процес розбирання двигуна залежить від особливостей її конструкції, габаритних розмірів і маси, а також від трудомісткості операцій.

Розбирання двигуна на агрегати, вузли і деталі проводиться у строгій послідовності, яка передбачається технологічним процесом із застосуванням необхідного устаткування, пристосувань і інструменту.

До комплекту технологічних документів на розбирання включають такі документи: титульний аркуш, відомість технологічних документів, відомість устаткування, відомість оснащення, карту ескізів і маршрутну карту.

Під час капітального ремонту машини розбирають на агрегати, вузли і деталі у послідовності, передбаченій технологічними процесами на розбирання даної машини, її агрегатів і вузлів. Залежно від програми ремонтного підприємства і об'єкта розбирання, роботи виконують на стаціонарних або пересувних стендах, а при великих програмах – на потоковій лінії. Для розбирання двигунів на рухомих постах потокової лінії, крім конвеєра, застосовують стенд-естакаду.

Розбирання автомобіля на агрегати на вузли та деталі може вироблятися двома способами: тупиковим і поточним. Тупиковий спосіб застосовують тільки при частковому розбиранні або на підприємствах з невеликою програмою ремонтних робіт. При даному способі розбирають на одному робочому місці від початку до кінця.

Потокову організацію розбирання застосовують на підприємстві з великою виробничою програмою ремонту автомобілів однієї марки. Потокові лінії бувають одно предметні, багатопредметні, переривчасто-потоківі і безперервно-потоківі.

Для збереження деталей необхідно строго дотримувати правила розбирання. На великих авторемонтних підприємствах технологічний процес розбирання двигуна розділяється на декілька постів.

Перший пост: зняти генератор, стартер, переривник-розподільник; вивернути свічки; зняти паливний насос, паливний фільтр, повітряний фільтр і карбюратор, водяний насос і фільтр очищення масла.

Другий пост: зняти впускний і випускний трубопроводи, кришку коромисел, кришку коробки штовхальників, привід переривника-розподільника, нижню частину картера зчеплення і піддон картера, масло приймач і масляний насос; відвернути храповик і зняти шків колінчастого валу і кришку розподільних шестерень. Після цього під розібраний двигун має бути підданий миттю в машині струминного типу з використанням миючих засобів.

Третій пост: зняти вісь коромисел із стійками; вийняти штанги штовхальників і штовхальники; зняти голівку циліндрів, розподільний вал, шестерню колінчастого валу; вийняти вилку, виключення зчеплення.

Четвертий пост: зняти кришки шатунових підшипників; вийняти поршні з шатунами; зняти кришки корінних підшипників і вийняти колінчастий вал в зборі з маховиком і зчепленням; зняти картер зчеплення і випресувати гільзи з циліндрів. Після четвертого поста блок циліндрів має бути підданий виварюванню з використанням СМС в машині зануреного типу.

П'ятий пост: зняти пружини і вийняти клапани з голівки циліндрів; зняти стійки з осі коромисел; зняти шестерню і фланець розподільного валу. Після цього голівка блоку циліндрів піддається миттю в машині з використанням СМС. Шостий пост: розібрати поршні з шатунами; зняти вижимний і ведені диски зчеплення; зняти маховик з колінчастого валу. Після шостого поста колінчастий вал піддають миттю в спеціальній установці з використанням СМС.

При тупиковому розбиранні двигуна на стенді повинна дотримуватися вказана технологічна послідовність.

На прикладі покажемо порядок розбирання двигуна:

1. Злити масло з картера двигуна.
2. Відвернути два болти кріплення бризковика до глушника і колектора.
3. Відпустити болти стяжних хомутів випускних труб і зняти спочатку поперечну трубу, а потім глушник і колектор.
4. Відвернути чотири болти кріплення бризковика до піддону картера двигуна і зняти бризковик.
5. Зняти повітряний фільтр.
6. Зняти бензопровід від бензонасоса до карбюратора.

7. Зняти трубку вакуумного регулювальника від розподільника до карбюратора.
8. Зняти карбюратор.
9. Від'єднати дроти від індукційної котушки.
10. Зняти дроти високої напруги
11. Відвернути гвинти і зняти кожух вентилятора разом з індукційною котушкою. Зняти кожух слід обережно, щоб не пошкодити дротів генератора.
12. Відвернути болти кріплення стрічки направляючого апарату вентилятора, зняти ремінь і вентилятор з генератором в зборі.
13. Відвернути гайки кріплення і зняти впускну трубу. Зберегти прокладки на кожній з голівок; при необхідності їх заміни не порушуйте загальну товщину набору прокладок.
14. Відвернути гайки кріплення кришок голівок циліндрів і зняти їх.
15. Відвернути гайки кріплення валиків коромисел і зняти валики з коромислами в зборі. Зняти наконечники з випускних клапанів. Після виконання попередніх операцій можна приступати до зняття голівок циліндрів.
Гайки голівок циліндрів необхідно відвертати лише торцевим ключем, а внутрішні гайки із заглушками відвертайте лише спеціальним торцевим ключем з діаметром голівки не більше 23 мм, інакше можлива поломка направляючих клапанів і особливо випускних. Для відвертання вказаних гайок можна використовувати спеціальний ключ для гайок кріплення стартера (з комплекту шоферського інструменту), вставивши в нього подовжувач.
16. Відпустити спочатку всі гайки голівки циліндрів на пів обороту , а потім повністю відверніть їх і зняти шайби під гайки.
17. Потім ви легкими ударами молотка через дерев'яну проставку по впускних патрубках або під місце кріплення впускної труби зрушити голівку і, взявшись руками за патрубки, зняти її.
18. Після зняття голівки зняти ущільнювачі, пружини і штанги, а також дефлектуючі щитки між циліндрами.
19. Аналогічні операції виконати з другою голівкою.
20. Відвернути болти кріплення піддону картера і зняти обережно, щоб не пошкодити прокладку.
21. Відвернути болт кріплення приймача масла до середньої перегородки картера і, злегка повертаючи, вивести його з масляного каналу.
22. Розшпінтувати гайки всіх шатунових болтів і відверніть їх торцевим ключем з голівкою на 13 мм.
23. Подальше розбирання зручно виробляти, встановивши двигун маховиком вниз.
24. Зняти кришку шатуна першого циліндра; легкими ударами молотка через дерев'яну проставку по верхньому торцю циліндра розгойдати його і зняти разом з поршнем і шатуном; встановити кришку на місце і загорнути гайки.

25. Зняти останні циліндри з поршнями, відповідно помітивши їх, і встановити на місце кришки і гайки.

26. Вийняти поршні з шатунами з циліндрів, зняти кільця з поршнів і ретельно промити всі деталі.

27. Після миття і сушки деталей перевірте їх стан.

3.2. Технологічний процес розбирання двигуна на агрегати, вузли та деталі.

Розбирають двигун, як правило, спочатку на агрегати і вузли, а потім їх – на деталі. Розбирання виконують в розбирально-мийному відділенні або цеху відповідно до технологічних карт, в яких вказується послідовність розбирання, використане устаткування, інструмент і пристосування, а також технічні умови виконання розбиральних операцій. Під час розбирання треба виконувати основні вимоги:

1. Виключати можливість спотворення геометричних параметрів.
2. Забезпечувати максимальний фронт робіт із застосуванням механізованого інструменту та устаткування при мінімальних затратах часу на допоміжні операції.
3. Обов'язково зберігати комплектність вузлів.
4. Застосовувати тимчасову консервацію для захисту від корозії незахищених поверхонь.

Процес розбирання починають із зняття тих агрегатів і вузлів, які перешкоджають демонтажу інших елементів автомобіля: робочих органів, кабін, капотів, огорож, паливних баків і т.п. Потім знімають механізми керування, силової передачі, двигун; в останню чергу від'єднують агрегати ходової частини. В умовах крупносерійного і масового виробництва розбиральні процеси виконують потоковим методом (на конвеєрі), в серійному і одиничному – на столах, верстаках і розбиральних стендах.

Спеціальні агрегати і вузли (двигун, прилади паливної апаратури і ін.) без розбирання відправляють на відповідні дільниці, де їх ремонтують.

Після зняття з двигуна габаритних вузлів їх встановлюють на спеціальні стелажі, транспортери, візки і доставляють до місця розбирання. Деталі, які легко ушкоджуються рекомендується упаковувати в тару, а метизи укладати у ванну або барабан для промивки. При розбиранні не рекомендується обезличувати деталі, що працюють в одному комплекті або сполученні (маховик і колінчастий вал, блок циліндрів і кришки корінних підшипників, припрацьовані шестерні і т.д.).

Для полегшення праці і підвищення її продуктивності при виконанні процесів розбирання широко застосовують підйомно-транспортні засоби: лебідки, кари, кран-балки, мостові крани, конвейєри, рольганги і ін.

При розбиранні нарізних з'єднань слід мати на увазі, що для виконання цієї операції необхідно прикласти крутий момент в 1,5...2,5 рази більший, ніж був прикладений при складанні цього ж нового з'єднання, тому необхідно застосовувати електро- і пневмогайковерти, замість гайкових ключів. Це також

сприяє підвищенню продуктивності розбирання. Для розбирання з гарантованим натягом використовують різні знімачі (універсальні і спеціальні).

Нерухомі нероз'ємні з'єднання розбирають тільки у випадку деформації з'єднаних деталей або при ушкодженні зварних швів. При ушкодженні клепок клекових з'єднань (ослаблення клепок) відрубують головки клепок, відновлюють отвори і ставлять нові клепки. При ушкодженні зварних швів вирубують шов, виправляють деталі, розфасовують місця з'єднань і зварюють знову. Для створення безпечних і нешкідливих умов праці необхідно правильно експлуатувати підйомно-транспортні засоби і робочий інструмент, слідкувати за їх справністю.

Основними вузлами і агрегатами, які вимагають обов'язкового розбирання при виконанні складного ремонту двигуна, є голівка блоку циліндрів і масло насос. Обов'язковість їх розбирання диктується необхідністю ретельної перевірки стану деталей – зносу, зазорів в сполученнях і деформацій. Практика показує, що після серйозних пошкоджень КШМ і ЦПГ, включаючи великий знос основних деталей, розбирання розподільного механізму голівки блоку обов'язкове. Основна мета розбирання голівки – промивання деталей і каналів від грязі і часток зносу, перевірка клапанів, забезпечення прилягання їх тарілок до сідел (герметичність), заміна маслоз'ємних ковпачків. Знехтування цього правила може звести «нанівець» всю роботу (яка б складна вона не була) навіть відносно нових двигунах з малим пробігом, не говорячи вже про двигуни з великим пробігом, і зазвичай приводить до збереження після ремонту тих або інших несправностей, які мав двигун до ремонту. До них можна віднести різні шуми і стуки неявного характеру, підвищену витрату масла, дуже низький або високий його тиск, порушення подачі масла при запуску і ін.

Розбирання голівки включає зняття впускного і випускного колекторів і розбирання розподільного механізму. Знімати колектори з голівки не рекомендується, якщо відповідні прокладки відсутні, а слідів негерметичної на фланцях немає. Зазвичай прокладки колекторів, особливо, впускання, зберігають герметичність протягом всього терміну служби двигуна, але при знятті колекторів будуть, швидше за все, пошкоджені. Крім того, при відвертанні гайок кріплення випускного колектора нерідкі випадки поломки шпильок, оскільки гайки за довгий час можуть «прикипіти» до шпильок. Після поломки шпильку доводиться висвердлювати, а це не дуже просто, особливо, якщо голівка виготовлена з алюмінієвого сплаву.

Колектори знімаються в обов'язковому порядку якщо: є нові прокладки колекторів; є сліди негерметичної на стику з головкою; пошкоджений один з колекторів (тріщини, сколи і так далі); обламані шпильки кріплення; пошкоджена і вимагає ремонту голівка блоку (колектори зазвичай збільшують габарити і заважають ремонту). Зняття розподільного валу і деталей приводу клапанів в більшості конструкцій не викликає якої-небудь скрути. Найпростіше це виконується в схемах з роз'ємними опорами підшипників валу або відокремленим

корпусом підшипників, а також в конструкціях з нероз'ємними опорами і осями коромисел, що закріплюються на голівці, або з окремими опорами.

Деякі складнощі зазвичай виникають лише в схем з нероз'ємними опорами і приводом важелями (FORD) або коромислами, якщо їх осі встановлені в отворах голівки (BMW). У першому випадку необхідно загорнути регулювальні болти важелів до упору, щоб звільнити важелі і зняти їх. У другому випадку слід вийняти (випресувати) осі коромисел з голівки. Після зняття розподільчого валу необхідно розібрати пружини клапанів і зняти клапани. Розбирання пружин здійснюється за допомогою спеціальних пристосувань. Всі пристосування для клапанів забезпечують натиснення на краї тарілки пружини. При цьому з протилежного боку клапана потрібний упор в його тарілку. Подібний упор є лише в деяких пристосувань, що охоплюють голівку з двох сторін. Використовуючи інші (однобічні) пристосування, слід покласти голівку на плоску підставу і підкласти під тарілку позбираного клапана шайбу, що обмежує його хід, але при цьому не можна прикладати великих зусиль, щоб не деформувати клапан. Розбиранню пружини клапана часто важко із-за заклинювання сухарів в кінчному отворі тарілки. Щоб звільнити сухарі, можна докласти зусилля до тарілки і злегка ударити молотком по пристосуванню в місці натиснення на тарілку. При цьому бажано, щоб тарілка клапана упиралася в центрі, а не на краю, інакше можна погнути клапан. Розбирання клапанного механізму закінчується зняттям опорних шайб пружин – забудькуватість на цій операції приводить до втрати шайб при подальшому ремонті голівки.

В дизелів окрім розбирання клапанного механізму часто виникає необхідність зняття форсунок. В багатьох сучасних двигунів відвернути форсунки можна високим торцевим ключем на 27 мм, після чого слід відразу вийняти проти пригарні шайби з гнізд форсунок в голівці щоб уникнути їх втрати. Розбирання масляного насоса обов'язкове при проведенні складного ремонту двигуна. Розбирання дає можливість видалити грязь з каналів корпусу, дозволяє виявити полягання шестерень і корпусу, зазори в зв'язаних деталях, а також працездатність редуційного клапана. У практиці ремонту двигунів відомі випадки, коли установка на збираний двигун старого насоса без розбирання і контролю його стану приводила до досить серйозних дефектів і несправностей. Розбирання редуційного клапана не представляє, як правило, яких-небудь проблем і є досить очевидною операцією. Слід лише мати на увазі, що не у всіх двигунів редуційний клапан розташований в корпусі насоса – часто зустрічаються конструкції з редуційним клапаном на переходнику масляного фільтру, встановленого на блоці циліндрів. Так або інакше, редуційний клапан має бути розібраний для контролю, ремонту або заміни незалежно від його розташування на двигуні. Окрім вказаних вузлів і агрегатів при ремонті двигуна часто доводиться знімати поршні з шатунів. Ця робота здійснюється різними способами залежно від конструкції поршня – з плаваючим або запресованим в шатун пальцем.

У процесі розбиральних робіт застосовують підйомне і підйомно-транспортне обладнання (ручні талі, електричні талі, лебідки, механічні і гідравлічні підйомники, вантажозахватні пристрої).

Під час розбиральних робіт застосовують універсальний інструмент: набори ключів різних типів, ключі для викручування шпильок, молотки, викрутки тощо.

Вживані для розбирання стенди за кількістю встановлюваних агрегатів можуть бути одно предметні і багатопредметні, а за призначенням - універсальні і спеціалізовані (рис. 3.1). Універсальні стенди призначені для установки однотипних агрегатів різних моделей ремонтваних машин або різних агрегатів однієї моделі машин. Багатомісні стенди за характером проведення робіт діляться на два типи: обслуговувані одним робітником і обслуговувані декількома робітниками.

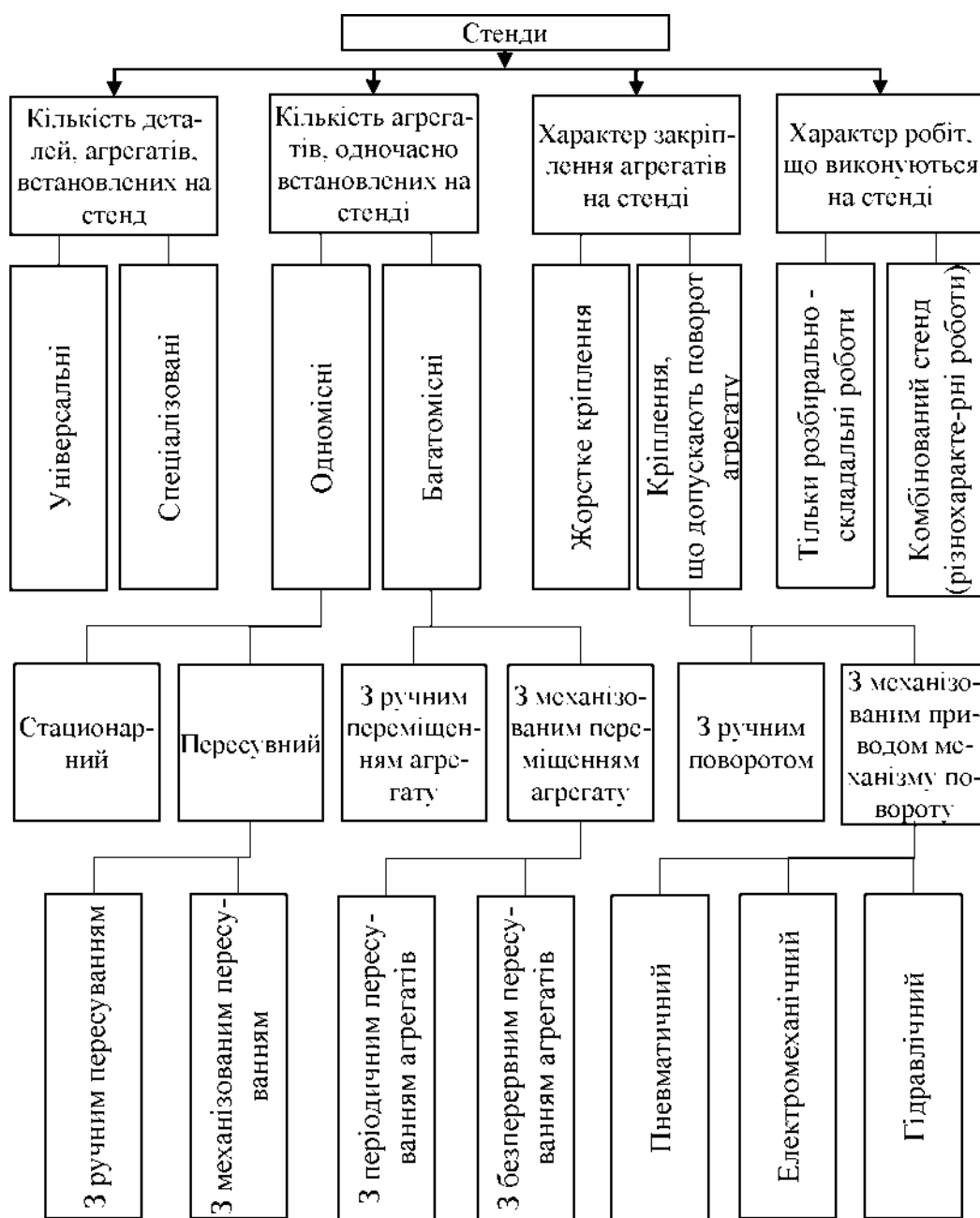


Рисунок 3.1 – Класифікація стендів

Комбіновані стенди є найбільш раціональними, оскільки невід'ємними елементами їх є гайковерти, електромеханічні голівки, знімачі, преси і тому подібне.

У процесі розбиральних (складальних) робіт застосовують підйомне і підйомно-транспортне обладнання.

До підйомного обладнання відносяться ручні талі вантажопідйомністю 0,2–2,0 т і висотою піднімання до 3 м; електричні талі (0,25–5,0 т) висотою піднімання до 18 м; лебідки (1–10 т); механічні і гідравлічні підйомники; вантажозахватні пристрої (схватки, ланцюги, троси).

Підйомно-транспортне обладнання – це однорейкові шляхи (монорейки) для переміщення деталей, які кріпляться до елементів будівельних конструкцій (колони, балки, ферми); консольні поворотні крани; підвісні кран-балки вантажопідйомністю 1–5 т; мостові крани (5–20 т і більше).

До транспортних засобів належать: ручні і причіпні візки, електрокари (до 2 т), пересувні стенди, конвеєри (пластинчасті, роликові, підвісні).

Операції розбирання машин, що ремонтуються за своєю структурою є досить розгалуженими і багатопозиційними. Виконання їх значно спрощується за наявності технологічних схем, у яких вказується порядок демонтажу деталей, складальних одиниць, вузлів і агрегатів машини.

Розбирання складальної одиниці повинне здійснюватися в певній послідовності, залежній від її конструкції. З цією метою на початку раціонально розробляти схему розбирання.

Схема розбирання складальної одиниці є вихідною інформацією для опису технологічного процесу розбирання, а також може бути використана як самостійний технологічний документ на робочому місці в ремонтній майстерні.

3.3. Дефектування деталей двигуна.

Ремонт будь – яких технічних об'єктів зводиться до виявлення причини відмови чи неналежного технічного стану й подальшої заміни непридатних деталей. Чи не найвідповідальнішими процесами під час ремонту окремих складових машин, агрегатів, вузлів, механізмів є дефектування і контроль деталей і складальних одиниць. Ці процеси тотожні, схожі. Різниця між ними полягає в місці їх виконання в загальному процесі ремонту та в обсязі виконуваних робіт. Дефектування виконують після розбирання певних агрегатів, вузлів на деталі для виявлення можливих дефектів – тріщин, пробоїн, обломів, згину, зкручення, спрацювання – і оцінки придатності деталей для їхнього подальшого використання. У процесі дефектування деталі сортують на групи: придатні для подальшого використання; ті, що підлягають ремонту, і непридатні. Методи й засоби для дефектування й контролю деталей однакові. Обсяг робіт під час дефектування однієї й тієї самої деталі може змінюватися від мінімального (через виявлену тріщину деталь вибраковують) до максимального (якщо бракувальних ознак не

виявлено, тоді треба перевірити всі параметри деталі). Від якості дефектування залежить якість відремонтованих складових і вартість ремонту. Потрапляння непридатних деталей у відремонтовані вироби погіршує їхню якість, насамперед, знижуючи надійність, зменшуючи післяремонтний ресурс, а необґрунтована заміна спрацьованих (але в допустимих межах) деталей на нові підвищує вартість ремонту.

Дефектування й контроль деталей проводять, використовуючи три методи: органолептичний, інструментальний і спеціальний.

Зміст *органолептичного* методу полягає у виявленні дефектів способом огляду й прослуховування. За допомогою оглядання виявляють видимі дефекти: обломи, тріщини, викришування, видимі спрацювання тощо. Прослуховуванням – щільність посадки штифтів і шпильок у картерах і кришках, заклепок, запресованих втулок постукуванням їх невеликим молотком (50–100 г). За нормальної посадки з'єднання звук повинен бути дзвінким. За глухого, деренчливого звуку з'єднання підлягає ремонту.

Зміст *інструментального* методу полягає у визначенні стану робочих поверхонь способом вимірювання з допомогою універсального та спеціального інструмента. Застосування універсального вимірювального інструмента: штангенциркулів, мікрометрів, нутромірів тощо – дає змогу одержувати дійсні значення розмірів поверхонь. Після порівняння одержаних значень із допустимими роблять висновок про придатність поверхні.

Під час вибору універсальних засобів вимірювання слід виходити з величини поля допуску на розмір поверхні, що контролюється. Точність вимірювального засобу має втриє – вчетверо перевищувати величину поля допуску вимірюваної поверхні.

Застосування спеціального вимірювального інструменту: скоб, калібрів, шаблонів дає можливість одразу робити висновок про придатність чи непридатність деталі. Проте спеціальний вимірювальний інструмент доцільно використовувати тільки в умовах спеціалізованих майстерень, цехів за великих обсягів однакових вимірювань. Зміст спеціального методу полягає в застосуванні спеціальних приладів, стендів, способів для визначення певних характеристик. Наприклад, гідравлічне випробування блоків циліндрів на спеціальному стенді для перевірки цілісності сорочки охолодження чи перевірка колінчастих валів віброакустичним способом на наявність тріщин. Цей метод застосовують здебільшого спеціалізовані майстерні.

Раціональна послідовність дефектування (технологічний маршрут) забезпечує економію робочого часу. Маршрут має будуватися за правилом: від простого – до складного, від складного – до найскладнішого. Адже немає сенсу робити складні вимірювання, якщо деталь має очевидні дефекти й підлягає відновленню чи бракуванню. Тому деталь передусім оглядають, у разі потреби обстукують. Якщо немає бракувальних ознак, переходять до вимірювання розмірів робочих поверхонь

і відхилень від форми: овальності, конусності тощо. В разі відсутності граничних відхилень переходять до визначення взаємного розміщення робочих поверхонь, використовуючи спеціальні пристосування. Але цей етап доступний тільки спеціалізованим майстерням.

Стан різи контролюється зовнішнім оглядом і калібрами. Різь має бути повною, чистою, без задирок, ум'ятин, забитості, викришених і зірваних ниток. Болти, шпильки, гайки та пробки, які мають більш як дві зірвані нитки різи, бракують. Нарізні отвори в деталях і різь валів треба ремонтувати. Не допускається використання болтів, пробок і гайок із зім'ятими гранями. У разі спрацювання граней понад 0,5 мм (від розміру за кресленням) вказані деталі вибраковують. Стрижні болтів і шпильок не можуть мати згин і помітне спрацювання. Під час розбирання справні шпильки з деталей не слід вивертати, за винятком окремих обумовлених випадків. Стан поверхонь зубів шестерень визначають спершу з допомогою оглядання. В разі злому зубів та їх викришування використання шестерень не допускається. Якщо немає бракувальних ознак, оцінку придатності шестерень визначають на основі вимірювання зубів одним із трьох способів, визначених заводом-виробником:

- вимірюванням довжини спільної нормалі кількох зубів штангенциркулем або нормалеміром (мікрометричним чи індикаторним);
- вимірюванням товщини окремого зуба (також і в ланцюгових зірочках) штангензубоміром
- вимірюванням штангенциркулем за двома діаметрально розміщеними стандартними роликками, вкладеними між двох шліців або зубів.

Останнім способом також оцінюють придатність евольвентних шліців. Діаметри стандартних роликків (3,47–9 мм) і відстань за роликками наведено в технічних вимогах на дефектування відповідної машини. Дефектування прямобічних шліців виконують, зазвичай, штангенциркулем або шаблоном. Спрацювання шліців допускається в межах 0,4–0,8 мм. Вимірювання довжини спільної нормалі проводять після попереднього налаштування інструмента на нормальне чи допустиме значення й подальше доведення вимірювальних губок інструмента до контакту з крайніми зубами. Кількість зубів, що при цьому охоплюються, не обумовлюється. Дефект – це відхилення будь яких параметрів деталі механізму від встановлених нормативів та ГОСТів на цю деталь, а також усіх параметрів встановлених на процес взаємодії між деталями механізму, тобто зміна розмірів форми маси або стану його поверхонь в наслідок спрацювання. Основні види дефектів деталей механізмів:

- спрацьованість робочих поверхонь (зміни розмірів і геометричної форми деталей);
- наявність викришування, тріщин, сколів, пробоїн, подряпин, задирів тощо;
- залишкові деформації у вигляді вигину, перекосу;

- зміни фізико-механічних властивостей у результаті впливу температури, вологи тощо;

- зірвані різьби, корозія тощо;

Основні причини виникнення дефектів механізмів:

- перевищення встановленого строку експлуатації механізму;

- неправильна експлуатація та обслуговування механізму;

- недоліки виникаючи під час виготовлення деталей з подальшою їх експлуатацією.

Під час дефектування кожен деталь спочатку оглядають, потім відповідним перевірочним та вимірювальним інструментом контролюють її форму і розміри. В окремих випадках перевіряють взаємодію даної деталі з іншими, сполучуваними з нею, щоб встановити, що доцільніше – її ремонт чи заміна новою. При дефектуванні важливо знати й уміти призначити граничне спрацювання для різноманітних деталей устаткування, а також допустимі граничні розміри (наприклад, допустиме зменшення діаметра різьби ходових гвинтів – 8 %).

Перевірені деталі сортирують на три групи: – придатні для подальшої експлуатації – ті, що вимагають ремонту або відновлення – непридатні, які підлягають заміні. Ремонт та відновлення підлягають звичайно трудомісткі й дорогі у виготовленні деталі. Ремонтована деталь повинна бути наділена запасом міцності, який дозволяє відновлювати або змінювати розміри сполучуваних поверхонь (за системою ремонтних розмірів), не знижуючи (а в ряді випадків підвищуючи) їхньої довговічності, зберігаючи чи покращуючи експлуатаційні якості складальної одиниці (деталі). Деталі підлягають заміні, якщо зменшення їхніх розмірів в результаті спрацювання порушує нормальну роботу механізму, або викликає подальше інтенсивне спрацювання, яке приводить до виходу механізму з ладу. При ремонті устаткування замінюють деталі з граничним спрацюванням, а також зі спрацюванням менше допустимого, якщо вони за підрахунками не витримують строку експлуатації до чергового ремонту. Строк служби деталей визначають з урахуванням граничного спрацювання у фактичних умовах експлуатації. Деталі, які підлягають заміні, зберігаються до завершення ремонту механізму, бо вони можуть знадобитися для складання креслень або виготовлення зразків нових деталей.

Дефектування – це процес виявлення технічного стану деталей шляхом порівняння фактичних показників з даними технічної документації (ТУ, робочим кресленням деталі і т. д.). За допомогою дефектації виявляють можливість наступного використання деталей у вузлах без відновлення, з відновленням або встановлюють її непридатність для подальшої роботи, тобто вибраковують. Технічні умови на дефектацію складають на підставі аналізу умов роботи деталі, її фізико-механічних властивостей та інших показників. В технологічних картах на дефектацію вказують основні відомості про деталь, її матеріал, термічну обробку, а також можливі дефекти, способи їх виявлення, номінальні і граничні розміри і т.д.

При дефектації деталі сортують на п'ять груп з маркуванням їх фарбою відповідного кольору:

- 1) придатні – зеленою;
- 2) придатні тільки в сполученнях з новими і відремонтованими до номінальних розмірів деталями – жовтою;
- 3) підлягаючі відновленню на даному підприємстві – білою;
- 4) підлягаючі відновленню на спеціалізованих підприємствах – синьою;
- 5) непридатні (вибраковані) – червоною.

Після сортування придатні деталі відправляють у відділення комплектації, непридатні – на склад металобрухту або використовують як матеріал для виготовлення інших деталей.

Деталі, що підлягають відновленню, транспортують на склад ДЧР (деталей, які чекають ремонту). Громіздкі деталі (рами, кабіни, картери задніх мостів, і т.п.) контролюють безпосередньо на робочих місцях. Причинами вибракування деталей може бути граничний і аварійний знос, при появі яких подальша експлуатація деталей стає неможливою.

Згин і скрученість шатунів визначають на пристосуванні (рис. 3.2) із строго вивіреними оправками. Відхилення стрілки верхнього індикатора показує прогин шатуна, а бічного -скрученість.

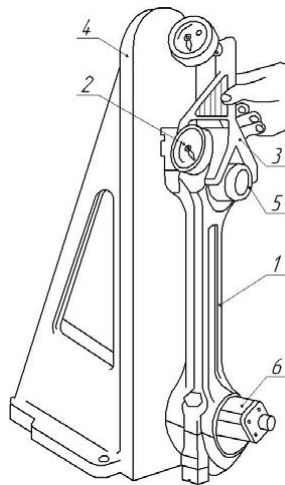


Рисунок 3.2 – Пристосування для визначення згину та скрученості шатунів:
1 – шатун; 2 – індикатор; 3 – призма; 4 – плита; 5 – поршневий палець;
6 – оправка

Підшипники кочення оцінюють в основному за зовнішніми ознаками і результатами вимірювання осьового і радіального зазорів.

При огляді виявляють плями корозії, виявляють стан бігових доріжок, кілець, кульок або роликів, сепараторів. При виявленні тріщин, раковин, надломів цих деталей підшипник вибраковують. Потім перевіряють легкість обертання підшипника від руки; заїдання і шуми при цьому недопустимі. Осьовий і радіальний зазори визначають на спеціальному пристосуванні.

При контролі зубчатих коліс визначають знос зубів по товщині і довжині, викришування цементованої або загартованої робочої поверхні, знос посадочного отвору, шпонкової канавки і шліців. зуб по товщині вважається придатним, якщо між зовнішньою його поверхнею і шаблоном є зазор s ; за відсутності зазору зубчате колесо вибраковують (рис. 3.3).

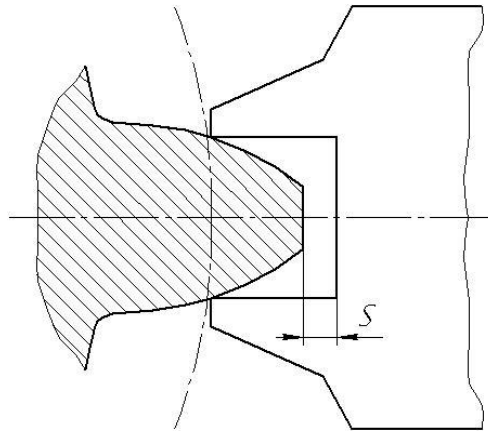


Рисунок 3.3 – Визначення зносу зуба з допомогою шаблона

Знос зубів по довжині визначають штангенциркулем, штангензубоміром або граничним калібром. Ширину канавок шпонок і шліцьових западин виміряють шаблонами, а діаметральні розміри – скобами. Викришування (пітинг) робочої поверхні зубів встановлюють зовнішнім оглядом або за допомогою лупи п'ятикратного збільшення.

Основна мета дефектування двигуна - визначення міри зносу і пошкодження всіх його деталей. Це необхідно для того, щоб, з одного боку, придбати необхідні запасні частини, а з іншої - визначити ті деталі, які можуть бути відремонтовані або відновлені. Даний етап ремонту вимагає певних навиків, досвіду, акуратності і терпіння. Після тривалої експлуатації двигун зазвичай має велику кількість зношених або пошкоджених деталей і поверхонь. Внаслідок цього не слід вважатися на пам'ять - необхідно записувати всі розміри зношених поверхонь і пошкодження деталей. Це виключає в подальшому вже при збірці виявлення раніше непомічених або забутих пошкоджених, але не відремонтованих і не заміненіх деталей і, відповідно, збільшення термінів ремонту двигуна. Дефектація є досить складним і тривалим процесом, передбачає високу кваліфікацію і досвід спеціалістів, виконуючий контроль і вимір деталей. Ця робота можлива лише після миття деталей, інакше виконати точні виміри неможливо із-за попадання грязі під ніжку того або іншого вимірювального приладу.

Результати вимірів і перевірок рекомендується заносити в Акт дефектації, щоб згодом зробити вивід про необхідність ремонту або заміни тих або інших деталей. Особлива увага має бути обернене на деталі із слідами раніше виконаного ремонту.

За наслідками дефекти поділяються на критичні, значні і малозначні.

За місцем розташування всі дефекти поділяються на зовнішні і внутрішні. Зовнішні дефекти-деформація, поломки, зміна геометричної форми і розмірів. Внутрішні – тріщини від втомленості, дислокація, тріщини термічної втомленості і т.д.

За можливістю виправлення дефекти поділяються на поправні та непоправні.

За причинами виникнення – конструктивні, виробничі та експлуатаційні дефекти.

3.4. Дефектування вимірювальними засобами.

Вибір засобів і методів вимірювань залежить від точності визначення розмірів, конструктивних особливостей деталей, частоти вимірювань (тобто типу виробництва). Необхідно прагнути по можливості застосовувати прості методи і засоби вимірювань.

Вимірювання при дефектуванні виконують у місцях максимального зношування за найменшим значенням розміру вала й найбільшим значенням отвору. До універсальних вимірювальних засобів відносяться: штангенінструменти, мікрометричні, індикаторні, важільно-механічні, оптико-механічні і оптичні інструменти.

До спеціальних засобів належать різні індикаторні пристрої для перевірки згину і скрученості шатунів, не співвісності гнізд корінних підшипників, радіальних зазорів у підшипниках кочення, пружності поршневих кілець і пружин тощо.

Вимірювальні засоби мають певні метрологічні характеристики.

Найбільшу частку в деталях становлять циліндричні поверхні (зовнішні та внутрішні) – поверхні під підшипники, втулки манжети тощо. Ці поверхні обробляють, переважно, по шостому-дев'ятому квалітетах, тобто поле допуску для найпоширеніших діаметрів становить від 0,015 мм до 0,100 мм. Їх вимірюють мікрометрами та індикаторними нутромірами. Діаметри валів під підшипники не можуть бути меншими за номінальні значення. Діаметри отворів під підшипники та гнізда підшипників у корпусах обробляють за сьомим квалітетом (поле допуску – 0,030–0,045 мм). Їх спрацювання допускається до 0,020–0,030 мм. Відхилення форми регламентують для поверхонь, які утворюють із підшипниками кочення посадки з натягом. Воно не повинно перевищувати половини поля допуску на розмір поверхні. Для інших у межах поля допуску. В окремих випадках доводиться вимірювати отвори, які утворені двома деталями (роз'ємні отвори), зокрема опори корінних підшипників колінчастих валів. У таких випадках слід ретельно дотримуватися вимог документації. Наприклад, у блок-картерах двигунів СМД-60 та їх модифікацій кришки корінних опор мають бути затягнуті моментом 260–280 Н·м, а бічний гвинт, який притискає кришку до блока в горизонтальному напрямку, має затягуватися моментом 16–18 Н·м.

Знос циліндрів двигунів визначають за допомогою індикаторного нутроміра (рис. 3.4), вимірюючи діаметр в трьох поясах по висоті і в двох взаємно перпендикулярних напрямках.

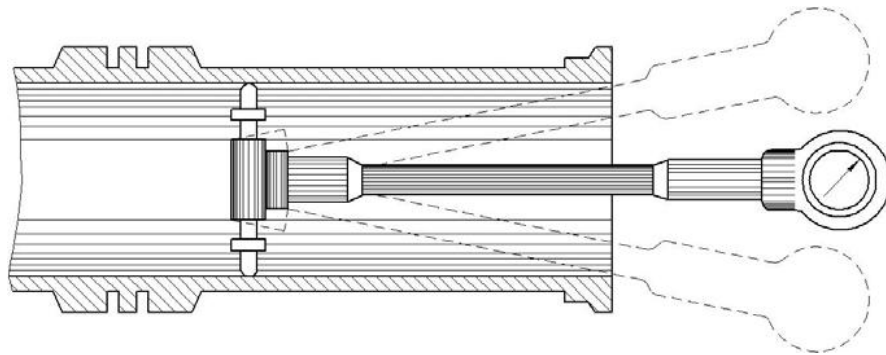


Рисунок 3.4 – Визначення спрацювання циліндра двигуна індикаторним нутроміром

Контроль є заключною операцією під час виготовлення нових деталей або під час відновлення спрацьованих і виконується для оцінки відповідності фактичних характеристик: розмірів, шорсткості, відхилень форми та взаємного розміщення робочих поверхонь деталей, їх твердості й мікротвердості – регламентованим значенням (наведеним у робочих або ремонтних кресленнях). Обсяг робіт під час контролю є наперед чітко визначеним регламентом контролю. Від якості контролю залежить якість відремонтованих виробів.

3.5. Контроль прихованих дефектів деталей спеціальними засобами.

Для визначення тріщин від втомленості (у колінчастих валах, шатунах, важелях поворотних кулаків тощо), тріщин від силових і теплових навантажень (у блоках і головках циліндрів) та дефектів зварних швів застосовують фізичні методи дефектоскопії (магнітної, капілярної, ультразвукової, гідравлічної і пневматичної).

Магнітна дефектоскопія застосовується для виявлення прихованих дефектів (тріщин) у деталях із феромагнітних матеріалів (сталі, чавуна). Вона полягає в тому, що при дії магнітного поля у місцях тріщин створюються магнітні силові лінії і концентруються на кінцях тріщин. Феромагнітні частинки намагнічуються у магнітному полі і притягуються до місця дефекту, утворюючи на поверхні деталі у зоні тріщини характерний малюнок. Перед намагнічуванням на поверхню деталі наносять суспензію із трансформаторного масла (40 %), гасу (60 %) і магнітного порошку. Для контролю деталей з малою магнітною проникністю (малою твердістю) суспензію покривають деталь під час намагнічування, а для контролю деталей з високою проникністю (із легованої сталі і термічно оброблені) використовують остаточну намагніченість і покривають деталь суспензією після зняття намагнічу вального поля.

Капілярні методи ґрунтуються на здатності деяких рідин із задовільною змочуваністю проникати у найдрібніші тріщини. Такі рідини називають пінотратами (проникними). До цих способів відносяться люмінесцентна і кольорова дефектоскопії для виявлення поверхневих тріщин у деталях, виготовлених із магнітних і немагнітних матеріалів.

Люмінесцентна дефектоскопія заснована на здатності деяких речовин (люмінофорів) поглинати променисту енергію і віддавати її у вигляді свічення при дії ультрафіолетового проміння. Цим способом виявляють приховані дефекти в деталях з чорних і кольорових металів і неметалічних матеріалів. Для контролю на поверхню деталі наносять люмінесцентний розчин наступного складу: трансформаторне масло, гас і бензин в об'ємному співвідношенні 1:2:1 з додаванням 0,25 г/л дефектоля (речовина золотисто-зеленого кольору, що підсилює яскравість свічення). Через 10...15 хв. деталь протирають і наносять на контрольовані ділянки порошок тальку або вуглекислого натрію і опромінюють ртутно-кварцовою лампою. Порошок витягує з тріщин і пір люмінофор, який у вигляді свічення вказує на дефектні місця. В практиці використовують стаціонарний дефектоскоп ЛДА-3.

Метод фарб, або кольорова дефектоскопія, передбачає використовувати як пінонтраат суміш гасу (65 %), мінерального масла (30 %) і скіпі дару (5 %), забарвлену у червоний колір барвником «Судан»- IV (10 г/л).

Ультразвукова дефектоскопія дозволяє виявити мікротріщини, внутрішні тріщини, раковини, шлакові включення і непроварювання у зварному шві.

Ультразвукова дефектоскопія заснована на здатності ультразвукових коливань розповсюджуватися в матеріалі на велику глибину у вигляді направлених пучків і відбиватися від дефектної ділянки внаслідок різкої зміни акустичного опору середовища. В практиці використовуються дефектоскопи, що працюють по тіньовому методу і методу віддзеркалення.

По тіньовому методу деталь 3 (рис. 3.5) поміщається між випромінювачем 2 і приймачем 5, які мають п'єзоелектричні пластини. В разі відсутності дефекту ультразвукові коливання передаються деталі, а від неї на п'єзоелектричну пластину приймача 5 і далі на індикатор 7 (стрілка відхиляється від нуля).

Якщо дефект знайдений, ультразвукові хвилі 4 не відбиваються і не потрапляють на п'єзоелектричну пластину приймача 5, внаслідок чого за дефектною ділянкою деталі утворюється звукова тінь і індикатор 7 дефектоскопа не дає показів.

Метод віддзеркалення полягає в тому, що імпульсний генератор 6 (рис. 3.6) збуджує п'єзоелемент 3. Досягнувши дна контрольованого виробу 1, ультразвукові коливання відбиваються від нього і повертаються до приймальної пластини 2, в якій виникає слабкий електричний струм. Отриманий сигнал підсилюється підсилювачем 4 і подається на електронно-променеву трубку 5. При пуску генератора 6 на екрані з'являється початковий імпульс у вигляді вертикального

піку, після чого настає пауза (генератор вимикається до подальшого імпульсу). При виявленні дефекту на екрані на відстані l_1 від першого імпульсу з'являється другий, який відбивається від дефекту, а в кінці розгортки на відстані l_2 - імпульс донного сигналу. Таким чином, відстань l_1 відповідає глибині залягання дефекту, а відстань l_2 - товщині виробу (в певному масштабі). В ремонтному виробництві і широко використовують дефектоскопи УЗД-10, УЗД-10М і ін.

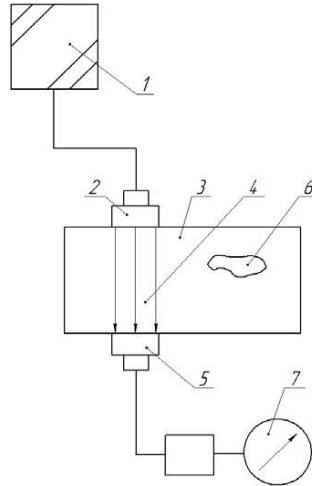


Рисунок 3.5 – Схема ультразвукового дефектоскопу, який працює по тіншовому методу: 1 – ультразвуковий генератор; 2 – випромінювач; 3 – деталь; 4 – ультразвукові хвилі; 5 – приймач; 6 – дефект; 7 – індикатор

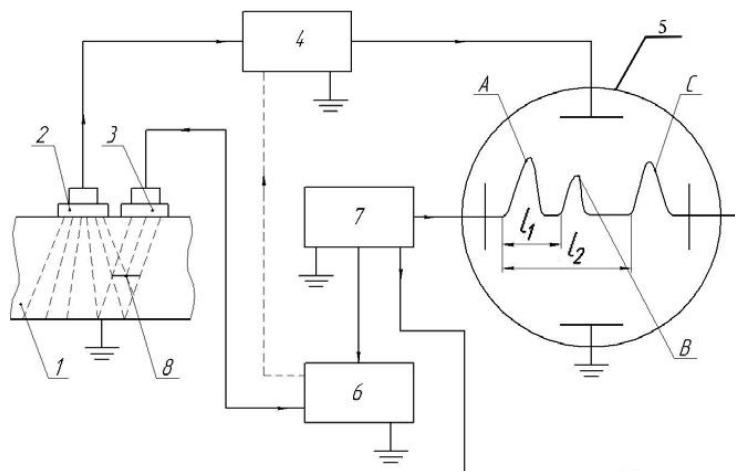


Рисунок 3.6 – Схема ультразвукового дефектоскопа, який працює по методу відбивання: 1 – деталь, що контролюється; 2 – приймальна пластина; 3 – елемент; 4 – підсилювач; 5 – електронно-променева трубка; 6 - генератор; 7 – генератор розгортки; 8 - дефект; А – початковий імпульс; В – відбитий імпульс; С – донний сигнал

Контроль прихованих дефектів гідравлічним і пневматичним методами.

Пневматичний методом виявляють пошкодження у радіаторі, головці блока, блоккартері та інших корпусних деталях двигуна. Повітря під тиском 0,05-0,1 МПа подають всередину об'єкта випробувань, який попередньо занурюють у ванну з

водою, і за наявністю бульбашок повітря, що виходять, визначають його справність.

Гідравлічним методом виявляють тріщини в блоках, головках блоків циліндрів двигунів і інших корпусних деталях. При гідравлічному випробуванні деталь встановлюють на універсальний стенд, всі технологічні отвори закривають заглушками, насосом закачують у внутрішню порожнину воду під тиском 0,5 МПа. Постійність тиску протягом 5 хв. Свідчить про відсутність тріщин. Пневматичним методом виявляють приховані тріщини в паливних баках, шинах, радіаторах і ін. У внутрішню порожнину деталі накачують повітря (0,1 МПа) і занурюють її у воду. Пухирці повітря вказують на наявність дефекту.

Вхідний контроль – це перевірка об'єктів ремонту, виробів і продукції, що надходять на підприємство для ремонту.

ТЕМА 4. ТЕХНОЛОГІЧНІ МЕТОДИ РЕМОНТУ ДЕТАЛЕЙ ДВИГУНА.

- 4.1. Загальні методи усунення дефектів зношених деталей спряжень.
- 4.2. Класифікація способів відновлення деталей двигуна.
- 4.3. Відновлення деталей механічною обробкою.
- 4.4. Обробка деталей під ремонтний розмір.
- 4.5. Постановка додаткових ремонтних деталей.
- 4.6. Відновлення різьбових поверхонь.
- 4.7. Відновлення деталей двигуна методом пластичного деформування.

4.1. Загальні методи усунення дефектів зношених деталей спряжень

Зношування поверхонь спряжених деталей призводить до порушень розмірних зв'язків між деталями спряження, механізму або вузла. Ці зв'язки виражаються основним рівнянням розмірного ланцюга:

$$A_{\Delta} = \sum_{i=1}^p A_{i_{зб}} - \sum_{i=1}^q A_{i_{зм}},$$

де A_{Δ} - замикаюча ланка;

$A_{i_{зб}}$ і $A_{i_{зм}}$ – складові, які відповідно збільшують і зменшують ланки розмірного ланцюга;

p і q – кількість збільшуваних і зменшуваних ланок.

У процесі роботи взаємопов'язаних деталей значення замикаючої ланки змінюється. Водночас її розмір є одним із параметрів, граничне значення якого визначає втрату працездатності спряження (механізму, вузла). Відновлення працездатності за рахунок відновлення початкового значення замикаючої ланки може бути досягнуто шляхом впливу на зміну розмірів складових ланок.

Разом з тим у випадку багатоланкових розмірних ланцюгів відновлення працездатності механізму (вузла) початково можливе за допомогою регулювальних операцій. Наприклад, регулювання зазору між клапаном і коромислом клапана газорозподільного механізму двигуна, між зубами конічних шестерень головної передачі заднього моста машини тощо.

Однак, оскільки у процесі зношування змінюються не тільки розміри, але й форми тертьових поверхонь, відновлення замикаючої ланки регулюванням обмежене значенням похибки форми деталей. У цьому випадку необхідні інші способи відновлення розмірних ланцюгів.

Розглянемо ці питання для триланкових розмірних ланцюгів, які входять до складу розмірних ланцюгів механізмів і вузлів. Рівняння таких ланцюгів подаємо у вигляді:

$$S = A - B,$$

де S – зазор (у деяких випадках натяг);

A – розмір отвору (охоплюючої поверхні, у тому числі, наприклад, шпонковий паз тощо);

B – розмір валу (охопленої поверхні, у тому числі, наприклад, шпонка тощо).

Зміна розмірів A і B через зношування призводить до зміни зазору S , тобто зміни характеру посадки. Відновити посадку можна зміною розмірів зношених деталей A_p і B_p до значень A_n і B_n певними способами ремонтних впливів за умови збереження рівності:

$$S = A_n - B_n = A_p - B_p,$$

де індекс «н» належить до нових незношених деталей нормального розміру, тобто розміру за робочим (основним) кресленням.

Із аналізу наведеної рівності можна встановити загальні методи відновлення посадки спряжених деталей (рис. 4.1), де зношування поверхонь віднесене до одного боку). На рис. 4.1 а зображена схема вихідного стану спряження, а на рис. 4.1 б - 4.1 д - після ремонтних впливів. Зношені поверхні позначені пунктиром.

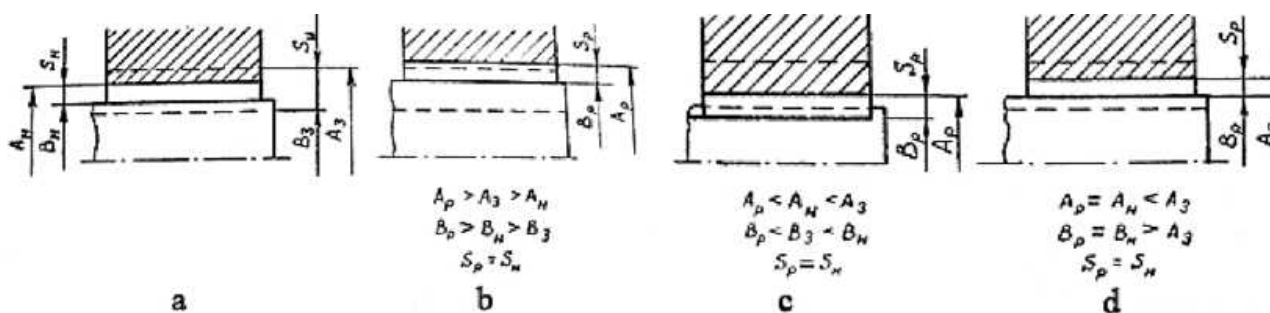


Рис. 4.1 – Схеми варіантів загальних методів відновлення

Відновлення посадки одночасним збільшенням (рис. 4.1 б) або зменшенням (рис. 4.1 с) розмірів отвору і валу. Ці варіанти дозволяють відновити посадку, але розміри отвору і валу відрізнятимуться від розмірів, передбачених для виготовлення цих деталей. Розміри, встановлені для ремонту або виготовлення нової деталі, які відрізняються від аналогічних розмірів деталі за робочим (основним) креслеником, називаються ремонтними розмірами. Їх поділяють на категорійні і підгінні. Категорійними називають ремонтні остаточні розміри деталей, встановлені для певних категорій ремонту, підгінними - ремонтні розміри деталей, встановлені із врахуванням припуску на пригонку деталі за місцем призначення.

Під час ремонту спряжень із відновленням тільки посадки використовують деталі ремонтного розміру, у разі застосування яких одна з них піддається механічній обробці у процесі ремонту, а друга (збільшеного розміру для валу і зменшеного розміру для отвору) випускається промисловістю у вигляді запасних частин. Деталь, яку механічно обробляють, коштує більше. Наприклад, відновлення спряження циліндр - поршень здійснюється механічною обробкою циліндра до ремонтного розміру, якому відповідає поршень ремонтного (збільшеного) розміру, що випускається промисловістю; зношені корінні і шатунні шийки колінчастого валу шліфуються і комплектуються із вкладишами ремонтного (зменшеного) розміру виробничого виготовлення.

Ремонтні розміри встановлюють виходячи із величини і характеру зношування поверхні. Таких розмірів для цієї деталі може бути декілька.

Однак застосування ремонтних розмірів має суттєвий недолік – порушується взаємозамінність деталей (зберігається тільки у межах одного ремонтного розміру). Крім того, збільшується номенклатура запасних частин і ускладнюється організація процесів комплектування і складання вузлів, зберігання деталей на складах. Незважаючи на ці недоліки, застосування стандартних ремонтних розмірів виправдовується певною економічною доцільністю.

Відновлення посадки за рахунок зміни розмірів до початкових із дотриманням взаємозамінності відновлених деталей з новими розв'язується, перш за все, за тим самим принципом, що й у випадку застосування деталей ремонтних розмірів, з тією різницею, що в одному випадку схема спряження виглядає так: оброблена деталь - зазор - нова деталь ремонтного розміру, а в другому - нарощена деталь - зазор - нова деталь стандартного розміру. Наприклад, зношене посадочне місце під підшипник кочення в картері коробки передач може бути відновлене місцевим залізненням із встановленням нового стандартного підшипника кочення.

Способів компенсації зношеного поверхневого шару багато і використовуються вони залежно від факторів, що впливають на інтенсивність зношування конкретного спряження, а також економічної доцільності способу. До останніх, належать різні види наплавлення і напилення, електролітичні, електрофізичні та інші види покриттів, встановлення додаткових деталей (наприклад, цілісних і скрутних втулок, приварювання металевої стрічки). Компенсація зношеного поверхневого шару наведеними способами – це частина технологічного процесу, після чого обов'язкова, зазвичай, розмірно-точна, а нерідко і зміцнювальна обробка.

Відновлення спряження до початкових розмірів можливе способами компенсації зношеного поверхневого шару не тільки до однієї, але й водночас – до двох деталей спряження.

Для всіх методів відновлення посадки спряжень точність замикаючої ланки повинна відповідати початковій. Оскільки допуск замикаючої ланки дорівнює сумі допусків складових ланок, то допуск на обробку валу і отвору має бути таким, як під час виготовленні нових деталей.

4.2. Класифікація способів відновлення деталей двигуна.

Основне завдання ремонтного підприємства – це зниження собівартості ремонту автомобілів і агрегатів при забезпеченні гарантії післяремонтного ресурсу.

Дослідження показали, що в середньому близько 20 % деталей – не відновлюваних, 25...40 % – придатних, а інші 40...55 % – можна відновлювати.

Технології відновлення деталей відносяться до розряду найбільш ресурсозберігаючих, тому що в порівнянні з виготовленням нових деталей скорочуються витрати на 70 %. Основним джерелом економії ресурсів є витрати на

матеріали. Середні витрати на матеріали при виготовленні деталей становлять 38 %, а при відновленні - 6,6 % від загальної собівартості. Для відновлення працездатності зношених деталей потрібно в 5...8 разів менше технологічних операцій у порівнянні з виготовленням нових деталей.

Незважаючи на рентабельність, трудомісткість відновлення деталей висока, на великих ремонтних підприємствах у середньому вона до 1,7 раз вища трудомісткості виготовлення однойменних деталей.

Дрібносерійний характер виробництва, використання універсального устаткування, часті його переналагодження, малі партії відновлюваних деталей затрудняють можливість значного зниження трудомісткості окремих операцій.

Основна кількість відмов деталей автомобілів викликана зношуванням робочих поверхонь - до 50 %, 17,1 % пов'язано з ушкодженнями і 7,8 % викликано тріщинами. Основне місце серед технологічних відмов автомобілів займає двигун - це до 43 % відмов.

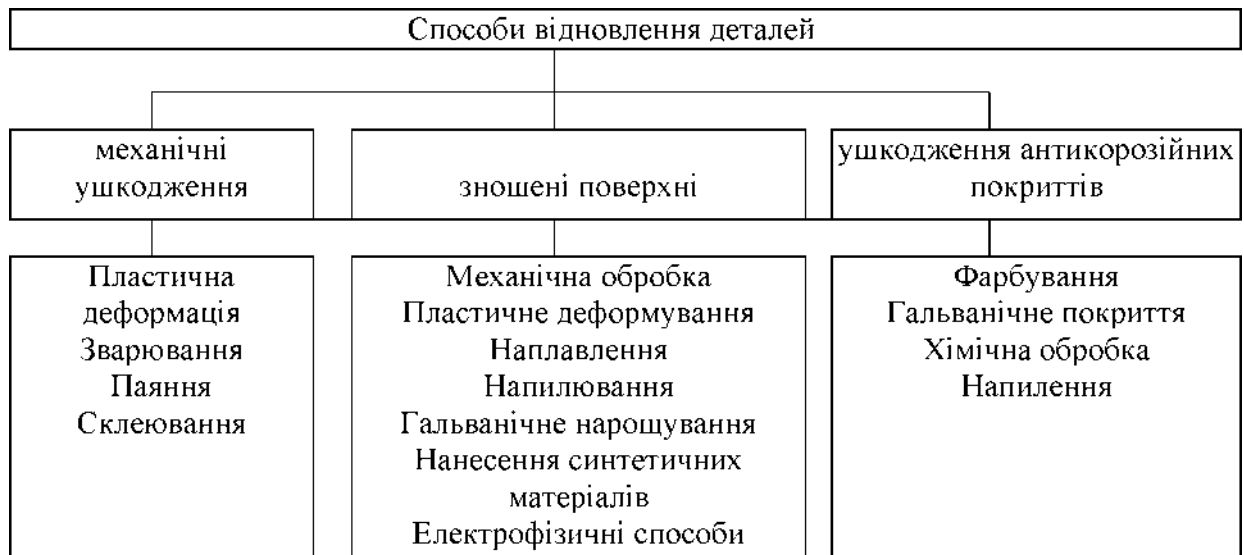


Рисунок 4.2 – Класифікація способів відновлення деталей

Залежно від характеру дефектів, що усуваються, усі способи відновлення деталей поділяються на три основні групи: відновлення деталей зі зношеними поверхнями, механічними ушкодженнями й з ушкодженнями антикорозійних покриттів.

Частка відновлюваних зовнішніх і внутрішніх циліндричних поверхонь становить 53,3 %, різьбових – 12,7 %, шліцьових – 10,4 %, зубчастих – 10,2 %, плоских – 6,5 %, інші – 6,9 %.

На рис. 4.2 наведена класифікація способів відновлення деталей в ремонтному виробництві й забезпечують необхідні експлуатаційні характеристики деталей.

4.3. Відновлення деталей машин механічною обробкою.

Відновлення деталей машин під ремонтні розміри, встановленням додаткової

деталі й відновленням цілісності деталі заміною зношеної частини новою виконують механічним обробленням.

Механічне оброблення широко застосовують при всіх інших способах відновлення деталей, однак тут вона обмежується підготовчими й кінцевими операціями, або тільки останніми, як це має місце при відновленні деталей способами пластичної деформації – осаджуванням і роздачею, або заливанням антифрикційними сплавами.

У процесі ремонту застосовують всі види механічного оброблення металів.

Однак механічне оброблення при ремонті деталей має свої особливості, на яких слід зупинитися детальніше.

Велика різновидність механічного оброблення при відносно невеликій чисельній програмі однотипних деталей приводить до необхідності вести роботу невеликими партіями на універсальному устаткуванні, що надає виробництву дрібносерійний і лише за деякими деталями великосерійний характер. Виключення щодо устаткування становить кілька типів спеціальних верстатів з ремонту циліндрів, колінчатих і кулачкових валів, підшипників і деяких інших деталей.

У результаті ремонту деталей повинні бути відновлені не тільки геометрична форма й розміри, але й взаємне розташування основних і допоміжних баз, з дотриманням технічних умов.

Хоча технологічні бази деталей, встановлені у процесі їхнього виготовлення, здебільшого зберігаються, але все ж в багатьох випадках вони є зношеними, а іноді й зовсім відсутніми. При базуванні деталей на зношені поверхні похибка базування зростає, що часто не дозволяє витримувати необхідну точність оброблення й допуски взаємного розміщення. Це може мати місце при всіх видах встановлення деталей при механічному обробленні.

При ремонті автомобілів використовують не тільки деталі з початковими розмірами, але й деталі із допустимим зношенням, причому величину допустимого зношення призначають, виходячи з умов розширення тієї, або іншої посадки спряження, а зовсім не з врахуванням недоліків базування й можливого відхилення при заданій точності оброблення. Використання деталей з допустимим зношенням розширює початкові посадки спряжень за рахунок збільшення допусків деталей, що спряжуються. Базування деталей на поверхні із допустимим зношенням, тобто на поверхні з розширеними допусками на їх розміри, викликає підвищення похибок базування й зниження точності оброблення.

В авторемонтному виробництві доводиться вести механічне оброблення деталей, не тільки виготовлених з різних металів, але й відновлених різними способами: електролітичним покриттям хромом, металізацією й наплавленням різними матеріалами. Відомо, що в процесі металізації й наплавлення деталей металом, навіть однорідним з основним, відбувається зміна структури й фізико-механічних властивостей металу покриттів. Так, при металізації покриття отримують підвищеної твердості, з більшим числом пор і оксидів, а при ручному

електродуговому наплавленні, крім таких дефектів шва, як рихлість і окислення, відбувається ще й зміна механічних властивостей наплавленого металу – твердості, пластичності та ін.

Навіть при обробленні зношених деталей під ремонтні розміри доводиться знімати деформовані шари металу, іноді зі значним наклепом. При механічному обробленню деяких термічно оброблених деталей досить часто є необхідним зберегти їхню термічну оброблення.

Прагнення уникнути повторної термічного оброблення через ускладнення технологічного процесу, або конструктивних особливостей деталей, а іноді й відсутності відповідного устаткування призводить до необхідності знімати значні шари стружки з деталей, що мають високу твердість. Це особливо часто трапляється при обробленні деталей під ремонтний розмір.

У зв'язку з необхідністю вести механічну оброблення при ремонті деталей з переривчастим січенням стружки, з ударами, різанням по кірці наплавлених шарів, а також загартованих деталей і деталей зі значним наклепом великого значення набуває застосування твердосплавного інструмента. Так при обточуванні наплавлених і загартованих поверхонь доцільно застосовувати різці із пластинками твердого сплаву Т5К10 і Т15К6.

Поряд із цим варто використовувати ріжучий інструмент відповідної геометрії, а також і обґрунтовані режими різання. Це особливо необхідно при токарній обробленні деталей, відновлених ручним електродуговим наплавленням і металізацією, де припуски на оброблення особливо значні, а оброблюваність нанесеного металу є заниженою.

За дослідженнями О.А. Лукіна, при чорновому й чистовому точінні наплавленого металу електродами ОЗН-300 найкращі результати показали різці із пластинками твердого сплаву Т15К6, що мають передній кут $\gamma = -15^\circ$, задній $\alpha = 12^\circ$ при чорновому точінні й $\gamma = -10^\circ$ і $\alpha = 12^\circ$ при чистовому.

Швидкість різання наплавленого металу визначають за формулами:

- для чорнового точіння:

$$V = \frac{1422}{T \cdot \frac{1,04 \cdot S^{0,18}}{t^{0,05}} \cdot S^{0,27} \cdot t^{0,42}}, \text{ м/хв.};$$

- для чистового точіння:

$$V = \frac{685}{T \cdot \frac{0,83 \cdot S^{0,18}}{t^{0,07}} \cdot S^{0,34} \cdot t^{0,36}}, \text{ м/хв.};$$

де T – стійкість різця, хв.;

s - подача, мм/об;

t - глибина різання, мм.

Швидкості різання при чистовому точінні наплавленого металу електродами ОЗК-300 при однакових умовах різання становлять 20-30 % від швидкостей різання, які застосовують при точінні нормалізованої сталі 45.

Ще більше зниження швидкостей різання порівняно з нормалізованою сталлю 45 отримують при обробленні металізаційних покриттів. Найвищі показники дають різці, оснащені пластинками твердого сплаву Т15К6 з кутами $\gamma = -5^\circ$ і $X = 12^\circ$ для чорного точіння й $\gamma = 5^\circ$ і $\alpha = 12^\circ$ для чистового.

Швидкість різання може бути визначена із залежностей:

- для чорного точіння:

$$V = \frac{430}{T \cdot \frac{1,4 \cdot S^{0,31}}{t^{0,01}} \cdot S^{0,25} \cdot t^{0,36}}, \text{ м/хв.};$$

- для чистового точіння:

$$V = \frac{358}{T \cdot \frac{0,7 \cdot S^{0,17}}{t^{0,09}} \cdot S^{0,11} \cdot t^{0,28}}, \text{ м/хв.}$$

Велике значення має й вибір режимів механічного оброблення для якості деталей, відновлених хромуванням. При недотриманні необхідних режимів змінюються фізико-механічні властивості осаду хрому, відбувається зниження мікротвердості й збільшення пористості. Крім того, застосування невідповідних режимів шліфування є причиною виникнення тріщин в основному металі під шаром хрому. Шліфувальні тріщини під шаром хрому, що виникають тільки на загартованих сталях, є концентраторами напружень і особливо небезпечні в деталях, що працюють при знакозмінних навантаженнях. Для найменшої зміни властивостей покриття, шліфування відновлених деталей необхідно здійснювати шліфувальним кругом електрокорунд, зернистістю 60-120, твердістю М1-М3 при таких режимах: поперечна подача 0,002-0,005 мм/хв. хід стола, поздовжня подача 2-10 мм/об. деталі, колова швидкість шліфувального круга 30-35 м/с., а деталі 15-25 м/хв. (0,25-0,42 м/с), розхід охолоджувальної рідини 20-30 л/хв.

Шліфування деталей, що виключає утворення шліфувальних тріщин, рекомендують виконувати шліфувальним кругом електрокорунд, зернистістю 60-80, твердістю СМ1, С1 при таких режимах: поперечна подача 0,005-0,015 мм/хв. хід стола, поздовжня подача 2-10 мм/об. деталі, колова швидкість шліфувального круга 20-25 м/с. і деталі не менш 10 м/хв. (0,2 м/с), розхід охолоджувальної рідини не менш 10 л/хв.

Необхідно також зазначити, що питання теоретичного обґрунтування припусків і режимів механічного оброблення деталей, відновлюваних металопокриттям, все ще залишаються недостатньо розробленими, незважаючи на їхню актуальність для ремонтного виробництва.

4.4. Відновлення деталей машин під ремонтний розмір.

При цьому способі ремонту відновлюють правильність геометричної форми й чистоти поверхні деталей без збереження початкових, тобто номінальних розмірів. За допомогою механічного оброблення зношений поверхневий шар деталі видаляють і деталь одержує новий розмір - ремонтний, більший, або менший від номінального. У зв'язку з тим, що механічним обробленням номінальні розміри змінюються в сторону зношення (у тіло деталі), тому використовувати в якості спряжень нові деталі з номінальними розмірами не можна. Спряжені деталі повинні також мати також нові ремонтні розміри відповідно до відновлюваної поверхні основної деталі. Це досягається встановленням при складанні спряжень нових запасних деталей, що відповідають ремонтним розмірам, і випускаються промисловістю або отримують відновленням деталі з наданням їй розміру стосовно до ремонтних розмірів основної спряженої деталі.

У зв'язку із цим в авторемонтному виробництві застосовують два види ремонтних розмірів: стандартні, заздалегідь установлені, та вільні не регламентовані.

Стандартні ремонтні розміри широко використовують для таких деталей, як поршні, поршневі кільця, поршневі пальці, штовхачі, тонкостінні вкладиші. Зазначені деталі ремонтних розмірів випускаються автопромисловістю й заводами з виробництва запасних частин і широко використовуються ремонтними підприємствами.

Стосовно до стандартних ремонтних розмірів перерахованих деталей ремонтні підприємства здійснюють відновлення спряжених деталей: циліндрів блоку, колінчатих валів, направляючих отворів під штовхачі й т.п.

Крім зазначених деталей, технічними умовами на ремонт передбачають заздалегідь регламентовані ремонтні розміри по ряду інших деталей, наприклад, кулачкових валів (шийки) і їхніх втулок, клапанів і їх напрямних, шкворнів й інших деталей.

Перевага стандартних ремонтних розмірів перед вільними полягає в тому, що вони дозволяють заздалегідь мати деталі готовими й здійснювати ремонт методом взаємозамінності, що значно скорочує тривалість ремонту.

При обробленні деталей під стандартні ремонтні розміри доводиться знімати не тільки дефектний поверхневий шар металу, що утворився у результаті зношування, і відновлювати геометричну форму деталі, але й продовжувати виконувати механічне оброблення, поки не буде досягнутий ремонтний розмір деталі.

При нестандартних ремонтних розмірах оброблення здійснюють до отримання правильної геометричної форми й чистоти робочої поверхні деталей. Залежно від характеру й величини свого зношення деталі можуть одержати різні розміри. Спряжені деталі підганяють до відновленої, тобто до вільного розміру деталі. Таким чином, складання спряжень із вільними ремонтними розмірами пов'язана з

методом припасування й застосовують в дрібносерійному й індивідуальному ремонтному виробництві. При вільних ремонтних розмірах заздалегідь виготовити деталі з остаточними розмірами не можна. Вони можуть бути виготовлені в напівобробленому вигляді, як напівфабрикат, із залишенням припуску на остаточне їх припасування по місцю.

Величина нового ремонтного розміру, який надають деталі при ремонті, залежить від величини її зношення й припуску на оброблення. Величину зношення встановлюють вимірюванням деталі відповідним інструментом. Припуск на оброблення призначають з урахуванням характеру оброблення, типу устаткування, розміру й матеріалу деталі. Задаючи припуск на оброблення, слід мати на увазі величину спотворення геометричної форми деталі, її овальність і конусність. Припуск повинен сприяти одержанню правильної геометричної форми зношеної деталі після механічного оброблення, без наявності слідів зношення на її робочій поверхні. Не видалені з поверхні деталі риси, подряпини й мікроскопічні тріщини можуть стати причинами втомного руйнування деталі.

Значення ремонтних розмірів для шийки вала визначають за формулами:

$$d_{p1} = d_n - 2(i + a);$$

$$d_{p2} = d_{p1} - 2(i + a) = d_n - 4(i + a);$$

$$d_{pn} = d_{pn-1} - 2(i + a) = d_n - 2n(i + a).$$

де d_{p1} , d_{p2} , d_{pn} – ремонтні розміри діаметра шийки вала;

i – величину зношення шийки вала на сторону;

a – припуск на оброблення на сторону.

Наведені формули для визначення ремонтних розмірів справедливі для випадку рівномірного зношування вала й збереження його осі. За тих самих умов і нерівномірному зношуванні достовірність формул зберігається, тільки величину і зношення шийки вала на сторону треба брати за максимальним зношенням.

Останній ремонтний розмір d_{pn} обумовлюють гранично допустимим діаметром шийки, подальше зменшення якої не допускається. Гранично допустимі розміри окремих деталей визначаються міцністю деталі, глибиною цементованого чи загартованого шару, або розміром спряженої деталі.

Так, наприклад, гранично допустимий розмір циліндра визначають міцністю його стінки, гранично допустимий розмір шийки колінчастого вала – збільшення питомого тиску на шийку (міцність вала), зниженням товщини поверхнево загартованого шару, а отже, і твердості, а також погіршенням роботи підшипника через збільшену товщину бабітового шару. Для цементованих деталей необхідно враховувати зношення й глибину цементованого шару й т.п.

Кількість ремонтних розмірів деталі визначають за залежністю:

$$n = \frac{d_n - d_{pn}}{\omega}.$$

Тут різниця номінального й граничного діаметрів $d_n - d_{pn}$ виражає зменшення діаметра шийки вала без порушення його міцності за всі ремонти. Зменшення діаметра шийки за один ремонт у результаті зношування й припуску на оброблення виражають через ω й називають ремонтним інтервалом:

$$\omega = 2(i + a).$$

Аналогічно визначають ремонтні розміри для отворів, тільки у формулі для них замість знаків мінус буде плюс, а кількість ремонтних розмірів буде:

$$n = \frac{D_{\max} - d_n}{\omega},$$

де D_{\max} – максимально допустимий діаметр отвору.

Вибір способу оброблення деталей під ремонтні розміри залежить від матеріалу й термічного оброблення деталі, величини зношення, припуску на оброблення й наявності верстатного обладнання.

При ремонті деталей способом ремонтних розмірів доводиться знімати в більшості випадків невеликі припуски, тобто вести різання при невеликій глибині й малих січеннях стружки. Тому операції механічного оброблення під ремонтний розмір є чистовими (фінішними). Зносостійкість деталей відновлених даним способом, залежить переважно від чистоти поверхні після механічного оброблення. Тому при виборі інструмента, режимів різання, чистоти поверхні й послідовності операцій технологічного процесу необхідно враховувати ці обставини.

У більшості випадків геометрія різального інструменту й режими оброблення тут залишаються тими ж, що й при відповідних чистових операціях звичайної механічного оброблення. Вибір шліфувальних кругів і режимів шліфування здійснюють за цими ж правилами, що й у машинобудівному виробництві при виготовлення нових деталей.

Для шліфування сталевих деталей вибирають корундові шліфувальні круги, а для деталей з чавунів і кольорових металів – карборундові. При вищій твердості деталей і більших її діаметральних розмірах застосовують м'якші шліфувальні круги і навпаки.

Оброблення деталі під ремонтний розмір необхідно вести наприкінці технологічного процесу після слюсарних й інших операцій. Це особливо необхідно, коли деталь необхідно піддати іншим операціям ремонту, наприклад правленню, відновленню різей, заварюванню тріщин і т.п. Оброблення деталей під ремонтний розмір наприкінці операцій технологічного процесу дозволяє усунути такі можливі деформації деталі, як невеликий прогин або короблення й попередити остаточно оброблені поверхні від можливих пошкоджень.

Відновлення деталей під ремонтний розмір є широко розповсюдженим і загальнодоступним способом та найдешевшим порівняно з іншими способами. Однак спосіб ремонтних розмірів має й істотні недоліки. Основним недоліком є порушення взаємозамінності деталей, що зберігається лише в межах одного стандартного ремонтного розміру.

При наявності великої кількості ремонтних розмірів контроль та сортування деталей при дефектації ускладнюється, тому що необхідно мати великий набір гранично-вимірних інструментів. Складання вузлів і агрегатів у відомій мірі також ускладнюється, тому що необхідно попереднє комплектування деталей. Складські запаси деталей неминуче збільшуються, особливо в авторемонтних підприємствах з великою номенклатурою виробів чи повнокомплектних автомобілів.

Для впорядкування розмірності деталей, які випускає промисловістю з ремонтними розмірами, необхідна їхня стандартизація за окремими класами (марками) машин і механізмів. Це доцільно за такими деталями як поршні, поршневі пальці, тонкостінні вкладиші та ін.

4.5. Відновлення спряжень способом встановлення додаткових деталей.

Відновлення зношених поверхонь деталей встановленням додаткових деталей, що компенсують зношення, досить широко застосовують при відновленні деталей під ремонтний розмір і особливо під номінальний. Цим способом відновлюють циліндри блоків, що пройшли останній ремонтний розмір, гнізда клапанів, посадочні отвори під підшипники кочення в картерах коробок передач, задніх мостів, маточинах, отвори зі зношеною різьбою та ін.

До цього ж способу відносять й відновлення зношених робочих площин деталей з використанням (залежно від конструкції деталі) планок або накладок у вигляді різної форми шайб, причому встановлення планок і шайб в одних випадках виконують із кріпленням їх до деталей за допомогою зварювання або потайних гвинтів, або встановленням упорних шайб при складанні. Прикладом може служити торцювання шліфуванням сферичної поверхні сателітів і встановлення при складанні упорних шайб, або фрезерування зношених торців бобишок з отворами під шкворні в передніх осях вантажних автомобілів та ін.

Оброблення зношених отворів деталей під втулки виконують різними способами, найчастіше розточуванням з наступним шліфуванням, або без нього, розсвердлюванням і розвертуванням отворів, або тільки розсвердлюванням, як наприклад, при відновленні різей. Шийки валів, термічно оброблених на невисоку твердість, піддають зазвичай обточуванню й наступному шліфуванню, у деяких випадках тільки обточуванню. Деякі підприємства відновлюють даним способом і деталі з високою поверхневою твердістю, наприклад шийки, хрестовини диференціалів, шийки первинного вала коробки передач під підшипники маховика й ін. Однак доцільніше деталі з високою поверхневою твердістю спочатку піддавати місцевому або загальному відпалу, обточуванню й шліфуванню з обов'язковою наступною термічною обробкою. Такий спосіб є дорогим і недостатньо ефективним через швидке ослаблення натягу, прокручування втулок. Забезпечити більший натяг не завжди можливо через невелику товщину втулок. Тому для зазначених деталей з високою поверхневою твердістю варто застосовувати інші способи відновлення, наприклад електроімпульсне

наплавлення. Зношені плоскі поверхні деталей обробляють різними способами механічного оброблення, враховуючи призначення деталі.

Вибір матеріалу для додаткових деталей (втулок) треба проводити із врахуванням матеріалу відновлювальних деталей. Виключенням є ремонт посадкових поверхонь у чавунних деталях (картерах коробок передач і задніх мостів, ступить коліс і т.п.), для яких виготовлення додаткових втулок допускається не тільки з чавуну, але й зі сталі (зазвичай сталі 20).

Робоча поверхня втулок повинна відповідати тим же технічним умовам відносно твердості та шорсткості що й робоча поверхня відновлюваної деталі. У зв'язку із цим, у разі необхідності, втулки повинні піддаватися відповідному термічному обробленню.

Спосіб кріплення додаткової деталі (втулки) найчастіше виконують за рахунок посадок з гарантованим натягом. В окремих випадках при застосуванні перехідних посадок можуть бути використані додаткові кріплення зварюванням у декількох точках, або по всьому січенні на торці, штопорними гвинтами або шпильками. Використання штопорних гвинтів як додаткового кріплення широко застосовують при встановленні втулок в процесі відновлення різьбових отворів.

Кріплення накладок і планок виконують гвинтами, заклепками або за допомогою зварювання по контуру. Кріплення планок і накладок за допомогою зварювання широко застосовують при ремонті рам.

Спосіб відновлення відповідальних деталей (блоки циліндрів, картери коробок передач і задніх мостів, маточини передніх і задніх коліс, корпуси масляних і водяних насосів й ін.) встановленням додаткових деталей може бути якісним при умові дотримання технологічного процесу в частині вибору матеріалу втулки (а де необхідно, її термо оброблення), чистоти поверхонь деталей, що спряжуються, і робочої поверхні втулки після остаточного механічного оброблення й величини натягу. У практиці ремонтного виробництва є чимало прикладів, коли з причини неправильно вибраної величини натягу втулки часто повертаються й виходять із ладу, при недостатній величині натягу, або стають непридатними обидві деталі навіть у процесі запресовування внаслідок надмірно великого натягу. Неякісний матеріал втулки, а також відсутність необхідного термічного оброблення приводить також до швидкої появи дефектів.

Відомо, що дійсний натяг завжди менший табличного (стандартного) для даної посадки, а фактична поверхня контакту спряжених деталей менше геометричної внаслідок наявності виступів і впадин на поверхні деталей після механічного оброблення. Звідси випливає, що для надійної посадки втулок в отворах або на шийках валів необхідно обробляти контактуючі поверхні деталі і втулки з малою шорсткістю, а величину нерівностей враховувати при розрахунку дійсного натягу. Дослідженнями доведено, що з підвищенням чистоти поверхонь коефіцієнт тертя збільшується, що у свою чергу, позитивно позначається на міцності пресових з'єднань. Однак прагнути до отримання чистоти поверхонь

вище 8-10-го класів нема необхідності, тому що більш гладкі поверхні переваг у міцності спряжень не дають. Найдоцільніше оброблення деталі й втулки вести за допусками пресових посадок 2-го і в окремих випадках 3-го класу точності.

Величину розрахункового (дійсного) натягу можна визначити за формулою, або шляхом віднімання від табличного натягу посадки d_t деякої умовної величини i , що враховує згладжування нерівностей в процесі запресовування:

$$d = d_t - i,$$

де $i \sim 1,2 (h_1 + h_2)$;

h_1 і h_2 - найбільші величини нерівностей спряжених поверхонь деталей, які наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Найбільша глибина нерівностей при різноманітних видах обробки

Вид обробки		Величина h , мкм
Точіння	чорнове	16-40
	напівчистове	6-16
	чистове	2,5-6
Свердління	середнє + одноразове розгортання	10-25
	чистове + одноразове розгортання	6-10
	чистове + дворазове розгортання	2,5-6
Шліфування	обдирочне	16-40
	напівчистове	6-16
	тонке	1,0-2,5
Протягування (зі згладжуванням)		2-4

При запресовуванні втулок без нагрівання, або охолодження деталей доцільно поверхню втулки змазати машинним маслом, що запобігає заїданню поверхні й полегшує запресовування.

Оскільки контроль міцності посадки втулки в отвір, або на шийку (цапфу) тієї чи іншої деталі звичайними засобами здійснити не можна, доцільно для відповідальних спряжень перевірку здійснюють за зусиллям запресовування, яке є єдиним критерієм міцності.

Зусилля запресовування P_n визначають за формулою:

$$P_n = f_n \cdot p \cdot \pi \cdot d \cdot l, \text{ кГ(Н)},$$

де f_n – коефіцієнт тертя при запресовуванні;

p – напруження стиску на контактній поверхні, кГ/мм^2 (Н/мм^2);

d – діаметр спряжених поверхонь деталей, мм (м);

l – довжина ділянки спряження, мм (м).

Контроль зусилля запресовування можна здійснювати за тиском масла в гідросистемі, що вимірюється манометром.

При запресовуванні втулок відбувається їх деформація. При напресуванні на вал збільшується зовнішній діаметр втулки, а при запресовуванні втулки в отвір зменшується внутрішній її діаметр. Це повинно бути враховано при призначенні

припуску на остаточне оброблення робочої поверхні втулок після їхнього запресовування.

У випадку напресування втулки на вал збільшення її зовнішнього діаметра визначають за формулою:

$$\delta_2 = \frac{2 \cdot p \cdot d^2 \cdot d_2 \cdot 10^3}{E_2 \cdot (d_2^2 - d^2)}, \text{ мк},$$

де d_2 – зовнішній діаметр втулки, мм;

d – внутрішній діаметр втулки, мм.

При запресовуванні втулки в отвір зменшення її внутрішнього діаметра становить:

$$\delta_1 = \frac{2 \cdot p \cdot d^2 \cdot d_1 \cdot 10^3}{E_1 \cdot (d^2 - d_1^2)}, \text{ мк},$$

де d – зовнішній діаметр втулки, мм;

d_1 – внутрішній діаметр втулки, мм.

У тих випадках, коли деталі спряження працюють із великими навантаженнями, або виготовлені з матеріалів, що мають різні коефіцієнти лінійного розширення, і спряження піддається дії високих температур, або коли посадка повинна бути з великим натягом, доцільно запресовування втулок виконувати з нагріванням охоплюючої деталі, або охолодженням охоплюваної.

Нагрівання деталей при запресовуванні втулок варто виконувати й при невеликих натягах для полегшення запресовування й підвищення міцності спряження. Міцність посадок з нагріванням при тих самих умовах у три рази більша міцності пресових посадок у холодному стані, а середня величина натягу - у два рази, завдяки тому, що нерівності поверхонь деталей при гарячій посадці не настільки згладжуються, як при холодній.

Посадка з підігрівом при способі відновлення спряження встановленням додаткових деталей доцільно для гільз циліндрів, для насадки вінця маховика при його ремонті або заміні вінців шестірень коробка передач при їхньому ремонті, при монтажі підшипників кочення й ін.

При посадці з нагріванням необхідно знати температуру, до якої потрібно нагріти охоплювану деталь, або остудити охоплювану.

Температура нагрівання охоплюючої або охолодження охоплюваної деталі визначають із залежності:

$$t = \frac{\delta \cdot 10^{-3}}{a \cdot d},$$

де δ – максимальна величина натягу посадки в спряженні, мк;

a – коефіцієнт розширення (стискання) при нагріванні (охолодженні), береться згідно табличних даних;

d – діаметр спряження, мм;

t – температура нагрівання або охолодження, °С.

Отримане значення t при нагріванні необхідно збільшити, а при охолодженні зменшити на 20–30 % з урахуванням зміни температури в процесі перенесення й встановлення втулки на деталь.

При запресовуванні втулок важливу роль відіграють конструктивна форма крайових поверхонь спряжених поверхонь деталей і умови запресовування.

Форма крайових поверхонь впливає на зусилля запресовування й появу задирів, а способи запресовування – на перекося й деформації деталі, яку запресовують.

Для полегшення центрування втулки при запресовуванні, а також для уникнення задирів крайки її отвору, або крайки за зовнішнім діаметром, дивлячись на те чи запресовують втулку на шийку вала, або в отвір деталі, вона повинна мати фаску під кутом $30\text{--}45^\circ$ ($0,525\text{--}0,787$ рад).

У довгих втулок (гільз, циліндрів) нижній західний кінець у тих же цілях роблять конусним.

При відновленні зношеної поверхні вала встановленням втулки діаметр його зазвичай зменшують проточуванням. У цьому випадку фаску роблять на торці вала з кутом $10\text{--}16^\circ$ ($0,175\text{--}0,28$ рад), якщо це допустимо конструкцією.

Надання торцю вала закруглення, або фаски з більшим кутом несприятливо позначається на зусиллі запресовування й центруванні.

Запресовування на пресі треба виконувати обережно, спочатку повільно, з невеликим зусиллям, а при ручному запресовуванні робити легкі удари молотком. В обох випадках необхідно уникати перекося.

Спосіб відновлення циліндричних і різьбових отворів встановленням додаткових деталей є цілком надійним і загальнодоступним. Однак цей спосіб має й свої недоліки:

1) напресування втулки на вал викликає зниження втомної міцності вала, що особливо важливо для деталей, що працюють при знакозмінних навантаженнях;

2) спосіб є дорогим, тому що доводиться не тільки попередньо обробляти зношену поверхню деталі, але й виготовляти додаткові деталі (втулки), які після запресовування необхідно знову піддавати чистовому обробленню.

4.6. Відновлення різьбових поверхонь.

Один зі способів відновлення зношеної або ушкодженої різьби - це установка різьбової спіральної вставки. Ці вставки збільшують надійність нарізних сполучень деталей, особливо виготовлених з алюмінію й чавуну. Спіральні вставки виготовляють із корозійностійкого дроту ромбічного січення у вигляді пружної спіралі (рис. 4.2).

Технологічний процес відновлення різьбової поверхні включає:

- розсвердлювання отвору із застосуванням накладного кондуктора й зняття фаски ($1\times 45^\circ$). Зсув осей отворів не більш 0,15 мм, перекося осей отворів не більш 0,15 мм на довжині 100 мм;

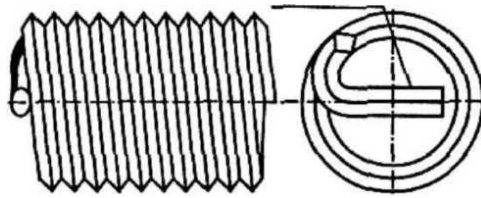


Рисунок 4.2- Різьбова спіральна вставка

- нарізання різьби в отворі деталі (швидкість різання 4...5 м/хв., частота обертання 60...80 хв⁻¹);
- установка різьбової вставки в деталь: установити різьбову вставку в монтажний інструмент; увести стержень інструмента в різьбову вставку так, щоб її технологічний повідець увійшов у паз нижнього кінця стрижня; загорнути вставку в отвір наконечника інструмента, а потім за допомогою інструмента в різьбовий отвір деталі вийняти інструмент і вилучити технологічний повідець різьбової вставки;
- контроль якості відновлення різьби за допомогою «прохідного» і «непрохідного» калібру або контрольного болта. При контролі різьбова вставка не повинна вивертатися разом з калібром (контрольним болтом). Прохідний калібр не повинен відхилитися більш ніж на 0,5 мм у будь-яку сторону. Непрохідний різьбовий калібр відповідного розміру не повинен ввертатися у встановлену в деталь вставку.

4.7. Відновлення деталей машин методом пластичного деформування.

Відновлення деталей методом пластичного деформування засноване на використанні пластичних властивостей металу. Під пластичністю металів розуміють їх здатність, при певних умовах, під дією навантаження приймати залишкові (пластичні) деформації без порушення цілісності.

Пластичну деформацію при відновленні деталей здійснюють різними способами: правленням, роздачею, осаджуванням (обтисненням).

Правлення деталей, які відновлюють, повертають правильну геометричну форму, а роздачею і осаджуванням з подальшим механічним обробленням – початкові розміри. Правлення деталей при їх відновленні виконують без підігріву та з попереднім нагріванням.

Правленню піддають балки передніх осей вантажних автомобілів, деталі рамних конструкцій (лонжерони, поперечини, кутники тощо), шатуни, карданні вали, кермові тяги і т. п.

Роздачею відновлюють труби півосей, чашки сателітів, в окремих випадках - поршневі пальці та інші деталі.

Осадка деталей застосовують для різних втулок, іноді клапанів і т. п.

Оброблення тиском викликає не тільки зміну форми і розмірів деталей, але й впливає на їхні механічні властивості та структуру металу.

Для того щоб зрозуміти які явища відбуваються в металі деталей у процесі їх відновлення способом тиску, зупинимося на основних поняттях механізму пластичної деформації.

Пластична деформація виникає при напруженні вище границі пружності. Нижче границі пружності пластичної деформації нема. На відміну від пружної деформації пластична деформація не пропорційна зростанню напруження, що викликається підвищенням діючого навантаження, а збільшується швидше, ніж зростають внутрішні напруження.

Опір металу малим пластичним деформаціям характеризується напруженнями, при яких залишкова деформація при розтягуванні досягає 0,2 %. Це напруження умовно називають межею текучості.

При пластичній деформації відбувається переміщення однієї частини кристала відносно іншої по площинах найлегшого зсуву. В результаті таких зміщень розташування атомів в кристалічній решітці змінюється, відбувається спотворення кристалічної решітки, причому цілісність кристала не порушується. Крім зсувів, пластична деформація може відбуватися шляхом подвійного копіювання, при якому зміщена частина кристала займає симетричне розташування відносно його основної частини.

Зміцнення металу в результаті холодного пластичного деформування називають наклепом, або загартуванням. У результаті наклепу механічні властивості металу, межа текучості, межа міцності й твердості підвищуються, а пластичність металу знижується.

Зміни механічних властивостей і структури металу в результаті холодної оброблення не є стійкими. Пластична деформація деталі в холодному стані, що викликає утворення зсувів та спотворення кристалічної структури, призводить метал у нестійкий структурний стан. З цієї причини метал прагне до стійкішого структурного стану.

При нагріванні наклепаного металу до невисоких температур 200-300 °C (для заліза) відбувається відновлення спотвореної кристалічної ґратки. Міцність і твердість наклепаного металу при цьому частково знижуються, а пластичність підвищується. Характер структури металу при такому невеликому нагріванні не змінюється. Описані явища часткового відновлення механічних властивостей металу без зміни його структури називають поверненням, або «відпуском». При нагріванні до вищої температури рухливість атомів збільшується і починається процес відновлення структури з утворенням нових зерен замість деформованих.

Процес зміни структури металу в результаті його нагрівання після холодної пластичної деформації називають рекристалізацією.

Мінімальною температурою рекристалізації (поріг рекристалізації) буде така температура, при якій помітне різке зниження твердості (до початкового значення - до моменту наклепу) і зростання пластичності.

ТЕМА 5. ДЕФЕКТУВАННЯ ТА РЕМОНТ БЛОКА КАРТЕРА ДВИГУНА.

- 5.1. Особливості конструкції і перевірка технічного стану блоку циліндрів.
- 5.2. Матеріал деталей та основні дефекти.
- 5.3. Відновлення блоків циліндрів.
- 5.4. Ремонт блоків з тріщинами.
- 5.5. Відновлення різьбових отворів.
- 5.6. Відновлення корінних опор блока.

5.1. Особливості конструкції і перевірка технічного стану блоку циліндрів.

Блок циліндрів двигуна відливається з чавуну або алюмінієвих сплавів, складає одне ціле з циліндрами. Висока жорсткість блоку забезпечується тим, що площина прилягання картера блоку з масляним картером розташована нижче осі колінчастого валу на 53 мм. Відстані між осями першого другого, третього – четвертого циліндрів рівні 81 мм, а між другим і третім 86 мм і між ними по всій висоті циліндрів виконані протоки для охолоджуючої рідини, завдяки чому забезпечується інтенсивне відведення тепла, поліпшується охолодження поршнів і поршневих кілець, знижується температура моторного масла і зменшується деформація блоку від нерівномірного нагріву.

Передній оброблений торець блоку має:

- зліва - кронштейн для кріплення підвіски двигуна;
- справа – у верхній частині розвинутий прилив для водяного насоса.

Безпосередньо до нижньої частини переднього торця блоку кріпиться масляний насос з манжетою для ущільнення передньої шкарпетки колінчастого валу.

Зліва в передній частині блоку виконаний прилив для кріплення масляного фільтру, в задній частині блоку з різьбленням для датчика тиску масла.

Справа на блоці в передній частині розташовані приливи з різьбовими отворами для кріплення кронштейна і натяжної планки генератора, блоку з різьбленням для пробки зливу охолоджуючої рідини, нижче в середній частині прилив з отвором для трубки масло вимірювального щупа.

Задня частина блоку має розвинуті кронштейни і отвори для кріплення картера зчеплення, який фіксується щодо блоку двома настановними втулками, що входять в крайні бічні отвори і кріпиться до нього трьома болтами і однією шпилькою.

Безпосередньо до обробленого торця задньої частини блоку прикручений утримувач з манжетою, що ущільнює фланець колінчастого валу.

В нижній частині блоку циліндрів виконано п'ять опор для вкладишів корінних підшипників колінчастого валу. Кришки корінних підшипників обробляють остаточно під вкладиші спільно з блоком і тому вони невзаємозамінні.

Для забезпечення їх правильного розташування при збірці необхідно врахувати, що на них нанесені мітки відповідних опор.

Кришка підшипника з боку маховика мітки не має. Кожна кришка кріпиться двома болтами. В блоці і кришках корінних підшипників виконані кільцеві канавки для підведення масла до корінних вкладишів. Рахунок опор підшипників і відповідних їм кришок і номерів циліндрів ведеться від переднього торця блоку циліндрів.

По периметру нижньої частини блоку йде оброблений фланець, до якого болтами прикріплений литий масляний картер (піддон). Герметизація внутрішньої порожнини блоку в місцях стику передньої і задньої кришок і масляного картера здійснюється прокладками.

Залежно від фактичного діаметра циліндра, отриманого в процесі його доведення, для більш точного забезпечення оптимальної величини зазору між циліндрами і поршнями (0,05...0,07 мм) циліндри по діаметру діляться на п'ять розмірних груп А, Б, В, Г, Д через 0,01 мм. При виготовленні нового двигуна поршні нормального діаметра підбирають до відповідних циліндрів по групах. Групи позначені буквами в середині верхньої частини блоку з лівого боку.

В процесі експлуатації блок циліндрів вимагає періодичної перевірки затягування болтів і гайок, спостереження за герметичністю в ущільненнях манжетів колінчастого валу і з'єднаннях.

Перевірка технічного стану і ремонт блоку циліндрів двигуна. Блок циліндрів є базовою деталлю двигуна і звичайно вимагає ремонту при зносі дзеркала циліндрів.

Після повного розбирання двигуна ретельно промийте блок циліндрів, звернувши особливу увагу на промивку масляних каналів.

Для цього занурите блок на 20 хв у ванну, що містить содовий розчин, нагрітий до температури 75...85 °С.

Потім струменем того ж розчину під тиском промийте блок циліндрів для усунення засмічення внутрішніх масляних каналів.

Для якісного очищення водяної сорочки і масляних каналів при ремонті блоку циліндрів вийміть, а потім знов встановіть заглушки, змазавши їх водостійким герметиком (заглушки краще встановлювати спеціальним пристосуванням).

Ретельно продуйте і просушіть весь блок циліндрів стислим повітрям, особливо систему масляних каналів.

Після цього огляньте блок і проведіть обміри посадочних місць під вкладиші корінних підшипників.

Не співвісність опор корінних підшипників допускається не більше 0,02 мм

Не співвісність можна перевірити пристосуванням встановивши корені вкладиші і затягнувши болти кришок.

Перевірити площину прилягання блоку циліндрів з головкою. Відхилення площинності не повинно бути більше 0,14 мм.

Перевірка проводиться на перевірочній плиті або за допомогою лінійки і щупа.

При відхиленні площини блоку циліндрів з головкою більше 0,14 мм потрібно шабрити або пошліфувати площину.

Шліфування і шабрення допускається при деформації не більше 0,14 мм. При більшій деформації, наявності в опорах, а також в інших місцях блоку тріщин, що проходять через масляні канали, блок замінити.

При необхідності заміни блоку циліндрів в запасні частини поставляється блок циліндрів в зборі з номінальними розмірами циліндрів.

Блок придатний без ремонту за наявності наступних дефектів (які не впливають на якість ремонту):

а) облому кромки гнізд корінних підшипників площею 1,0 см², не захоплюючих площини стику з кришкою підшипника;

б) тріщин на площині прилягання головки блоку, що виходять з отворів водяної сорочки, завдовжки до 8 мм;

в) облому кромки гнізд підшипників, захоплюючих менше 5 мм від краю і менше 10 мм по колу;

г) облому на фланці кріплення нижнього картера, генератора, масляного насоса, на фланцях переднього і заднього торців блоку шириною до 6 мм і завдовжки до 20 мм;

д) облому кромки отворів під направляючі втулки клапанів і отворів під штовхані, захоплюючих до 6 мм по висоті і до 1/3 по колу.

е) облому нижньої кромки циліндрів, захоплюючих до 10 мм по висоті.

Блок підлягає відновленню за наявності таких дефектів:

а) пробоїн на водяній сорочці і картері площею до 50 см² і кількістю не більше двох;

б) облому на фланцях кріплення масляного насоса, масло наливної труби, масляного фільтру, генератора більше 20 см завдовжки і 5 мм завширшки;

в) облому на фланцях кріплення картера, маховика і кришки розподільних шестерень площею до 5 см², захоплюючих не більше одного отвору;

г) тріщин в циліндрах, що не доходять до верхньої і нижньої кромки більш ніж на 30 мм;

д) тріщин на водяній сорочці не більше двох, сумарною довжиною для чотирициліндрових блоків до 100 мм, а для шестициліндрових – до 200 мм;

е) тріщин на картері не більше двох, сумарною довжиною для чотирициліндрових блоків до 100 мм, а для шестициліндрових – до 200 мм;

ж) тріщин на фланці кріплення картера маховика і кришках розподільних шестерень і водяного насоса не більше двох, сумарною довжиною до 60 мм;

з) тріщин на фланці кріплення нижнього картера не більше двох, сумарною довжиною до 100 мм;

и) облому бобишок різьбових отворів під болти, захоплюючих до 2/3 отворів;

й) глибоких задирок на стінках циліндрів, що не виводяться розточуванням на ремонтні розміри;

к) глибоких раковин на поверхні клапанного сідла, що не виводяться фрезеруванням або шліфуванням при зниженні від поверхні блока по шаблону більше 1,5 мм.

Блок циліндрів не підлягає обробці при наявності таких дефектів:

а) пробоїн на стінках циліндрів;

б) пробоїн на водяній сорочці і картері загальною площею більше 150 см².

в) тріщин на водяній сорочці і картері в кількості більше чотирьох і завдовжки більше 100 мм кожна;

г) тріщини, що проходить через гніздо клапана і сорочку в площині прилягання головки;

д) тріщини, що проходить через гніздо під втулки розподільчого валу;

е) тріщин в площині кріплення нижнього картера в кількості більше трьох і завдовжки більше 100 мм кожна або обломів фланця більше 120 мм завдовжки і 10 мм шириною;

ж) тріщини, що проходить через площину кріплення картера зчеплення (картера маховика) або кришки розподільчих шестерень, загальною довжиною більше 10 мм;

з) тріщини, що проходять в циліндрі блоку на відстані 15 мм і менш до верхнього або нижнього краю будь-якого циліндра;

и) тріщини будь-якого розміру, що проходить через зону кутів блоку водяної сорочки;

й) облomu кромek отворів під направляючі втулки клапанів, захоплюючих більш 1/3 довжини кола і висотою більше 2 мм;

к) облomu нижнього краю циліндра більше 100 мм по висоті і площею більше 15 см.

5.2. Матеріал деталей та основні дефекти.

Розглянемо для прикладу конструкцію та дефекти блоку циліндрів ЯМЗ-238.

Блок циліндрів ЯМЗ-238 відлитий з низьколегованого сірого чавуну. Служить основою для монтажу всіх деталей і вузлів двигуна. Блок V – подібний з кутом розвалу 90°. Правий ряд циліндрів зміщений щодо лівого вперед на 35 мм, що обумовлене установкою на кожну шатунову шийку колінчастого валу двох шатунів. Кожне циліндрове гніздо має два співвісні циліндрові отвори, виконаних у верхній і нижній плитах блоку, по яких центрується гільза циліндра, у верхній плиті є кільцева проточка під бурт гільзи. У розвалі блоку є чотири опорні майданчики з кріпильними отворами для установки паливного насоса високого тиску. На передньому торці блоку знаходиться гніздо для підшипників приводу паливного насоса. У приливах (бобишках) на стінках блоку є складна система масляних каналів, для підведення мастила до підшипників розподільного і

колінчастого валів, а так само до масляного фільтру і рідинний – масляному теплообміннику. Стінки водяної сорочки утворюють замкнутий силовий пояс навколо кожного циліндрового гнізда і разом з додатковими ребрами зв'язують верхню і нижню плити циліндрової частини блоку, забезпечуючи конструкції необхідну жорсткість. У поперечних стінках картерів блоку розташовано п'ять гнізд з вкладишами під корінні шийки колінчастого валу і п'ять розточувань з бронзовими втулками, в яких обертається розподільний вал. Кришки корінних опор кріпляться до блоку двома вертикальними і двома горизонтальними болтами. Завдяки чому досягається висока жорсткість блоку в зоні колінчастого валу. Обробка гнізд під колінчастий вал проводиться в зборі з кришками, тому кришки корінних опор не взаємозамінні.

Оглядом блоку циліндрів переконуються у відсутності в нім тріщин, пробоїн і руйнування кавітації нижніх посадочних поясів циліндрів, в наявності всіх кришок корінних опор колінчастого валу і в задовільному стані поверхонь під вкладиші підшипників колінчастого валу. Руйнування кавітації нижніх поясів циліндрів у вигляді грубої шорсткості і неглибоких виїмок, що розповсюдилися не нижче 205 мм від привалочної площини під головку циліндрів, допустимо — блоки циліндрів вважаються придатними. Якщо на блоці циліндрів відсутня хоч би одна кришка підшипника колінчастого валу, блок до подальшого використання непридатний. Подряпини на поверхні слід виправляти запаюванням їх припоєм ПОС-40 з подальшою ретельною зачисткою.

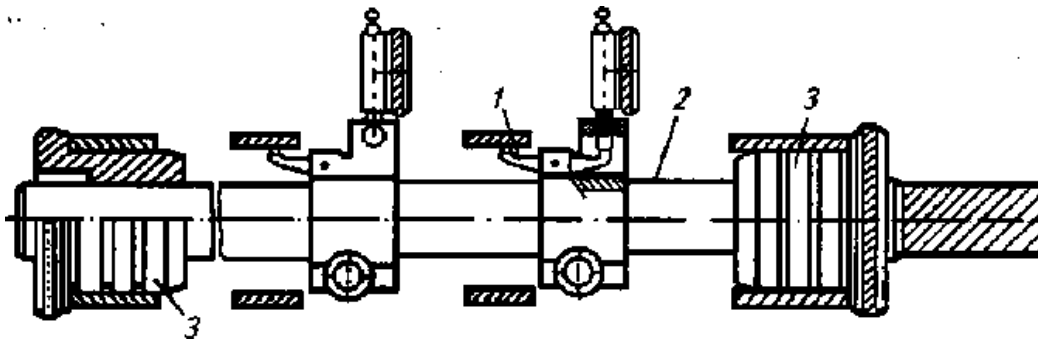


Рисунок 5.1 – Пристосування для контролю гнізда корінних підшипників:
1 – важіль; 2 – качалка; 3 – втулка.

За відсутності перерахованих дефектів блок циліндрів перевіряють на герметичність водяних порожнин (при встановлених гільзах з гумовими кільцями) і водяних каналів під тиском 4 кгс/см протягом 2–3 хв. і масляних каналів під тиском 12 кгс/см² протягом 2–3 хв.

Перед опресовуванням масляні канали прочищають сталевими йоржами і промивають.

Після опресовування перевіряють стан і геометричні розміри поверхонь під вкладиші підшипників колінчастого валу і у втулках розподільного валу. Діаметр поверхонь під вкладиші підшипників колінчастого валу – в межах 115,99–116,03

мм за умови, що середнє арифметичне діаметрів в двох взаємно перпендикулярних площинах знаходиться в межах 116,00–116,021 мм. Неспіввісність слід перевіряти качалкою діаметром 115,98^{+0,01} мм, яка повинна вільно проходити через всі гнізда під корінні підшипники колінчастого валу.

Принцип дії його полягає в тому, що качалка 2 за допомогою втулок 3 фіксується в гніздах вкладишів корінних підшипників. На качалці розташовується (попередньо при введенні в гнізда) індикатори для контролю кожного отвору. Важіль 1 індикаторних пристроїв вводять у вимірюваний отвір, встановлюють на нуль і закріплюють на качалці. При обертанні качалки відхилення стрілок індикаторів покажуть подвоєне відхилення від співвісної кожного отвору

Перевірку діаметрів і не співвісність поверхонь під вкладиші підшипників колінчастого валу проводять після затягування болтів кріплення кришок корінних підшипників колінчастого валу (момент 30–32 кгс·м). Якщо діаметр або не співвісність поверхонь більше допустимих величин, необхідно зняти всі кришки опор колінчастого валу, прошліфувати їх опорні поверхні А до розміру 119⁰⁷ мм від нижньої площини кришки, забезпечивши паралельність між поверхнями в межах 0,05 мм, встановити кришки на свої місця в блоці і затягнути їх болтами. Порядок затягування: спочатку затягують середні болти (момент затягування 20–25 кгс·м), потім крайні (той же момент); далі по черзі затягують динамометричним ключем середні і крайні болти (момент 30–32 кгс·м).

Після цього гнізда під вкладиші підшипників колінчастого валу розточують до діаметру 116^{+0,021} мм, забезпечивши чистоту поверхонь і не співвісність окремих гнізд не більше 0,0125 мм.

Відстань між осями гнізд під підшипники колінчастого валу і отворів під втулки розподільного валу повинна бути рівне 167,608±0,06 мм.

Таблиця 5.1 – Карта дефектації блока циліндрів ЯМЗ-238.

№ п/п	Дефект	Засіб контролю	Розмір по кресленню	Допустимий без ремонту	Висновок
1	2	3	4	5	6
1	Пробоїни або облом	Огляд	-	-	Бракувати
2	Тріщини	Огляд	-	-	Бракувати
3	Зриви різьблення під болти кріплення кришок	Огляд	-	-	Бракувати
4	Сколи поверхонь упору вусиків вкладишів к/в	Огляд	-	-	Бракувати
	Руйнування нижніх поясів під гільзи у вигляді неглибоких виїмок, що поширилися нижче 205 мм від поверхні площини з головками циліндрів	Огляд. Лінійка 300 ГОСТ 427-75	-	-	Постановка ремонтної втулки

Продовження таблиці 5.1.

1	2	3	4	5	6
6	Порушення герметичності водяних порожнин	Випробування на герметичність тиском 0,35-0,4 МПа	-	-	Бракувати
7	Порушення герметичності масляних порожнин	Випробування на герметичність тиском 1,1-1,2 МПа	-	-	Бракувати
8	Деформація або знос верхніх посадочних отворів під гільзи	Нутромір 100-160 ГОСТ 9244-75. Пробка 153 ^(-0,02) ГОСТ 2015-69	$\varnothing 153^{+0,04}$	$\geq 152,98$ $\leq 153,06$	Бракувати
9	Деформація або знос нижніх посадочних отворів під гільзи	Нутромір 100-160 ГОСТ 9244-75. Пробка 153(-0,02) ГОСТ 2015-69.	$\varnothing 151^{+0,04}$	$\geq 150,98$ $\leq 151,06$	Бракувати
10	Знос торцевих поверхонь під верхні бурти гільз	Шаблон 12,06	$12^{\pm 0,035}$	12,06	Поставити прокладки
11	Деформація або знос отворів під вкладиші корінних підшипників	Нутромір 100-160 ГОСТ 9244-75	$\varnothing 116^{+0,021}$	$\geq 115,99$ $\leq 116,03$	Відновлення
12	Неспіввісність отворів під вкладиші корінних підшипників	Перевірка качалкою $\varnothing 115,98^{+0,01}$	-	-	Бракувати
13	Знос отвору під великий підшипник валу веденої шестерні приводу ТНВД	Пробка 62,06 ГОСТ 2015-69	$\varnothing 62^{+0,03}$	62,06	Поставити втулку
14	Знос отвору під малий підшипник валу веденої шестерні приводу ТНВД	Пробка 52,04 ГОСТ 2015-69	$\varnothing 52^{+0,03}$	52,04	Поставити втулку
15	Ослаблення посадки втулок розподільного валу	Перевірка посадки від руки	-	-	Замінити втулки
16	Знос отворів під втулки розподільчого валу: - номінального розміру - 1 ремонтного розміру - 2 ремонтного розміру	Нутромір 50-100 ГОСТ 9244-75	$\varnothing 68^{+0,03}$ $\varnothing 68,5^{+0,03}$ $\varnothing 69^{+0,03}$	68,05 68,55 69,05	Обробити до ремонтного розміру

Продовження таблиці 5.1.

1	2	3	4	5	6
17	Знос отворів втулок розподільного валу: - номінальний розмір - 1-й рем. розмір - 2-й рем. розмір - 3-й рем. розмір - 4-й рем. розмір - 5-й рем. розмір - 6-й рем. розмір	Нутромір 50-100 ГОСТ 9244-75	$\varnothing 54^{+0,03}$ $\varnothing 53,8^{+0,03}$ $\varnothing 53,6^{+0,03}$ $\varnothing 53,4^{+0,03}$ $\varnothing 53,2^{+0,03}$ $\varnothing 53^{+0,03}$ $\varnothing 52,8^{+0,03}$	54,05 53,85 53,65 53,45 53,25 53,05 52,85	Замінити втулки
18	Ослаблення посадки шпильок кріплення головки блоку	Перевірка посадки від руки	-	-	Нарізати різьблення рем. розміру М18+ і поставити ступінчасті шпильки
19	Зрив різьблення на шпильках під гайки кріплення головок циліндрів	Огляд, контроль деталлю, що сполучається	М16Х1,5-6g	-	Замінити шпильки
20	Знос отворів втулок під осі штовхачів	Нутромір 18-50 ГОСТ 9244-75	Пробка 22 ($^{+0,030}$ $^{-0,008}$)	22,06	Замінити втулки

5.3. Відновлення блоків.

Основні дефекти блоків – тріщини, викривлення, знос базових отворів та різьб. Для блоків характерний знос посадочних поверхонь під корінні підшипники і кавітаційний знос посадочних місць під гільзи. Аналіз робіт, присвячених дослідженням зносу блоків і їх головок, показав, що виникаюча в процесі експлуатації деформація приводить до порушення заданої геометрії раніше, ніж знос. Рекомендуються багато способів усунення дефектів цих деталей (рис. 5.2).

Найперспективніші при відновленні отворів – розкочування і електроконтактне приварювання металевої стрічки (для опор корінних підшипників), постановку металевих кілець на епоксидному клеї (для посадочних місць під гільзи), при усуненні тріщин – фігурні вставки і заварку холодним способом, при відновленні кріпильних різьб – різьбові пружинні вставки. На рис. 5.2 представлені основні дефекти блоків і головок блоків циліндрів і способи їх усунення.

5.4. Ремонт блоків з тріщинами.

При виявленні дефектів в блок-картері, наприклад, тріщини, злами, викришування, роблять висновок про подальше використання даного блок-картера. Якщо дефекти дуже значні, то його вибраковують. З економічних міркувань блок-

картер інколи відновлюють. При відновленні даних дефектів використовують декілька способів, наприклад, раковини насвердлюють тонким свердлом наскрізні отвори для запобігання розвивання тріщин. Інколи присутня дія – знімання фаски.

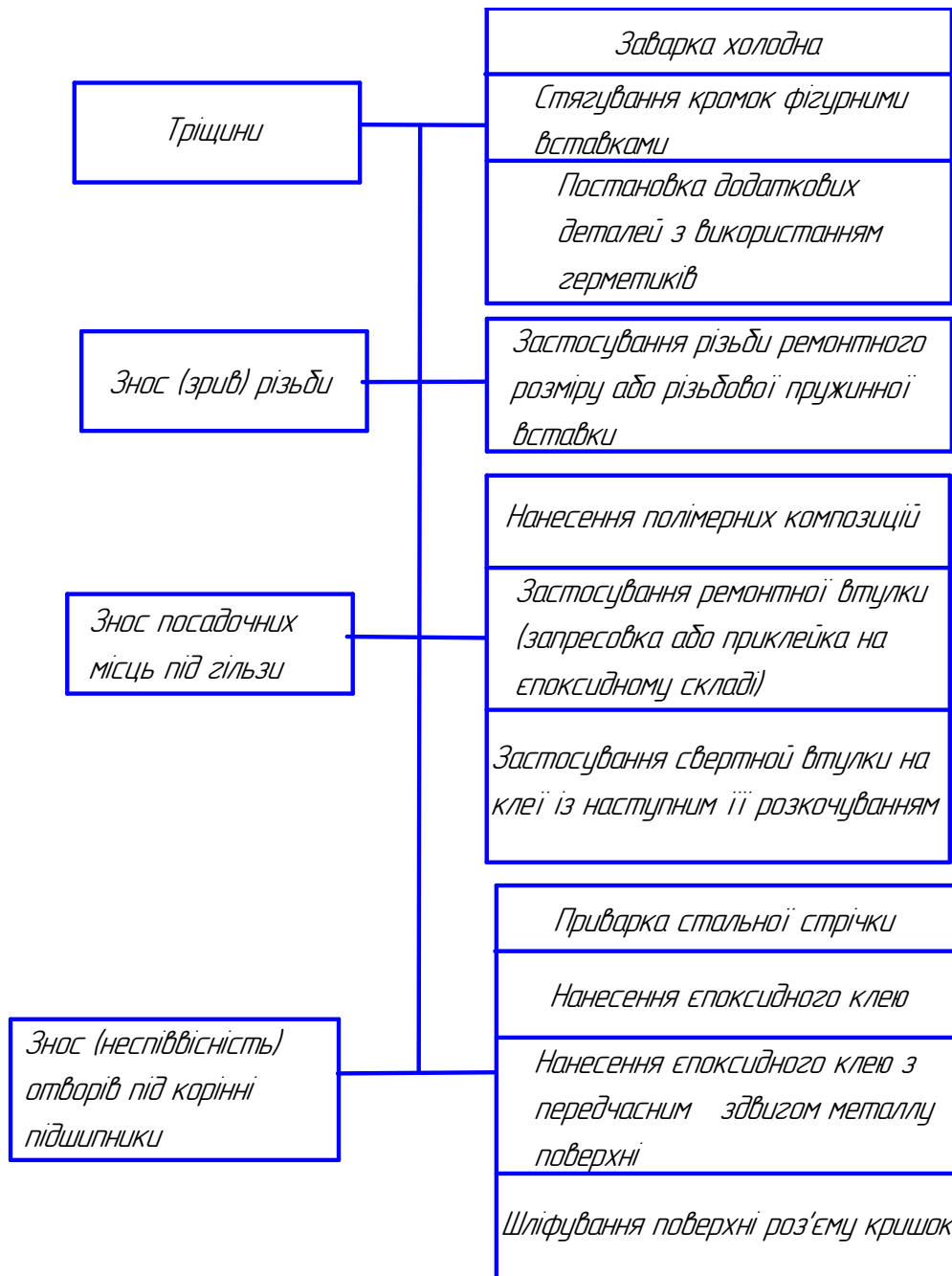


Рисунок 5.2 – Класифікація основних дефектів блоків циліндрів і способи їх усунення

В більшості випадків при відновленні даних дефектів використовують заварювання. Зазвичай блок-картер двигуна виготовляють з чавуну. Зварювання чавуна без підігріву вживається ширше, ніж зварювання чавуна з підігрівом виробу. Основні види зварювання чавуна без підігріву: ручне дугове зварювання покритими електродами, порошковим і самозахисним дротом і вертикальним зварюванням із примусовим формуванням металу шва.

Закладення дрібних волосяних тріщин за допомогою кислоти (тимчасово).

Послідовність операцій:

- 1) очистити місце тріщини до блиску металу;
- 2) зробити глиняний вал навколо тріщини;
- 3) залити тріщину соляною кислотою; через 1–2 год. кислоту видалити;
- 4) ретельно промити метал теплою водою; при цьому тріщина затягується іржею, що відкладається, і теча охолоджуючої рідини припиняється.

Закладення тріщин мастикою (тимчасово).

Мастикою тимчасово закладають невеликі тріщини:

- 1) по кінцях тріщини, щоб попередити її подальше розповсюдження, свердлом 4–5 мм просвердлити отвори;
- 2) в просвердлених отворах нарізувати різьблення і укрутити мідні стрижні з таким же різьбленням;
- 3) зачистити тріщини до блиску металу і обезжирити содовою водою;
- 4) на тріщину нанести шар мастики, дати їй сохнути 1–2 години, а потім зачистити.

Штифтовка тріщин (застосовується при значній ширині тріщин).

1) визначити форму і величину тріщини на сорочці блоку, користуючись одним з двох способів:

а) місце тріщини протерти кінцями, змоченими в гасі, потім досуха витерти чистими кінцями і покрити крейдою, через 1–2 години гас виступить з тріщин по крейді чітко позначивши всю тріщину;

б) сорочку охолодження блоку двигуна піддати випробуванню підкисленою водою під тиском 3–4 кГ/см², при цьому тріщини забарвлюються в жовтий колір;

2) просвердлити отвори свердлом 4–5 мм по кінцях тріщини, а потім по всій її довжині на відстані 7–8 мм одне від іншого;

3) в отворах нарізувати різьблення і загорнути в них стрижні з червоної міді на глибину стінки блоку;

4) кінці стрижнів обрізувати ножівкою так щоб вони виступали над поверхнею на 1,5–2 мм;

5) просвердлити отвори між поставленими стрижнями так, щоб вони перекривали загорнені стрижні на 1/4 їх діаметра;

б) нарізувати різьблення і в нарізані отворі укрутити стрижні і обрізувати;

7) легкими ударами молотка кінці стрижнів розкарбувати і вирівняти напилком; випробувати водою під тиском 2–3 кГ/см².

Накладення латок на пробоїни або пересічні тріщини.

Латки накладають на гвинтах і заклепках:

1) зачистити місце, що підлягає ремонту;

2) засвердлити кінці тріщини, щоб вони не розповсюджувалися далі;

3) з м'якої листової сталі або латуні завтовшки 1,5–2 мм вирізати латку і таку ж прокладку з листового свинцю 2,5–3 мм з таким розрахунком, щоб вони закривали цілком пробоїну, або тріщину і виходили за її краї на 15–20 мм;

4) латці і прокладці надати форму виступів і западин ремонтowanego місця, щоб вони їх щільно облягли в латці, прокладці і блоці просвердлити отвори 4,8 мм на відстані 8–10 мм від країв і не більше 20 мм між центрами;

5) зняти латку з прокладкою і в отворах, просвердлених в блоці, нарізувати різьблення мітчиком М6×1,5 мм, а отвори, в латці і прокладці розсвердлити по діаметру гвинтів, потім роздати їх під потайну головку гвинта;

6) місце латки і прокладку помазати суриком, потім латку поставити на місце і поступово затягнути її гвинтами;

7) закарбувати кромки латки, після цього блок випробувати водою під тиском 2–3 кг/см².

Заварка тріщин електродуговим зварюванням.

1) свердлом 4–5 мм просвердлити отвори по кінцях тріщини, щоб при зварці вона не розповсюджувалася далі;

2) по всій довжині тріщини зробити канавку з скосом стінок під кутом 45–90 °С на глибину 2/3 товщини стінки блоку;

3) зварювальною електродугою заварити тріщину залізо-мідним електродом (мідний електрод, обгорнутий жерстю), при довжині тріщини більше 100 мм заварку ведуть з перервами щоб уникнути викривлення і появи нових тріщин;

4) місце заварки зачистити наждачним кругом, потім блок піддати випробуванню водою.

Закладення пробоїн приварюванням латки електродуговою зваркою.

1) латку виготовити з м'якої сталі такої ж товщини, що і пробита стінка, при цьому форма латки повинне точно відповідати формі пробоїни, а розміри є повинні бути менше, щоб між краями латки і пробоїни був просвіт 1,5–2 мм;

2) латку вставити і приварити в двох місцях мідним електродом, обгорнутим жерстю, а потім заварити окремі ділянки (без підігріву блоку);

3) зварювальний шов зачистити і випробувати блок водою під тиском 0,2–0,3 МПа.

Заварка тріщин гарячою зваркою.

1) по кінцях тріщини просвердлити отвори свердлом 4–5 мм;

2) зробити канавку по всій довжині тріщини із зносом стінок під кутом 45–90 на глибину 2/3 товщини стінки блоку;

3) в термічній печі або горні блок поволі нагрівати до 600–750 °С потім помістити його в деко з розжареним вугіллям і закрити листовим азбестом, залишивши відкритим тільки місце заварки;

4) тріщину заварити чавунним електродом так, щоб наплавлений шов був заввишки 2–3 мм;

5) повільно охолодити блок (разом з піччю) на протязі 8–10 годин. Шов який утворився після заварки зачистити напилком або наждачним кругом;

б) випробувати блок водою під тиском 2–3 кг/см² на протязі 5–6 хв.

Заварювання сталевими електродами з застосуванням шпильок.

Заварювання комбінується з механічним посиленням зони сплавки укрупчуванням у тіло виробу сталевих шпильок, що зв'язують метал шва й основний метал, розвантажуючи тендітний загартований прошарок у зоні.

При зламі виробу з товщиною стінки до 12 мм шпильки можуть увертатися без оброблення крайок. При товщині більш 12 мм місце зламу підготовляється з обробленням. Діаметр шпильок залежить від товщини виробу, що зварюється: при товщині до 12 мм діаметр шпильки повинний бути не більш 6 мм; діаметр шпильок більш 16 мм і менш 3 мм не рекомендується. Діаметр шпильок звичайно дорівнює 0,15-0,2 товщини деталі.

Кількість шпильок, який потрібно поставити на одну сторону тріщини, залежить від якості чавуна, навантаження, що несе деталь, довжини тріщини й ін. Максимальна кількість шпильок по їхній площі не повинне перевищувати 0,25 площі зламу деталі.

Висота шпильок над поверхнею дорівнює 0,5-1 діаметра шпильки, але не більш 5–6 мм; глибина укрупчування – 1,5 діаметра шпильки.

Покриті електроди будь-якої марки, що забезпечують м'який наплавлений метал, беруть діаметром не більш 3–4 мм, струм – 100–120 А. Знижений струм забезпечує малу глибину розплавлення чавуна і мінімальне нагрівання виробу, що зменшує відбілювання і запобігає появі тріщин.

Процес заварювання. Спочатку кільцевими швами обварюються укрупчені шпильки. Обварку потрібно робити врозкид, для того щоб одержати по можливості більш рівномірне нагрівання металу деталі. Потім заплавляють ділянки між обвареними шпильками, причому заварка також ведеться окремими валиками. Довжина кожного валика не повинна перевищувати 100 мм. Другий шар валиків наноситься перпендикулярно напрямку валиків першого шару. Після нанесення наплавлення на кожну сторону поверхні крайок переходять до заварки оброблення і тріщини. В останньому випадку діаметр електродів можна прийняти 4 мм і зварювальний струм 120-140 А.

Для прискорення заварки тріщини у виробі товщиною більш 10 мм вводять додаткові сталеві зв'язки. Зв'язки і проміжки між ними проварюються не цілком. Зверху вся поверхня звареного з'єднання покривається сталевим наплавленим металом. Зварювання сталевими електродами з застосуванням шпильок можуть виконуватися в будь-якій просторовому положенні без демонтажу всього чавунного виробу.

Порошкові і самозахисні дроти для зварювання чавунів без підігріву. До складу шихти порошкового дроту марок ППАНЧ-1 і ППАНЧ-2 уведені графіт, феросиліцій, феромарганець, феротитан, алюміній і залізо. Діаметр дроту 3 мм.

Самозахисним дротом на нікелевій основі марки ПАНЧ-11 (дріт Академії наук, для чавуна, модель 11) можна виконувати зварювання деталей з чавуна сірого, ковкого і високоміцного в сполученні зі сталевими деталями і виконувати ремонтні роботи при відновленні тонкостінних деталей, що особливо працюють під тиском. Діаметр дроту 1,2 мм, зварювальний струм 100-140 А, напруга дуги. 14-18 В, швидкість зварювання 10-15 см/хв.

Зварювання чавуна без підігріву покритими електродами. Застосовуються електроди мідно-сталеві на мідному дроті марки ОЗЧ-2 (дослідний завод, для чавунів, модель друга), метало нікелеві марки ОЗЖН-1, мідно-нікелеві марки МНЧ-2, електроди на дроті Св-08 марки ЦЧ-4 і ін., якими користаються в основному в ремонтних роботах по зваренню різних дефектів на оброблюваних, оброблених і необроблюваних поверхнях.

Пайка чавуна.

Пайка являє собою процес з'єднання деталей нагріванням до температури плавлення припою, що заповнює зазор між з'єднаннями деталями. Основний метал при пайці не плавиться. У якості припоїв використовують спеціальні чавунні матеріали (НЧ-2, УНЧ-2), латунні припої (ЛОК59-1-03, ЛОМНА), легкоплавкі олов'яно-свинцеві припої (ПОС30, ПОС40) та ін.

5.5. Відновлення різьбових отворів.

Також один із дефектів, який часто використовується – зриви різьби. Для її відновленні використовують декілька способів:

- метод поглиблення різьби – свердлом висвердлюють різьбовий отвір на більшу глибину, з послідуочим нарізанням її;
- метод різьбової вставки – розточується різьбовий отвір і вставляють різьбову вставку;
- перенарізання різьби більшого діаметру;
- заварювання і нарізання нової різьби.

Відновлення зірваної різьби допускається способом заварки і свердлення нового отвору, для цього:

а) отвір, що підлягає ремонту, заварити газо- або електрозварюванням так, щоб наплавлений метал був вищим за тіло блоку на 2–3 мм;

б) наждачним жорном зняти вибілений шар наплавленого металу і запилити у рівень з тілом блоку;

в) накрентити центр отвору, просвердлити і нарізати різьблення номінального розміру.

При коробленні площини прилягання з головкою блоку проводять фрезерування не нижче регламентного розміру. В подальшому проводять напилення. Одним із видів є газотермічне напилення.

Газотермічним називається найбільш універсальний спосіб нанесення покриттів на поверхні деталей, які мають різну форму. Він являє собою процес

нанесення покриття за допомогою високотемпературного кисті струменю, в якому присутні частинки порошку або краплі розплавленого матеріалу, які осідають на основний метал при ударному зіткненні з його поверхнею.

Технологічний процес відновлення деталей напиленням включає в наступні основні операції: підготовку поверхні деталі для напилення, підготовку порошкових матеріалів, напилення покриття, контроль його і, механічну обробку напиленого шару.

Поверхню, яку потрібно відновлювати, очищають від бруду і смоляних відкладень, обезжирюють в органічному розчині.

5.6. Відновлення корінних опор блок картера.

Стан корінних опор блоку впливає на працездатність сполучення «вкладиш-корінна шийка» і безвідмовну роботу двигуна в цілому. Методи відновлення неспіввісності корінних опор блоку при капітальному ремонті різні. Так, наприклад, за технічними умовами на капітальний ремонт двигуна ЯМЗ-238НБ блоки з деформованими або зношеними корінними опорами (діаметр корінних опор більше $116^{+0,03}$ мм.) повинні вибраковуватися. Проте ремонтні підприємства проводять відновлення корінних опор або наплавленням з подальшою механічною обробкою або тільки однією механічною обробкою. У разі зносу корінних опор більше 116,08 мм застосовується наплавлення латунним дротом Л-62 (ГОСТ 260-43) діаметром 4–5 мм з попереднім нагрівом поверхні корінної опори до 900 °С. На деяких спеціалізованих підприємствах корінні опори, в яких повернулися вкладиші, перед розточуванням наплавають газовою зваркою. Метод наплавлення корінних опор з подальшим розточуванням їх до номінального розміру застосовується і для відновлення корінних опор інших типів двигунів. Недолік цього методу полягає в тому, що він не забезпечує необхідної якості відновлення корінних опор, оскільки в результаті наплавлення в блоці виникає внутрішня напруга і він коробиться в процесі експлуатації. Те ж саме спостерігається і при відновленні корінних опор плазмовою металізацією.

При зміні корінних опор блоку до розміру 116,08 мм відновлення проводиться за рахунок фрезерування або шліфування кришок корінних підшипників і розточуванням корінних опор в зборі з кришками. Вісь корінних опор при разовому розточуванні повинна бути зміщена по відношенню до осі отворів під розподільний вал не більше ніж на 0,05...0,07 мм, а загальне поглиблення в блок не повинне перевищувати 0,15...0,020 мм. Автори роблять висновок, що поглиблення в блок на 0,15...0,20 мм не робить значного впливу на роботу розподільного механізму із за зміну об'єму камери стиснення. Недолік цього методу полягає в тому, що при повторному ремонті блоків можливість розточування отворів із зсувом осі різко зменшується. Застосування цього методу ще обмежується і тим, що після правки покоробленої верхньої площини прилягання блоку значно зменшується, а часто вичерпується допуск на зсув осей корінних опор і отворів під

розподільний вал. Крім того, після зсуву осі корінних опор, під час експлуатації двигуна виникають зазори в деталях кривошипно-шатунного механізму, а це приводить до зіткнень деталей поршень-клапан.

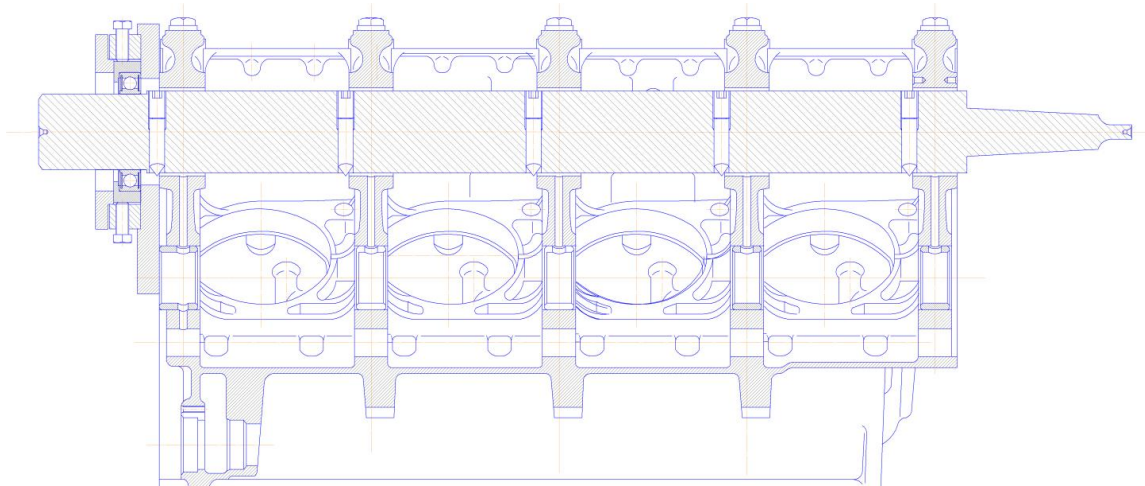
Ярославське об'єднання «Автодизель», що випускає двигуни МЗ-238НБ, вирішує ремонт блоків тільки по кресленню 238-1002011-ВЗ Р1/р4 СБ. Це креслення передбачає відновлення неспіввісності корінних опор, що мають знос в межах поля допуску, розточуванням їх до діаметру 116,021 мм. Недолік цього методу полягає в тому, що велика частина блоків не може використовуватися повторно.

Інші методи відновлення корінних опор блоків двигунів: пастами, різними гальванічними покриттями не завжди забезпечують якість відновленої поверхні, а також вимагають додаткових витрат на устаткування; відновлення корінних опор приварюванням металевої стрічки з подальшою обробкою не забезпечує надійності з'єднання, оскільки в процесі експлуатації двигунів в результаті великих ударних навантажень порушується контактне приварювання стрічки.

Найбільш раціональним методом відновлення корінних опор блоку двигуна є розточування корінних опор з установкою вкладишів ремонтних розмірів не тільки по внутрішньому, але і по зовнішньому діаметру. Запропонований метод заснований на розточуванні всіх корінних опор блоку і відмові від допустимих відхилень їх діаметру і неспіввісності. Недоліком цього методу є порушення взаємозамінності вузла колінчастий вал - вкладиш по відношенню до блоку двигуна. Крім того, в даний час ще не налагоджений випуск таких вкладишів.

Один з основних дефектів блоків циліндрів - знос опор корінних підшипників. Найбільш простий спосіб їх відновлення - розточування під ремонтний розмір вкладишів на верстатах типу РД. Овальність і конусність корінних опор не повинні перевищувати 0,02 мм, а шорсткість поверхонь - не більше $Ra=1,25...0,63$ мкм.

За відсутності вкладишів ремонтного розміру по зовнішньому діаметру часто опори відновлюють фрезеруванням площин прилягання кришок корінних підшипників на 0,3...0,4 мм і подальшим розточуванням отворів до номінального розміру (рис. 5.3).



а



б

Рисунок 5.3 – Схема (а) та процес (б) розточування корінних опор під номінальний розмір на горизонтально-розточному верстаті

Розточування проводиться з застосуванням борштанг. Налаштування різців на розмір здійснюється індикаторним пристроєм з шаблонами (рис.5.4). При цьому вісь колінчастого валу переміщається в глиб блоку за умови збереження допустимої відстані від неї до верхньої площини блоку циліндрів. Інакше надмірно зміниться ступінь стиснення, а у дизелів можливо зіткнення клапанів з днищем поршня.



Рисунок 5.4 – Налаштування різців борштанги на розмір

За наявності пошкоджень окремих опор корінних підшипників ремонтують тільки їх. В цьому випадку найчастіше застосовують наплавлення латунню Л-63.

При неможливості використання описаних раніше способів опори під вкладиші відновлюють наплавленням, електроконтактне приварюванням сталевих напівкільць, нанесенням полімерних композицій, металізацією, проточним залізненням і ін.

Перед дуговим або газовим наплавленням кубла розточують на збільшений діаметр (0,3...0,4 мм). Проте труднощі при наплавленні чавунних виробів обмежують застосування цього способу. От чому іноді застосовують наплавлення латунню або пучком мідних електродів, що обертаються.

Розроблена технологія відновлення опор під корінні вкладиші електроконтактним приварюванням напівкілець, із сталі 20 або 10 з подальшим розточуванням. Опори розточують до діаметру, що перевищує на 1 мм номінальний. Із сталевий стрічки завтовшки 1 мм виготовляють дві заготовки вширшки, рівній ширині кубла, і завдовжки:

$$L = \frac{(p \cdot D) - 0,5}{2},$$

де D – діаметр розточеної опори.

Потім заготовки приварюють при силі струму 6,5...8,5 кА, тривалість імпульсу 0,14...0,24 з і паузи 0,04...0,10 с. Чорнове розточування виконують різцями з пластинками ВК-4, а напівчистове і чистове - різцями з пластинками з ельбора-Р або гексаніта-Р.

Опори під вкладиші відновлюють газополум'яною або плазмовою металізацією. Перед нанесенням покриттів їх нагрівають газовим пальником ГАЛ-2-68 до температури 280...300 °С, а потім за допомогою цього ж пальника наносять на поверхню порошок НПЧ-2, що самофлюсується. Потім кубла розточують.

Плазмова металізація ефективніша і забезпечує вищі властивості покриттів. Зносостійкість опор під підшипники в цьому випадку підвищується в 3...4 разу.

Деякі підприємства застосовують проточне і електроконтактне залізнення опор під корінні підшипники, які не надають термічної дії на основний метал деталі і забезпечують високу продуктивність і зносостійкість.

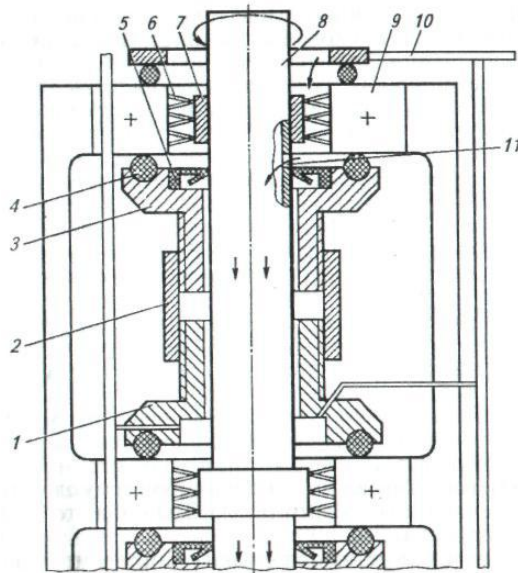


Рисунок 5.5 – Схема анодного пристрою для відновлення опор під підшипники електроконтактним способом; 1 і 3 – втулки підшипника; 2 – гайки; 4 – кільце, ущільнювача; 5 – сальник; 6 – тампон; 7 – анод; 8 – полий вал; 9 – блок циліндрів; 10 – гумова трубка; 11 – електроліт.

Для проточного електроконтактного осадження сплаву залізо-цинк розроблено анодний пристрій (рис. 5.5), при якому в опори корінних підшипників створюються

мікрованні з анодом, що обертається з тампоном. Вони складаються з порожнистого валу 8, анода 7, тампона 6 і підшипника-ущільнювача. Останній виконаний з двох втулок 1 і 3, сполучених гайкою 2. Втулки мають кільця, ущільнювачів, 4 і самопідтискні сальники 5. Для підтримки рівня електроліту в мікрованні у нижніх втулок зроблено два отвори: одне - для підведення розчину з верхнього бака, друге - для скидання в нижній бак у разі переповнювання.

Аноди виконані у вигляді кілець з алюмінієвого сплаву, встановлених нерухомо на вал. На аноді закріпленій тампон 6 у вигляді круглої щітки з капронових ниток. Для скидання електроліту в порожнистому валу просвердлено отвір діаметром 4 мм, що визначає витрату електроліту через ванну.

У опори підготовленого блоку циліндрів анодний пристрій встановлюють подібно до колінчастого валу. Після установки кілець вал сполучають муфтою з редуктором приводу і електричною шиною з з'ємником струму. Осадження покриття проводять так: включають привід валу, подають електроліт і регулюють його витрату через ванну. Потім включають струм і ведуть електроліз протягом заданого часу.

Для забезпечення протоки розчинів в мікрованнах баки встановлюють на двох рівнях: вище і нижче за деталь. На кожному рівні розташовані баки для води, електроліту і розчину для нейтралізації. З верхніх баків розчини до мікрованн подають по гумових трубках 10. Розчини з нижніх баків у верхні перекачують за допомогою насосів.

Проте технологія відновлення деталей гальванічними покриттями складна і екологічно нешкідлива. Простіше відновлювати опори блоків під вкладиші полімерними матеріалами.

При неспіввідношенні опор корінних підшипників більш допустимого значення, але не більше 0,07 мм для двигунів СМД-14 і Д-240 вкладиші (нові або такі, що були в експлуатації) встановлюють в опори і розточують по антифрикційному шару під необхідний розмір шийок колінчастого валу. Товщина цього шару повинна бути не менше 0,3 мм.

Зношені отвори під втулки розподільного валу розточують під збільшений ремонтний розмір і запресовують нові втулки. На нижніх посадочних поясочках під гільзи циліндрів часто бувають кавітаційні раковини. При їх глибині до 1,5 мм в поясочках проточують нову канавку вище або нижче за первинну під стандартне кільце ущільнювача. При зносі посадочних отворів під нижній поясочок гільзи і наявності кавітаційних раковин завглибшки більше 2 мм отвір розточують і запресовують в нього сталеве кільце з готовою канавкою під кільце, ущільнювача. Поясочок в блоці розточують так, щоб в ньому залишилася перемичка шириною 5 мм для упору в неї запресованого металевого кільця. Перед запресовуванням кільце і поверхня кубла знежирюють ацетоном і наносять на кільце тонкий шар епоксидного складу А.

При нерівномірному зносі торцевої поверхні гнізд під бурт гільзи більше 0,05 мм його зенкують або розточують, а під бурт гільзи при збірці встановлюють металеве кільце потрібної товщини.

Всі вище приведені методи відновлення блок-картеру не дають ідеального результату, а лише дозволяють використання його на деякий час. Блок-картер є ключовою і відповідальною деталлю двигуна, то при зношенню, його рентабельніше замінити на новий.

В процесі експлуатації в результаті «старіння» блоків, а також тривалої і складної дії комплексу сил (тиску газів, сил інерції, зтягування болтів кришок підшипника і так далі), відбувається деформація базових поверхонь, яка приводить до спотворення форми і розміру корінних опор блоку, а також до зсуву центру отворів середніх корінних опор щодо крайніх, тобто до появи неспіввісності.

Спотворення форми і розміру корінних опор, а також їх не співвісність приводять до підвищеного зносу колінчастого валу і корінних підшипників, погіршують їх працездатність: не співвісність корінних опор блоку приводить до збільшення зносу вкладишів на 7-9 %, до зростання моменту колінчастого валу, що вигинає, веде до зростання напруги в галтелях шатунових шийок, зменшує запас міцності колінчастого валу в 2 і більше разів.

Знос колінчастого валу і корінних підшипників, викликаний не співвісністю корінних опор блоку, приводить до зміни зазору в сполученні «вкладиш-корінна шийка» колінчастого валу, до мінімальної товщини масляного шару. Зменшення товщини масляного шару приводить до переходу роботи підшипника з фази рідинного тертя у фазу напіврідинного тертя. Це робить істотний вплив на температурний режим роботи підшипників, приводить, в окремих випадках, до виплавлення антифрикційного шару вкладишів.

Допустима і гранична не співвісність корінних опор блоку залежить від типу двигуна, причому для різних типів двигунів ці величини різні.

У всіх відомих роботах допустима і гранична не співвісність корінних опор блоку визначається виходячи з розрахунку колінчастого валу на міцність або витривалість. Відсутні дослідження, присвячені розрахункам розмірних ланцюгів КШМ і ЦПГ з урахуванням перекосу шатуна, викликаного не співвісністю корінних опор блоку.

Методи відновлення неспіввісності корінних опор блоків двигунів, вживані в даний час на ремонтних підприємствах, різні і не завжди забезпечують необхідну якість відновлення корінних опор. Найбільш перспективним методом відновлення корінних опор блоку двигуна є розточування корінних опор з установкою вкладишів ремонтних розмірів не тільки по внутрішньому, але і по зовнішньому діаметру, проте до цих пір промисловість не забезпечує повну номенклатуру таких вкладишів по всім маркам двигунів. При тому що блок найдорожча деталь двигуна і продовження терміну його служби має велике народногосподарське значення.

ТЕМА 6. ВІДНОВЛЕННЯ КОЛІНЧАСТИХ ВАЛІВ МЕТОДОМ РЕМОНТНИХ РОЗМІРІВ

6.1. Матеріал, технологічні особливості виготовлення та термічної обробки колінчастих валів.

6.2. Характер навантаження деталі в процесі експлуатації.

6.3. Дефекти, технологічне обладнання, інструмент та методика їх виявлення.

6.4. Верстатне устаткування для шліфування колінчастих валів.

6.5. Абразивні матеріали для шліфування і полірування колінчастих валів.

6.6. Особливості базування при шліфуванні корінних і шатунних шийок.

6.7. Порядок шліфування шийок колінчастого валу.

6.8. Особливості балансування колінчастих валів.

6.1. Матеріал, технологічні особливості виготовлення та термічної обробки колінчастих валів.

Колінчасті вали різних двигунів за службовим призначенням призначені для перетворення поступального руху штоків поршнів в «обертальний». По конструкції вали є не жорсткою деталлю, у теж час сприймають великі змінні навантаження й піддаються під впливом виникаючих у роботі сил крученню й згину.

Колінчасті вали, що обертаються в підшипниках ковзання, обумовлюють і підвищені вимоги до поверхні шийок відносно їх зносостійкості й втомленої міцності. Тому поверхнева твердість корінних і шатунних шийок, отриманих після термічної обробки, лежить у межах HRC 52-62.

Колінчасті вали виготовляють із вуглецевих, хромомарганцевих, хромонікельмолібденових, і інших сталей, а також зі спеціальних високоміцних чавунів. Найбільше застосування знаходять, сталі марок 45, 45X, 45M2, 50M, а для важко навантажених колінчастих валів дизелів 40ХНМА, 18ХНВА й ін.

Заготовки сталевих колінчастих валів середніх розмірів у крупносерійному і масовому виробництві виготовляють куванням у закритих штампах на молотах або пресах при цьому процес одержання заготовки проходить кілька операцій.

У зв'язку з високими вимогами механічної міцності вала велике значення має розташування волокон матеріалу при одержанні заготовки, щоб уникнути їх перерізанню при наступній механічній обробці. Для цього застосовують штампи зі спеціальними згинальними струмками. Після штампування перед механічною обробкою, заготовки валів піддають термічній обробці – нормалізації – і потім очищенню від окалини травленням або обробкою на дробометній машині.

Припуски на механічну обробку шийок сталевих заготовок отриманих цим методом, становлять 3–4 мм на сторону зі штампувальними ухилами 7-10 градусів. Точність заготовок лежить у межах 8–9-го класів. Припустима кривизна в площині

рознімання штампів заготовок автомобільного колінчатого вала не більше 1–1,5 мм, зсув від зрушення штампів допускається до 2 мм.

Литі заготовок колінчатих валів виготовляють звичайно з високоміцного чавуну (наприклад ВЧ-50), модифікованого магнієм. Отримані методом прецизійного лиття (в оболонкових формах) вали у порівнянні з «штампованими» мають ряд переваг, у тому числі високий коефіцієнт використання металу. У литих заготовках можна одержати ряд внутрішніх порожнин при виливанні.

Припуск на обробку шийок чавунних валів становить не більше 2,5 мм на сторону при відхиленнях по 5–7-му класах точності. Менші коливання припуску й менша початкова незрівноваженість сприятливо позначаються на експлуатації інструмента й устаткування особливо в автоматизованому виробництві.

Колінчасті вали відливають в оболонкові форми в горизонтальному положенні. Якщо в одній формі відливають два вали, заливання металу виконують через загальний литник.

Правку валів виконують після нормалізації в гарячому стані в штампі на пресі після виймання заготовок з печі без додаткового підігріву.

Механічна обробка колінчастих валів включає обточування шийок, фрезерування торців свердлення отворів і т.д.

Остаточну обробку шийок колінчатого вала роблять суперфінішуванням, а також зовнішнім хонінгуванням з поліруванням шийок тонкою абразивною стрічкою. Шийки валів, оброблювані суперфінішуванням, вимагають дуже ретельної обробки стосовно одержання граничної геометричної форми на остаточній операції шліфування зовнішнє хонінгування, при якому відбувається більше інтенсивне знімання металу, чим при суперфінішуванні, і тому дозволяє трохи виправити погрішність форми пред'являє менш строгі вимоги до остаточного шліфування шийок.

Полірування абразивною стрічкою виконують на спеціальних верстатах в одну або дві операції. Попереднє полірування звичайно виконують стрічкою з абразивним порошком зернистістю 180–240, а остаточне - із зернистістю 240–300.

Припуск, що знімає, лежить у межах 0,006–0,015 мм. Полірування ведеться при швидкості обертання вала $v=10/20$ м/хв. Шорсткість поверхні відповідає 9–10-му класам чистоти.

Колінчасті вали піддають балансуванню. При великому випуску колінчатих валів цю операцію виконують на автоматичних балансувальних верстатах або автоматичних лініях.

Багато заводів – виробників двигунів випускають вкладиші підшипників корінних і шатунних шийок колінчатого вала ремонтних розмірів. Ці вкладиші мають збільшену товщину. Для вітчизняних автомобілів звичайно випускаються вкладиші одного номінального й чотирьох ремонтних розмірів. Вкладиші ремонтних розмірів мають позначення: +0,25; +0,50; +0,75 й +1,0. При ремонті колінчастого валу шийки вала перешліфовуються так, щоб відповідати ремонтному

розміру після усунення всіх виявлених геометричних перекручувань форми шийок вала. Ремонтний розмір указує зміну діаметра шейки, а не товщини вкладиша. Тобто кожен вкладиш $+0,25$ буде товщий номінального не на $0,25$ мм, а на $0,25/2=0,125$ мм, що відповідає зменшенню внутрішнього діаметра підшипника на $0,25$ мм.

Відповідно шийки вала ремонтних розмірів мають позначення $-0,25$; $-0,50$; $-0,75$ й $-1,0$. У цьому випадку діаметр шейки вала змінюється саме на зазначену величину.

Так само випускаються ремонтні осьові упорні вкладиші (півкільця) збільшеної товщини. Ці вкладиші призначені для регулювання осьового люфту колінчатого вала.

Деякі заводи-виробники вкладишів ремонтних розмірів не випускають. У цьому випадку при виявленні того, що геометричні розміри шийок вала виходять за встановлені обмеження, необхідно замінити колінчастий вал.

Не слід плутати вкладиші ремонтних розмірів із вкладишами селективного підбирання, що звичайно мають колірні мітки, що також мають деякі розходження по товщині. Вкладиші селективного підбирання призначені для точного підбирання необхідного зазору в підшипнику, з урахуванням розходження в точності обробки діаметра корінних і шатунних шийок.

Масло, що надходить у підшипники ковзання корінних і шатунних шийок, виконує три функції, змащує поверхні тертя, вимиває продукти зношування поверхонь тертя і здійснює охолодження поверхонь тертя. Тому, для забезпечення необхідного охолодження підшипника, при конструюванні двигуна, залежно від ступеня форсування двигуна, визначається кількість масла, що проходить через підшипник ковзання. Ця кількість регулюється зазором у підшипнику. Деякі форсовані двигуни для збільшення загальної кількості минаючого через підшипник масла мають спеціальну канавку для відведення масла із зазору підшипника.

Як правило, зазор у корінних і шатунних підшипниках указується в посібнику з ремонту автомобіля. При ремонті двигуна в умовах спеціалізованого підприємства фахівці, що виконують перешліфовування колінчастого вала, забезпечують необхідний зазор у підшипнику.

6.2. Характер навантаження деталі в процесі експлуатації.

Колінчастий вал – це найскладніша в конструктивному виконанні і найбільш напружена деталь кривошипно-шатунного механізму, яка сприймає великі навантаження від сил тиску газів і сил інерції.

При експлуатації ДВЗ на окремих режимах з'являються вібрації і навіть стукіт колінчастого вала. Тривала робота двигуна на цих режимах приводить до утомленого руйнування колінчастого вала. Причина цих явищ - крутильні коливання системи колінчастого вала під дією змін крутних моментів на окремих

кривошипах. Коліна вала і зв'язані з ними маси здійснюють при цьому у площині обертання періодичні кутові знакозмінні відхилення від начального положення.

Тиск газу та інерційна сила, що періодично діють, передають колінчастому валу поштовхи, скручують його, вигинають, визиваючи пружні деформації, в наслідок чого в валу виникає внутрішня напруга. При співпадінні періодів та напрямків тиску газу амплітуда коливань росте, що призводить до виникнення втомних тріщин, розвиток яких може призвести до поломки вала.

Колінчастий вал через шатуни сприймає тиск газів, що виникає в надпоршневій порожнині циліндрів, і навантажується силами інерції від нерівноважених 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 вала викликають підвищений знос шийок, деформацію окремих елементів конструкції та утомленість матеріалу, яку породжують крутильні і осьові коливання.

6.3. Дефекти, технологічне обладнання, інструмент та методика їх виявлення.

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 того, 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 двограничні, а для дефектації – однограничні прохідні, налаштовані тільки на допустимий розмір. Можливо застосування і двох граничних 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.

Основними дефектами колінчастих валів є: спрацювання, овальність і конусність шатунних і корінних шийок; нарізних і гладких поверхонь отворів для встановлення і кріплення маховиків, шестерень і шківів, а також підшипників кочення; спрацювання шпонкових канавок і різі під шківів і храповик; злом по щоках і шийках. Колінчасті вали у комплекті з вкладишами, що експлуатувалися, допускаються при поточному ремонті (без порушення комплектності) до дальшої роботи, якщо зазори в підшипниках не перевищують 0,10...0,15 мм (залежно від номінальних діаметрів шийок валів). При цьому мається на увазі, що всі інші показники технічного стану деталей і спряжень кривошипно-шатунного механізму не виходять за допустимі межі. Із зменшенням діаметрів шийок валів внаслідок шліфування до ремонтних розмірів допустимі зазори в підшипниках зменшуються на 20...30 %.

Рідше зустрічаються тріщини, пошкоджені різьблення, зноси шпонкових канавок, отворів під болти кріплення маховика.

Погнутість колінчастого вала перевіряють у центрах токарного (або спеціального) верстата на биття індикатором годинникового типу, закріпленим на індикаторному стояку. Биття визначають за середньою шийкою колінчастого вала. Різниця між найбільшим та найменшим відхиленням стрілки за один оберт вала дорівнюватиме величині биття вала.

6.4. Верстатне устаткування для шліфування колінчастих валів.

Верстат 3А423, а також більш пізні моделі виробництва Лубенського станкобудівного заводу (відрізняються абетковим індексом) складається з наступних основних вузлів і систем: станина, шліфувальна бабця, передня і задня бабці, гідросистема, електроустаткування, пульт управління.

Станина верстата лита, коробчатої форми. У ній є два резервуари - один для рідини, що охолоджує, а другої для масла гідросистеми і мастила.

По тих, що подовжнім направляють передній частині станини переміщається нижній стіл, на якому розташований верхній стіл, що має можливість повертатися в горизонтальній площині.

Поворот столу для усунення конусності при шліфуванні циліндрових поверхонь, а також для шліфування конусів проводиться за допомогою гвинта 13, розташованого з правого боку столу. Кріплення верхнього столу в потрібному

положенні проводиться двома притисками з правої і лівої сторін.

У т – подібному пазу нижнього столу кріпляться переставні упори реверсу 16.

Подовжнє переміщення столу здійснюється двома способами - ручним або гідравлічним. Ручне переміщення проводиться за допомогою маховичка 3.

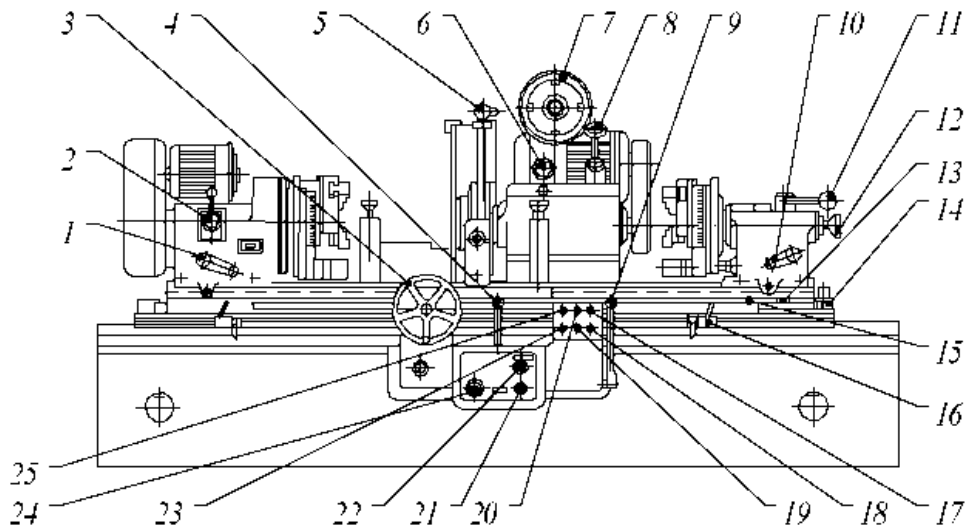


Рисунок 6.1 – Загальний вигляд і органи управління верстата 3А423:

- 1 – рукоятка фіксатора планшайби передньої бабки; 2 – рукоятка перемикачання числа оборотів двошвидкісного двигуна; 3 – маховичок ручного переміщення столу; 4 – рукоятка гідравлічного переміщення столу; 5 – рукоятка крана системи охолодження; 6 - індикатор осьового переміщення шпінделя шліфувальної бабки; 7 - маховичок поперечної подачі шліфувального круга; 8 – маховичок осьового переміщення шпінделя шліфувальної бабки; 9 – рукоятка швидкого підведення і відведення шліфувальної бабки; 10 – рукоятка фіксатора планшайби задньої бабки; 11 – рукоятка відведення піанолі; 12 - маховичок підтиску центру; 13 – гвинт повороту верхнього столу; 14 – індикаторний пристрій повороту столу; 15 – механізм переміщення задньої бабки по столу; 16 – упор реверсу столу; 17 – кнопка «Виріб пуск - стоп»; 18 – вимикач освітлення; 19 – електро перемикач «Автоматична робота»; 20 – кнопка «Виріб – проворот»; 21 – рукоятка блокування переміщення столу при врізному шліфуванні; 22 – рукоятка регулювання подачі при врізному шліфуванні; 23 – кнопка «Загальний стоп»; 24 – рукоятка регулювання швидкості гідравлічного переміщення столу; 25 – кнопка «Включення шліфувального круга і гідронасоса»

Можливі дві швидкості переміщення столу. Для отримання більшої швидкості необхідно пересунути маховичок на себе в осьовому напрямі.

Для гідравлічного переміщення столів служить гідроциліндр, нерухомо закріплений на нижньому столі.

На задній частині станини кріпиться підкладна плита, по якій переміщається шліфувальна бабка.

На правій стороні тумби змонтована насосна установка гідросистеми верстата.

Шліфувальна бабка призначена для переміщення шліфувального круга в радіальному напрямі і його обертання.

Частота обертання шліфувального круга 730 або 830 хв⁻¹ змінюється заміною шківів шпінделя залежно від початкового діаметру шліфувального круга 900 або 790 мм відповідно.

Поперечна подача шліфувальної бабки здійснюється механізмами ручної і гідравлічної подачі.

Ручна поперечна подача проводиться обертанням маховичка 3. У згоді з маховичком обертається лімб з діленнями, по яких можна відлічити величину подачі. Ціна ділення лімба рівна 0,005 мм на діаметр шліфованої деталі.

Щоб отримати при шліфуванні однаковий розмір шийок валу, подачу необхідно проводити до упору. Для цієї мети служить відкидний упор (собачка) на корпусі передньої панелі механізму поперечної подачі і нерухомий упор на лімбі.

Механізм гідравлічної подачі шліфувальної бабки складається з циліндра швидкого підведення і механізму урізування. Найбільша величина урізування - 1,6 мм на діаметр деталі.

У планшайбах передньої і задньої бабок є два отвори для фіксації їх в двох діаметрально протилежних положеннях.

Стопоріння планшайб при настроюванні на шліфування шатунних шийок здійснюється поворотом рукояток 1 і 10 механізму фіксації.

При шліфуванні шатунових шийок колінчастого валу до планшайб кріпляться центро змішувачі (рис. 6.2), які складаються з корпусу 1 з тими, що направляють, що само центруючого трикулачкового патрона 2, вантажів балансування 3.

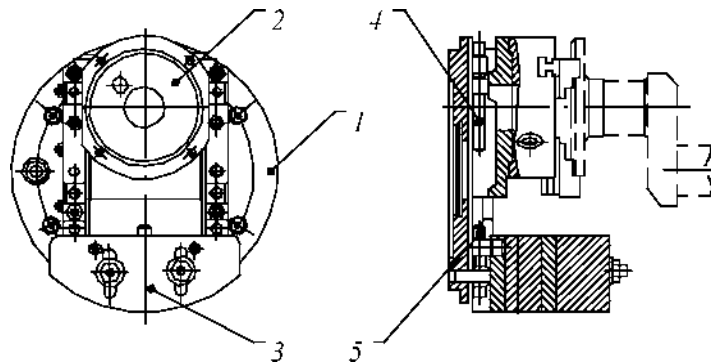


Рисунок 6.2 – Центрозмішувач до верстата моделі 3А423: 1 - корпус; 2 - трикулачковий патрон; 3 - вантажі балансування; 4, 5 - регулювальні гвинти

Положення трикулачкових патронів залежно від радіусу кривошипа шліфованого валу регулюється гвинтами 4.

Балансування колінчастого валу при установці на верстат проводиться зміною ваги і положення вантажів. Вантажі уздовж тих, що направляють переміщуються гвинтами 5. При шліфуванні в центрах центрозмішувачі знімаються.

За допомогою гідравлічної системи верстата здійснюються наступні рухи:

- подовжнє переміщення столу;

- швидке підведення і відведення шліфувального круга;
- робоча подача (урізування) шліфувального круга;
- блокування ручного переміщення столу;
- блокування рукоятки включення гідравлічного переміщення столу;
- усунення люфту в зачепленні гвинта з гайкою переміщення столу.

Пристосування верстата.

Люнети. Як додаткові опори для великогабаритних валів використовуються люнети, що встановлюються під шліфовані шийки.

Люнети (рис. 6.3) закріплюють на столі спеціальними настановними гвинтами 6 і гайками 5. Люнети можуть використовуватися при шліфуванні виробів діаметром від 30 до 100 мм.

Установка губок 1 і 2 люнетів на певний розмір проводиться за допомогою гвинтів 3 і 4.

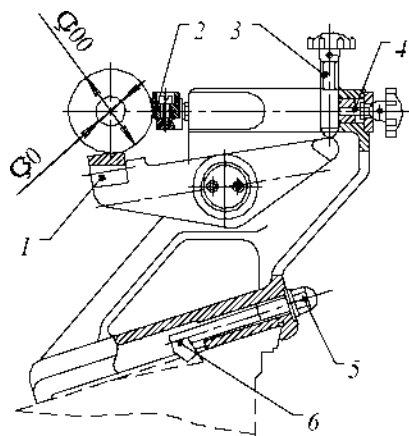


Рисунок 6.3 – Люнет:

1, 2 – губки; 3, 4 - регулювальні гвинти; 5 - гайка; 6 - настановний гвинт

Правильні прилади. Правка шліфувального круга, встановленого на шліфувальній бабці, проводиться правильними приладами:

- для правки (рис. 6.4 а) радіусу – з метою отримання необхідного радіусу галтелі на крузі і, відповідно, на шийках валу;
- для торцевої поверхні круга (рис. 6.4 б), шийки, що дозволяє отримати циліндрову форму, вісь якої повинна бути паралельна осі корінних шийок валу;
- для правки бічної поверхні круга, що дозволяє отримати плоскопаралельні периферійні поверхні круга і якісний перехід (галтель) від шийки валу до його щоки.

Прилади для правки шліфувального круга кріпляться до столу спеціальними гвинтами з гайками. Правка шліфувального круга зазвичай проводиться діамантовим олівцем.

Подовжня подача правильного приладу до шліфувального круга проводиться за допомогою механізму ручного переміщення столу або гідравлічно в положенні «Правка».

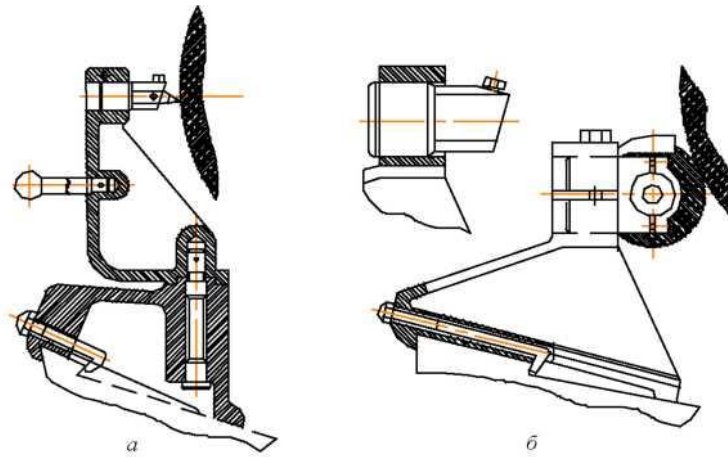


Рисунок 6.4 – Правильні прилади для правки шліфувального круга.

Поперечна подача шліфувального круга на правильний прилад здійснюється механізмом поперечної подачі круга.

6.5. Абразивні матеріали для шліфування і полірування колінчастих валів.

Для шліфування застосовують спеціальні круги (табл. 6.1) діаметром від 900 до 600 мм з електрокорунда або карбіду кремнію (Э, EB, K3) зернистістю 30...60 мкм на керамічній зв'язці твердістю C1, C2, CM1, CM2.

Таблиця 6.1 – Маркування шліфувальних кругів

Найменування	Позначення по ГОСТ 19202-80	Позначення по ГОСТ Р 52587-2006
Вельми м'який	BM1, BM2	F, G
М'який	M1, M2, M3	H, I, J
Середньо м'який	CM1, CM2	K, L
Середній	C1, C2	M, N
Середньо твердий	CT1, CT2, CT3	O, P, Q
Твердий	T1, T2	R, S
Вельми твердий	BT	T, U
Надзвичайно твердий	CT	V, W, X, Y, Z

Твердість шліфувального круга характеризує здатність зв'язки утримувати абразивні зерна від їх викидання під впливом оброблюваного матеріалу. Твердість круга тісно пов'язана з само заточуваністю - здатністю абразивного круга відновлювати свою ріжучу здатність за рахунок руйнування або видалення затуплених зерен. Круги в процесі роботи інтенсивно самозаточуються за рахунок розколювання ріжучих зерен і часткового викарбовування їх із зв'язки. Це забезпечує вступ до роботи нових зерен, запобігаючи тим самим появі припалів і тріщин в оброблюваному матеріалі. Чим менше твердість круга, тим вище само

заточуваність, але інтенсивніше його знос.

Шліфування шийок колінчастих валів проводиться на наступних режимах: окружна швидкість круга - 25...35 м/с, частота обертання колінчастого валу при попередньому шліфуванні - 28...32 хв⁻¹ і подача по глибині - 0,010...0,015 мм/об.

При чистовому шліфуванні частота обертання валу складає 8-15 хв⁻¹, а подача - 0,003...0,005 мм/об.

Радіус галтелів повинен бути не менш встановленої величини для даного двигуна. Зменшення радіусу галтелів значно знижує втомну міцність і може привести до поломки колінчастого валу. Овальність і конусність прошліфованих шийок не повинні перевищувати 0,015 мм.

Щоб уникнути появи припалів і мікротріщин на шліфовану поверхню рясно подається рідина, що охолоджує. Звичайно це 3,4 %-й розчин кальцинованої соди Na₂CO₃ або розчин спеціальної емульсії (10 г емульсола на 1 л води).

6.6. Особливості базування та шліфування корінних і шатунних шийок.

Порядок установки колінчастого валу на верстат для шліфування корінних шийок.

Корінні шийки колінчастого валу шліфують при установці його в центрах передньої і задньої бабки верстата або в патронах.

При роботі в центрах:

З передньої і задньої бабки зняти центрозміщувачі.

Планшайбу передньої бабки з'єднати з веденою зірочкою ланцюгової передачі двома болтами.

У конічні отвори передньої і задньої бабок вставити наполегливі центри. Обертання колінчастому валу передається від передньої бабці через спеціальний хомутик, що пов'язує планшайбу з колінчастим валом.

Колінчастий вал, після мащення фасок центрових отворів консистентним мастилом, встановити в центри шляхом відведення рукояткою пінолі задньої бабки.

Проти середньої шийки встановити люнет.

При шліфуванні корінних шийок в патронах:

Встановити центрозміщувачі в положення, при якому вісь центрів співпала б з лінією центрів верстата.

Установка проводиться спочатку по шкалах, що є на корпусах центрозміщувачів, а остаточно - по індикатору.

Порядок установки колінчастого валу на верстат для шліфування шатунних шийок.

При шліфуванні шатунових шийок на ремонтний розмір на планшайбах передньої і задньої бабць верстата встановлюють центрозміщувачі з трикулачковими патронами.

Колінчастий вал закріплюють в трикулачкових патронах так, щоб осі шпінделів передньої і задньої бабць проходили через вісь шліфованої шийки:

Патрони центрозміщувачів передньої і задньої бабок встановити у верхнє вертикальне положення і зафіксувати рукоятками стопора планшайб.

Заздалегідь, по лінійці на тих, що направляють корпуси центрозміщувачів, встановити патрони на радіус кривошипа шліфованого валу. Для цього необхідно відпустити притискні планки (по чотири гайки на кожному центрозміщувачі) і, обертаючи гвинти 4 (див. рис. 6.2), змістити патрони в необхідне положення.

Колінчастий вал встановити в патронах і звести кулачки.

Вал встановити в трикулачкові патрони у вертикальній площині так, щоб що підлягає шліфуванню шатунова шийка опинилася в нижньому положенні, і злегка підібгати кулачки, щоб була можливість його провертання.

На станину верстата проти шліфованої шийки встановити настановне пристосування з призмою для установки валу у вертикальне положення (рис. 6.5).

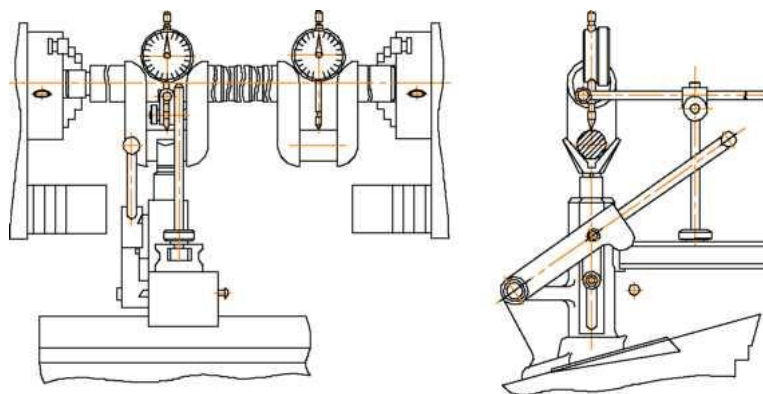


Рисунок 6.5 – Схема установки колінчастого валу

Відтягнувши фіксатор пристосування, похитуванням валу рукою і переміщенням призми вгору за допомогою рукоятки добитися щільного прилягання поверхні шийки до губок призми. Цим досягається вертикальне положення шліфованої шатунової шийки щодо корінної шийки. Затиснути кулачки патронів центр зміщувачів.

На майданчик настановного пристосування встановити штангенрейсмус (рис. 6.6) і уточнити радіус кривошипа. Для цього заміряти відстань від майданчика до створюючої лівої корінної шийки в її верхньому положенні в зафіксованому положенні планшайб, потім в нижньому положенні, повернувши планшайби разом з валом на 180° . Віднімаючи від більшого значення менше і ділячи набутого значення навпіл, набудемо дійсного значення радіусу кривошипа в цій установці колінчастого валу на верстаті.

Повторити операції 5-7 з правою корінною шийкою.

Для точної установки шліфованих шийок в горизонтальній площині замість штангенрейсмуса на майданчик настановної плити встановити стійку з індикаторною головкою, щоб її стрижень був розташований вертикально і стосувався поверхні шийки з натягом 3 мм.

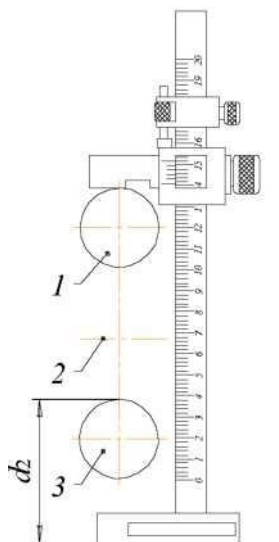


Рисунок 6.6 – Штангенрейсмус: 1 - верхнє положення шийки; 2 - вісь обертання планшайби; 3 - нижнє положення шийки

Пересуваючи гвинтом вгору або вниз центрозміщувачі з колінчастим валом щодо планшайб, скоректувати величину радіусу кривошипа і довести його до норми за технічними умовами.

Для точної установки шліфованих шийок в горизонтальній площині стійку з індикаторною голівкою встановити так, щоб її стрижень був розташований горизонтально і стосувався бічної поверхні шийки з натягом 2...3 мм. При цьому слід виключити можливість попадання стрижня індикатора в отвір масляного каналу при провертанні колінчастого валу.

Нуль великої шкали індикатора підвести до стрілки, розфіксувати обидві планшайби, повернути їх на 180° і зафіксувати в цьому положенні. За великою шкалою індикатора визначити величину відхилення стрілки.

Злегка ослабити кріплення валу (це зручніше робити при верхньому розташуванні патронів центрозміщувачів), ударами мідного молотка по щоді повернути колінчастий вал в потрібному напрямі на половину величини отриманого відхилення і знову підібгати кулачки патронів.

Підвести нуль великої шкали індикатора до стрілки, розфіксувати планшайби, повернути їх на 180° і зафіксувати. Визначити величину відхилення великої стрілки.

Повторювати операції 12-14 до отримання мінімального допустимого відхилення від конструктивної величини радіусу кривошипа валу (0,01...0,03 мм), після чого затягнути остаточно кулачки патронів центрозміщувачів.

Встановивши в необхідне положення одну крайню корінну шийку, перевірити радіус кривошипа іншої крайньої корінної шийки

і якщо необхідно, виставити його. Фактичний радіус кривошипа занести в звіт.

Вал надійно затиснути в патронах, санчата центрозміщувачів закріпити притисками, з гнізд планшайб передньої і задньої бабць вивести фіксатори.

Балансування системи колінчастий вал - центрозміщувачі.

Для балансування необхідно вивернути два болти, що сполучають планшайбу і ведену зірочку ланцюгової передачі, і тим самим звільнити від приводу планшайбу з центрозміщувачем.

Балансування проводиться шляхом установки необхідної кількості противаг і зміною їх положення на тих, що направляють корпуси центрозміщувача гвинтом 5 (див. рис. 6.2).

При балансуванні добиваються такого положення, щоб центрозміщувачі з встановленим колінчастим валом при будь-якому положенні мимоволі не поверталися.

6.7. Порядок шліфування шийок колінчастого валу.

Перед шліфуванням шийок перевірити положення верхнього столу за шкалою, встановити на стіл верстата люнет проти шліфованої шийки і злегка притиснути його колодки до шийки.

При шліфуванні шийок вал подовжньо переміщати уручну до торкання шліфувальним довкола поверхні однієї, а потім інший шік, що визначається по характерному звуку, що деренчить.

Спочатку шліфувати шийку до виведення слідів зносу, а потім до ремонтного розміру.

Після завершення шліфування шийок, що знаходяться на одній осі, застопорити планшайби, колінчастий вал повернути на 180° (для колінчастого валу 6-циліндрового двигуна - на 60°) і, використовуючи настановне пристосування з призмою, встановити вертикальне положення валу, яке контролюється за допомогою стійки з індикаторною головкою.

Послідовність включення верстата.

На передню сторону столу встановити щиток для запобігання розбризкуванню рідини, що охолоджує. Потім включити настінний рубильник, електродвигун передньої бабці і електродвигун шліфувальної бабці.

Робота електродвигунів гідронасоса і насоса охолодження узгоджена з електродвигуном шліфувального круга, і включення їх відбувається одночасно.

Після включення насоса охолодження краном відрегулювати подачу рідини, що охолоджує, підвести круг і провести почергове шліфування двох шийок, лежачих на одній осі.

Якщо в результаті вимірів буде встановлено, що конусність шийок перевищує допустиму, то необхідно провести регулювання положення верхнього столу.

Для шліфування другої пари шатунових шийок колінчастий вал повернути в патронах (при застопорених планшайбах).

Поеднання осі цієї пари шийок з лінією центрів проводиться аналогічно.

Режими шліфування шийок колінчастих валів, що рекомендуються, приведені в табл. 6.3.

Таблиця 6.3 – Режими шліфування шийок колінчастих валів

Параметри режиму шліфування	Шліфування	
	чорнове	чистове
Окружна швидкість шліфувального кола, м/с	25...30	25...30
Окружна швидкість оброблюваного колінчастого валу при шліфуванні, м/хв:		
- корінних шийок	20...25	20...25
- шатунних шийок	10...12	10...12
Поперечна подача (глибина шліфування), мм/об.	0,02...0,03	0,005-0,006
Поперечна подача при врізному шліфуванні	0,02...0,07	-
Подовжня подача в долях ширини круга за один оберт валу	0,3...0,7	0,2...0,3

Для отримання заданого розміру під час обробки періодично проводяться виміри шийок після виключення верстата. Перед відведенням шліфувальної бабки наголошується свідчення лімба.

Шліфування подальших шийок можна проводити з подачею шліфувальної бабки до упору.

Для цього після отримання необхідного розміру на першій шийці маховичком обертається лімб 1 (рис. 6.7) до поєднання початкових рисок. При підводі круга до чергової шийки нерухомий упор 2 на початку останнього обороту маховичка переводиться в робоче положення. Подальший поворот маховичка приведе до того, що нерухомий упор 2 упреться в рухомий упор 3 і обмежить подачу шліфувальної бабки.

Дефекти шліфування і міри їх усунення.

Основними дефектами шліфування є: овальність і конусність шийок валу, грані на шліфованій поверхні і недостатня чистота обробки.

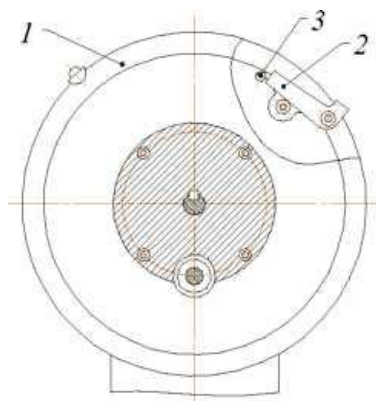


Рисунок 6.7 – Схема настройки подачи шлифовальной бабки до упору:

1 - лімб; 2 - нерухомий упор; 3 - рухомий упор

Овальність виникає при зносі або неправильному регулюванні підшипників бабць, а також може вийти при неточному балансуванні колінчастого валу противагами і великій швидкості обертання.

Конусність виникає при неправильному регулюванні положення верхнього столу.

Найбільш поширеними причинами утворення граней (дроблення) на оброблюваній поверхні є погане балансування, неправильно виконана правка, слабкий затиск шліфувального круга на планшайбі. Крім того, грані можуть утворитися при ненадійному кріпленні валу, передньої і задньої бабць на столі.

На чистоту шліфованої поверхні впливає зернистість шліфувального круга. Причиною незадовільної чистоти може бути затуплення (засалювання) шліфувального круга. Про забруднення круга свідчать блискучі смуги на виробі і припали на поверхні.

6.8. Особливості балансування колінчастих валів.

Колінчаті вали піддають балансуванню. При великому випуску колінчастих валів цю операцію роблять на автоматичних балансувальних верстатах або автоматичних лініях. Одна з таких ліній для балансування колінчастого валу восьмициліндрового V-подібного автомобільного двигуна (ЗІЛ-130) створено ЕНІОМСом. Вона складається з двох балансувальних автоматів мод.МА-24 і МА-25 і контрольного автомата мод. МА-36. Так як один балансувальний верстат недостатньо зменшує неврівноваженість (у 15-20 разів), то для ще більшого зниження неврівноваженості на лінії застосовують двохкратне автоматичне визначення неврівноваженості колінчастого валу з подальшим її усуненням і контролем. Попереднє усунення неврівноваженості виробляють радіальним свердлінням на певну глибину отвору діаметром 20мм в крайніх противагах валу. Остаточну ж балансування виробляють свердлінням отворів діаметром 12 мм в середніх противагах. Початкова неврівноваженість колінчастого валу в результаті його обкатки на цій лінії знижується в 30-50 разів і зупиниться не більше 30 г/см. Продуктивність лінії - 54 вала на годину. Колінчаті вали піддають багаторазовому контролю, як в процесі його обкатки, так і після обкатки.

ТЕМА 7. ТЕХНОЛОГІЧНІ МЕТОДИ ВІДНОВЛЕННЯ КОЛІНЧАСТИХ ВАЛІВ ДО НОМІНАЛЬНОГО РОЗМІРУ.

- 7.1. Правка колінчастих валів.
- 7.2. Відновлення колінчастих валів вібродуговим наплавленням.
- 7.3. Наплавлення в середовищі захисного газу.
- 7.4. Відновлення колінчастих валів наплавленням під шаром легуючого флюсу.
- 7.5. Відновлення колінчастих валів плазмовим наплавленням.
- 7.6. Відновлення колінчастих валів остальюванням.
- 7.7. Відновлення колінчастих валів напиленням.
- 7.8. Відновлення шийок валів приварюванням напівкілець.

7.1. Правка колінчастих валів.

При термічній обробці порушення призначеного режиму може привести до неоднорідності структури, що проявляється у великокристалічній і дрібно кристалічній будові. Великокристалічна структура володіє зниженими характеристиками міцності – підвищена схильність до крихкого руйнування. Значну небезпеку при гарті індукційним нагрівом представляють тріщини біля отворів для підведення масла. Вони виникають внаслідок перегріву кромки через підвищену щільність індукованого струму біля отворів (рис. 7.1). Тому гострі кромки отворів обов'язково потрібно закругляти або зміцнювати поверхнево-пластичною деформацією.

Істотне значення на рівень надійності роботи колінчастого валу надає неврівноваженість, яка може виникнути не тільки із-за неправильної механічної обробки, але і неоднорідності матеріалу або іншим причинам. Неврівноваженість колінчастого валу викликає вібрації, що порушують правильну роботу двигуна унаслідок появи відцентрових сил інерції. Динамічна неврівноваженість приводить до нерівномірної дії зовнішніх сил і збільшення опорних реакцій при обертанні валу, що негативно виявляється на опорі матеріалу валу в томи. Важливе значення мають шорсткість поверхні і можливість утворення шліфувальних тріщин, які знижують надійність роботи колінчастого валу.

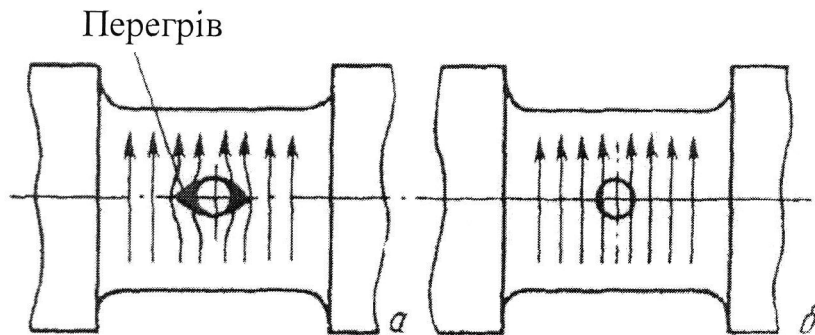


Рисунок 7.1 – Схема розподілу струму в шийці валу при відкритому (а) отворі і із застосуванням заглушки (б)

Розподіл загартованого шару ТВЧ в районі шийок колінчастого валу (рис. 7.2.) приводить до різної величини напруги біля галтелів, концентраторами напруги, що є. Це приводить до різного опору навантаженням вигину, що діють, особливо якщо довжина загартованого шару нерівномірна по довжині шийки.

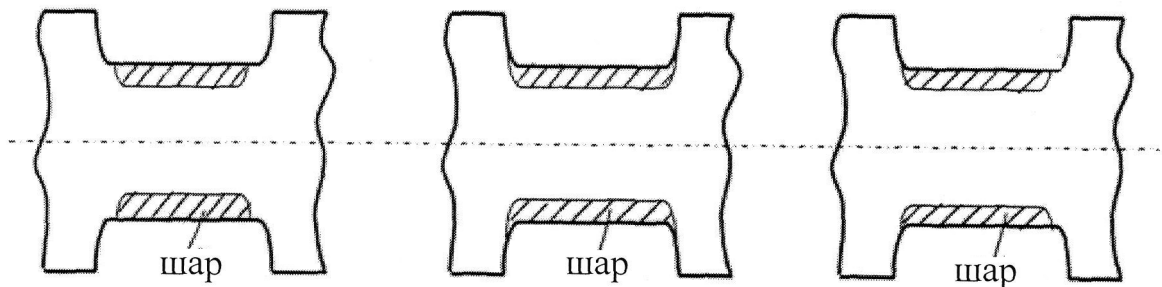


Рисунок 7.2 – Схема розташування загартованого шару по шийці колінчастого валу

Вибір матеріалу і термічної обробки валів визначається критеріями їх працездатності, зокрема критеріями працездатності цапф з опорами.

Заготовки валів, при їх виготовленні із сталей, отримують гарячим штампуванням із забезпеченням сприятливого розташування волокон. Виходить хороша макроструктура – волокон металу не перерізуються, а відповідають конфігурації валу (рис. 7.2.).

Після штампування заготовки для поліпшення оброблюваності різанням і підготовки структури до подальшої термічної обробки піддають нормалізації. Твердість сталей після нормалізації HB 170–220. Контроль структури і властивостей здійснюють на темплетях (зразках), які відрізають від поковок.

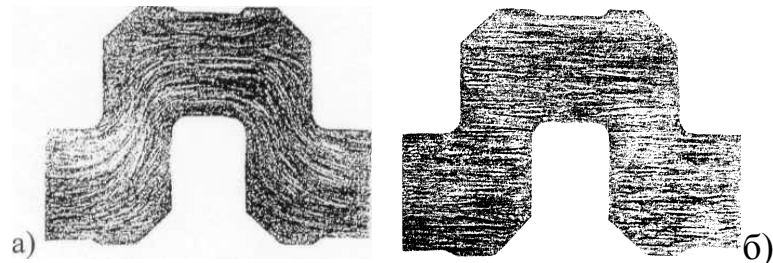


Рисунок 7.3 – Схема макроструктури колінчастого валу:
а - штампованого; б - вирізаного із заготовки

Основними матеріалами для валів служать вуглецеві і леговані сталі завдяки високим механічним характеристикам, здібності до зміцнення і легкості отримання циліндрових заготовок плющенням.

Для більшості валів застосовують термічно оброблювані середньо вуглецеві і леговані сталі 45, 40Х. Для високо напружених валів відповідальних машин застосовують леговані сталі: 40ХН, 42ХН2МА, 30ХГТ, 30ХГСА і ін. Вали з цих сталей зазвичай піддають поліпшенню (гарту з високим відпуском) або поверхневому гарту з нагрівом ТВЧ і низьким відпуском.

Для виготовлення фасонних колінвалів, з великими фланцями і отворами, і важких валів разом із сталлю застосовують високоміцні чавуни (з кулястим графітом) і модифіковані чавуни. Менша міцність чавунних валів в значній мірі компенсується досконалішими формами валів (особливо колінних), меншою чутливістю в багато опорних валах до зсуву опор (завдяки меншому модулю пружності) і меншим динамічним навантаженням зважаючи на підвищену демпфуючу здатність.

Прямі і колінчасті вали є вельми поширеними і відповідальними деталями. Від їх надійності і довговічності залежать надійність і довговічність машин в цілому. Вітчизняне і зарубіжне машинобудування накопичило великий досвід в їх проектуванні, виготовленні, експлуатації і ремонті. Великий внесок до розробки проблеми підвищення надійності і довговічності валів внесли Беркман А. А., Бурумкулов Ф. Х., Берштейн Р. Ш., Браславський В. М., Гарф М. Е, Горохов В. А., Долецкий В. А., Жук Е. І., Какуєвіцький В. А., Кудрявцев І. В, Лельчук Л. М, Лялякин В. П., Лейкин А. С., Нігородов У. В., Півників Р. Е., Серенсен З. В., Стеценко Е. Г, Суслов В. П, Школьник Л. М. і ін. Проте нерідкі випадки руйнування валів в експлуатації із-за недостатнього запасу опору в томи. Так, аналіз причин вибраковування колінчастих валів двигунів А-41, ЯМЗ-238НБ, ЯМЗ-240Б, КамАЗ і ін, що поступають в капітальний ремонт, показує, що від 3 до 16% валів мають втомні тріщини, від 2 до 8 % колінчастих валів руйнуються від втоми. Межа витривалості гранично зношених колінчастих валів знижується на 20-30 % в порівнянні з новими колінчастими валів. В більшості випадків руйнування відбувається в перетині галтелів, які є неминучим конструктивним елементом колінчастих валів і концентратором напруги.

В процесі експлуатації двигунів внутрішнього згорання мають місце задири шийок, заклинювання корінних і шатунових вкладишів, поршнів і ін. пошкодження. В результаті колінчасті вали набувають залишкових прогинів, в середньому, 0,6-0,8 мм. Наприклад, кількість колінчастих валів двигуна ЗМЗ-53, що вимагають введення операції правки при першому капітальному ремонті із-за прогинів, складає близько 82 %.

Коли повністю використані передбачені конструкторами міжремонтні розміри, що відповідає максимальному накопиченню втомної напруги, на зношені шийки колінчастого валу наносять металопокриття.

Більше 85 % об'єму відновлення шийок колінчастого валу виконуються зварювально-наплавлювальними методами.

Зношені поверхні під шків і шестерні нарощують на наплавлювальному верстаті У-651У4 або на токарно-гвинторізному, оснащеному наплавлювальною голівкою ОКС-6569, наплавленням електродуги дроту 18ХГС або 30ХГС діаметром 1,0-1,5 мм в середовищі вуглекислого газу.

Після наплавлення перевіряють стан центрових отворів. Видимі забоїни, вм'ятини і сліди корозії виправляють розточуванням на токарно-гвинторізному

верстаті типу 1М63 або 16К20. Для цього вал затискають в патроні за першу корінну шийку, а під крайню встановлюють люнет. Потім вивіряють вал і добиваються, щоб биття корінної шийки було не більше 0,03 мм. виправляють центровий отвір проточуванням до виведення слідів зносу.

Для виправлення другого центрального отвору вал затискають в патроні за поверхню під шестерню колінчастого валу, а люнет встановлюють під першу корінну шийку і підтискають центром, що обертається. Наплавлені поверхні проточують на верстаті типу 1М63 із застосуванням різців з твердосплавними пластинами мазкі ТК. Шліфування оброблених поверхонь проводять на колошліфовальних верстатах типу ЗД4230.

Паз шпони заварюють в середовищі вуглекислого газу і наплавляють всю шийку валу дротом 08Г2С або 08ГС товщиною 0,8...1,2 мм на напівавтоматі А-547У або ЦДГ-301 для дугової зварки. Паз заварюють на всю глибину з перевищенням наплавленого шару над рештою поверхні приблизно на 1 мм. Фрезерують пази шпон на горизонтально-фрезерному верстаті типу 6Р82Г. Для точного розміщення і обробки паза застосовують спеціальне пристосування. Контролюють положення паза щодо діаметральної площини і кутовий зсув щодо осі першого кривошипа.

Для зміцнення валів застосовують накочення галтелів роликми з твердого сплаву. Накатні пристрої повинні забезпечувати пневматичне, гідравлічне або пневмо-гідравлічне статичне (ненаголошене) вантаження роликів і мати автоматичний регулятор тиску для підтримки постійного зусилля накочення необхідної величини. Підведення роликів, досягнення необхідних зусиль накочення, а також зняття навантаження (відведення роликів) слід здійснювати плавно при колінчастому валу, що обертається. Накочення нерухомого валу накатними пристроями, що обертаються, не рекомендується, оскільки це веде до фіксації прогину від власної ваги. Припинення обертання валу в процесі накочення не допускається. В процесі накочення зміцнювана поверхня галтелів повинна змащуватися рідким машинним маслом (93...95 %) в суміші з олеїною кислотою (5...7 %). Змащуюча рідина не повинна містити металевих або абразивних домішок.

Частота обертання колінчастого валу повинна бути в межах 40...60 хв⁻¹; тиск роликів на галтелі – 8000...8500 Н/м²; час зміцнення (обкатки) – 0,12...0,18 хв⁻¹; повне зміцнення галтелів на всіх шатунових шийках виконують за 2,5...3,0 хв⁻¹.

Галтелі колінчастих валів обробляють по схемі «на врізання» обкатують за допомогою пристрою, що дозволяє застосовувати деформуючі ролики мінімального діаметру і знижувати тим самим силу обкатування. Деформуючі кінчні ролики розміщені в сепараторові і контактують з опорним конусом, змонтованим в корпусі. Для запобігання односторонньому вантаженню колінчастого валу служать два підтримуючі ролики, кожен з яких спирається на два роликотідшипники, розташованих в нижній головці. Деформуючі і підтримуючі головки встановлюють в навантажуючому пристрої кліщового типу,

змонтованому на токарному верстаті, наприклад 1К62. Сила деформації створюється гідроциліндром, що впливає на важелі кліщового пристрою. На зміцнення не роблять вплив відхилення лінійних розмірів шийок, а робоча і опорна частини деформуючих роликів розділені, ніж істотно підвищується їх довговічність.

Діаметр деформуючого ролика – 12 мм, кут конуса – 25°, кут опорного конуса – 46°. Радіуси закруглення ролика відповідають мінімально допустимим радіусам галтелям. Для запобігання залишковій деформації валу обкатування проводять в три-чотири переходи (по декілька шийок в кожному переході). Силу в кожному переході створюють так, щоб деформація валу, що утворилася за попередній перехід, компенсувалася при подальшому переході. В результаті досягається співвісна корінних шийок 0,01...0,03 мм, не потрібна холодна правка валу, а їх опір втомі підвищується на 55...75 %.

Знос поверхні отвору під підшипник первинного валу коробки передач відновлюється установкою втулки подальшої схеми. На токарному верстаті 1М63 розточується зношена поверхня під втулку по легко пресовій посадці. Втулка запресовується і розточується на розточувальному верстаті в номінальний розмір.

Знос отворів під болти кріплення, заломи болтів і шпильок відновлюються по наступній схемі. На радіально-свердлувальному верстаті в поворотному пристосуванні свердлом $\varnothing 6,7$ свердлим отвір в штифті, нарізаємо різьбу М8 і віддаляємо штифт.

Заламані болти висвердлюються свердлом $\varnothing 17$ і нарізають різьбу під спіральну вставку СП15,9×1,56н мітчиком. Потім встановлюється спіральна вставка.

Після виправлення вказаних вище дефектів вали передаються на обробку шийок в ремонтні розміри. Використовуються круглошліфувальні верстати ЗД423, 3162 або спеціалізовані моделі БКО-50, БКД-50. Обробка ведеться кругами ПП900×36,8×305, ПП900×67,5×305 91А-25НСИ-27К5.

Фаски на масляному каналі знімаються кінцевою фрезою ГОСТ 18947-73 012 і зачищаються бруском БП80×7×25 63СМ20-М14СМ1 КЛА ГОСТ 2456-79, використовується шліфмашинка Іп1011.

Суперфініш проводиться бруском БС5,5×10×45 63СМ20СТ2К3Л на верстаті моделі 3875.

Остаточо колінчастий вал полірується на верстаті моделі 3845 полірувальною стрічкою БММШ 175×50000×35 14АМ40 і БММШ 175×50000×68 14АМ40. У дрібносерійному виробництві суперфінішування і полірування замінюються поліруванням жимками з пастою ГОИ.

Промивка масло каналів і миття здійснюються на спеціальному мийно-сушильному агрегаті при знятих заглушках.

Більшість відомих способів відновлення розмірів шийок валів (наплавлення, осталювання, електрометалізація і ін.) призводить до різкого зниження опору втомі

валів. Межа витривалості зменшується до 10-30 % (іноді - до 60 %). При цьому частота втомних руйнувань колінчастого вала зростає в 2-3 рази.

Правка валу методом статичного вигину. При даному методі правку проводять на гідравлічних пресах шляхом навантаження і розвантаження валу. Залежно від прогину і досвіду правильщиків залежить число вантажень, їх величина і напрям. Процес вантаження повторюють до тих пір, поки прогин осі валу не стане менший допустимого.

Верхні шари металу при правці зігнутих деталей стискаються, і в них створюється напруга стиснення, нижні, навпаки, розтягуються, і в них виникає напруга розтягування. Середні шари знаходяться в стані спокою. Для здійснення правки необхідно, щоб напруга стиснення і розтягування була більше межі текучості матеріалу деталі.

Навантаження до деталі прикладають кілька разів і витримують протягом 1,5-2 хв. для підвищення точності деформації.

Недолік даного методу – це зниження втомної міцності і пластичності валу, оскільки в зоні галтелів шатунових шийок можуть розвиватися старі і зароджуватися нові мікро - і макротріщини, а також можливе повернення прогину.

Широко вживана холодна правка на пресах має серйозні недоліки. Найбільш істотними з них є наступні:

Вал правиться в найбільш слабкому перетині, який зазвичай не співпадає з перетином найбільшого початкового прогину.

Геометрична форма валів після такої правки не стабільна і має тенденцію до мимовільного часткового або повного повернення деталі (особливо під навантаженням) до початкової (до правки) форми із-за прояву зворотної пружної післядії.

Як правило, істотно знижується опір втомі валів, межа витривалості зменшується на 20...30 %. Повністю або частково знімається ефект зміцнення поверхневою пластичною деформацією.

Частина чавунних КВ при холодній правці руйнується.

Правка валу методом чеканки. У основі всіх способів і пристроїв для правки прямих і колінчастих валів за допомогою поверхнево-пластичної деформації лежить ідея реалізації нерівномірної поверхневої пластичної деформації на оброблюваних поверхнях валу: з увігнутого боку – інтенсивніша, з опуклою – менш інтенсивна або нульова. Тоді на увігнутій стороні валу формується неврівноважена залишкова напруга стиснення, яка і деформує вал в напрямі, протилежному його первинному прогину.

Процес правки моделювали як впровадження сферичного індентора в пружно-пластичне тіло навколо якого формується зона інтенсивної пластичної деформації А (рис. 7.4.).

Пластична деформація супроводжується лавиноподібним утворенням дислокацій і точкових дефектів. Так, у недеформованих відпалених вуглецевих

сталях середня щільність дислокацій складає приблизно $10^6 - 10^8 \text{ см}^{-2}$. Після поверхневої пластичної деформації число дислокацій в найбільш деформованому шарі збільшується на декілька порядків. Для сталі 45, наприклад, число дислокацій досягає $5,52 \cdot 10^{11} - 5,58 \cdot 10^{11} \text{ см}^{-2}$. Збільшення щільності дислокацій, зростання концентрації точкових дефектів і особливо вакансій приводить до зменшення щільності і збільшення об'єму пластично деформованого металу (до декількох десятих доль відсотка).

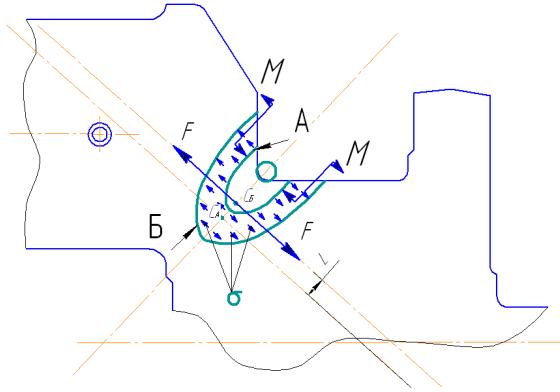


Рисунок 7.4 – Схема сил та моментів сил в зоні впровадження сферичного індентора

Таким чином, при пластичній деформації щільність металу в зоні А зменшується, а об'єм збільшується. У зв'язку з викладеним метал в зоні А прагне збільшити свої лінійні розміри і згинає стрижень опуклістю вгору. При цьому шари металу, що пролягають нижче, які не піддалися пластичній деформації, випробовують пружну деформацію вигину і тому прагнуть повернути стрижень до початкової геометричної форми. В результаті в зоні А і в безпосередній близькості від неї (у зоні Б) формується залишкова напруга стиснення. При цьому чим глибше впроваджений індентор, тим більше зона А інтенсивної пластичної деформації, більше величина пружного вигину стрижня, більше зона розповсюдження Б і величина залишкової напруги стиснення. Залишкова напруга стиснення σ , підсумовуючись в зоні Б, в сукупності створюють сили F , прикладені в центрі тяжіння C_B зони Б. Центр тяжіння зони Б лежить вище за центр тяжіння поперечного перетину стрижня C_n , тому виникає так званий не центровий розтяг стрижня. При цьому стрижень випробовує подовжнє розтягування силами F і чистий вигин моментом M , який і згинає стрижень опуклістю вгору.

Такий підхід дає можливість розрахувати момент згину M , що виникає в зоні Б, і величину прогину (величину правки) стрижня, що викликається ним.

Величину моменту M , що виникає при нанесенні одного пластичного відбитку по рис. 7.4., можна розрахувати по формулі:

$$M = F \cdot L_F, \quad (7.1)$$

де F – сила, створена сукупною дією залишкової напруги стиснення в зоні Н; вона дорівнює:

$$F = \sigma \cdot P, \quad (7.2)$$

де P – середня величина залишкової напруги стиснення в зоні Б;

F – площа зони Н у вертикальному перетині, що проходить через центр сфери індентора перпендикулярно площини ескізу на рис. 7.5;

L – плече дії сили F (відстань від центру тяжкості C_A зони Н до центру тяжіння C_B поперечного перетину стрижня).

Сутність правки динамічним вантаженням (чеканкою) полягає в завданні частих, але несильних ударів пневматичним молотком із закругленим жвавому або закріпленим на бойку кулькою, підданою гарту, а також ручним молотком з сферичним жвавому по увігнутій стороні деталі. У місці максимального прогину під вал ставлять металеву опору з прокладкою з твердого дерева або мідь. Кінець валу, найближчий до місця вигину, закріплюють в хомуті так, щоб маса консолі сприяла подовженню увігнутої частини валу. Потім ділянку валу над опорою піддають чеканці по дузі кола біля 120° . При цьому стислі елементи валу лунають і подовжуються, а вал випрямляється. Значення, на яке опускається кінець валу, контролюють індикатором.

Цей метод найуспішніше слід застосовувати для правки валів двигунів з рядним розташуванням циліндрів, що мають аварійні прогини до 0,75 мм (биття 1,5 мм). Зниження втомної міцності не спостерігається, зберігається висока стабільність форми деталі в експлуатації.

Чеканку галтелів виконують пневматичним молотком КМП-14М або ручним слюсарним молотком, що клепає, масою 0,8 кг з спеціальними бойками, розміри яких повинні відповідати розмірам галтелів. Перед чеканкою у валу визначають місце і напрям найбільшого вигину, після чого його встановлюють на призми максимальним прогином вниз.

Якщо максимальне биття знаходиться в області третьої корінної шийки в площині кривошипа, то виконують чеканку галтелів першої і другої шийок в зоні перекриття корінної і шатунової шийок на дузі $40...50^\circ$. Після чого проводять контроль биття валу. Якщо значення биття вище допустимого, то необхідно: чеканити галтелі третьої і четвертої шийок; контроль биття; чеканити галтелі п'ятої і шостої шийок. При битті колінчастого валу більше 0,8 мм чеканку проводять неодноразово у вказаній послідовності.

Коли максимальний прогин знаходиться в площині, перпендикулярній кривошипам, правку валу здійснюють чеканкою двох симетрично розташованих галтелів щодо шийки, що випрямляється. Ділянка наклепання розташовується під кутом 45° до площини кривошипа.

Найбільшого поширення набув універсальний спосіб правки і прямих, і колінчастих валів шляхом нерівномірної обробки галтелів ППД (рис.7.5). Валу 1 повідомляють обертання, до оброблюваної галтелі 2 підводять інструмент 3 (ролик, кулька, бойок-чекан і т. п.). Процес ППД здійснюється змінним силовим чинником силою накочення, енергією удару бойок чекана і тому подібне Коли інструмент 3

знаходиться з боку угнутої валу 1 (сектор 135° – 180° – 225°) силовий чинник збільшують до максимуму, в секторі 315° – 0° – 45° його мінімізують.

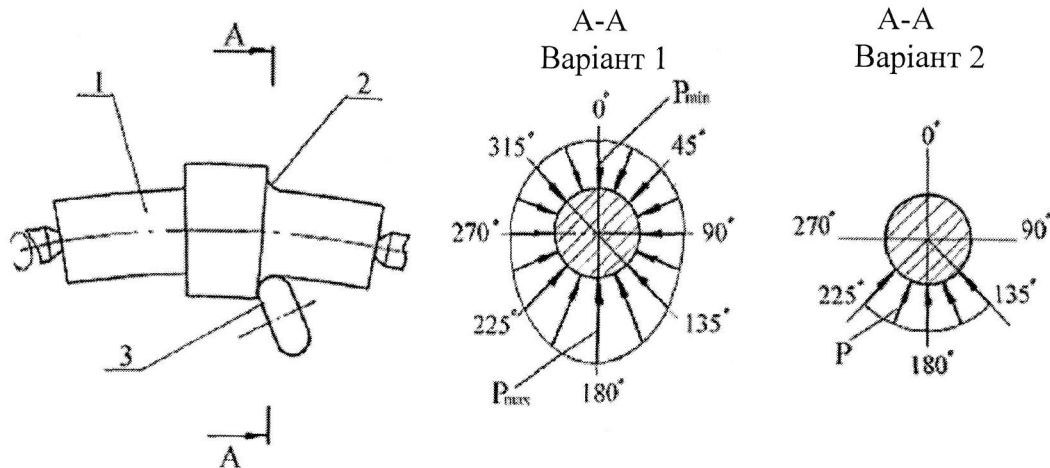


Рисунок 7.5 – Схема правки валів шляхом нерівномірного (варіант 1) і секторіального (варіант 2) зміцнення галтелів ППД

Таким чином, в секторі галтелі, розташованому на увігнутій стороні валу, протікає інтенсивніша пластична деформація, створюється залишкова напруга стиснення більшої величини. У зв'язку з цим одночасно з ППД протікає процес правки валу в площині його первинного прогину. Вектор правки розташований в площині 0° – 180° і направлений у бік 180° .

Різницю в режимах ППД з увігнутої і опуклої сторін валу підбирають так, щоб відповідна різниця в ступені пластичної деформації забезпечувала необхідну величину правки валу.

У окремому випадку (2-й варіант на рис. 7.5) обробляють галтель валу не по всьому колу, а частково той сектор галтелі, який розташований з боку угнутої валу 1 (сектор 90° – 180° – 270° або 135° – 180° – 225°). В цьому випадку обробку сектора галтелі ведуть з постійним режимом (силою наочення або енергією удару бойок). Частина галтелі залишається необробленою ППД. Проте, це не має значення, оскільки галтель є вільною поверхнею, не дотичною з поверхнею зв'язаної деталі.

7.2. Відновлення колінчастих валів вібродуговим наплавленням.

Загальна класифікація способів відновлення колінчастих валів відображена на рис.7.6. Схема установки для вібродугового наплавлення деталей показана на рис. 7.7. Сутність процесу вібродугового наплавлення полягає в повторенні циклів замикання і розмикання електрода з поверхнею деталі. Електрод і деталь з'єднані з джерелом зварювального струму. Кожен цикл вібрації електрода включає в себе чотири послідовних процесу: коротке замикання, відрив електрода від деталі, електричний розряд, холостий хід.

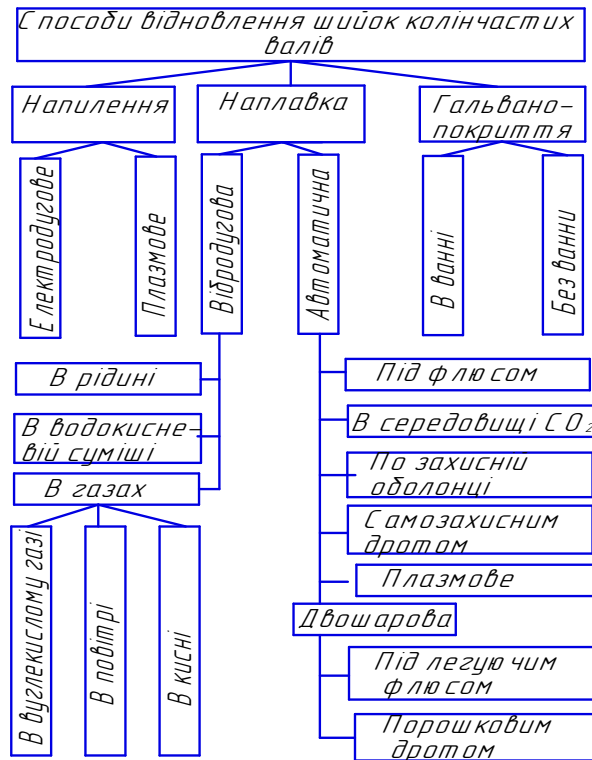


Рисунок 7.6 – Класифікація способів відновлення колінчастих валів

Вібродугове наплавлення має наступні переваги: невеликий нагрів деталі, можливість наплавлення деталей з малим діаметром, незначна зона термічного впливу, можливість отримання необхідних міцностей наплавленого шару за рахунок застосування різних марок електродного дроту. До недоліків вібродугового наплавлення відносяться наявність пор і мікро тріщин в наплавленому металі, великі внутрішні напруги в деталях, що різко знижує їх втомну міцність, особливо при роботі на знакозмінних навантаженнях.

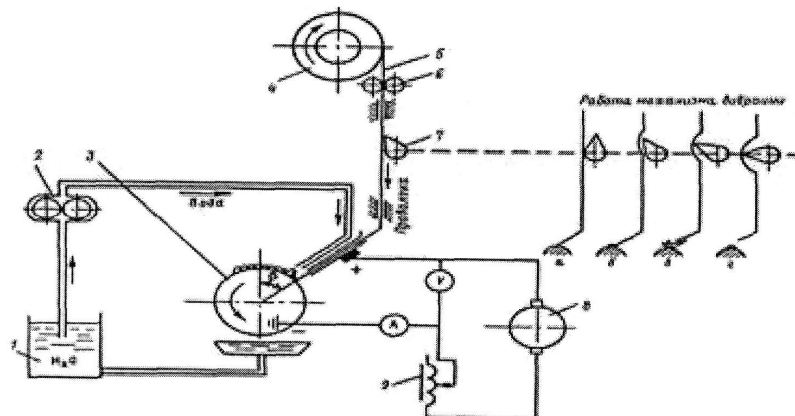


Рисунок 7.7 – Схема установки для вібродугового наплавлення деталей:
 1 – ємність з охолоджуючою рідиною; 2 – водяний насос; 3 – деталь; 4 – касета з електродним дротом; 5 – електродний дріт; 6 – ролики подачі дроту; 7 – механізм вібрації; 8 – джерело струму; 9 – регулятор режиму наплавлення металу; а – контакт електродного дроту з деталлю; б – відрив електродного дроту від деталі і виникнення дуги; в – процес наплавлення зварювальною дугою; г – гасіння зварювальної дуги

7.3. Наплавлення в середовищі захисного газу.

При цьому способі наплавлення, схема якого дана на рис. 7.8, зона горіння електричної дуги і розплавленого металу захищається від кисню та азоту повітря струменем нейтрального (захисного) газу. В якості захисних газів застосовують вуглекислий газ, аргон, гелій і суміші газів.

Вуглекислий газ надійно ізолює зону наплавлення від навколишнього середовища і забезпечує отримання наплавленого металу високої якості з мінімальною кількістю пор і оксидів. Витрата газу при зварюванні становить 8–15 л/хв. і наплавленні – 10–16 л/хв.

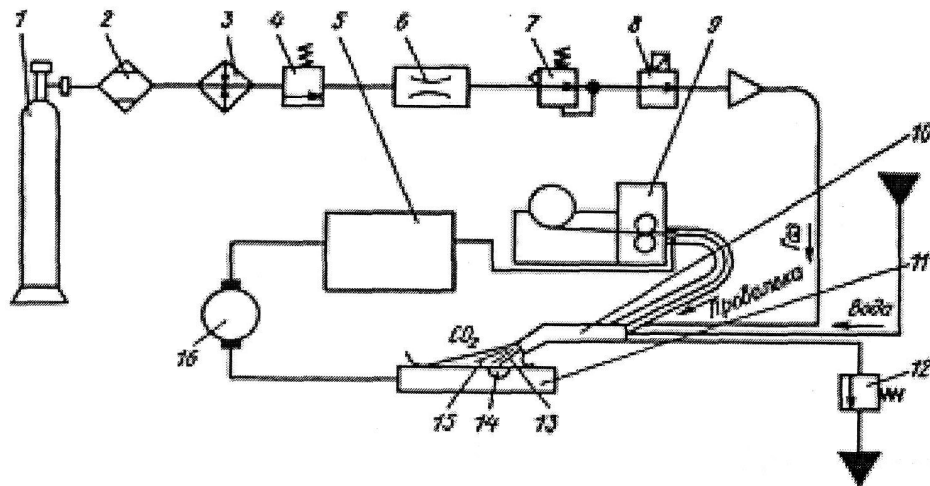


Рисунок 7.8 – Схема установки для напівавтоматичного наплавлення в середовищі захисного газу: 1 – балон з газом CO_2 ; 2 – осушувач; 3 – підігрівач; 4 – редуктор; 5 – апаратний ящик; 6 – витратомір; 7 – регулятор тиску; 8 – електромагнітний клапан; 9 – механізм подачі дроту; 10 – наплавочний головка; 11 – відновлювана деталь; 12 – водяний насос з регулятором тиску; 13 – електрод; 14 – зварювальна ванна; 15 – шар захисного газу (CO_2); 16 – джерело зварювального струму (зварювальний генератор)

Наплавлення деталей в середовищі вуглекислого газу має такі переваги: висока якість наплавлених швів, можливість спостереження за ходом наплавлення, можливість наплавлення деталей будь-яких діаметрів.

До недоліків наплавлення деталей в середовищі вуглекислого газу належать підвищення розбризкування металу (до 10-12 %), органічне зміна складу металу, що наплавляється, зниження зносостійкості наплавленого шару, зниження втомної міцності деталей на 10-50 %.

7.4. Відновлення колінчастих валів наплавленням під шаром легуючого флюсу.

Наплавлення металу – це нанесення металу на поверхню деталі за допомогою зварювання.

За технічними ознаками розрізняють наступні види наплавлення:

- за ступенем механізації процесу - ручна, механізована, автоматизована, автоматична;
- за способом захисту металу в зоні зварювання - під шаром флюсу, під розплавленою обмазкою електрода в вакуумі і в захисному газі;
- за характером протікання процесу - безперервний і перериваним.

Сутність наплавлення під шаром флюсу полягає в тому, що зварювальна дуга, що виникає між електродом і виробом, захищається від окислення киснем повітря шаром розплавленого гранульованого флюсу товщиною 20-40 мм. Флюс, що надходить в зону зварювальної дуги, плавиться під дією виділяється нею тепла.

Принципова схема напівавтоматичного електродугового наплавлення деталей під шаром флюсу показана на рис 7.9.

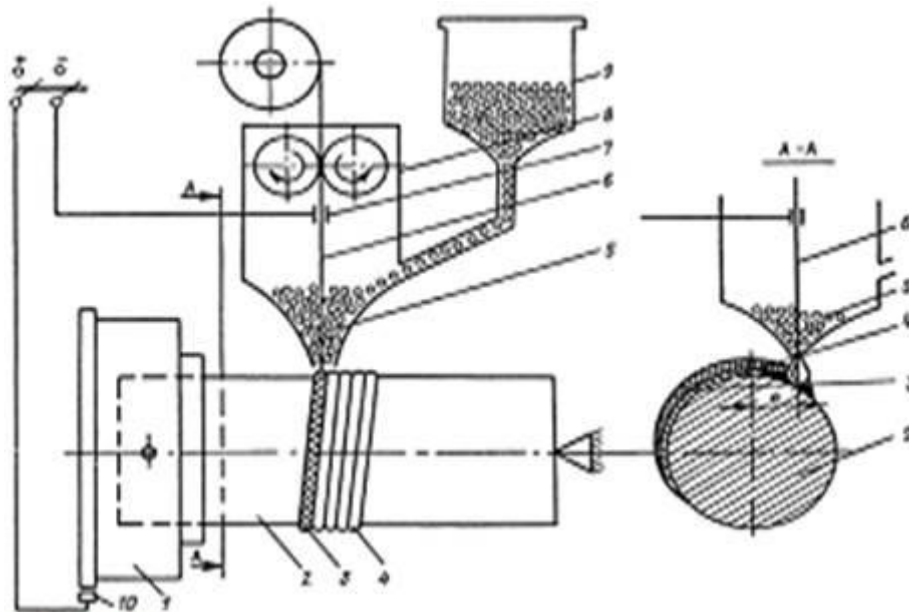


Рисунок 7.9 – Схема установки для напівавтоматичного електродугового наплавлення деталей під шаром флюсу: 1 – патрон токарно-гвинторізного верстата; 2 – відновлювана деталь; 3 – шар шлаку; 4 – наплавлений метал; 5 – флюс; 6 – електродний дріт; 7 – контакт проводу від джерела струму з електродним дротом; 8 – наплавочний головка; 9 – бункер з флюсом; 10 – контакт проводу від джерела струму з мідною шиною патрона (деталлю); е – зміщення електрода щодо вертикальної осі деталі (ексцентриситет електрода)

Зварювальний струм від джерела струму по проводах підводиться до контактів, що стосуються зварювального дроту і мідної шини, розташованої на патроні.

Для наплавлення деталей під шаром флюсу випускаються наплавочні голівки різних конструкцій: ПШ-5, ПШ-54, ПДШ-500, ПДШМ-500, АБС, А-409, А-580, ПАУ-1, ОСК-1252М. Наплавочна головка встановлюється на супорт токарно-гвинторізного верстата і переміщується при наплавленні деталей за допомогою ходового гвинта токарно-гвинторізного верстата.

Твердість наплавленого шару порошковими дротами досягає HRC 52-56.

Переваги відновлення деталей наплавленням під шаром флюсу наступні: продуктивність автоматичного наплавлення під шаром флюсу вище в 3-5 разів в порівнянні з ручним зварюванням; висока якість наплавленого металу і висока його зносостійкість; для виконання робіт не вимагається високої кваліфікації працівника.

До недоліків наплавлення деталей під шаром флюсу відносяться велика зона термічного впливу, значний нагрів деталей малих розмірів, зниження втомної міцності деталей на 20-40 %.

7.6. Відновлення колінчастих валів плазмовим наплавленням.

Перспективним способом відновлення деталей є спосіб нанесення покриттів за допомогою потоку плазми, в тому числі спосіб повітряно-плазмового наплавлення.

Принципова схема формування плазмового струменя в плазмотронах показана на рис. 7.10.

Плазма – це сильно іонізований газ, який утворюється при проходженні його у вузькому каналі плазмотрона між двома електродами через дуговий розряд чергової дуги.

Плазмова дуга виникає після подачі плазмо-утворюючого газу та проходження його через чергову дугу і сопло плазмотрона.

Під дією дугового розряду чергової дуги молекули газу розпадаються на іони і електрони. У 1 см^3 плазми міститься 10^9 - 10^{10} і більш заряджених частинок (іонів та електронів).

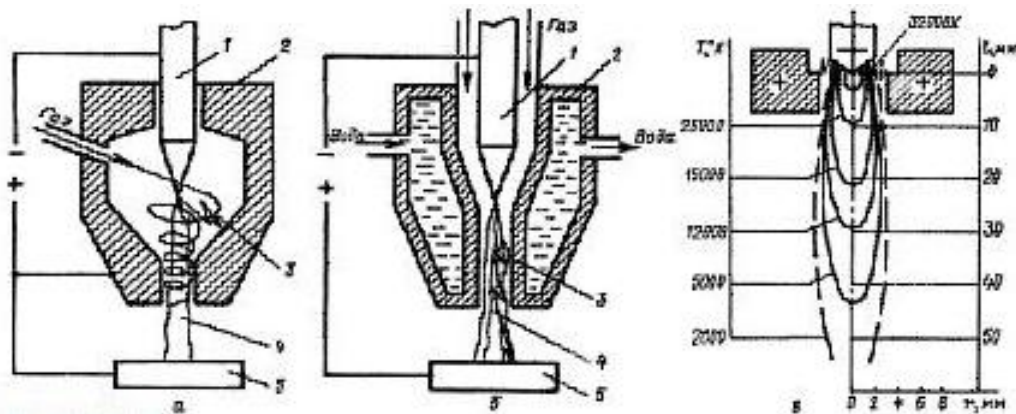


Рисунок 7.10 – Принципова схема формування плазмового струменя: а - при тангенціальній подачі плазмо-утворюючого газу (N_2 , O_2 , повітря) в дугову камеру плазмотрона; б – при прямій подачі плазмо-утворюючого газу в дугову камеру плазмотрона; в - розподіл температури плазмового струменя радіусом r по її довжині l ; 1 - вольфрамовий електрод; 2 - корпус плазмотрона; 3 - чергова дуга; 4 - плазмовий струмінь; 5 - деталь, що підлягає відновленню

У вузькому каналі плазмотрона швидкість спрямованого руху часток досягає 300-1000 м/с. При стисненні потоку газу процес плазмо-утворення сильно

інтенсифікується. Виділення теплової енергії відбувається при з'єднанні іонів у молекули, при цьому температура струменя досягає 16000...26000 °С.

Сутність способу плазмового наплавлення полягає в тому, що джерелом теплоти для розплавлення металу служить тепла енергія плазмового струменя. Горіння чергової дуги може відбуватися між електродом плазмотрона і виробом, між електродом і струмопровідним присадочним дротом і комбінованим способом, коли горять дві дуги між неплавким електродом і виробом і між неплавким електродом і струмопровідним присадочним дротом. При плазмових способах наплавлення присадочний матеріал може подаватися у вигляді дроту, стрічки або порошку. Пост для плазмового наплавлення складається з джерела живлення ПС-500, випрямляча напруги 60 В, зварювальної головки і механізму переміщення зварювальної головки щодо виробу.

При плазмовій наплавленні на прямій полярності спочатку збуджується малопотужна чергова дуга силою струму 20-30 А. Живлення її здійснюється від основного джерела зварювальним струмом через баластний реостат.

Висока концентрація теплової енергії в плазмовій струмені, стабільність дугового розряду, можливість роздільного регулювання ступеня нагріву основного і присадочного матеріалів забезпечують переваги плазмового наплавлення перед іншими видами наплавлення, особливо в тих випадках, коли присадочний матеріал за складом і властивостями відрізняється від основного.

7.6. Відновлення колінчастих валів осталуванням.

Електролітичне осадження заліза можливе вести в ваннах з гарячим і холодним електролітами (гаряче і холодне осталування) при постійному і змінному асиметричному струмі.

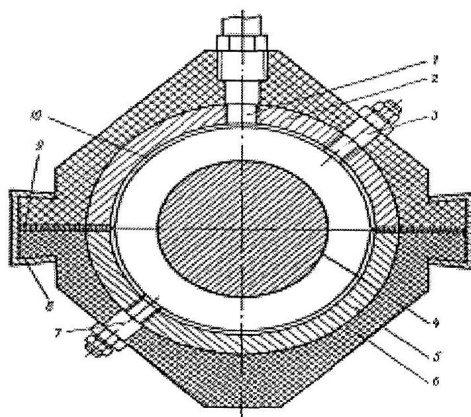


Рисунок 7.11 – Схема комплексного анода для осадження електролітичного заліза (осталування): 1 – штуцер підведення електроліту; 2, 5 – півкільця анода; 3, 7 – електроконтакти; 4 – Шийка вала; 6 – текстолітові корпус анода; 8 – замок; 9 – ущільнення; 10 – порожнина, заповнена електролітом

Холодне осталування асиметричним струмом являє собою процес нанесення металопокриття на зношені поверхні деталей із застосуванням керованого

асиметричного струму. При цьому виді осталування виходить найбільш міцне покриття.

Процес електролізу під тиском підвищує твердість обложеного електролітичного заліза з HRC 45-48 до 60-63 при істотному поліпшенні якості покриття.

Осадження металу на круглу деталь в проточному електроліті під тиском 0,15-0,20 МПа здійснюється всередині комплексного анода, показаного на рис. 7.11. Холодне осталування проводиться в електроліті наступного складу: хлористе залізо - 400-500 г/л; йодистий калій - 5-10 г/л; сірчана кислота - 1 мл/л; зміст соляної кислоти визначається по щільності рН, яка повинна бути не більше 1,5.

7.7. Відновлення колінчастих валів напиленням.

На даний час напрацьовано значних досвід в галузі відновлення колінчастих валів електродуговим напиленням. Ростовським інститутом сільськогосподарського машинобудування було розроблено та впроваджено у виробництво технологічний процес відновлення чавунних колінчастих валів двигуна ЗМЗ-53 з використанням електродугового напилення (ЕДН). Для нанесення покриття використано суцільний дріт Св-10Г2С діаметром 1,6 мм. Режим напилення: напруга холостого ходу 45 В, струм 110А. Віддаль від зони горіння дуги до поверхні напилення при нанесенні першого шару становить 8...10 мм, а основного шару - 50...55 мм. Технологічний час напилення колінчастого вала ГАЗ-53 становить 70 хв., а витрата дроту на відновлення його розмірів - 950 г двигунів Д-37, Д-50, ЗМЗ-53, ЗІЛ-130, ГАЗ-52, ЗМЗ-21, ЗМЗ-24. Основний шар покриття напилюють, застосовуючи різномірні СД дроти: Нп-85 та Х20Н80 діаметром 2 мм. При цьому витримували наступний режим напилення: напруга горіння дуги - 33 В, струм - 220 А, тиск повітря - 0,6 МПа, віддаль до відновлюваної поверхні - 120 мм.

Таблиця 7.1 – Собівартість та глибина дефектного шару при різних методах відновлення деталей.

Метод відновлення	Глибина дефектного шару	Відносна собівартість
1	2	3
Електродугове напилення		
Плазмово-дугове	0,05 - 0,10	2,1
Електродугове	0,5 - 1,0	1,4
Газове	0,05 - 0,10	1,7
Наплавлення		
Електродугове під шаром флюсу	0,2 - 0,5	1,6
Порошковими дротами	1,2 - 2,4	2,0
В середовищі захисних газів	0,44 - 0,8	1,4
Електро імпульсне	0,2 - 0,4	1,2
Вібродугове	0,2 - 0,5	1,2

Продовження таблиці 7.1.

1	2	3
Ручне (електродами)	0,5 - 1,0	1,0
Плазмове	0,1 - 0,3	2,3
Газове	0,25 - 0,5	1,2
Електрошлакове	1,0 - 2,0	1,5
Лазерне	0,05 - 0,15	1,8
Електролітичне осадження		
Хромування	0,03 - 0,05	1,9
Нікелювання	0,02 - 0,03	1,7
Осталювання	0,03 - 0,05	1,4

На підприємствах Німеччини широко використовують ЕДН для відновлення деталей машин. При цьому користуються суцільними дротами 10MnTi8 та 50MnCrTi. Вартість відновлених деталей становить 10...20 % від вартості відповідних нових деталей. Для відновлення колінчастих валів підшар формували із суцільного дроту 45CrSi3, а для напилення основного шару використовували порошковий дріт 110MnCrTi8. Вартість відновленої деталі становила 15...40 % від вартості нової.

ЕДН як спосіб відновлення та зміцнення поверхонь широко використовують на вагоноремонтних заводах та метрополітені, відновлюючи шийки колінчастих валів, осей колісних пар вантажних вагонів та валів якорів тяглових електродвигунів електрорухомого складу метро. Впровадження ЕДН для відновлення зношених поверхонь валів збільшило термін служби обладнання електростанцій, металургійних підприємств. Відновлені поверхні витримують до 10 раз напесовку, а затрати складають 10...20 % від вартості нових деталей.

Взагалі в сучасних умовах виробництво відрізняється комплексним підходом до його організації, акцентом на застосування широкого спектру ефективних з точки зору екології та економіки метало - і енергозберігаючих технологій, що й визначає переважаючий розвиток ЕДН.

Колінчастий вал при зміцненні та відновленні є своєрідним тестом в змаганні багатьох технологій та перевага на сьогоднішній день надається ЕДН.

Поряд з ЕДН застосовується плазмова технологія, а також методи зміцнення колінчастих валів лазерним променем, електронним променем та іонною імплантацією.

Найбільш розповсюдженим методом відновлення розмірів до номінальних є різноманітні види наплавки, багато варіантів технологій яких викликана різним рівнем технологічної підготовки ремонтних підприємств та різноманітністю властивостей матеріалів, з яких виготовлено вали.

Разом з тим всі ці методи мають такі істотні недоліки: температурні деформації вала, значна залишкова напруженість, наявність порівняно великих пор, неможливість повторного відновлення вала, великий опір різанню при механічній

обробці, низькі триботехнічні характеристики відновленого шару, значна енергоємність процесу. Застосування для відновлення колінчастого вала запропонованої технології має ряд переваг: доступність енергії для процесу плавлення дроту, порівняно низьку вартість розпилюваних матеріалів, високу стабільність процесу розпилення, відсутність температурних деформацій деталі, просте та надійне обладнання, низькі вимоги до кваліфікації обслуговуючого персоналу, добру механічну оброблюваність напиленої деталі та можливість механізації та автоматизації процесу.

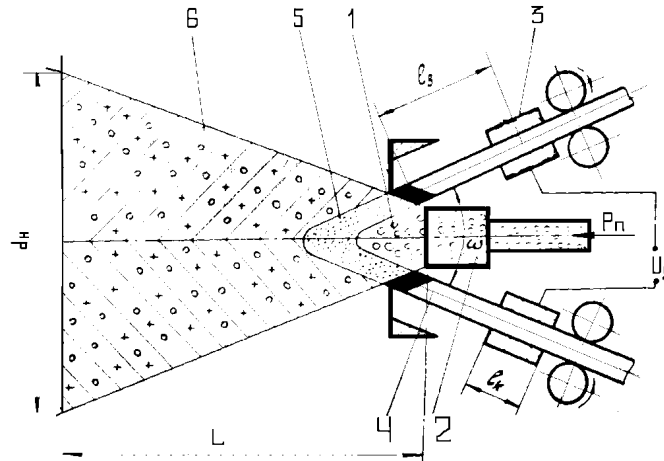


Рисунок 7.12 – Схема процесу ЕДН: 1 – розпилюючий струмінь; 2 – сопло ЕМ; 3 – підведення струму; 4 – електродні дроти; 5 – електрична дуга; 6 – двофазний струмінь; d_n – діаметр плями напилення; L – відстань від основи до сопла; l_b – довжина вильоту електрода

Процеси, що протікають на стадії формування покриття, однакові для всіх видів газотермічного напилення. Відомо, що 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 порожнини, заповнені газом, кількість якого визначає поруватість покриття. Разом з тим не достатньо вивчено вплив технологічних параметрів ЕДН на пористість КП та їх зв'язок з когезійною та адгезійною міцністю.

Основні параметри газотермічного напилення розподіляються на наступні 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.

7.8. Відновлення шийок валів приварюванням на півкільце.

Технологія відновлення зношених шийок колінчастих валів приварюванням сталевих півкільць включає: шліфування шийок, нанесення розвантажуючих виточок на галтелях в площині, перпендикулярній площині кривошипа; постановку і приварювання на шийки валу в зоні їх стику спеціальних півкільць (рис. 7.13). Ширина їх менше довжини шийки валу. Півкільця виготовляють з листової сталі 45 завтовшки 3 мм. Нарізають з листа смуги, потім вирубують з них заготовки потрібних розмірів з одночасною пробивкою отворів під масляні канали, нагрівають до температури 820–890 °С і згинають в пристосуванні. Потім півкільця гартують при нагріві до температури 820–880 °С, охолоджують в маслі і піддають низькій відпустці. Після цього півкільця розточують до потрібного діаметру з шорсткістю $Ra=1,6$. Межа витривалості відновленого у такий спосіб колінчастого валу така ж, як і нового.

Метод відновлення шийок валів пластинуванням полягає в установці, з подальшим механічним кріпленням на шийках валів, сталевій холоднокатаній термообробленій полірованої стрічки, виготовленої з пружинистої сталі типу 65Г (рис. 7.13).

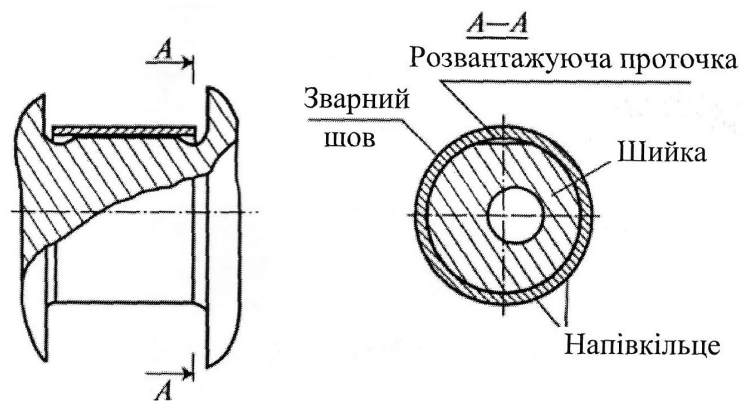


Рисунок 7.13 – Схема відновлення шийок колінчастого валу двигуна ЗМЗ-511 приварюванням сталевих півкільць

Шийки заздалегідь шліфують до необхідного розміру. Після цього на них фрезерують два дзеркально розташованих сегментних паза, залишаючи перемички між ними (див. рис. 7.14).

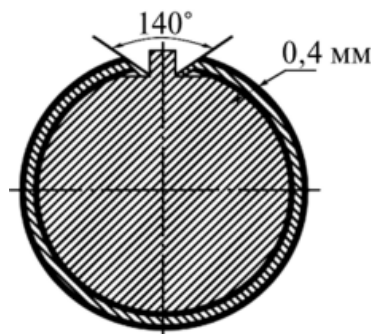


Рисунок 7.14 – Схема відновлення шийок колінчастого валу пластинуванням

Накладну стрічку завтовшки 0,4 мм виготовляють штампуванням. При цьому передбачені вирубка її необхідної довжини, виконання отворів для масляних каналів і висікання двох протилежно направлених, частково відігнутих всередину виступів, які перешкоджають провертанню стрічки щодо шийок колінчастого валу (рис. 7.15).

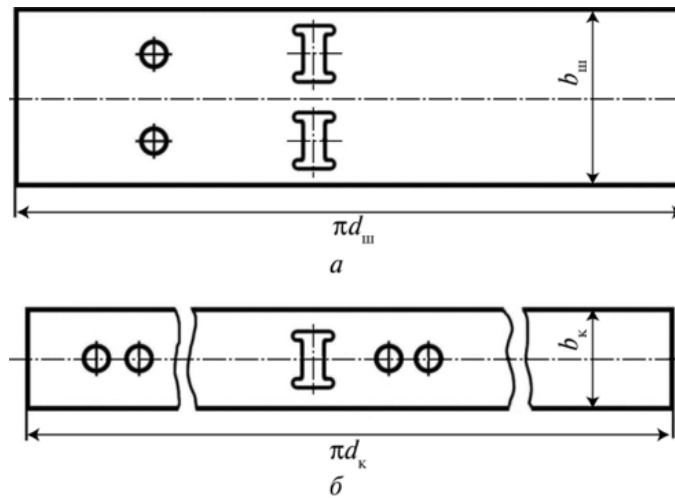


Рисунок 7.15 – Стрічки для відновлення шийок колінчастого валу двигуна:
 а – для шатунної; б – для корінної; b_k і $b_{ш}$ – ширина шатунної і корінної стрічок; $d_{ш}$
 і d_k – діаметри шатунної і корінної шийок

За допомогою спеціального пристосування стрічку згортають в кільце діаметром, меншим діаметру прошліфованої шийки валу. Далі згорнуту стрічку надягають на підготовлену поверхню шийки валу і фіксують торцями виступів щодо бічних поверхонь перемички на валу. При черговому ремонті валу накладну стрічку замінюють. При цьому шийки валу не перешліфовують.

Шийки заздалегідь шліфують до необхідного розміру. Після цього на них фрезерують два дзеркально розташованих сегментних паза, залишаючи перемички між ними (див. рис. 7.15).

Накладну стрічку завтовшки 0,4 мм виготовляють штампуванням. При цьому передбачені вирубка її необхідної довжини, виконання отворів для масляних каналів і висікання двох протилежно направлених, частково відігнутих всередину виступів, які перешкоджають провертанню стрічки щодо шийок колінчастого валу.

За допомогою спеціального пристосування стрічку згортають в кільце діаметром, меншим діаметру прошліфованої шийки валу. Далі згорнуту стрічку надягають на підготовлену поверхню шийки валу і фіксують торцями виступів щодо бічних поверхонь перемички на валу. При черговому ремонті валу накладну стрічку замінюють. При цьому шийки валу не перешліфовують.

ТЕМА 8. ВІДНОВЛЕННЯ ШАТУНІВ

- 8.1. Матеріал, конструктивні особливості та характер навантажень шатуна.
- 8.2. Стандарти шатунів.
- 8.3. Ремонтпридатність шатунів.
- 8.4. Основні дефекти шатуна.
- 8.5. Методи відновлення шатунів.

8.1. Матеріал, конструктивні особливості та характер навантажень шатуна ДВЗ.

Ресурсні відмови унаслідок втрати працездатності шатунів у відремонтованих двигунів виникають в 4,3 раз частіше, ніж у нових.

Поворот шатунних вкладишів через «прослаблення» отвору нижньої головки шатуна веде до виходу з ладу колінчастого валу, обрив стрижня шатуна або шатунних болтів руйнуванню блоку циліндрів або циліндропоршневої групи, повороту втулки верхньої головки шатуна – руйнуванню циліндропоршневої групи і т.д. Тому забезпечення якості відновлення шатунів, що вимагається, є однією з важливих проблем, що стоять перед ремонтними підприємствами. Більшість підприємств вирішують питання ремонту шатунів по – своєму, що у край не виправдано як в технічному, так і в економічному плані.

При роботі машини шатун знаходиться під дією знакозмінних сил. У швидкохідних машин вони придбавають характер ударів. Для опору діючим силам і зменшення впливу сил інерції шатун повинен мати достатню жорсткість, міцність і можливо меншу масу. Конструкції шатунів характеризуються наявністю кривошипної (великої) і поршневої (малої) головок, сполучених стрижнем. Значна частина конструкцій має роз'ємну кривошипну головку. Кришку (роз'ємну частину кривошипної головки) орієнтують щодо інших поверхонь за допомогою привідних болтів або по спеціальних поверхнях (роз'ємах) фасок на поверхнях обох частин шатуна. Кришки головок шатунів не взаємозамінні, оскільки досягнення точності їх з'єднання методами взаємозамінності, що вимагається, поки не економічно. Стрижні шатунів двотаврового або круглого перетину. У деяких шатунів в стрижні передбачено довгий масло провідний отвір, який з'єднує поршневу і кривошипну головки. Для створення нормальних умов роботи шатуна внутрішня поверхня вкладиша кривошипної головки повинна добре прилягати до шатунної шийки колінчастого валу, а втулки або вкладиші поршневої головки – до пальця поршня. Це забезпечується паралеллю осей отворів поршневої і кривошипної головок шатуна, а також точністю діаметральних розмірів, форми і шорсткістю поверхонь отворів головок. Для зменшення впливу неврівноважених сил інерції у швидкохідних машин різниця мас шатунів обмежується допусками не тільки в комплекті, але і по головках. У автомобільних і тракторних двигунів допуски на

коливання маси кожної головки і приведеної частини стрижня шатуна в комплекті задають в межах 4–10 г.

Шатуни виготовляють з конструкційних середньо вуглецевих і легованих сталей. Останнім часом деякі іноземні фірми стали робити шатуни автомобільних двигунів з високоміцного чавуна. Конструкції шатунів автотракторних дизельних двигунів приведені в роботі.

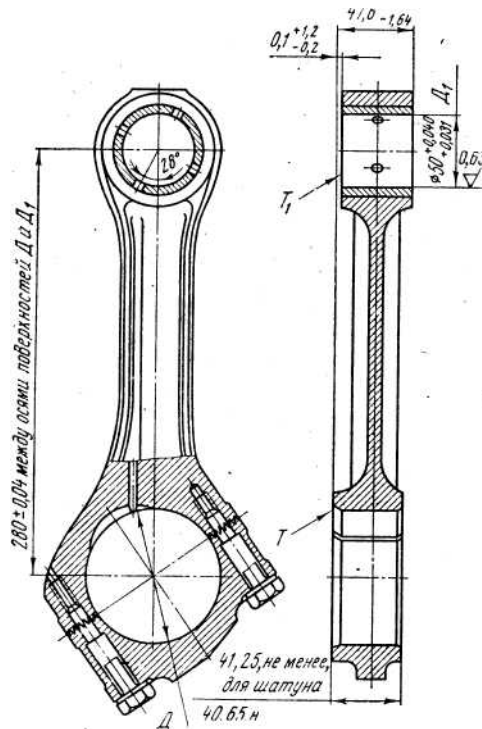


Рисунок 8.1 – Шатун двигуна ЯМЗ

Шатун (рис. 8.1) виготовлений із сталі 40Н2МА (ГОСТ 4543-71), а кришка із сталі 40Х (ГОСТ 4543-71). Нижня головка має косий роз'їм під кутом $55^\circ \pm 30'$ до подовжньої осі. Шатун сполучений з кришкою двома болтами, укрупненими в різьбові отвори тіла шатуна. Фіксація шатуна і кришки здійснюється по шліцах і фіксуючому поясоцку на одному з шатунових болтів. Дуже важливе для роботи шатунових болтів і вкладишів щільне сполучення шліців, тому грязь, задири і забоїни на шліцах не допускаються. Шатун з кришкою складають комплект, одна з деталей якого не може бути замінена деталлю іншого комплекту. Перед збіркою шатуна різьблення болтів змащують графітним мастилом. Затягування починають з довгого болта тарованим ключем з крутним моментом 20-22 кгс·м.

На шатуні і кришці поблизу стику наносяться мітки спареності шатуна з кришкою.

У нижній головці шатуна є отвір $\varnothing 93^{+0,021}$ мм під вкладиші підшипників, у верхній головці – отвір $\varnothing 56^{+0,03}$ мм під бронзову втулку. Внутрішня поверхня втулки остаточно оброблена до $\varnothing 50^{+0,040}$ мм після запресування в отвір верхньої головки шатуна, при цьому коливання розміру для одного шатуна повинне бути не більше 0,004 мм.

Довговічність тракторних двигунів багато в чому залежить від стану деталей кривошипно-шатунного механізму і циліндропоршневої групи. Шатун є основною зв'язуючою ланкою цих двох систем. Його геометричні параметри – центральні ланки кінематичних, і розмірних ланцюгів, які забезпечують надійність і економічність роботи двигуна. Відхилення їх від значень, що вимагаються, виявляється в підвищеному зносі гільз циліндрів, поршневих пальців, колії, поршня, підшипникової групи (особливо шатунних підшипників). До основних геометричних параметрів шатуна, істотно впливаючи на надійність двигуна, відноситься діаметр і форма отворів нижньої і верхньої головок, вигин і скручування шатуна. Діаметр і форма отвору нижньої головки шатуна визначає геометрію шатунних підшипників і в деякій мірі положення осі верхньої головки шатуна. Точність розмірів діаметра, форм отвору верхньої головки шатуна і його втулки позначається за працездатності сполучення палець поршневій – втулка шатуна. Вигин і скручування шатуна визначає положення поршня щодо дзеркала гільзи циліндрів двигуна. Ці параметри роблять істотний вплив на працездатність шатунних підшипників в сполучень гільза – поршень, кільце – поршень, кільце – гільза, палець поршневій – втулка шатуна.

На основі статичних даних встановлено вплив погрішностей геометричних параметрів шатуна і інших деталей двигуна на знос шатунних вкладишів: підвищена овальність отвору нижньої головки шатуна – 44 %, мале розпрямлення вкладишів – 26 %, збільшений ступінь стиснення – 10 %, нерівномірною маса шатунно-поршневого комплекту – 10 %. Таким чином відмови шатунних вкладишів, так чи інакше залежні, від геометрії шатуна, складають понад 44 %, Овальність вище 0,03 мм і конусність більше 0,04 мм нижньої головки шатуна різко підвищує знос шатунних вкладишів. В працях відхилення форми нижньої головки шатуна, що рекомендуються, по овальності не більше 0,025 мм, по конусність – не більше 0,015 мм В роботі аналогічні параметри рекомендується брати відповідно не більше 0,02 і 0,01 мм

Шатуни з механічними пошкодженнями поверхонь роз'ємів, як правило, мали розмір отворів нижньої головки більше допустимого по технічних вимогах на ремонт. Підпили і забоїни – результат низької культури поточного і капітального ремонтів дизелів, недосконалості технології їх розбирання.

Зменшення міжцентрової відстані отворів верхньої і нижньої головок спостерігалось у 58 % шатунів дизелів СМД-14, 42 % – СМД-60/62/64, 52 % – А – 01, А – 41, 82 % ЯМЗ-238НБ. Максимальне відхилення його величини у шатунів всіх марок дизелів у бік зменшення не перевищувало 0,2 мм Величина вигину шатуна складала 0,01–0,2 мм на 100 мм довжини, максимальне відхилення значення розміру діаметра отворів верхньої головки шатунів – 0,06 мм, 4 % шатунів дизелів СМД-60/62/64, 2 % – А – 41 і А – 01, 1 % – СМД-14 мали дефекти у вигляді тріщин, облому і слідів перегріву, тобто підлягали вибраковуванню, 23 %

шатунів дизелів СМД-14 не відповідали технічним вимогам з – за відхилення розмірів отворів під шатунні болти.

8.2. Стандарти шатунів.

ГОСТ 845-67 «Шатуни автомобільних двигунів. Технічні вимоги», ГОСТ 5417-79 «Дизелі тракторні і комбайнові. Шатуни. Загальні технічні умови», ГОСТ 8521-68 «Шатуни стаціонарних тепловозів дизелів, а також газових двигунів. Технічні умови». Ці стандарти є основними документами для характеристики шатунів, що виготовляються і відновлюваних.

8.3. Ремонтопридатність шатунів.

Рівень ремонтпридатність деталей характеризується ступенем простоти підтримки їх в працездатному стані, включаючи і відновлення. Оцінка його гушавині всього проводиться по показниках трудомісткості відновлення деталей і витратах на це грошових коштів.

З погляду ремонтпридатність відновлення шатунів гальванічними методами не виправдано – необхідна значні виробничі площі, дороге устаткування у вигляді очисних споруд. Крім того, по л після гальванічної обробки потрібен механічна, а у зв'язку з твердістю покриттів, що наносяться, – застосування спеціального дорогого ріжучого інструменту. Паяння, зварка і газотермічне нанесення покриттів також навряд чи економічно є виправданий, оскільки при цьому необхідне розігрівання шатунів, що не допускається ГОСТами, або утворюється важкооброблюване різанням покриття.

Різноманітність технологій ремонту шатунів в першу чергу пояснюється низьким рівнем їх ремонтпридатність в частині уніфікації. Більш високий рівень уніфікації шатунів досягається у тому випадку, коли вони конструюються і виготовляються в рамках одного виробничого об'єднання (заводу). Тут помітна відмінність параметрів потужності дизелів, що виготовляються (наприклад, в дизелях Д-50 і Д-240 або Д-37 і Д-144, ЯМЗ-236, ЯМЗ-238 і ЯМЗ-240). Це цілком очевидно, оскільки в масштабі одного підприємства конструктори і технологи працюють в тісному контакті. Інша картина спостерігається при порівнянні конструкцій шатунів, що розробляються різними об'єднаннями (заводами). Навіть при ідентичності потужності і загальних конструктивних рішень дизелів спостерігається не виправдана розбіжність геометричних параметрів шатунів (наприклад, шатуни дизелів Д-50 і Д-240 значно відрізняються від шатунів дизелів Д-65 і Д-48). Це негативно позначається на техніко-економічних показниках відновлення шатунів, оскільки в даному випадку низький рівень ремонтпридатність виявляється в диспеціалізації ремонтного виробництва, в збільшенні номенклатури шатунів, ремонтний – технологічного устаткування і виробничих площ, вимагає різних методів відновлення шатунів кожної марки. Ще недостатньо досліджень, які характеризують знос шатунів, на базі яких

визначаються коефіцієнти повторюваності дефектів, їх сполучуваність і межі економічної ефективності усунення. Аналіз ремонтпридатності шатунів автотракторних двигунів показав, що з метою оптимізації технологічних процесів їх відновлення необхідно обмежити в нормативно – технічній документації і стандартах кількість конструктивних параметрів, зберегти в заданих параметрах технологічні бази, що застосовувалися при виготовленні шатунів, для технології їх відновлення, вирішити питання можливості відновлення нижньої головки шатуна шляхом розточування під ремонтний, збільшений по зовнішньому діаметру, розмір. Отже, оптимальним є метод відновлення шатунів механічною обробкою як найекономічніший і якнайменше трудомісткий. Рівень дефектності шатунів дозволяє відновлювати цим методом до 90 % всієї ремонтної фундації. Необхідно внести зміни у відповідні стандарти по обмеженню номенклатури конструктивних параметрів шатунів, встановити єдність технологічних баз при їх виготовленні і відновленні.

8.4.Основні дефекти шатуна.

Таким чином, основними дефектами шатунів автотракторних двигунів є:

- 1) знос втулки верхньої головки;
- 2) отворів верхньої і нижньої головок;
- 3) непаралельність осей отворів верхньої і нижньої головок (вигин шатуна);
- 4) відхилення від положення їх в одній площині (скручування шатуна);
- 5) знос і механічні пошкодження бічних поверхонь торців нижньої головки, стикових поверхонь роз'ємів шатуна і кришки шатуна;
- 6) знос поверхонь під шатунні болти;
- 7) зменшення (збільшення) відстані між осями верхньої і нижньої головок.

Самим трудомістким і складним є відновлення отвору нижньої головки шатуна і відстані між осями верхньої і нижньої головок. Через відсутність єдиної технології усунення цього дефекту шатунів кожне ремонтне підприємство вимушено вирішувати питання по – своєму.

Таблиця 8.2 – Коефіцієнти повторюваності дефектів шатунів двигуна ЗМЗ-53

Дефекти	Коефіцієнти повторюваності
1	2
Тріщини і обрив шатуна	0,10
Обрив болтів	0,15
Тріщини на болтах	0,45
Зменшення відстані між осями головок, мм:	
від $156 \pm 0,05$ до 155,90	0,20
від 155,90 до 155,75	0,40
від 155,75 до 155,50	0,40
Вигин і скручування шатунів, що піддаються правці	0,85
Вигин і скручування шатунів, непіддатливих правці	0,15

Продовження таблиці 8.2.

1	2
Знос отвору у втулці верхньої головки	1
Знос отвору під втулку верхньої головки більше 26,5 мм	0,10
Задири і знос отвору нижньої головки	0,93
Пошкодження різьблення болтів і гайок	0,40
Знос торців нижньої головки більше 25,4 мм	0,65

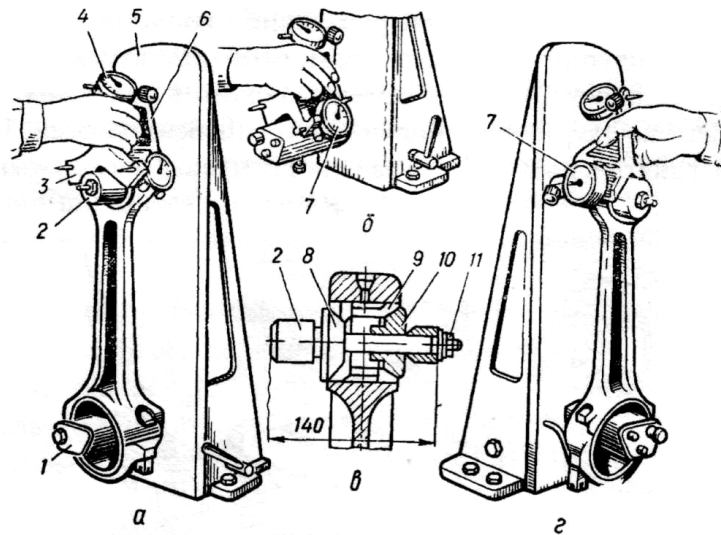


Рисунок 8.2 – Будова пристрою КИ-724 для перевірки шатуна на згин і скрученість: а – перевірка шатуна на згин; б – встановлення індикаторів; в – встановлення розтискної оправки; г – перевірка шатуна на скрученість; 1 – оправка.; 2 – розтискна оправка; 3 – призма; 4, 7 – індикатори; 5 – плита; 6 – упор; 8, 10 – конуси; 9 – розтискна втулка оправки; 11 – гайка

8.5. Методи відновлення шатунів.

Шатуни, що мають тріщини будь-якого розміру і розташування, а також відхилення торців верхньої і нижньої головок від положення в одній площині більш ніж на 1,0 мм, вибраковуюються. Перевірка на відсутність тріщин здійснюється на магнітному дефектоскопі в магнітному полі при силі струму 800 А.

Бронзову втулку з верхньої головки випресовують при зносі отвору у втулці більше 50,08 мм або при ослабленні посадки втулки.

Для ремонту встановлюють кришку на шатун і кріплять болтами. Остаточне затягування болтів з крутним моментом 20–22 кгс·м, проводять на пристосуванні.

Шатун торцем нижньої головки встановлюють на майданчик плівки 1, головку болта кріплення кришки шатуна вставляють в головку 2 пристосування і включають електродвигун 3. У момент затягування болта із зусиллям 20–22 кгс·м реактивні сили піднімають правий кінець планки / з вантажем 7 вгору; планка натисне на кінцевий вимикач би, який вимкне електродвигун 3. Затягування другого болта проводять в тому ж порядку.

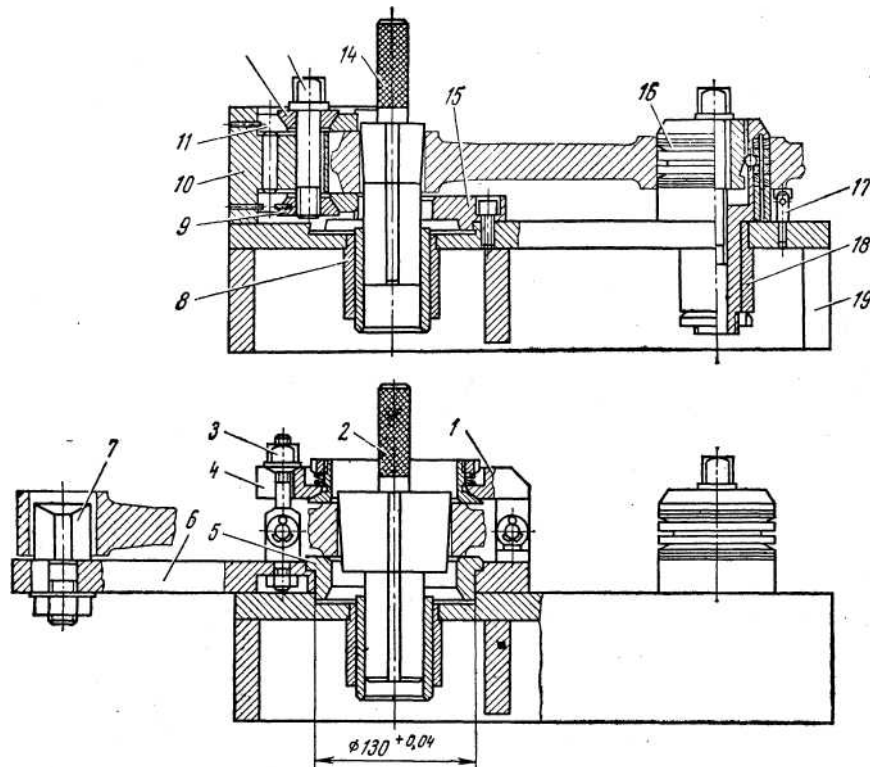


Рисунок 8.3 – Пристосування для розточування отворів в головці шатуна:
 1 – притиск; 2, 14 – знімні пальці; 3 – накидна гайка; 4 – планка;
 5, 15 – настановні втулки; 6, 10 – знімні приставки; 7 – палець зрізаний;
 8, 18 – направляючі втулки; 9, 12 – конусні шайби; 11 – при хват; 13 – болт;
 16 – настановний палець; 17 – упор; 19 – корпус

Погнуті шатуни з кривизною, що не перевищує 1,0 мм на довжині шатуна, допускається виправляти обробкою торців верхньої головки шатуна. Правка шатуна не допускається.

Торець верхньої головки обробляють з двох сторін в розміри, показані на рис. 8.3. Внутрішній діаметр нижньої головки шатуна перевіряється після контрольного затягування шатунових болтів моментом 20–22 кгс·м. Гранично допустимий діаметр – до 92, 98–93,05 мм, якщо середнє арифметичне діаметрів в площині стику і перетині, перпендикулярному стику, не виходить за межі 93,00–93,021 мм.

Відновлення отвору в нижній головці шатуна проводять осталюванням. Попереднє розточування отвору до діаметру 93,6 мм під осталювання і остаточне розточування до діаметру $92,96^{+0,035}$ мм проводять на алмазно-розточувальному верстаті моделі 2705 в спеціальному пристосуванні (рис. 8.3).

Для розточування отвору в нижній головці шатуна на корпус 19 встановлюють знімну приставку 6 настановної втулки 5 в базовий отвір діаметром $130^{+0,04}$ мм. На приставку 6 встановлюють шатун отвором у верхній головці на палець 7, а торцем нижньої головки на торець втулки 5 фіксують отвір нижньої головки щодо осі шпинделя верстата знімним пальцем 2. Встановлюють притискну планку 4, кріплять шатун в пристосуванні накидною гайкою 3, виймають знімний палець 2 і

розточують отвір. Розточування отвору після осталування проводять за два проходи. Заздалегідь розточують отвір до діаметру 92,4 мм різцем з пластинкою з твердого сплаву Т5К10 (частота обертання розточувальної головки 372 об/хв., подача головки – 0,23 мм/об). Остаточо розточують отвір до діаметру $92,96^{+0,034}$ мм різцем з пластинкою з твердого сплаву Т30К4 (частота обертання розточувальної головки – 520 об/хв., подача – 0,1 мм/об). Після розточування отвір в нижній головці шатуна хонінгують в розмір $93^{+0,021}$ мм.

Окрім процесу осталування отвору нижньої головки шатуна, останнім часом розроблений спосіб газопорошкового наплавлення, що полягає в тому, що порошок ПГ-ХН80СР2 (ГОУ УРСР 1179-67), що самофлюсується, наноситься на відновлювану поверхню за допомогою її подачі через полум'я ацетиленокисневого пальника спеціальної конструкції, що використовує ефект ежекції (тип пальника ГАЛ-2-68).

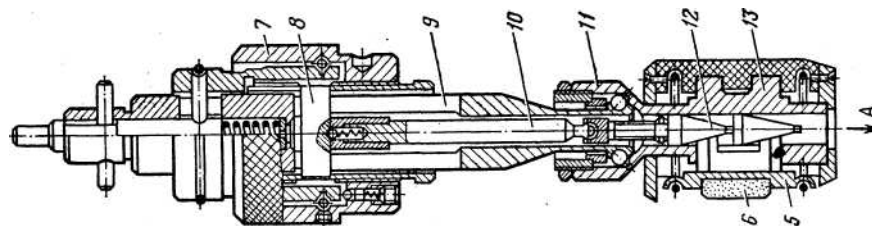


Рисунок 8.4 – Хонінгувальна головка: 1 – гідроциліндр ; 2 – опорна втулка; 3 – настановний палець; 4 – планка; 5 – колодка хонінгувальної головки; 6 – алмазні бруски; 7 – повідець; 8 – чека; 9 – стрижень; 10 – штовхач; 11 – корпус головки; 12 – розтискний конус; 13 – планка; 14 – притискна втулка; 15 – шатун; 16 – корпус.

Хімічний склад порошку ПГ-ХН80СР2: вуглець – 0,3–0,6 %, кремній – 1,5–3,0 %, залізо – 4,5–5,0 %, хром – 12–15 %, бор – 1,5–2,5 %, нікель – 80,2–73,9 %.

Порошок випускається Торезьким заводом твердих сплавів.

Перед нанесенням порошкової композиції шатун повинен бути зібраний з нижньою кришкою; болти кріплення кришки шатуна затягнути моментом 20–22 кгс·м.

При напавленні поверхні отвору в самому шатуні стрижень, його потрібно охолоджувати шляхом занурення у воду по головку. При напавленні отвору в кришці шатуна охолодження не потрібне. Товщина напавленого шару – 0,1 мм. Твердість напавленої поверхні – HRC 35–40. Трудомісткість напавлення – 7–10 хв. на один шатун.

Після напавлення отвір нижньої головки шатуна хонінгують до отримання номінального розміру $93^{+0,021}$ мм. Хонінгування отвору в нижній головці шатуна після розточування або напавлення. проводять на вертикально-хонінгувальному верстаті моделі ЗМ82 в пристосуванні, показаному на рис. 8.4. Хонінгувальну головку кріплять в патроні, який встановлюють в шпіндель верстата. Привід механізму розтиску брусків вбудований в бабцю шпинделя верстата.

Поступальна хода від приводу передається штовхачеві 10 і через повідець 7 розтискному конусу 12. Останній, впливаючи на планки 13, розтискає колодки 5 з діамантовими брусками 6. Хонінгують отвір попередній до діаметру $92,99^{+0,021}$ мм діамантовими брусками мазкі 2768-0103-Г-АСР 100/8Q-50М-73 (ГОСТ 16606–71) при питомому тиску брусків $4–6 \text{ кгс/см}^2$ і остаточно до діаметру $93^{+0,021}$ мм діамантовими брусками мазкі 2768-0103-1-АСМ 28/20-50М-73 (ГОСТ 16606–71) при питомому тиску брусків $3–5 \text{ кгс/см}^2$. Хонінгувальна головка повинна робити 88 подвійних ходів в хвилину при 88 об/хв. шпинделя верстата. Шорсткість поверхні після остаточної обробки не нижча $Ra=0,63 \text{ мкм}$.

При ослабленні посадки або провороті бронзової втулки отвір у верхній головці після випресовки втулки розточують під ремонтний розмір 56,25 мм. Розточування отвору під ремонтну втулку і у втулці під поршневий палець проводять на діамантово-розточувальному верстаті моделі 2705.

З корпусу 19 пристосувань знімають знімну приставку 6, а на її місце встановлюють знімну приставку 10 і кріплять болтами. На приставку встановлюють шатун, базуючи отвором в нижній головці на настановний палець 16 і упор 17, фіксують отвір верхньої головки щодо осі шпинделя верстата знімним пальцем 14, кріплять шатун в пристосуванні болтом 13 і виймають знімний палець 14. Розточують отвір до діаметру $56,25^{+0,03}$ мм під ремонтну втулку різцем з пластинкою з твердого сплаву Т30К4 при 860 об/хв. розточувальної головки і подачі 0,1 мм/об. Шорсткість поверхні після обробки $Ra=1,25 \text{ мкм}$.

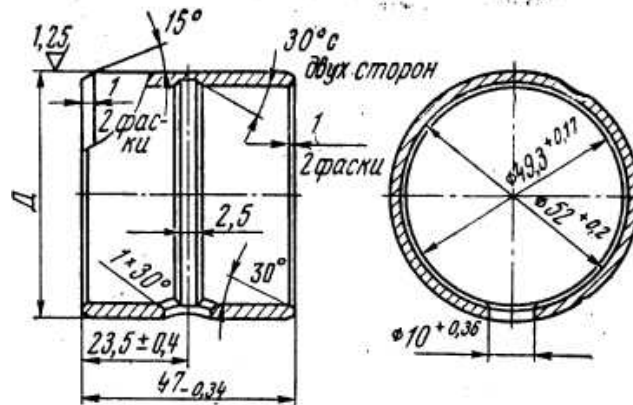


Рисунок 8.5 – Ремонтна втулка верхньої головки шатуна.

У розточений отвір запресовують ремонтну втулку (рис. 8.5), виготовлену з бронзи БРОЦС 5-5-5 (ГОСТ 613-65).

Зовнішній діаметр D втулки для розточеного на ремонтний розмір отвору в шатуні повинен бути 56,25 мм.

Бронзову втулку запресовують з натягом 0,05–0,12 мм урівень з торцем шатуна, сумістивши масляні отвори у втулці і шатуні. Перед запресовуванням втулку охолодити до температури мінус $50 \text{ }^\circ\text{C}$ в спеціальному контейнері з сухим льодом.

Розточування отвору в бронзовій втулці до $\varnothing 50,4^{+0,310}$ мм проводять при частоті обертання розточувальної головки 1600 об/хв і подачі 0,06 мм/об.



Рисунок 8.6 – Базування деталі при розточуванні.

Шорсткість поверхні після розточування $Ra=0,63-7-0,32$ мкм. Перед миттям масляний канал в шатуні прочищають шомполом. Промивають шатун в мийній машина і обдувають стислим повітрям.

Вигин, скручування шатуна, відстань між осями отворів верхньої і нижньої головок перевіряють на контрольному пристосуванні (рис. 8.7).

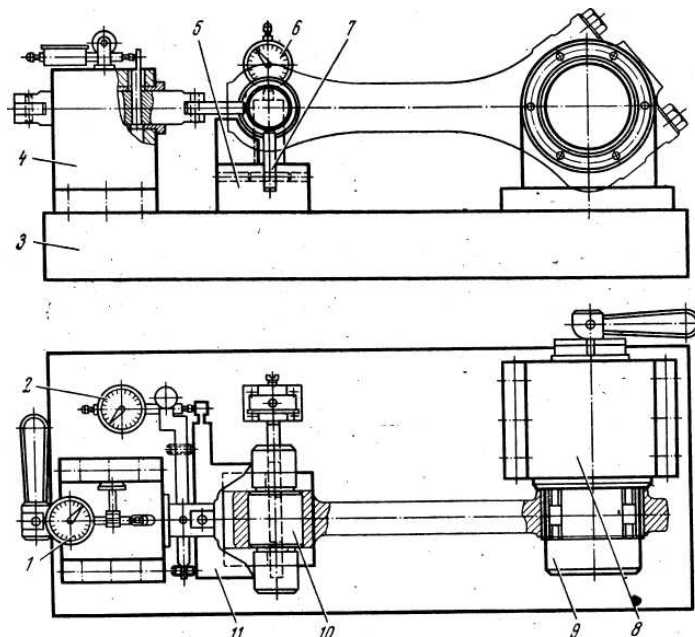


Рисунок 8.7 – Пристосування для контролю шатуна:
1,2 і 6 – індикатор; 3 – підстава; 4 – корпус; 5 – стійка; 7 – упор; 9 – базовий палець;
10 – настановний палець; 11 – скоба

Настройку індикаторів, встановлених на пристосуванні, проводять по еталону.

У верхню головку шатуна вставляють настановний палець 10, надягають шатун отвором нижньої головки на базовий палець 9 і кладуть виступаючими поверхнями настановного пальця 10 на упор 7. Непаралельність осей отворів верхньої і нижньої головок не повинна перевищувати 0,04 мм на довжині 100 мм.

Осі отворів повинні лежати в одній площині, відхилення не більше 0,03 мм на довжині 100 мм.

Відстань між осями повинна бути $280 \pm 0,03$ мм.

Контроль отворів (проводять індикаторним нутроміром. Шорсткість поверхонь в отворах головок $Ra=0,63$ мкм торців $Ra=1,25$ мкм. Перевіряють збіг отворів у втулці і шатуні.

Таблиця 8.3 – Аналіз дефектів деталі і вимог, що пред'являються до відремонтованої деталі.

№	Назва дефекту	Метод або прилад контролю	Розмір	
			Номінальний	Допустимий
1	Знос торців нижньої головки шатуна рис.1 поз.1	Штангенциркуль	41,65	40,65
2	Задири поверхні нижньої головки шатуна рис.1 поз.1	Візуально		
3	Знос отвору під втулку верхньої головки шатуна рис 1. поз 4.	Нутромір	$50 + 0,031$	$50+0,04$

Електролітичне залізнення знайшло широке розповсюдження на ремонтних підприємствах. Проте цьому способу властивий деякі недоліки.

В – перших, міцність зчеплення осадка з виробом залежить від його матеріалу і виду передуючої термічної обробки поверхні, що іноді приходять до браку.

В – других, електроліз повинен проходити при підвищеній температурі електроліту, внаслідок чого конструкція гальванічних ванн ускладнюється нагрівальним пристроєм, теплостійкою футеровкою, могутньою вентиляцією, а це створює деяку скруту при організації і експлуатація гальванічної ділянки. На першому дніпропетровському авторемонтному заводі розроблений новий метод електролітичного остальновання, єство його полягає в том, що електроліз ведеться не на постійному струмі, а на асиметричному змінному струмі промислової частоти, отримати який неважко у виробничих умовах. Побудована на заводі установка складається з ванн анодної пасивації місткістю 250 л, залізнення – 600 л і промивної. Перші дві футеровані усередині вініпластом. Працювати на установці можуть робітники невисокої кваліфікації, причому для придбання основних навиків достатній декілька днів.

Відновлені шатуни розточують на алмазно-розточувальному верстаті моделі ОС-2506 Одеського заводу радіально – свердловальних верстатів. Для затиску і фіксації шатунів верстат оснащений пневматичним пристроєм. Конструкція його дозволяє розточувати верхню і нижню головки одночасно, що дає можливість отримати точну відстань між їх осями. Для є забезпечений необхідний за чистоту поверхні на облямовуваннях встановлено по два різці. До виходу з шатуна різця попереднього розточування чистовий різець в роботу не вступає. Кращі результати отримані при наступних режимах обробки: частота обертання облямовування для розточування нижньої головки шатуна – 582 об/хв., розточування бронзової втулки верхньої головки шатуна – 1690 об/хв., подача – 30 мм/хв.

Спосіб дає можливість відновлювати шатуни, зберігаючи в заданих межах відстань між осями головок незалежно від того, скільки разів ці шатуни піддавалися відновленню. Шатуни двигунів СМД-80 відновлюють залізненням в холодному хлористому електроліті. Цей спосіб розроблений Дніпродзержинським індустріальним інститутом. Його особливістю є застосування в початковій стадії електролізу асиметричного струму промислової частоти (2–3 хв.), що забезпечує надійне зчеплення облягаючого покриття. Основний же шар покриття осідає на постійному струмі, тому приблизно в 2 раз збільшується продуктивність ванни залізнення без порушення її теплового балансу. При цьому фізико – механічні властивості покриття (твердість, зносостійкість, втомна міцність) залишаються практично такими ж, як при осадженні на асиметричному струмі, а утворення наростів і дендритів на кромках шатунів, що покриваються, значно зменшується, поверхня виходить гладкій.

Електролітичне натирання міддю. Метод розроблений на кафедрі Ставропольського сільськогосподарського інституту. Електролітичним натиранням відновлюють шатуни, нижні головки яких зношені не більше ніж на 0,25 мм. Отвір нижньої головки розгортають і обезжирюють віденським або нітронним вапном. Якість обезжирення визначається краплею води, яка повинна вільно розтікатися по поверхні. Потім проводять електрохімія декопіювання при густині струму 40–50 А/дм² протягом декількох секунд до появи рівної сірої поверхні, не допускаючи перетравлювання. Для цього застосовують електроліт, у складі якого 150 % сірчаної кислоти і 50 г/л сірчаноокислого натрію. Після промивки холодною водою протягом 20–30 с наносять підшар нікелю з електроліту, що складається з 350 г/л сірчаноокислого нікелю, 30 г/л сірчаноокислого магнію, 50 г/л крижаної оцтової кислоти, знову промивають водою, після чого наносять шар міді з електроліту – 250 г/л сірчаноокислої міді, 40 г/л сірчаної кислоти і 5 г/л хромового ангідриду, а потім ретельно промивають шатун спочатку в гарячій, потім в холодній воді, розгортають до розміру, що вимагається. Для запобігання ржавити мастять соляровим маслом. При дотриманні технічних умов поверхня мідного покриття виходить блискучій, твердість його доходить до 160 кг/мм², зчеплення з основою відповідає умовам експлуатації шатунів.

Газотермічні методи. Як покриття застосовуються порошки спеціальних складів, що самофлюсуються. Розроблена технологія відновлення газопорошковим наплавленням зношених отворів нижніх головок шатунів двигунів ЯМЗ-236/238 порошок, що самофлюсується, наноситься на відновлювану поверхню полум'ям ацетиленового пальника. Наплавлювальний порошок марки ППЧ – 1 (ТУ 48 – 19 – 40 – 73) є сплавом на нікелевій основі з додаванням нікелю і бору. Наплавлений метал добре з'єднується з основним, твердість 230–241 НВ.

Приварювання сталеві стрічки. Спосіб відновлення шатунів контактним приварюванням сталевого внеску на внутрішню поверхню нижньої головки шатуна є заснований на дії зварювальних імпульсів. Щоб виключити нагрів деталі і поліпшити умови гарту привареного шару, в зону зварки подають охолоджуючу рідину. При приварюванні внеску завтовшки 0,3–0,4 мм рекомендується місткість батарей конденсаторів 6400 МКФ, зусилля стиснення – 1,3–1,0 кН.

Високотемпературна пайка полягає в попередній підготовці – поверхні нижньої головки шляхом розточування, на яке наноситься суміш флюсу ПВ-201 і порошкового припою 11–102 в співвідношенні 1:4. На суміш накладаються спеціальні напіввкладиші з того ж матеріалу, що і шатун, завтовшки близько 0,5 мм Накладені на поверхню шатуна, вони нагріваються ТВЧ до 950 °С протягом 25–30 с. Охолодження в повітрі проводять з метою створення ідентичної структури наплавлене металу з матеріалами відновлюваного шатуна.

Розтягання застосовують для шатунів з укороченою відстанню між осями верхньої і нижньої головок, яке утворюється при відновленні геометрії нижньої головки шляхом зняття металу із стикових поверхонь роз'ємів і кришки. Щоб розтягнути шатун, його сполучають з кришкою, болти затягують так, щоб між кришкою і шатуном залишився зазор 1,5–2 мм Потім шатун встановлюють в пристосування, що складається із сталеві масивної плити, на якій закріплено два сталеві пальці, діаметр одного з них рівний діаметру нижньої головки шатуна, другого – верхній. Відстань між осями пальців рівно осьовій відстані між верхньою і нижньою головками. На верхні кінці пальців надягають плиту, закріплюють її гайками. В середній частині шатуна на довжині 50–70 мм стрижень нагрівають струмами високої частоти до 600–700 °С. Затягуючи постійно гайки шатунних болтів, витягають шатун, виймають його з пристосування, нагрівають до 300–400 °С для зняття внутрішніх напруг.

Розтягання передбачено при відновленні шатунів автомобільних двигунів ЗМЗ-53 і ЗІЛ-130 на потокових лініях.

Дослідження показали, що розтягання шатунів з подальшою термічною обробкою не викликає їх структурних змін і не зменшує міцність.

Відновлення втулок верхніх головок шатунів. Втулки верхніх головок шатунів виготовляють частіше всього з бронзи БР ОЦС-5-5. Останнім часом отримали розповсюдження біметалічні втулки з згортаючими вкладишами з

антифрикційного матеріалу на основі міді. Можливі три основні дефекти втулок, які піддаються відновленню:

- знос внутрішньої поверхні;
- зовнішній діаметр менше допустимого;
- відхилення по зовнішньому і внутрішнім діаметрам.

В першому випадку втулка відновлюється шляхом продавлювання її через отвір в чавунному або сталевому облямовуванні (отвір повинен бути менше зовнішнього діаметра втулки на 0,3–0,5 мм). Потім зовнішню поверхню втулки проточують, нарізуючи на ній рване різьблення, металізують м'якою сталлю і знов проточують до необхідного розміру. Можна замість металізації запресовувати обжаті і проточені по зовнішній поверхні бронзові втулки в тонкостінні сталеві. Цей спосіб прийнятний і для усунення другого дефекту.

Розроблений метод відновлення зовнішньої поверхні втулки (бронзовій і біметалічній) шляхом контактної приварювання металеві стрічки. Він дозволяє відновити практично будь-який з ремонтних зовнішніх розмірів втулки.

Третій дефект усувається шляхом поєднання способів, вживаних для усунення першого і другого дефектів.

Проте найпоширенішим є метод осідання. Пристосування для реалізації цього методу складається з двох облямовувань, пальця, розтискного вкладиша з пружинними кільцями. Втулка деформується облямовуваннями, розтискний вкладиш оберігає від руйнування масляну канаву. В головку шатуна вставляють вкладиш, а потім палець. Сухарі розтискали і закріплюють його в головці. Шатуну разом з вкладишем і пальцем перешкоджають між облямовуваннями, після чого встановлюють на прес.

Зношені втулки відновлюють і мідненням з подальшим обжиманням по зовнішньому діаметру до номінального або одного з ремонтних розмірів. Перед цим зовнішню поверхню втулки полірують волосяним кругом і пастою ГОІ. Обжимання втулок проводять за допомогою пристосування на пресі. З метою збереження профілю масляної канави у втулку перед обжиманням (осіданням) вкладають розрізне кільце із Ст. 65Г, загартоване і відпущене при 500–550 °С. До істотних недоліків методу відновлення втулок осіданням (обтиском) відносяться їх укорочення (тому відновлювати можна тільки один раз), порівняльне мале збільшення зовнішнього і внутрішнього діаметрів. Проте простота технології відновлення і пристосувань роблять цей метод доступним практично для всіх ремонтних підприємств.

Механічна обробка. Відновлення шатунів методами нанесення металу на зношену поверхню нижньої головки шатуна, розтяганням для компенсації міжцентрової відстані не виключають подальшу механічну обробку їх з метою забезпечення геометричних параметрів, що вимагаються. В то й же час практика більшості ремонтних підприємств показує, що шатуни автотракторних двигунів

можна відновлювати без метало нарощуючих технологій – лише механічною обробкою.

Компенсація міжцентрової відстані до значення, що вимагається, при відновленні шатунів механічною обробкою може проводитися наступними способами:

- за рахунок раціонального використання припуску на обробку втулки верхньої головки шатуна, тобто шляхом ексцентричного розточування щодо її зовнішньої поверхні;

- те ж при розточуванні верхньої головки шатуна під ремонтний розмір шляхом створення ексцентриситету в потрібному напрямі щодо колишньої поверхні;

- те ж при обробці отвору нижньої головки шатуна, особливо за наявності ремонтних розмірів під шатунний вкладиш, збільшений по зовнішньому діаметру;

- шляхом розтяжки шатуна.

Розрахункова залежність можливості відновлення геометричних параметрів шатунів однією лише механічною обробкою є визначений наступним рівнянням:

$$\begin{aligned}
 & \Pi + (P_1 + P_2) - \left\{ \begin{array}{l} (A_{\min} - A_{\text{факт}}) \rightarrow \text{при } A_{\text{факт}} < A_{\min} \\ \text{або} \\ (A_{\text{факт}} - A_{\max}) \rightarrow \text{при } A_{\text{факт}} > A_{\max} \end{array} \right\} - \frac{D_{\text{факт}} - D_{\max}}{2}, \quad (8.1) \\
 & - \frac{d_{\text{факт}} - d_{\max}}{2} - \frac{K}{2} \cdot \text{tg} \alpha - \Pi_1 - \Pi_2 - \Pi_3 \geq 0,
 \end{aligned}$$

де: Π – величина діаметрального припуску на обробку втулки верхньої головки шатуна після запресовки;

P_1, P_2 – величина недовикористаних ремонтних розмірів діаметрів отворів нижньої і верхньої головок шатуна;

$A_{\max}, A_{\min}, A_{\text{факт}}$ – максимальне допустиме, мінімальне допустиме і фактичне значення міжцентрової відстані шатуна, підлягаючого відновленню;

$D_{\max}, D_{\text{факт}}$ – максимальне допустиме і фактичне значення діаметра отвору нижньої головки шатуна;

$d_{\max}, d_{\text{факт}}$ – максимальне допустиме і фактичне значення діаметра верхньої головки шатуна;

K – величина розміру ширини верхньої головки шатуна;

α – кут, визначальний непаралельність осі отвору верхньої головки шатуна щодо осі отвору нижньої головки (вигин);

Π_1, Π_2, Π_3 – значення мінімально необхідних припусків на обробку нижньої, верхньої головок шатуна і втулки верхньої головки.

Суть методу в тому, що відновлення геометрії отвору верхньої і нижньої головок шатуна, що вимагається, а також міжцентрової відстані можливо за умови

позитивного або рівного балансу між надлишком припуску на обробку втулки верхньої головки, запасів, ремонтних розмірів під втулку верхньої головки і під вкладиш, збільшений по зовнішньому діаметру в нижній головці, з одного боку, і розмірами, необхідними для компенсації рівня втрачених (в результаті експлуатації) геометричних параметрів шатуна, що вимагається, з другого боку.

Метод відновлення шатунів автотракторних двигунів механічною обробкою постійно удосконалюється за наступною технологією: фрезерування шатунних кришок, збірка шатуна з кришкою, опресовування гідравлічними пристосуваннями для створення необхідного припуску в роз'ємі, внутрішня шліфівка на спеціально переобладнаному верстаті, заміна втулки верхньої головки шатуна, розточування, очищення каналу і промивка.

Схема технологічного процесу відновлення шатунів автотракторних двигунів методом механічної обробки на потоковій лінії і компоновка лінії ГОСНІТМ є приведений в технічному завданні, розробленому ГОСНИТИ.

Перспективна технологія відновлення шатунів двигунів ЯМЗ без метало нарощувальних операцій, розроблена виробничим об'єднанням «Автодизель». Суть її полягає в тому, що у належних ремонті шатунів відновлюють отвори нижньої і верхньої головок, замінюють втулку під поршневий палець, обробляють торці верхньої головки. Шатуни, що мають знос отвору нижньої головки 0,14–0,35 мм, відновлюють розточуванням отвору на ремонтний розмір $93,5^{+0,21}$ мм з подальшою установкою при збірці двигуна вкладишів, збільшених по зовнішньому діаметру на 0,5 мм Шатуни з деформацією отвору нижньої головки до 0,13 мм відновлюють методом взаємного притирання шліців кришки і стрижня з використанням абразивної пасти. Ресурс відновлених шатунів складає не менше 90 % від ресурсу нових.

Шатуни контролюються після кожної операції і після повної обробки. Ведеться розробка пневматичного комплексного приладу для їх контролю. Широке розповсюдження отримало відновлення шатунів за рубежем. Основний спосіб – механічна обробка. Відмітна особливість: скручені і зігнуті шатуни не правлять, а міжцентрова відстань і співвісна отворів забезпечує відповідною обробкою їх і зміщенням центрів при розточуванні.

ТЕМА 9. ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ЦИЛІНДРОПОРШНЕВОЇ ГРУПИ

9.1. Особливості навантаження, зношування та дефектування деталей циліндропоршневої групи.

9.2. Основні дефекти деталей.

9.3. Відновлення гільз циліндрів методом ремонтних розмірів.

9.4. Відновлення гільз циліндрів до номінальних розмірів.

9.5. Особливості геометрії та рельєфу поверхні гільз циліндрів.

9.6. Відновлення поршнів.

9.7. Відновлення поршневих пальців.

9.1. Особливості зношування та дефектування деталей циліндропоршневої групи

На рис. 9.1 приведена схема сил, що діють на перше поршневе кільце. За допомогою цієї схеми можна представити механізм зношування таких важливих з'єднань, як кільце - циліндр і поршневе кільце - канавка поршня.

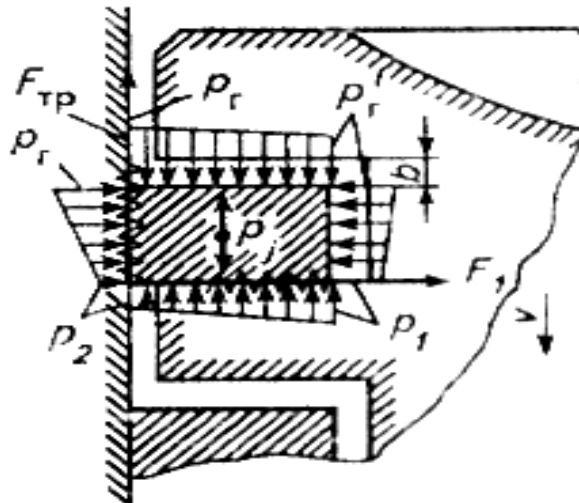


Рисунок 9.1 – Схема сил, що діють на поршневе кільце.

На верхній торці поршневого кільця діє тиск газів p_g , який небагато чим відрізняється від тиску в камері згорання двигуна, що притискає його до нижнього торця поршневої канавки. Знизу на кільце впливає тиск газів p_1 , що пройшли через зазори між кільцем або гільзою, кільцем або нижнім торцем канавки. Цей тиск газів змінюється по ширині кільця і прагне відірвати його від площини з'єднання з канавкою. Проте тиск газів на нижній торці значно менше, чим на верхній, із-за його дроселювання в зазорах. В результаті кільце прижмається до нижнього торця канавки під дією різниці тисків, що діють на його верхньому і нижньому торці. Крім тиску газів на кільце діє сила інерції p_j . До дзеркала циліндра кільце притискається силою, величина якої пропорційна різниці тиску газу в за кільцевому просторі (p_{n_r}) і на поверхні з'єднань з циліндром. Тиск газів на робочу поверхню кільця (p_1 і p_2) менше, ніж з внутрішньої сторони, що пояснюється

дроселюванням газу.

Між кільцем і поверхнею циліндра виникає сила тертя $F_{тр}$, значення якої пропорційне тиску кільця на поверхню циліндра, що виникає в результаті дії тиску газів і сили пружності кільця. Ця змінна по величині сила направлена убік, протилежну руху поршня. Робота сил тертя викликає знос циліндра і робочої поверхні кільця. На роботу сил тертя впливають: співвідношення фізико-механічних властивостей матеріалів кільця і циліндра; стан мащення і наявність в ній абразиву; температура деталей, що сполучаються.

Робота сил тертя нижніх кілець завжди менше, ніж першого, що пояснюється, з одного боку, кращими умовами мащення, а з другого - нижчим тиском газів в лабіринтовому ущільненні.

Поблизу верхньої мертвої крапки (в.м.т.), на тактах стиснення і робочого ходу, відбувається інтенсивне зношування циліндра, що посилюється дією високої температури газу, яка приводить до вигорання змащувального матеріалу на поверхні циліндра. У міру руху поршня вниз робота сил тертя кілець в sprzęженні зменшується. Кільця заходять в зону циліндра, де завжди є масло на поверхні, інтенсивність зношування циліндра по висоті зменшується. Епюра зносу циліндра (рис. 9.2) має форму конуса, більша основа якого розташована поблизу верхньої мертвої точки.

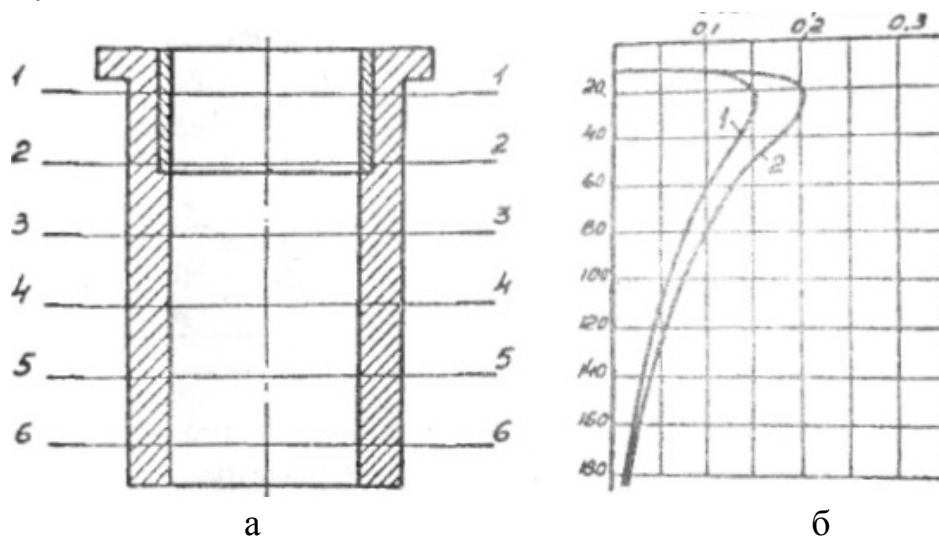


Рисунок 9.2 – Схема вимірювання діаметру отвору гільзи циліндра:
а – площини вимірювання; б – передбачуваний характер зносу

У площині гойдання шатуна знос циліндра дещо більше через дію нормальної сили. Ділянка циліндра, розташована напроти вогняного поясочка поршня, при положенні його у в.м.т. зношується. Інтенсивність зношування циліндрів крім перерахованих чинників в значній мірі визначається умовами експлуатації двигуна і досконалістю його технічного обслуговування.

Нерівномірний знос циліндра по висоті приводить до радіальних переміщень кільця в канавці. В результаті переміщень кільця і дії нормального зусилля, що притискує його до нижнього торця канавки, між ними виникає сила тертя F_x .

Робота сили тертя викликає знос першого поршневого кільця і канавки поршня, який прийнято оцінювати по збільшенню зазору, торця, b . Черезмірний знос цих деталей призводить до того, що дроселююча дія кільця слабшає. Гази вільно проходять в картер, що прискорює старіння масла і зношування деталей циліндропоршневої групи двигуна.

Провертання кільця в канавці пояснюється деформацією колінчастого валу в період згорання палива. Деформація валу під час перекидання поршня (зміни сторони прилягання) сприяє тому, що вісь поршня переміщається з точки a в точку c не по прямій $a-c$, а по дузі $a-b-c$ (рис. 9.3), викликаючи перекочування поршня в циліндрі. Характер руху поршня при його перекиданні визначається не тільки деформацією колінчастого валу, але і іншими причинами: неточністю кутового положення шийок колінчастого валу, нерівномірним зносом циліндра, несиметричним розподіленням тиску кільця на поверхню циліндра, неправильним взаємним розташуванням осей поршня і циліндра і т.д.

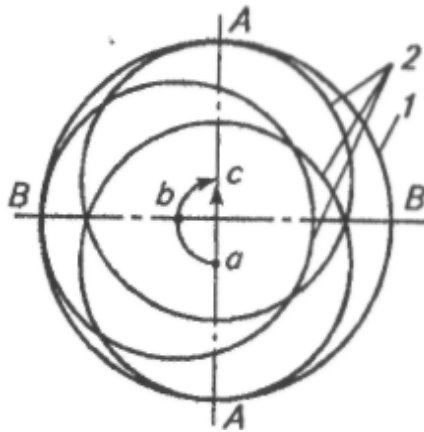


Рисунок 9.3 – Схема руху кільця в поршневій канавці: 1 – поршень, 2 – циліндр

«Перекочування» поршня і тертя кільця об стінку циліндра викликає повільне провертання кільця в канавках. Коли колінчастий вал достатньо жорсткий і відсутні технологічні неточності виготовлення і монтажу деталей, вісь поршня переміщається з точки a в точку c , минувши точку b , і кільця не повертаються. Провертання кільця сприяє зношуванню його і канавки.

Температура робить істотний вплив на твердість матеріалу поршня і фізико-хімічні процеси, що відбуваються в маслі. Якщо в маслі є абразив, то він разом з твердими продуктами згорілого масла шаржує поверхню канавки. Цей процес відбувається тим інтенсивніше, чим вище температура поршня і нижче твердість матеріалу. Якщо температура поршня в зоні першого кільця знаходиться в межах $220...250\text{ }^{\circ}\text{C}$, то твердість алюмінієвого сплаву зменшується на $35...40\%$ початкової величини. Рух кільця по шаржованій поверхні канавки викликає його інтенсивне зношування. У поршнях з алюмінієвих сплавів кільце зношується більше, ніж канавка. Близько $70...80\%$ сумарного зносу з'єднання доводиться на кільце.

Знос з'єднання бобишка поршня - поршневий палець що виходить в основному за рахунок зносу отвору, на частку якого припадає 70...80 % сумарного зносу з'єднання. Температура поршнів в зоні бобишок відносно невелика, а твердість матеріалу близька до початкової. Шаржування поверхні отворів абразивними частинками практично не спостерігається. Отвори зношуються в результаті високих контактних напруг в з'єднанні і провертання пальця в отворах. Найбільший знос поршневого пальця спостерігається в місці з'єднання його з втулкою верхньої головки шатуна.

На знос деталей циліндропоршневої групи істотний вплив робить взаємне розташування деталей кривошипно-шатунного механізму. Непаралельність осей шатунних шийок відносно корінних, не перпендикулярність осі циліндра до осі колінчастого валу, неточність взаємного розташування осей верхньої і нижньої головок шатуна приводять до перекосу поршня в циліндрі, що погіршує прироблення поршнів, кілець, шатунних і корінних вкладишів колінчастого валу. При перекосі погіршується контакт кілець з циліндром, підвищується витрата масла на вигорання, швидке його старіння і засмічення продуктами згорання палива. Динамічні зусилля в циліндропоршневій групі при «перекладаннях» поршня значною мірою залежать від початкового настановного зазору в з'єднанні поршень - циліндр. Зазор робить істотний вплив на перекіс поршня. Такий перекіс не може бути більше радіального зазору в з'єднанні поршень - циліндр при робочій температурі цих деталей.

Мінімальний радіальний зазор в з'єднанні поршень - циліндр спостерігається у верхній частині юбки поршня при положенні його в нижній мертвій точці (н.м.т.). Значення цього зазору визначається сумарною дією на поршень теплових і механічних навантажень.

Значні перекози можуть приводити до схоплювання матеріалів сполучених деталей, нерівномірному зносу шатунних підшипників двигуна.

У гільз циліндрів окрім зносу їх внутрішньої поверхні зустрічаються наступні дефекти: знос нижньої поверхні опорного бурту і посадочних поясоків; кавітаційне руйнування зовнішньої поверхні; відкладення накипу.

Знос, овальність і конусність робочої поверхні контролюють індикаторним нутроміром НІ-100-160. Знос опорного бурту (вимірювання висоти) встановлюють мікрометром. Він складає 0,08...0,10 мм.

Знос посадочних поясоків визначають вимірюванням їх діаметру і овальності за допомогою пристосування КІ-3343 ГОСНИТИ, биття опорного торця бурту і посадочних поясоків щодо внутрішньої поверхні гільзи - пристосуванням КІ-3340 ГОСНИТИ.

При зношуванні циліндропоршневої групи має місце нерівномірність розподілу навантаження і зносу в контактні кілець і спідниці поршня, що створює спотворення його циліндричності. Знос в зоні першого кільця зазвичай більше, ніж в інших місцях; спідниця поршня в поперечному перетині набуває форми еліпса.

Додаткова нерівномірність розподілу навантаження в контактах, що труться, пов'язана з нерівномірним тепловим розширенням поршня, що має неоднорідний розподіл маси, і теплової деформацію блоку циліндрів.

Важливою причиною нерівномірності розподілу контактних навантажень є неточність розмірів і форми циліндра, поршня, кільця і їх елементів, складальні відхилення взаємного розташування і ін.

Знос поршневих кілець при роботі двигуна обумовлений їх одночасним переміщенням в подовжньому і радіальному напрямках щодо канавок. Інтенсивність переміщень і зносу поверхонь визначають співвідношення між силами інерції і пружності кілець, силами тертя об поверхні канавок поршня і гільзи циліндра, тиск газів в закільцевому просторі.

Гільзи циліндрів зношуються нерівномірно як по створюючій, так і по колу в поперечному перетині. Пік зносу по створюючій розташовується в місці зупинки компресійного кільця у верхній «мертвій точці». Це пов'язано із збільшенням сили тертя при уповільненні, зупинках і реверсі; погіршенням умов мастила; змивом масла конденсатом пари палива із стінок гільзи; наявністю високого нормального тиску на стінки гільзи у момент зміни орієнтації поршня в зоні верхньої «мертвої точки»; випаровуванням граничних шарів мастила під дією високих температур, порушенням гідродинамічного режиму мастила в «мертвих точках» і ін. Гідродинамічний режим мастила в парі кільце-гільза можливий лише в середній частині ходу поршня.

Зона найбільшого зносу по колу в поперечному перетині зазвичай розташовується осторонь, протилежною впускному клапану, що пов'язане з надходженням в цю зону горючої суміші з абразивними частинками.

Найбільший знос гільз спостерігається в площині, перпендикулярній до осі валу, що пов'язане з характером деформацій поршня, гільзи і дією нормального навантаження.

Поршневі кільця також зношуються по торцях і в радіальному напрямі. Знос по торцях пов'язаний з переміщенням кілець в радіальному напрямі під дією газових сил і переорієнтацією поршня при зміні напрямку руху.

Знос кілець в радіальному напрямі відбувається унаслідок тертя під тиском газів в закільцевому просторі і сил пружності кілець. До найбільшого зносу схильні перші компресійні кільця, що працюють при високому тиску і температурах, при недостатньому мастилi.

Маслоз'ємні кільця працюють в сприятливіших умовах, проте їх тиск на стінки циліндрів від сил пружності в 2-4 рази перевищує тиск компресійних кілець, що визначає їх підвищений знос і втрату здатності скидати надлишки масла із стінок циліндрів.

Ресурс працездатності поршня, як правило, лімітується зносом канавки під верхнє компресійне кільце, що виникає під дією відносних переміщень кільця.

Інтенсивність зношування поверхонь спідниці поршня, поршневих пальців і внутрішніх поверхонь бобишок поршня невелика. Цей знос, як правило, не лімітує довговічність ЦПГ.

Вагомим чинником, що визначає вигляд і швидкість зношування в циліндро-поршневих парах, є механохімічні процеси на поверхнях тертя.

Робочий процес в двигунах супроводжується утворенням пари води, двоокиси вуглецю і інших з'єднань, які, взаємодіючи з продуктами окислення сірі, утворюють сірчану або сірчисту кислоту. Відбувається також утворення азотної і вугільної кислот, які ініціюють процеси електрохімічної корозії. У разі застосування сучасних високоякісних масел з додатковим видаленням сірі провідна роль переходить до абразивного виду зношування, що, у свою чергу, ставить проблему поліпшення очищення масла від механічних домішок.

9.2. Основні дефекти деталей.

В цілому технологічному процесі відновлення деталі, процес дефектовки займає важливе місце. Від якості і правильності дефектовки, вміло підібраних пристосувань і інструментів залежить не тільки правильність вибору маршрутів та способів відновлення деталі, але й економічна ефективність технологічних процесів, які розробляються.

Дефектація деталі проводиться згідно з технологічними картами, в яких вказуються найменування та ймовірність виникнення дефектів, розміри поверхонь, які контролюються (номінальні, допустимі в спрженні з деталями, які були в експлуатації та новими), граничні розміри, і робиться висновок про загальний стан деталі. Контролю в процесі дефектації підлягають тільки ті поверхні деталі, які в процесі експлуатації піддаються пошкодженням або зношуванню.

В результаті дефектації деталей складається відомість дефектів, яка є основним документом для подальшого проведення ремонтних робіт, відновлювальних операцій, для визначення потреби в запасних частинах, ремонтних матеріалах, які в основному визначають собівартість ремонту машини в цілому.

Для зменшення трудомісткості процесу дефектації необхідно придержуватися тій послідовності контролю, яка вказана в технологічних картах, де спочатку приводяться дефекти, які найбільш часто зустрічаються.

Приклад дефектування гільзи циліндра двигуна ЯМЗ-236 наведено в табл. 9.1.

Основний дефект поршневих пальців – знос по зовнішній поверхні на ділянках контакту з втулкою верхньої головки шатуна і отворами в поршні. В процесі аналізу вимірювань встановлено, що поршневі пальці автотракторних двигунів мають приблизно однаковий характер зносу робочої поверхні. Середній знос складає 0,02 мм, максимальний знос пальців досягає 0,08 мм. Найбільший знос пальців спостерігається в сполученні з втулкою верхньої головки шатуна, що поступово зменшується до неробочих ділянок. У зазорах між торцевими

поверхнями бобишок і втулки є неробочі ділянки пальців з незначним зносом або повною відсутністю їх.

Таблиця 9.1 – Технологічний процес дефектації гільзи циліндра двигуна ЯМЗ-236

Найменування операції	Спосіб дефектовки	Розмір в мм		Висновок
		номінальний діаметр	допустимий без ремонту	
Виявлення обломів, тріщин	Огляд, дефектоскопія	-	-	Бракувати
Конусність	Нутромір НН-100-150 ГОСТ 868-82, індикатор НЧ 02 кл. 1 ГОСТ577-88	0,02	0,03	Відновлювати
Еліпсність	-/-	0,02	0,03	Відновлювати
Задири та риски на робочій поверхні	Огляд	-	-	Відновлювати
Знос посадочного пояска	Мікрометр МК 100-125 ГОСТ 6507-80	153 ^{+0,05}	153 ^{+0,09}	Відновлювати
Знос опорного бурту	Мікрометр МК 100-125 ГОСТ 6507-80	12 ^{-0,015} _{-0,065}	12,1	Відновлювати
Кавітаційні руйнування	Калібр 50,32 ГОСТ 2015-69	1,5	1,7	Відновлювати
Корозія	Огляд	-	-	Відновлювати
Знос робочої поверхні циліндра	Нутромір НН-100-150 ГОСТ 868-82, індикатор НЧ 02 кл. 1 ГОСТ577-88	130 ^{+0,04}	130 ^{+0,06}	Відновлювати

Аналіз ремонтного фонду показав, що 90 % поршневих пальців ремонтпридатні. З числа тих, що поступили на дефектацію 10 % пальців, що мають тріщини, сколи, глибокі подряпини і забоїни, підлягають вибраковуванню.

Дефектація поршневих пальців проводиться мікрокатером 0,5-ИГП і скобами. Спосіб усунення дефекту залежить від зносу. Якщо розмір зношеного пальця знаходиться в межах нормального допуску, то його перешліфовують в нижчу розмірну групу.

9.3. Відновлення гільз циліндрів методом ремонтних розмірів.

Гільзи циліндрів визначають значною мірою ресурс автотракторних двигунів. Вони виготовляються з чавуна з подальшою термічною обробкою. Внутрішня робоча поверхня в більшості випадків піддається гарту ТВЧ на глибину не менше

1,5 мм і відпуску для отримання твердості не нижче 40 HRC. Все ширше застосовують гільзи з легованого чавуна, які не гартують. Гільзи циліндрів деяких двигунів мають у верхній частині вставку із зносостійкого нірезистового чавуна, що містить 16-17 % нікелю, 7,8-8,6 % міді, 1,8-2,2 % хрому і інші легуючі елементи. Основними дефектами гільз, обмежуваними їх ресурс, є знос і задираки отвору під поршень (дзеркало). Існують різні способи їх усунення.

Відновлення дзеркала гільз. Робоча поверхня дзеркала гільзи зноситься головним чином в результаті тертя поршневих кілець об стіни циліндра і дії абразивних частинок, що містяться в змащувальних маслах і засмоктуваному повітрі.

Робоча поверхня дзеркала гільзи зноситься головним чином в результаті тертя поршневих кілець об стіни циліндра і дії абразивних частинок, що містяться в змащувальних маслах і засмоктуваному повітрі. Методи відновлення гільз – механічна обробка до ремонтних розмірів і зміна розмірів з подальшою обробкою під номінальний або ремонтний розмір. Найбільше розповсюдження отримало розточування під ремонтний розмір з подальшим хонінгуванням. Гільзи основних автотракторних двигунів мають один ремонтний розмір, збільшений на 0,7 мм, пускових двигунів – два з інтервалом 0,75 мм, а більшості автомобільних – три з інтервалом 0,5 мм. Розточування має істотні недоліки:

- 1) це знижує зносостійкість гільз, оскільки знімається найтвердіший поверхневий шар, що зменшує ресурс двигуна;
- 2) необхідна велика номенклатура запасних частин (кільця і поршні ремонтного розміру), що економічно не вигідно.

Основний спосіб відновлення внутрішньої поверхні гільзи - обробка під ремонтний розмір. Гільзи карбюраторних двигунів типу ЗМЗ мають три ремонтні розміри, а типу ЗИЛ - два через 0,5 мм. Гільзи дизелів мають один ремонтний розмір, збільшений на 0,5 або 0,7 мм. Звичайно гільзи розточують і піддають двох - або триразовому хонінгуванню. Розточують гільзи на верстатах моделі 278, 278Н, 2Е78П, 2340 і т.д. за один прохід різцями з пластинками із сплавів ВК2 або ВК3. Гільзу встановлюють в пристосування (рис. 9.4), що розміщується на столі верстата. Базовими поверхнями при розточуванні служать посадочні поясочки і торець опорного бурту. По незношеному поясочку у верхній частині гільзи за допомогою індикаторного пристосування або кулькового облямовування суміщають осі шпинделя і гільзи. Слід мати на увазі, що зсув осі гільзи із-за неправильного центрування при подальшому хонінгуванні виправити неможливо. Тому допускається різностінність гільзи не більше 0,1 мм. Після центрування пристосування закріплюють на столі верстата. Потім за допомогою мікрометра встановлюють виліт різця, мм, на необхідний розмір:

$$H_p = \frac{D_r + d_{ш}}{2 - a},$$

де D_r – ремонтний розмір гільзи, мм;

$d_{ш}$ – діаметр шпинделя верстата, мм;
 a - припуск на хонінгування (на діаметр), мм.

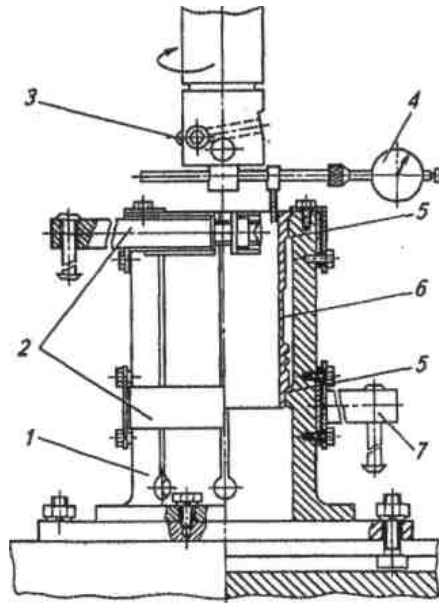


Рисунок 9.4 – Схема пристосування для кріплення гільз при розточуванні:
 1 – корпус; 2 – нижнього і верхнього затисків; 3 – різця; 4 – індикаторне пристосування; 5 – верхній і нижній посадочні пояски пристосування; 6 – гільза;
 7 – стягнутого гвинта з рукояткою

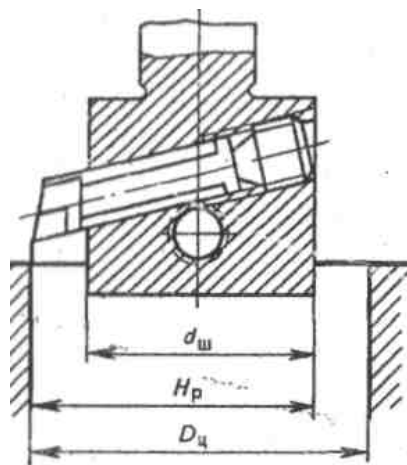


Рисунок 9.5 – Схема установки різця на розмір: H_p – виліт різця;
 $D_ц$ – ремонтний розмір гільзи; $d_{ш}$ – діаметр шпинделя

Оскільки верхня (10...15 мм) і нижня (30 мм) частини гільзи не загартовані, а знос дзеркала не рівномірний, то при розточуванні сила різання різко змінюється і віджимання різця по довжині гільзи неоднаковий. Крім того, стійкість вказаних різців низька, і до переточування вдається розточити 5...7 гільз. Тому овальність і конусність розточених гільз складають 0,08...0,10 мм, а різниця діаметрів загартованої і незагартованої ділянок досягає 0,15...0,20 мм. Все це приводить до підвищення до 0,1...0,2 мм припуску на хонінгування, в результаті якого

трудомісткість різко зростає, а продуктивність складає всього; 15...6 гільз в зміну. З метою підвищення якості і продуктивності ефективно застосування для розточки гільз різців, оснащених вставками з надтвердих синтетичних матеріалів ельбор-Р і гексаніт-Р. Їх стійкість до переточування досягає 70 гільз. При оптимальних режимах розточування овальність і конусність розточених гільз складає 0,01...0,03 мм, а припуск на хонінгування - 0,04...0,05 мм. В результаті витрати на хонінгування зменшуються на 30...40 %.

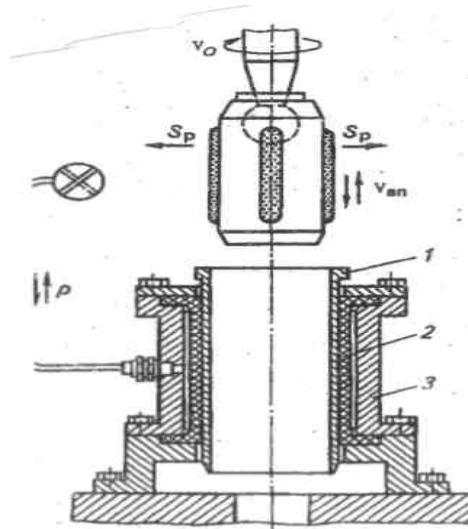


Рисунок 9.6 – Схема пристосування для кріплення гільзи при хонінгуванні:
 1 – гільза; 2 – діафрагма; 3 – корпусу; V_c – колова швидкість хонінгування;
 S_p – тиск розтискання брусків; $V_{вп}$ – швидкість зворотно-поступального руху;
 p – тиск повітря.

З цією ж метою багато підприємств замість розточування застосовують шліфування внутрішньої поверхні на спеціальних бесцентрово-шліфовальних верстатах типу СШ-22, СШ-64 і ін. Гільзу встановлюють в пристосування і шліфують кругами з білого електрокорунду зернистістю 40 середньо м'якої твердості. Шліфують гільзи за два переходи: чорнове і чистове шліфування. При чистовому шліфуванні в 2 рази зменшують поперечну і подовжню подачі. Потім виконують зачисні ходи без поперечної подачі.

Після розточування або шліфування гільзи циліндрів двигуна хонінгують на верстатах ЗД83, ЗМ83. Гільзу закріплюють в діафрагменому пневматичному пристосуванні, що зменшує її деформацію і підвищує точність обробки. В зазор між діафрагмою 2 і гільзою 3 подають під тиском 0,4...0,5 МПа повітря. Гумова діафрагма щільно облягає зовнішню поверхню гільзи і утримує її від переміщення при хонінгуванні.

Довжина ходу хонінгувальної головки S повинна бути такий, щоб вихід (перебіг) брусків K за краї циліндра був рівний $1/3$ їх довжини m (рис. 9.7):

$$S = L + 2K - m,$$

де L – довжина гільзи, мм.

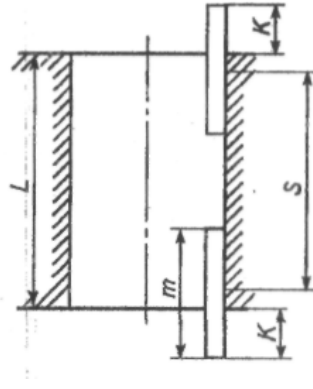


Рисунок 9.7 – Схема до розрахунку довжини ходу хонінгувальної головки

При меншому ході спостерігається бочко-подібність гільзи, а при більшому - конусність. Довжину брусків приймають рівній половині висоти гільзи. Число брусків в хонінгувальній головці повинно бути таким, щоб загальна ширина їх була не менше 20 % довжини кола оброблюваної гільзи.

При чорновому хонінгуванні знімають основну частку припуску і виправляють погрішності геометричної форми отвору (овальність, конусність і ін.) після розточування або шліфування, а при чистовому - зменшують шорсткість поверхні.

Після відновлення гільзи контролюють відповідно до технічних вимог і сортують на розмірні групи по діаметру внутрішньої поверхні.

Один з недоліків відновлення гільз обробкою під ремонтний розмір - різке (на 20...30 %) зниження їх ресурсу із-за зменшення твердості поверхні. При використанні способу ремонтних розмірів в процесі відновлення гільз циліндрів і колінчастих валів ресурс двигунів знижується на 30...50 %. Для його підвищення гільзи зміцнюють пластичною деформацією, плоско вершинним хонінгуванням, гартом ТВЧ, лазерним обробкою і ін.

9.4. Відновлення гільз циліндрів до номінальних розмірів

Істотного скорочення витрат праці, витрати запасних частин і підвищення довговічності можна добитися упровадженням технології, заснованої на відновленні їх номінальних розмірів. Є позитивний досвід відновлення гільз постановкою легкоз'ємних вставок, гальванопокриттями, термопластичним обжиманням (рис. 9.8).

Істотного скорочення витрат праці, витрати запасних частин і підвищення довговічності можна добитися упровадженням технології, заснованої на відновленні їх номінальних розмірів. Є позитивний досвід відновлення гільз постановкою легкоз'ємних вставок, гальванопокриттями, термопластичним обжиманням.

Постановка легкоз'ємних вставок. Спосіб передбачає відновлення робочої поверхні гільзи до потрібного розміру шляхом запресовки з натягом сталльної стрічки.

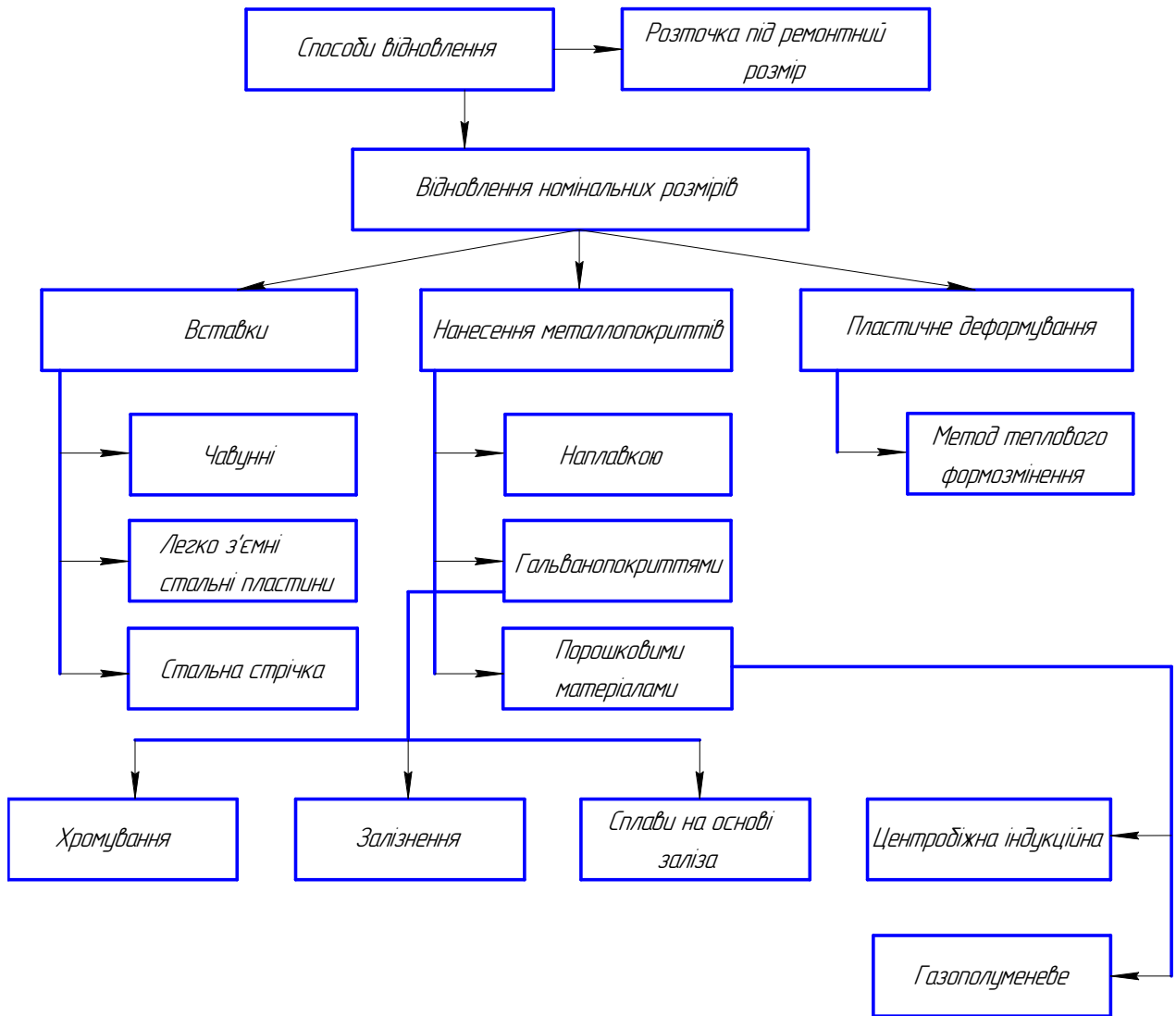


Рисунок 9.8 – Класифікація способів відновлення внутрішніх поверхонь гільз

Матеріалом для вставки служить холодно катана, термічно оброблена стрічка, що калібрується, із сталі марок У8А, У10А, 70С2ХА, 65Г, 40КХНМ, 36 НХТЮ, з нержавіючої корозійностійкої стрічки ОХ17И7ГТ і ОХ17ГТ – ВЧ. Товщина і довжина стрічки залежить від величини найбільшого радіального зносу і номінального діаметра гільзи. Випробування автомобілів ГАЗ-53А і ЗІЛ-130 з двигунами, у яких гільзи були відновлені цим способом, показали, що за 50-60 тис. км пробігу виходу з ладу деталей гільзо поршневої групи не було.

Гальванічні покриття. Для відновлення дзеркала гільз циліндрів використовується хромування, залізнєння, а також залізо фосфорові і залізонікелеві сплави. Найбільше застосування знаходить хромування. Цей спосіб забезпечує високу зносостійкість відновлених гільз, оскільки хромування дасть можливість в процесі осадження покриттів одержувати пари і мікро тріщини, які сприяють створенню «масляних кишень», забезпечуючи акумуляцію масла і поширюючи його по всій внутрішній поверхні гільзи. Експлуатаційними випробуваннями гільз циліндрів двигунів СМД-82, СМД-14, ЗМЗ-53, відновлених без ванним хромуванням в проточному електроліті, показали, що термін їх служби в 2,9–3,6

разів довше, ніж не хромованих. До недоліків цього способу слід віднести низьку продуктивність при осадженні покриттів недостатні зчепленість покриттів з основою і надійність процесу, трудність подальшої механічної обробки.

Теплове формозмінення. Уральський філіал НІИАТа розробив технологію відновлення гільз циліндрів двигунів автомобілів методом теплового формозмінення, який заснований на пластичній деформації металевих деталей при тепловій дії на них. Формозмінення гільзи здійснюється за допомогою спеціального устаткування, високочастотної установки, індуктора, пристроїв охолоджуючого і для повідомлення гільзі обертального і поворотно-поступального рухів.

Гільза встановлюється на стіл пристрій, безперервно нагрівається до 840–880 °С струмами високої частоти і охолоджується водою. Переміщення її щодо джерел нагріву і охолодження дозволяє створювати в ній температурне поле, що характеризується великим градієнтом, і значні теплові напруги. Під дією цих напруг в окружному напрямі гільза деформується. Величина деформації залежить від максимальної температури нагріву, фізико – механічних властивостей металу, інтенсивності охолодження і геометричних розмірів гільзи. Змінюючи параметри теплової дії, можна управляти пластичною деформацією. Для гільз циліндрів двигунів типу ЯМЗ найбільша величина обтиску складає 0,01–1,0 мм на діаметр, що дозволяє відновлювати їх до номінального розміру.

Для відновлення гільз методом теплового формозмінення не потрібні дорогі і дефіцитні матеріали, поршні і кільця ремонтних розмірів. Стендові і експлуатаційні випробування двигунів з відновленими гільзами методом теплового формозмінення на АТП Челябінській області показали, що гільзи мають хорошу зносостійкість, забезпечуючи пробіг автомобілю не менше 85-90 % від нового. Упровадження цього способу дозволить заощадити велику кількість металу і отримати значний економічний ефект.

Малоярославецким філіалом ГОСНИТИ і ЦОКТБ розроблена технологія відновлення тракторних гільз методом теплового формозмінення. Є розроблений потоково – механізовані лінії для відновлення гільз двигунів СМД-14 і Д-50.

Таблиця 9.4 – Техніко-економічні показники способів відновлення гільз циліндрів

Спосіб відновлення	Марка двигуна	Ресурс у відсотках від нових	Річна програма ремонту, тис. шт.
Легко з'ємні сталеві вставки	ЗІЛ-157	100	100
Хромування	СМД-62 СМД-14 ЗМЗ-53	290-360	8
Теплове формозмінення	СМД-14 Д-50	85-90	100

Контактне приварювання сталеві стрічки, запропонована ВНПО «Рем деталь» для відновлення гільз циліндрів, забезпечує надійність з'єднання стрічки з деталлю, хороший тепловідвід від поверхні в тіло гільзи, відсутність зазорів в мостах стику стрічки. Перед відновленням внутрішню поверхню гільзи розточують, вставляють стрічку і приварюють на установці 011–1–06. Технологія уточнюється з участю ряду ремонтних підприємств. Метод приварювання сталеві стрічки дозволяє неодноразово відновлювати гільзи як вже розточені до одного з ремонтних розмірів, що так і не розточувалися. Найважливішими перевагами контактного приварювання є відсутність нагріву деталей, можливість приварювання стрічки з твердих сплавів, підвищення в 2-3 раз продуктивності.

Відцентрове індукційне напикання порошковим матеріалом застосовується для відновлення тонкостінних чавунних гільз циліндрів двигунів автомобілів. До закріплення в установці з гільзи витягується вставка. Після установки її в кінчне облямовування в розточування, де була вставка, насипають металевий порошок, закривають кришкою і включають привід. Порошок повністю розподіляється по всій поверхні гільзи при частоті обертання її 350-450 об/хв. Досягши цієї частоти включають індуктор, помішаний в гільзі; за 1–1,5 об/хв., порошок припікається до гільзи. Після цього включають індукційний нагрів, а через 1,2–2 хв., щоб гільза охолодилася, вимикають привід. З застосуванням відповідних зносостійких матеріалів при напиканні термін служби відновлених гільз збільшується в 2–3 раз (але порівнянню з гільзами після розточування).

Газополум'яне напикання порошкових сплавів для відновлення гільз знаходиться у стадії розробки.

Недоліки вказаних способів – у високій температурі нагріву гільзи, що приводить до зміни макроегеометрії внутрішньої поверхні, в трудності подальшої механічної обробки у зв'язку з нанесенням твердого шару покриття.

Після відновлення гільзи вимагають обробки: при розточуванні під ремонтний розмір – хонінгування, постановці легкоз'ємних сталевих вставок – хонінгування, нанесенні гальванопокриття – шліфування з хонінгуванням, тепловому формозміненню – розточування з хонінгуванням, контактному приварюванню ствольної стрічки – шліфування з хонінгуванням, напиканні порошкових матеріалів – хонінгування.

Розточування гільз проводиться в спеціальних пристосуваннях на вертикально – розточувальних верстатах різцями з пластинами з твердого сплаву ВК – 3 і ВК – 8. Для зниження витрат і підвищення продуктивності ремонту гільз роблять розточування різцями з ельбора–Р без подачі охолоджуючої рідини при частоті обертання шпинделя 750 хв., подачі 0,05 мм/об і глибині різання 0,3 мм Припуск на хонінгування не перевищує 0,04–0,05 мм Висока розмірна точність і шорсткість оброблених поверхонь, що вимагається, дозволяє скоротити витрати на хонінгування на 30–40 %.

На Першому Донецькому АРЗ випробували розточування гільз двигунів ЗІЛ-130 різцями з гексаніта-Р. Підвищується продуктивність праці, оскільки швидкість різання збільшена до 350-380 м/хв. (частота обертання шпинделя 1200 об/хв.), поліпшується якість розточування.

На ряді ремонтних заводів розточування внутрішньої поверхні гільз замінили шліфуванням на спеціальному безцентровому внутрішньо шліфувальному верстаті СМ-27. При цьому потрібен менше часу на установку і зняття деталі, на переналагодження для обробки гільз різних двигунів, швидкість знімання металу більш висока. Підвищується точність розміру шліфованого отвору і, що вельми важливо, зменшується припуск на хонінгування.

Остаточна обробка гільз. Зі всіх видів остаточної обробки (доведення) найбільше розповсюдження отримало хонінгування. Його проводять на спеціальних вертикально – доводочних верстатах абразивними або алмазними брусками. Останні дають можливість підвищити продуктивність на 38 %, точність обробки – на 69, понизити витрати на інструмент на 41 %.

Білгородське проектний – конструкторське бюро «Россель-госптехніки» спільно з галузевою лабораторією при Кишинівському сільськогосподарському інституті з метою підвищення продуктивності обробки гільз циліндрів двигунів розробило установку ОГ-9119 для розмірного електрохімічного хонінгування на базі хонінгувальних верстатів, що серійно випускаються. В основі процесу лежить анодне розчинення електрохімії металу на оброблюваному поверхні деталі – аноді, а інструмент, відповідний формою оброблюваному контуру, служить катодом. Процес протікає при великій густині струму і супроводжується значним виділенням тепла. Щоб встановити теплову рівновагу в зоні обробки, через електродний зазор прокачується електроліт із швидкістю 30–50 м/с, що дозволяє швидко видалити з оброблюваної поверхні продукти анодного розчинення і частинки металу. Хонінгування проводиться за один цикл протягом 45 с, при цьому досягаються необхідні розмір і чистота обробки.

Останнім часом для остаточної механічної обробки гільз застосовують плоско вершинне хонінгування. Мікропрофіль обробленої поверхні має глибокі западини і плоскі вершини. Западини (ризики) виконують роль «масляних кишень» на поверхні, що тре, завдяки цьому відсутнє сухе тертя, інтенсивний знос, захоплювання і задири.

Заслуговує уваги чистова обробка гільз циліндрів кульковими головками гуркотів. При цьому можна обробляти циліндр одночасно різцем і кулькою головки за один прохід, що зменшує трудомісткість обробки циліндрів приблизно на 40 %.

Оптимізація мікрорельєфу робочих поверхонь гільз двигунів ЗІЛ-130, ЯМЗ-236 і інших марок забезпечує хороше припрацювання без утворення задирів, захоплювання і підвищення зносостійкості гільз в 1,4-1,0, а поршневих кілець – в 2 рази. З технологічного процесу обробки гільз виключається найскладніша і

трудомістка операція – хонінгування. Випробування двигуна показали, що електросульфідуювання в 5–10 разів поліпшують противозадирні властивості робочої поверхні гільз, в 2–3 змальовує тривалість припрацювання. Знос гільз, оброблених віброобкатуванням з подальшим сульфідуюванням на 12 % менше ніж при тому, що сульфідувати з подальшим вібророзкатуванням. Знос гільз двигунів СМД-14, оброблених за новою технологією, після напрацювання 480-580 мото-годин в 1,3-1,4 раз менше ніж серійний.

Великі можливості має остаточно обробка гільз циліндрів (фінішна антифрикційна безабразивна). Поверхні деталей, що труть, покриваються тонким шаром латуні, бронзи: або мідь шляхом перенесення металу при терті. Після такої обробки коефіцієнт тертя між гільзою і поршневыми кільцями знижується в 2 раз, а потужність відремонтованого двигуна підвищується приблизно на 3 % без збільшення витрати палива.

Таким чином, при алмазному хонінгуванні; продуктивність підвищується на 38 %, точність – на 69 %, витрати на інструмент скорочуються на 41 %. При електрохімії підвищується продуктивність, плосковершинному – зносостійкість. При вібророзкатуванні зносостійкість підвищується в 1,4–1,7 разів, виключається схоплювання. При тому, що при електросульфідуюванні проти задирні властивості поверхні гільзи поліпшуються в 5–10 разів, період прироблення скорочується в 2–3 раз. При фінішній антифрикційній безабразивній обробці коефіцієнт тертя кілець з гільзою знижується в 2 разі, потужність двигуна збільшується приблизно на 3 %.

9.6. Відновлення поршнів.

Поршень є однієї з основних деталей поршневого двигуна внутрішнього згорання машин, саме він спільно з компресійними кільцями і гільзою циліндра обумовлює величину компресії двигуна, його потужнісні характеристики і стабільність роботи. Поршень при роботі двигуна сприймає колосальні навантаження, здійснюючи зворотно-поступальний рух, формуючи умови для виконання тактів роботи ДВЗ. Відповідно, поршень під час експлуатації схильний до зносу і появи експлуатаційних дефектів. При дефектації поршнів звертають увагу на розміри і стан посадочних отворів під поршневий палець, на розміри і стан самого поршневого пальця, а найголовніше на стан поршневих канавок, виточок на тілі поршня під компресійних і маслоз'ємні кільця. Як правило, 40-50 % поршнів тих, що були в експлуатації придатні до експлуатації за умови належного стану поршневих канавок. Таким чином, технічний стан поршневих канавок їх макро і мікро геометрія визначають подальшу «долю» поршня при дефектації.

Головним вибракочним параметром служить – розмір першої поршневої канавки, оскільки сполучення перше поршневе кільце – канавка поршня зношується більше, ніж інші.

У індивідуальному виробництві в таких поршнях працездатність сполучення перше поршневе кільце – канавка поршня може бути відновлена застосуванням додаткової ремонтної деталі.

Для цього в заздалегідь проточену канавку поршня встановлюють пружинне кільце в комплекті з поршневим кільцем номінального розміру. Розміри пружинного кільця і канавки вибирають з умови забезпечення необхідного зазору між кільцем і канавкою поршня. Пружинні кільця виготовляють із сталеві стрічки У-7 або У-8 методом навивки з подальшою термофіксацією. Товщина стрічки повинна бути в межах 0,75...1 мм, а ширина рівна розміру додаткової канавки над першим кільцем. Температура термофіксації 400 °С.

Гідністю даного методу відновлення працездатності поршнів є простота технологічного процесу. Недоліком є недовговічність відновленої частини.

З метою збільшення терміну служби гільз циліндрів ДВЗ промисловість випускає збільшені ремонтні поршні із зовнішнім діаметром робочої частини більше нормальних на 0,7 мм. Одночасно з цим відпрацьовані поршні збільшених розмірів з незначним зносом зовнішньої циліндрової поверхні також можуть продовжувати працювати.

Поршні, що відповідають технічним умовам для подальшої роботи, відправляють на ділянку механічної обробки для проточки з ремонтного розміру на нормальний розмір. Після проточки зовнішню поверхню поршня шліфують.

Обробляють поршні на токарно-гвинторізному верстаті, поршень укріплюють в пристосуванні. Пристосування складається з підстави (конус Морзе), циліндрової частини, диска. Диск зроблений для упору і центрівки при обробці поршнів двигунів різних марок.

Для поглиблення канавок поршнів під компресійних і маслоз'ємні кільця використовують звичайні різці з пластинами твердого сплаву і з шириною ріжучої грані, точно відповідної розміру ширини канавок поршневих кілець.

При дотриманні технічних умов при механічній обробці поршнів на зменшені розміри і точному виконанні слюсарно-підгінних робіт поршневі групи працюватимуть надійно.

Гідністю даного методу є велика економія оскільки для відновлення працездатності не вимагається додаткових матеріалів.

Недоліком є те, що даним методом можна відновлювати поршневі канавки з невеликим зносом.

Також застосовують для відновлення поршневих канавок аргоново-дугове наплавлення. Для наплавлення використовують неплавкі вольфрамові електроди. Їх заточують у вигляді олівця. У зону дуги під певним тиском подається аргон. Дуга руйнує поверхневу оксидну плівку, а аргон оберігає розплавлений і присадний матеріал від окислення. Присадним матеріалом може бути дріт або смуга з того ж сплаву, що і основний матеріал. Допускається застосування алюмінієвого дроту марки АК, що містить до 5 % кремнію. Для зварки

використовують спеціальні установки УДГ-301, УДГ-501, УДАР-500. Захисний газ в цих установках подається автоматично за допомогою електромагнітного клапана. Джерелом живлення служить зварювальний трансформатор з дроселем насичення.

Гідністю є те, що відновлення проводиться матеріалом схожим по складу з основним, а так само висока швидкість наплавлення.

Недоліком даного способу є наявність високої температури в зоні наплавлення, що може привести до деформації деталі.

Застосовується для відновлення геометрії поршневих канавок метод пластичної деформації матеріалу, що полягає в осадженні зовнішнього діаметру поршня в місцях розділення поршневих канавок з подальшим випрасовуванням висадженого матеріалу. Гідністю даного способу є простота і дешевизна його реалізації. До недоліків відносять неможливість багатократного відновлення у такий спосіб.

Можливо для відновлення канавок поршнів застосування гальванічного осадження покриттів. Метод полягає у формуванні на зношеній поверхні поршневих канавок шару металу обложеного з електроліту під дією хімічних реакцій і електричного струму. Метод вельми ефективний за умови забезпечення високої міцності зчеплення покриття, що облягає, з матеріалом поршня.

В даний час все частіше при відновленні деталей машин знаходять полімерні матеріали. На жаль, для відновлення поршнів ДВЗ вони поки не підходять зважаючи на невисоку стійкість полімерів до високих температур і ударно - вібраційних навантажень. Але можливо в найближчому майбутньому полімерні матеріали позбавляться від цих недоліків і займуть своє місце серед технологій відновлення поршнів ДВЗ автомобілів.

9.7. Відновлення поршневих пальців.

Поршневі пальці, що поступили для відновлення, сортують по внутрішньому діаметру на три розмірні групи.

Заміряють отвори сортувальними лінійками з обох кінців поршневого пальця. Розмірну групу поршневого пальця визначають по найбільшому діаметру отвори.

Для відпалу поршневі пальці укладають в залізні ящики і засипають піском. У кожен ящик слід укласти поршневі пальці однієї розмірної групи.

Відпал пальців проводять при температурі $815 \pm 15^\circ$ з витримкою при цій температурі 1,5-2 години і подальшим повільним охолодженням протягом 12-15 годин.

Твердість пальців, що відпалюють, повинна бути в межах HRC 20-28.

Роздачу пальців проводять прошивкою пуансонами з використанням спеціального пристосування. Пуансони виготовляють з інструментальної сталі 5ХГМ, 5ХНМ, У7 або У8; робочу частину розжарюють до твердості HRC 40-45.

Для роздачі палець встановлюють в матрицю пристосування, робочу частину пуансона змащують машинним маслом і прошивають на гідравлічному пресі П-

413. Прошивка на пневматичному молоті не рекомендується, оскільки часто приводить до розплющення торця поршневого пальця, що спирається на уступ матриці.

Прошивку проводять в 2-3 проходи пуансонами з послідовно встановленими діаметрами до отримання зовнішнього діаметру поршневого пальця.

Величину роздачі поршневих пальців контролюють виміром діаметрів пальців скобою.

Зменшення довжини поршневих пальців в результаті роздачі допускається до 100,5 мм (СМД-14) і 96,6 мм (СМД-7). Тріщини на поршневих пальцях після роздачі не допускаються. Перевірку поршневих пальців на відсутність тріщин проводять на магнітному дефектоскопі типу М-217.

Після роздачі поршневі пальці піддаються термічній обробці. Гарт проводять при температурі $800\pm 10^{\circ}$ в маслі і відпуск при температурі $210\pm 10^{\circ}$ в маслі. Твердість зовнішньої поверхні поршневого пальця повинна бути HRC 56-62. Вимір твердості необхідно проводити в трьох крапках по колу на рівних відстанях один від одного. Поршневі пальці з твердістю вище HRC 62 піддають додатковому відпуску при температурі $230-350^{\circ}$ в маслі. Поршневі пальці з твердістю нижче HRC 56 піддають цементації.

Для цементації в отвори поршневих пальців засипають сухий пісок а їх торці закладають мастикою, що складається з 70 % вогнетривкої глини і 30 % сухого піску, замішаного на рідкому склі. Після закладання мастикою отворів поршневі пальці просушують. Підготовлені таким чином пальці укладають в залізні ящики і засипають карбюратором (85-90 % березового вугілля і 15-10 % вуглекислого натрію). Шар карбюратора між поршневими пальцями і дном, стінками і кришкою допускається не менше 30-50 мм.

Ящики з поршневими пальцями завантажують в термічну піч, нагрівають до температури $900-940^{\circ}\text{C}$ і витримують при цій температурі 3-6 годин.

Глибина шару цементації зовнішньої циліндрової поверхні поршневого пальця повинна складати 1,3-1,7 мм. Перевірку глибини шару цементації проводять по зразку-свідкові, яким є один з поршневих пальців. Цей поршневий палець виймають через певний час, гартують, відпускають і проводять перевірку твердості зовнішньої його поверхні. Якщо твердість пальця-свідка рівна HRC 56-62, цементацію припиняють. Після закінчення цементації пальці виймають з печі і охолоджують на повітрі разом з ящиками.

За наявності в ремонтному підприємстві електropечі опору для газової цементації Ц-60 цементацію поршневих пальців проводять за наступною технологією. Поршневі пальці із закладеними отворами (як було описано вище) встановлюють на торець в спеціальній корзині.

ТЕМА 10. ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ ГАЗОРОЗПОДІЛЬНОГО МЕХАНІЗМУ

- 10.1. Особливості експлуатації сучасних систем газорозподілу.
- 10.2. Клапанні механізми газорозподілу.
- 10.3. Будова, експлуатаційні та технічні характеристики деталей клапанних механізмів газорозподілу.
 - 10.3.1. Клапани.
 - 10.3.2. Сідла клапанів.
 - 10.3.3. Направляючі втулки.
 - 10.3.4. Клапанні пружини.
 - 10.3.5. Розподільний вал.
 - 10.3.6. Штовхачі, штанги і коромисла.
- 10.4. Механізми приводу газорозподільного механізму.

10.1. Особливості будови та експлуатації сучасних систем газорозподілу.

Газорозподіл або *газообмін*, будучи невід'ємною частиною дійсного (робочого) циклу ДВЗ, служить для управління процесами впускання в циліндри двигуна свіжого заряду (горючої суміші або повітря) і випуску відпрацьованих газів відповідно до прийнятого для двигуна порядку роботи.

Для реалізації процесів газообміну впускні і випускні отвори циліндрів повинні відкриватися і закриватися, із заданою закономірністю, за допомогою спеціальних замикаючих елементів (клапани, золотники), кінематично пов'язаних з колінчастим валом.

Сукупність цих елементів, деталей передачі руху з ними, управління ними і приводу утворюють *газорозподільний механізм* (ГРМ).

Важливі функції ГРМ полягають ще в тому, щоб надійно ущільнювати впускні і випускні отвори циліндрів, а також сприяти кращому очищенню циліндрів і забезпечувати хороше наповнення їх свіжим зарядом.

Залежно від конструкції замикаючих елементів ГРМ, в даний час, існує три способи газорозподілу: клапанне, золотникове і комбіноване.

Клапанний газорозподіл отримало переважające застосування в чотиритактних автомобільних ДВЗ. Решта способів газорозподілу реалізована в двотактних ДВЗ, зокрема, золотниковий газорозподіл у ДВЗ малої потужності (мотоциклетні і ін.), комбінований (клапанно-золотникове) газорозподіл в ДВЗ великої потужності (тепловози, суднові).

Найважливішою характеристикою будь-якого способу газообміну, є кругова діаграма *фаз газорозподілу* (рис. 10.1), що відображає тривалість відкриття впускних або випускних отворів циліндра в градусах кута повороту колінчастого валу щодо мертвих точок. Залежно від призначення отворів, що сполучають циліндрову порожнину двигуна з впускним або випускним трубопроводами,

розрізняють *фази впускання (продування)* і *випуску*. Величину фаз вибирають згідно з тактністю двигуна, особливостями його конструкції і швидкохідністю. Правильність вибору фаз газорозподілу для кожної конкретної моделі двигуна уточнюють експериментально при доведенні двигуна на стенді.

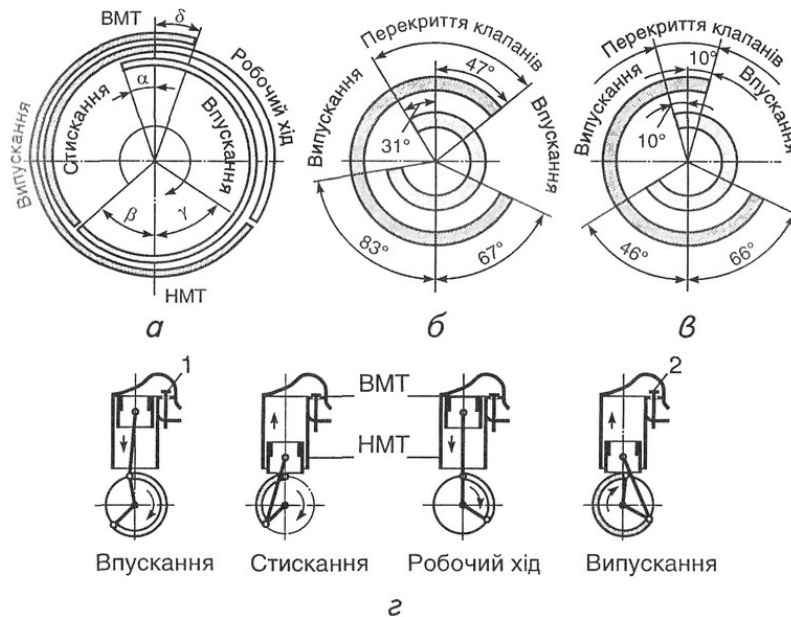


Рисунок 10.1 – Діаграма фаз газорозподілу чотиритактного двигуна (а), двигунів ЗИЛ-157 (б), КамАЗ-740 (в) та положення поршнів, що відповідають фазам газорозподілу (г)

Клапанний газорозподіл (рис. 10.1) має наступні переваги: простота конструкції; мала вартість виготовлення і ремонту; хороше ущільнення камери згорання; хороша експлуатаційна надійність.

До недоліків клапанного газорозподілу слід віднести: підвищений шум; не забезпечує бажаного (у ідеалі миттєвого) відкриття і закриття впускних і випускних отворів циліндрів.

Проте останній недолік зводиться до мінімуму за рахунок розширення фаз впускання і випуску, як показано на рис. 10.1. а. У чотиритактних ДВЗ такти впускання і випуску здійснюють за 180° кута повороту колінчастого валу. Проте через газодинамічні опори впускної і випускної систем, інерційності газових потоків, що дроселює дії впускних і випускних отворів циліндрів, тривалість процесів впускання і випуску повинна бути істотно велика. Так, загальна тривалість фаз впускання і випуску в автомобільних двигунах (рис. 10.1. а) досягає $230-300^\circ$ унаслідок розвинених кутів випередження відкриття клапанів: впускання за $\alpha_{\text{вп}}^\circ = 10-30^\circ$ до в.м.т., випускного за $\gamma_{\text{вип}}^\circ = 40-70^\circ$ до н.м.т.; і запізнювань закриття клапанів: впускання за $\beta_{\text{вп}}^\circ = 40-80^\circ$ після н.м.т., випускного за $\delta_{\text{вип}}^\circ = 10-50^\circ$ після в.м.т.

Відкриття впускного клапана з невеликим кутом випередження потрібне для:

- відкриття клапана до моменту приходу поршня у в.м.т. з метою збільшення ефективного прохідного перерізу щілини між клапаном і сідлом;

- використання інжекційної дії потоку відпрацьованих газів, що виходять з великою швидкістю через відкритий випускний клапан, для підсосу свіжого заряду з метою продування циліндрів.

Кут випередження вибирається невеликим щоб уникнути втрат палива при продуванні циліндрів (для ДВЗ із зовнішнім сумішоутворенням) і зворотного викиду свіжого заряду у впускну систему.

Закриття впускного клапана з великим кутом запізнювання потрібне для використання інерційності і швидкісного натиску свіжого заряду, що поступає в циліндр в кінці впускання з великою швидкістю, з метою додаткового наповнення циліндрів (дозарядки);

Наприклад, на номінальному режимі роботи ДВЗ дозарядка циліндрів складає 10-15 % від свіжої горючої суміші або повітря, споживаних двигуном.

Відкриття випускного клапана з великим кутом випередження потрібне для:

- привідкривання клапана до моменту приходу поршня в н.м.т. з метою збільшення ефективного прохідного перерізу щілини між клапаном і сідлом;

- кращого очищення циліндрів за рахунок вільного випуску газів під надмірним тиском. До цього моменту гази в циліндрі мають тиск близько 0,4...0,5 МПа і випускаються в атмосферу з великою швидкістю, рівній швидкості при критичному перепаді тиску. Вважають, що за цю першу фазу випуску з циліндра викидається приблизно 60-70 % всіх відпрацьованих газів і лише 20...30 % їх віддаляється при подальшому ході поршня від н.м.т. до в.м.т., коли здійснюється друга фаза випуску. Якщо випускний клапан відкривати у момент знаходження поршня в н.м.т., то всі відпрацьовані гази довелось б видаляти з циліндра при русі поршня до в.м.т. і витратити на це велику роботу.

Закриття випускного клапана з невеликим кутом запізнювання потрібне для використання інерційності і швидкісного потоку відпрацьованих газів з метою додаткового очищення і продування циліндрів свіжим зарядом. Положення, коли поршень знаходиться поблизу в.м.т. і обидва клапани одночасно відкриті, називають *перекриттям клапанів*, яке досягає 30...40° кута повороту колінчастого валу.

10.2. Клапанні механізми газорозподілу

У клапанних ГРМ клапани, що перекривають впускні і випускні отвори циліндрів, називають відповідно впускними і випускними.

Широкого поширення набули конструкції двигунів з двох клапанними ГРМ, що включають один впускний і один випускний клапани (рис. 10.2, 10.3). У двигунах з циліндровими і клиновидними камерами згорання клапани розташовуються в один ряд уздовж осі блоку (див. рис. 10.2). Впускні і випускні клапани чергуються (рис. 10.2, а) або розташовуються попарно (рис. 10.2, б). У останньому випадку впускні клапани сусідніх циліндрів можуть мати один загальний або роздільні патрубки для кожного клапана (рис. 10.2, а, в).

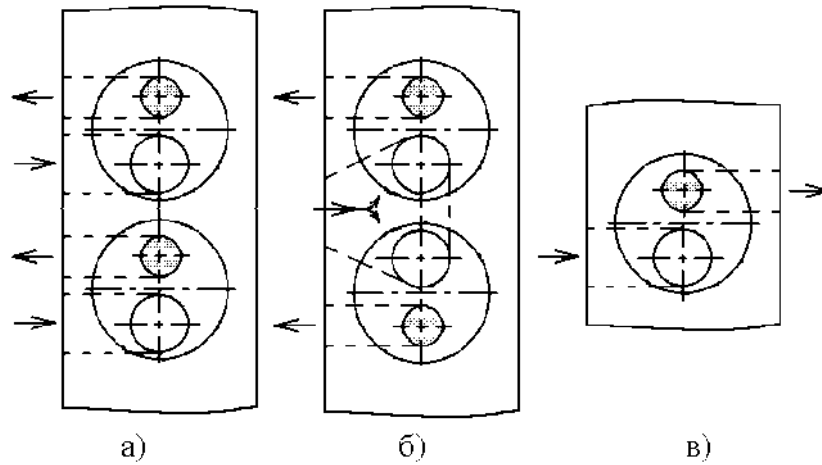


Рисунок 10.2 – Однорядне розташування двох клапанів на один циліндр:
 а, в – впускні і випускні клапани чергуються, б – ті ж, розташовані попарно

Дворядне розташування клапанів (рис. 10.3) використовують в двигунах з іскровим запаленням, що мають шатрові або півсферичні камери згорання. Осі клапанів можуть бути нахилені до осі циліндра, що дозволяє збільшити діаметри горловини клапанів і спростити форму каналів в головці.

У дизелях дворядне розташування клапанів зазвичай не застосовується у зв'язку з труднощами розміщення форсунок в місцях, зручних для обслуговування. У ДВЗ з однорядним розташуванням клапанів впускний і випускний трубопроводи можуть бути розміщені як з одного боку головки циліндрів (рис. 10.2, а, б), так і з обох боків (рис. 10.2, в).

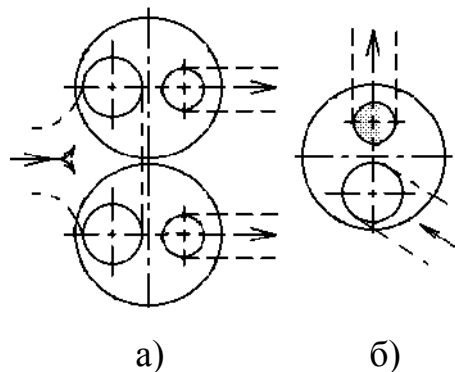


Рисунок 10.3 – Дворядне розташування двох клапанів на один циліндр

У двигунах з дворядним розташуванням клапанів і в V - образних двигунах трубопроводи розташовуються по обидві сторони головки циліндрів (рис. 10.3).

Все більшого поширення набувають конструкції механізму газорозподілу з трьома (рис. 10.4) і чотирма клапанами на один циліндр (рис. 10.5). З одного боку, перехід від двох - до трьох - і чотирьох клапанних варіантів і ускладнює механізм газорозподілу і конструкцію головки циліндрів, з іншого боку це дозволяє:

- збільшити площі прохідних перетинів клапанів при зменшенні їх розмірів;

- із зменшенням діаметру головки клапана збільшити її жорсткість і поліпшити охолодження, понизити інерційні навантаження на деталі механізму газорозподілу;
- понизити витрату палива приблизно на 9 г/(кВт-год).

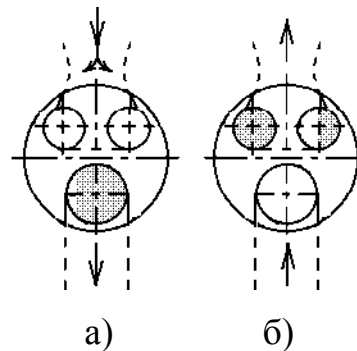


Рисунок 10.4 – Варіанти розташування трьох клапанів на один циліндр

Трьохклапанні механізми з одним випускним клапаном великого діаметру і двома випускними (рис. 10.4 а) або з одним впускним великого діаметру і двома випускними (рис. 10.4 б). При установці чотирьох клапанів на один циліндр (рис. 10.5) однойменні клапани можуть розташовуватися уздовж подовжньої осі блоку (рис. 10.5 а) або в двох рядах (рис. 10.5 б). При дворядному розташуванні стрижень випускного клапана, розташованого з боку випускного патрубку, піддається інтенсивному нагріву. З цим пов'язано ширше розповсюдження конструкцій з розташуванням однойменних клапанів в різних рядах.

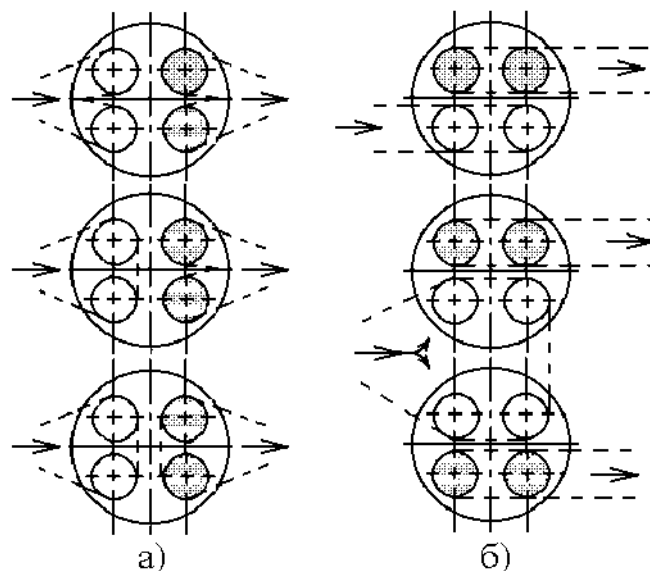


Рисунок 10.5 – Варіанти розташування чотирьох клапанів на один циліндр

При виборі схеми приводу клапанів прагнуть максимально понизити маси рухомих елементів механізму газорозподілу і збільшити його загальну жорсткість.

Залежно від розташування розподільного валу ГРМ підрозділяють на механізми з нижнім або середнім і верхнім розташуванням розподільних валів.

Залежно від розташування клапанів щодо циліндра розрізняють *нижньоклапанні*, *верхньоклапанні* і *змішані механізми* газорозподіли, окремі конструкції яких показані на рис. 10.6.

Індивідуальні особливості клапанних механізмів тісно пов'язані з вибором форми для камери згорання (КЗ) двигуна.

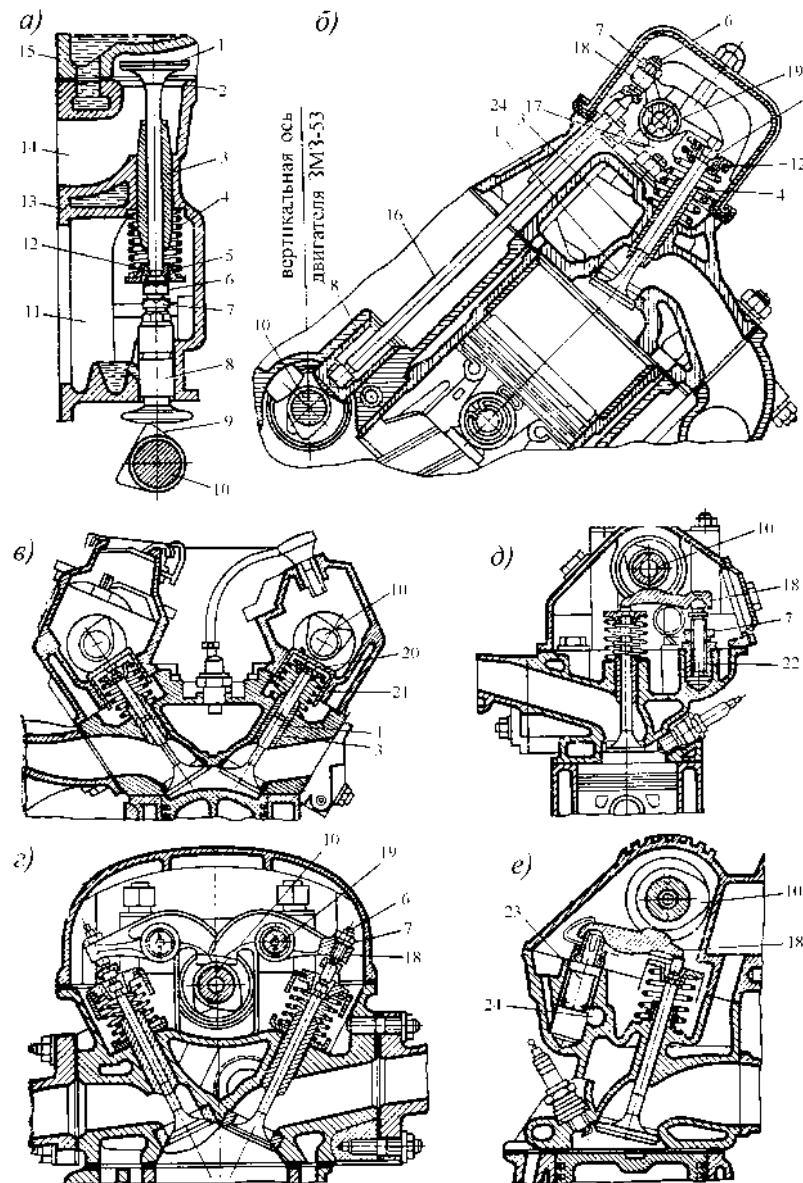


Рисунок 10.6 – Клапанні механізми газорозподілу: а) з нижнім розташуванням клапанів; б) з верхнім розташуванням клапанів; в) з направляючим стаканом; г) передача через коромисла; д) з механічною опорою у проміжного важеля; е) з гідравлічною опорою у проміжного важеля

Нижньоклапанний газорозподіл найпростіший і характеризується тим, що впускні і випускні клапани розташовані збоку циліндра, тому ці механізми називають також механізмами з бічним розташуванням клапанів (рис. 10.6 а). Основними елементами його є: клапан, клапанна пружина, штовхач, регулювальний болт і розподільний вал з куркульками (по числу клапанів), званий

тому також кулачковим. Клапани 1 (впускання і випускання) здійснюють осьові переміщення в направляючій втулці 3 і навантажені відповідно пружинами 4, які закріплюють на клапані за допомогою тарілчастої шайби 5 і сухарів 12, тому вони щільно перекривають впускний і випускний отвори циліндра. Під стрижнями клапанів встановлені штовхачі 8, що спираються своєю тарілчастою частиною на розподільний вал 10, який через шестерінчастий привід отримує обертання від колінчастого валу двигуна, унаслідок чого кулачки 9 набігають на штовхачі і піднімають їх разом з клапанами. У даному випадку кулачок 9 відкриває впускний клапан 1 і надпоршневу порожнину циліндра сполучає з впускним каналом 14. Далі при обертанні кулачкового валу клапанна пружина 4 опускає клапан, тобто закриває впускний отвір циліндра. Так, кулачки валу із строго заданою послідовністю відкривають, а пружини закривають впускні і випускні клапани, забезпечуючи зміну робочого тіла в циліндрах. Щоб пружини щільно притискували клапани до кромки 2, тобто до сідел отворів, що перекриваються ними, клапани і сікла виготовляють з конусними фасками. З цією ж метою в штовхачі поміщають регулювальний болт 6 з контргайкою 7, доступ до яких здійснюють через порожнину 11 в блоці циліндрів 13. Регулювальний болт вкручують в тіло штовхача так, щоб забезпечити гарантований зазор між ним і клапаном в робочому (гарячому) стані. Завдяки цьому зусилля пружини 4 повністю передається на ущільнювач фаску клапана як в холодному, так і в гарячому стані деталей механізму газорозподілу остову двигуна.

Нижньоклапанному газорозподілу властиві простота і жорсткість конструкції, але можливості підвищення ступеня стиснення двигуна обмежені унаслідок потоку, що настає при цьому дроселюванні, на вході в циліндр. Камери згорання нижньоклапанних двигунів, що розміщуються в головці циліндрів, відомі як Г - образні, мають відносно великі поверхні охолодження, через які непродуктивно втрачається частина теплоти, що виділяється при згоранні палива, що погіршує економічність двигуна. До того ж в Г - подібних камерах порівняно легко виникають умови для руйнівного детонаційного згорання суміші, тому в сучасних двигунах нижньоклапанні механізми практично не застосовують (раніше, застосовувалися в ЗМЗ-52).

Верхньоклапанний газорозподіл (рис. 10.6 б) розміщують одночасно в блоці і в головці циліндрів. Клапани розташовані (підвішені) при цьому над циліндром, унаслідок чого такі механізми називають іноді *механізмами з підвісними клапанами*. Принцип їх роботи не відрізняється від розглянутих вище нижньоклапанних, але вони складніші, оскільки мають ряд додаткових деталей: коромисло 18, шарнірно посаджене на вісь 19, закріплену в стійках (кронштейнах) 17, і штовхаючу штангу 16, передавальну зусилля від штовхача 8.

Застосування верхньоклапанних механізмів пов'язане із збільшенням висоти двигуна і помітно знижує загальну жорсткість системи. Проте ГРМ з нижнім розташуванням розподільного валу і верхнім розташуванням клапанів широко

застосовується в мало - і середньо оборотних двигунах V- подібної компоновки вантажних автомобілів (ЗМЗ-53, ЗИЛ-157, КАМАЗ-740 і ін.). Верхньоклапанний газорозподіл знімає обмеження по ступеню стиснення, зменшує гідравлічний опір на впусканні і дозволяє раціональніше компоновати камери згорання з розміщенням в головці циліндрів або в днищі поршня, підвищуючи цим загальне використання теплоти в циліндрах. Зниження жорсткості механізму виявляється при роботі двигуна з великою частотою обертання колінчастого валу унаслідок деформації штанг і інших деталей. Як результат цього закон підйому клапанів, тобто залежність висоти їх підйому від кута повороту кулачків, порушується і на деяких ділянках не відповідає профілю кулачків розподільного валу, який підбирають з умов най вигіднішого наповнення. Досліди показують, що деформація деталей механізму приводить до погіршення потужнісних і економічних показників двигуна. Для усунення цього недоліку в сучасних швидкохідних двигунах розподільний вал встановлюють на головці блоку, що значно спрощує кінематичний зв'язок між його куракульками і клапанами (рис. 10.6, в, г, д, е). Двигуни в цьому випадку називають *двигунами з верхнім розташуванням розподільного валу*.

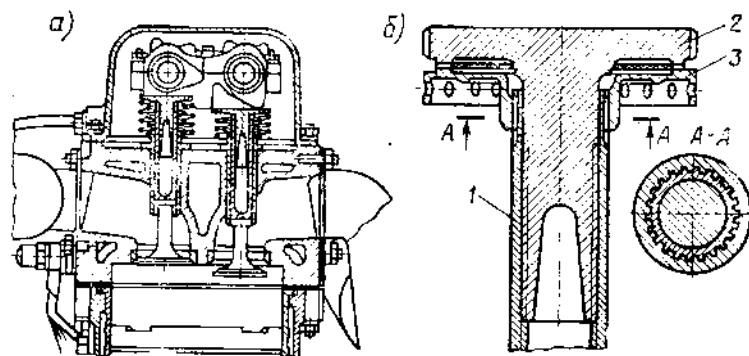


Рисунок 10.7 – Клапанний механізм з верхнім розташуванням двох розподільних валів

На рис. 10.7 представлена компоновка механізму газорозподілу двигуна з чотирма клапанами на циліндр з безпосередньою дією кулачків двох розподільних валів на клапани. Цей спосіб приводу вельми ефективний, але має наступні недоліки: створює велике бічне зусилля, що передається на стрижень клапана в процесі його підйому, відрізняється складністю регулювання зазорів між клапанами і розподільним валом. Бічні зусилля, що виникають при цьому, приводять до вигину стрижня клапана і збільшення його зносу. Тому, в даний час, підвищений знос стрижнів при безпосередній дії кулачка на клапан зменшують двома способами використовують потовщені (приблизно, удвічі) стрижні клапанів. У дизелі Д-12 клапани регулюють за допомогою пристрою (доведеного на рис. 10.7 б, що складається з опорної тарілки 2 з різьбовою частиною, укрученою в стрижень клапана, і замкової шліцьової шайби 3, яку надягають на шліцьова ний кінець

стрижня (клапана і притискують до тарілки 2 клапанною пружиною. На дотичних торцях замкової шайби і тарілки клапана є поясочки радіальних трикутних шліців, що фіксують тарілку в заданому положенні щодо стрижня.

Звільняють стрижні клапанів від сприйняття бічних зусиль. Розвантаження стрижнів здійснюється шляхом передачі сили, що виникає від дії кулачків (іноді і від коромисел.), на спеціальні стакани 20 накриваючих стрижнів і пружини клапанів і що переміщаються в своїх направляючих гніздах 21 (див. рис. 10.6 в), а тепловий зазор регулюють при цьому підбором змінних шайб.

На (рис. 10.6, г, д, е) показані механізми, в яких зусилля від кулачків розподільного валу передаються стрижням клапанів через коромисла і проміжні важелі. Коромисла використовує досить часто, але вони теж повністю не розвантажують стрижні клапанів від дії бічних сил. Проте відносна величина їх завжди буває менше, ніж в розглянутому механізмі дизеля Д-12. З цієї точки зору більш практичні конструкції клапанного механізму з механічною регульованою опорою 22 у важеля (двигун ВАЗ) і з гідравлічною опорою 23 (див. відповідно рис. 10.6, д, е), де бічні зусилля на стрижень клапана сприймаються в основному штоком, наприклад, гідравлічного пристрою, на який спирається проміжний важіль. Наявність гідравлічної опори у важеля забезпечує постійний контакт його з кулачком розподільного валу і виключає тим самим необхідність регулювання зазорів, в процесі експлуатації. Масло до пристрою 23 подають по каналу 24.

10.3. Будова, експлуатаційні та технічні характеристики деталей клапанних механізмів газорозподілу.

10.3.1. Клапани.

Клапани, що перебивають впускні і випускні отвори циліндрів двигуна, мають обмежені розміри і працюють в тяжких умовах, великі динамічні навантаження і високі швидкості переміщення в направляючих втулках при обмеженому мастилі, складність тепловідводу і нерівномірний нагрів окремих ділянок продуктами згорання, що володіють підвищеною корозійною агресивністю, тому прийняті матеріали і конструкція окремих елементів клапана повинні забезпечувати йому високу міцність, стійкість проти зносу, викривлення і кородування.

Клапани поршневих двигунів складаються з головки 2 (або тарілки) і стрижня 3 (рис. 10.9). Розрізняють клапани з плоскою (рис. 10.9, а), опуклою (рис. 10.9, б) і тюльпаноподібною (рис. 10.9, в) головками.

Клапани з плоскою (тарілчастою) головкою відрізняються порівняно великою товщиною головки, малим радіусом переходів від стрижня до головки і плоским торцем головки. Головки такої форми найбільш прості при виготовленні, унаслідок чого отримали переважне застосування для впускних і для випускних клапанів.

щодо діаметру горловини впускного клапана d_r (рис. 10.9) і має наступні співвідношення (див. таблицю 10.1):

Таблиця 10.1 – Конструктивні розміри елементів клапанного механізму

Конструктивні розміри елементів ГРМ	Впускний клапан	Випускний клапан
d_b	$d_b=d_r$	$d_b=(0,76...0,9)d_r$
d_n	$(1,12...1,16)d_r$	$(0,79...1,16)d_r$
δ	$(0,16...0,25)d_r$ – за відсутності бічних сил; $(0,3...0,4)d_r$ - при дії бічних сил	
l	$(2,5...3,5)d_r$	
a	$(0,08...0,12)d_r$	
b	$(0,05...0,12)d_r$	
r	$(0,25...0,35)d_r$ – для плоских і опуклих до $0,54d_r$ – для тюльпаноподібних	

З таблиці видно, що головку впускного клапана в автомобільних двигунах зазвичай роблять більше головки випускного з метою поліпшення наповнення циліндрів.

Діаметр стрижня δ залежить від величини бічних зусиль, що виникають при відкритті клапана, а також від величини теплових потоків, які необхідно відводити через стрижень від головки клапана. За відсутності бічних зусиль (у разі приводу через штовхач) або при невеликій їх величині (привід через коромисло) стрижень впускного клапана виконують малого діаметру. При безпосередньому приводі стрижень сприймає значні бічні зусилля і величина δ збільшується. Також з великим δ виконують стрижень випускного клапана.

Довжина клапана змінюється в широких межах і залежить від його розташування в головці, можливостей установки направляючої втулки достатньої довжини і пружин клапанів. На кінцях стрижнів клапанів залежно від прийнятого способу кріплення клапанних пружин роблять циліндрові, конусні або, фасонні проточки (рис. 10.9, а, б, в, г). Форма і висота проточок залежать від конструкції пристроїв фіксації тарілки пружин клапана. Зазвичай висота її рівна діаметру стрижня клапана.

Клапани виготовляють з матеріалу лозини на горизонтально-кувальних машинах. Вибір матеріалу для клапанів визначається умовами їх роботи.

Впускні клапани під час роботи періодично омиває порівняно холодний потік, але все-таки їх головки нагріваються до температури 300–400 °С. Матеріалами для впускних клапанів служать хромонікелеві 40ХН, 50ХН, хромонікелевомолібденові 40ХН2МА і аналогічні їм сталі.

Випускні клапани працюють у важчих умовах, оскільки періодично омиваються гарячим потоком відпрацьованих газів, що містять сірчисті і інші агресивні компоненти. У бензинових двигунах вони нагріваються до 700–900 °С

(до темно - вишневого кольору), а в дизелях мають зазвичай декілька меншу температуру нагріву (500–600 °С), але достатню для того, щоб помітно понизити міцність матеріалу і викликати небезпеку підвищеного кородування, викривлення або обгорання кромки головки. Тому при проектуванні випускних клапанів використовують різні конструктивні методи підвищення їх довговічності, такі, як: комбінування різних матеріалів; застосування спеціальних покриттів, інтенсифікацію охолодження головки клапана; примусове провертання клапана і так далі. Матеріалами випускних клапанів є жароміцні і корозійностійкі сплави: 30X13N7C2, 45Xf4N14B2M, 45X22H4M3, ЕП 322, 55X20Г9АН4. Для зниження вартості конструкції клапана його головку виконують тільки з жаростійкого матеріалу, а стрижень – з дешевшої сталі 40ХН з подальшою зваркою встик.

Для підвищення довговічності і зносостійкості випускних клапанів на робочу поверхню їх головок (рис. 10.9 г) і торці стрижнів (рис. 10.9 б) наносять тверді зносостійкі сплави Еп869 (стеліт), ВЗК, Х20Н80 (ніхром). Стрижні піддають термообробці, шліфовці, поліровці і навіть покривають хромом. Торці стрижнів, що контактують з коромислами (регулювальними болтами в нижньоклапанних механізмах), на довжині 3...5 мм гартують до високої твердості, або покривають шаром зносостійкого сплаву (стеліту, ніхрому і так далі) або забезпечують спеціальними легко знімними наконечниками-ковпачками, виконаних з цих же сплавів (наприклад, в двигуні УМЗ-412).

Для зменшення теплової напруженості клапанів (особливо випускних) важливе значення має відведення теплоти і підтримку нормального їх теплового стану.

Велика частина теплоти від клапана відводиться через сідло, тому застосовують різні конструктивні заходи (приведені нижче) для його охолодження. Решта частини теплоти від клапана відводиться через його направляючу втулку. Щоб уникнути заїдання стрижня клапана у втулці при його нагріванні зменшують діаметр стрижня у головки (див. рис. 10.9 б) або виконують втулку з внутрішнім конусом (рис. 10.9 г).

Для зниження теплової напруженості випускних клапанів у ряді двигунів (особливо форсованих), застосовують натрієве охолодження їх. З цією метою клапан роблять порожнистим з потовщеним стрижнем (рис. 10.9 г) і приблизно 2/3 порожнини заповнюють металевим натрієм, температура плавлення якого складає близько 97 °С. У робочому (гарячому) стані двигуна натрій, будучи в розплавленому вигляді і переміщаючись усередині порожнини при зворотному поступальному русі клапана, збільшує інтенсивність відведення теплоти від гарячої головки до холоднішого стрижня і далі до направляючої втулки. Завдяки цьому, а також витраті теплоти на випаровування натрію нагрівання головки клапана зменшується на 100...200 °С. Натрієве охолодження застосовують, зокрема, для випускних клапанів V – подібних двигунів ЗМЗ-66 і ЗИЛ-130. Порожнина в стрижні 1 заповнена в них натрієм 11 і закладена накладкою

(заглушкою) 13 (рис. 10.10, а).

Для збільшення довговічності і надійності роботи фасок в сполученні клапан-сідло головка клапана повинна повертатися щодо сідла. Як приклад на рис. 10.10 показаний пристрій, вживаний в двигуні ЗИЛ-130. Механізм обертання клапана складається з нерухомого корпусу 2, в похилих канавках якого розташовано п'ять кульок 3 з поворотними пружинами 10; дискової пружини 9 і опорної шайби 4 із замковим кільцем 5. Механізм встановлюється в розточуванні, зробленому в головці циліндрів під опорною шайбою 4 клапанних пружини 6, закріплюваному на стрижні за допомогою сухарів 8 і тарілки 7. При закритому клапані тиск на дискову пружину 9 порівняно невеликий, і вона вигнута зовнішнім краєм вгору, а внутрішнім краєм спирається в заплечик корпусу 2. Кульки 3 віджаті пружинами 10 в початкове положення (рис. 10.10, б). У момент відкриття клапана тиск клапанної пружини на опорну шайбу 4 зростає; під дією цього тиску дискова пружина 9, випрямляючись, передає тиск на кульки 3 і викликає їх переміщення в кінцеве положення (рис. 10.10, в). Разом з кульками переміщуються дискова пружина з опорною шайбою, клапанна пружина і клапан. Коли клапан закривається, тиск на дискову пружину 9 зменшується, і вона, вигинаючись, знов торкається одним внутрішнім краєм заплечиків корпусу 2, звільняючи тим самим кульки 3. Кульки під дією поворотних пружин переміщуються в початкове положення (рис. 10.10, б). Таким чином, при кожному відкритті клапана відбувається його поворот на деякий кут (при номінальному швидкісному режимі клапани здійснюють 20...40 обертів в хвилину).

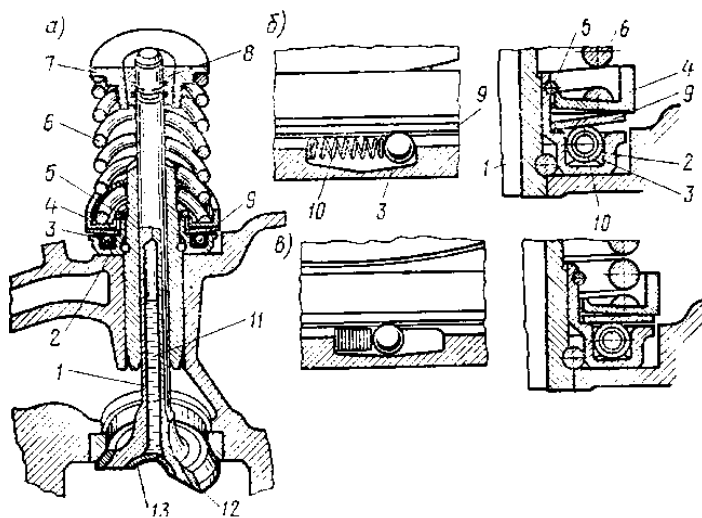


Рисунок 10.10 – Випускний клапан двигуна ЗИЛ-130 з механізмом його обертання біля осі

З метою повертання клапанів (у тому числі і впусканнях) в деяких бензинових двигунах застосовують менш ефективне, чим розглянуте вище, але простіший пристрій, заснований на використанні властивостей спеціального способу кріплення клапанної пружини на стрижні клапана. Так, наприклад, представлено на рис. 10.11 а кріплення пружини 2 на клапані складається з опорної

тарілки 3, втулки 4 і двох сухарів 5. Контакт між опорною тарілкою і втулкою має місце тільки на невеликій торцевій поверхні втулки 4, тому під час роботи двигуна під дією вібрацій вузла клапан-пружина скручування пружини при підйомі клапана забезпечує його провертання.

10.3.2. Сідла клапанів.

Сідла клапанів працюють в умовах, багато в чому схожих з роботою головок клапанів. Величина питомого навантаження тарілки клапана при ударі його об сідло досягає 113 МПа, а статичне навантаження - 49 МПа. Це зумовило доцільність установки сідел не тільки в головках циліндрів з алюмінієвого сплаву, але і в чавунних. Для виготовлення сідел застосовують спеціальні леговані чавуни або жаростійкі *сплави* з легованої сталі або металокераміки, що володіють високою твердістю (для випускних з HRC 40...60 і для впускних - HB 200). На робочій поверхні сідел випускних клапанів іноді наносять шар тугоплавкого матеріалу. Заготовки сідел отримують у вигляді маслот, що відливаються в піщано-глинисті форми, з подальшим розрізанням на окремі кільця. Добрі результати отримують при обробці сідла інструментами з кутом заточування 15°, 45° і 75° так, щоб поясок ущільнювача сідла мав кут 45° і ширину близько 2 мм. По своїх розмірах поясок повинен підходити ближче до меншої підстави конусної фаски клапана (інакше після відновлення зношеного сідла клапан глибоко опуститься в тіло). Зовнішня поверхня кільця виконується циліндровою або конічною. Кріпляться сідла в головці за рахунок натягу при запресовці з додатковим розкарбовуванням матеріалу головки. У сталевих сідел додатково розвальцьовувалася верхня частина сідла. При запресовці циліндрових і конічних сідел на їх зовнішній поверхні виточуються кільцеві канавки, в які в результаті запресовки затікає метал головки. Циліндрові сідла запресовуються в гнізда до упору, а конічні - з невеликим торцевим зазором до 0,04 (рис. 10.11).

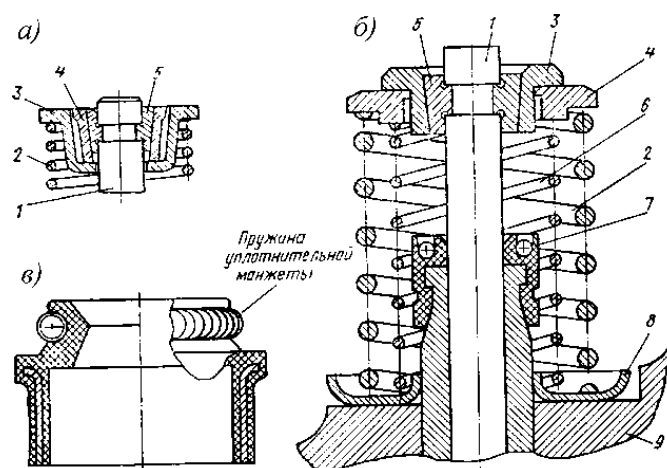


Рисунок 10.11 – Кріплення пружини на стрижні клапана і ущільнення стрижня: а) кріплення пружини, що забезпечує провертання клапана; б) ущільнення стрижня гумовою само піджимною манжетною; в) манжета ущільнювача стрижня клапана автомобільного двигуна

Ущільнюючі фаски сідла і клапана виготовляють з різницею кутів $0,5...1,5^\circ$. Фаска клапана має менший кут і стикається з сідлом тільки вузьким поясочком у своєї великої підстави. Це забезпечує хороше ущільнення клапанного отвору навіть в умовах можливої деформації головки і, крім того, дозволяє здійснювати швидке притирання клапана до сідла в умовах експлуатації.

10.3.3. Направляючі втулки.

Направляючі втулки клапанів виготовляють у вигляді автономних деталей, конструкції яких показані на рис. 10.11. У вітчизняних двигунах найчастіше використовують гладкі, менш трудомісткі конструкції (рис. 10.11 б). Направляючі втулки нерідко використовують для захисту стрижнів впускних клапанів від дії гарячого потоку відпрацьованих газів. У цих випадках їх роблять декілька довше направляючих втулок впускних клапанів і більше останніх висувають в канали відведення газів. Глибоку посадку направляючої втулки впускного клапана не застосовують, оскільки це збільшує опір на впусканні. Матеріалами для виготовлення направляючих втулок служать в основному перлітовий чавун і металокераміка, що є сумішшю з порошків заліза, міді і графіту, яка піддається пресуванню, спіканню в печі і просоченню маслом. Металокерамічні втулки менш теплопровідні, але відрізняються високими антифрикційними властивостями; в даний час їх примітають в двигунах ЗИЛ, ЗМЗ, ЯМЗ і ін.

Направляючі втулки змащують маслом, яке витікає з системи мастила і розбризкується коромислами і клапанними пружинами. Від можливого просочування в циліндри масла, що стікає по стрижнях впускних клапанів верхньо клапанних механізмів, останні забезпечують само підтискними манжетами 7, виготовленими з малостійкої гуми.

10.3.4. Клапанні пружини.

Клапанні пружини забезпечують щільне прилягання клапанів до сідел і своєчасне закриття їх після завершення дії кулачків розподільного валу. Характеристику (жорсткість) клапанних пружин підбирають з умов збереження кінематичного зв'язку між деталями механізму газорозподілу при роботі двигуна на практично допустимому для нього швидкісному режимі. У існуючих конструкціях клапанних механізмів найширше застосовують виті циліндрові пружини з постійним кроком навивки (рис. 10.12 а). Зовнішній діаметр пружин визначають з умов їх розміщення на двигуні, а висоту - типом газорозподілу.

Пружини нижньоклапанних механізмів зазвичай мають 8-10 витків, верхньоклапанних, – відповідно 6–8 витків. Два крайні витки є опорними. Їх розміщують впритул до сусідніх витків і прошліфовують, створюючи суцільну кільцеву поверхню, перпендикулярну осі пружини (рис. 10.12). Один з цих витків, як показано на рис. 10.12, спирається на тарілки 3 і 4 кріплення і центрування зовнішньою 2 і внутрішньою 6 пружин, а другий - на головку циліндрів 9 (при

верхніх клапанів). У алюмінієвих головках (блоках) під пружини ставлять сталеву шайбу 5, що оберігає поверхні від руйнування.

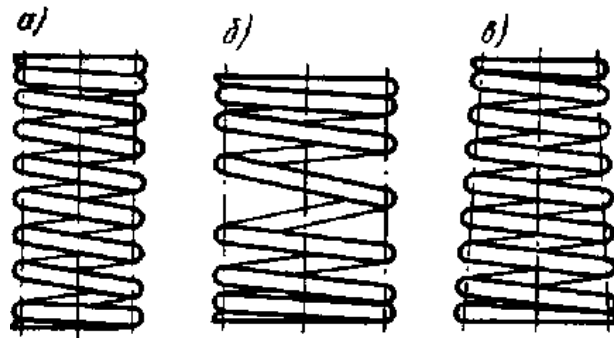


Рисунок 10.12 – Клапанні пружини: а) циліндрові з постійним кроком навивки; б) циліндрові із змінним кроком навивки; в) конічна

Щоб усунути можливість виникнення небезпечного для міцності пружини резонансу, на клапани ставлять по дві пружини 6 з навивкою витків в протилежні сторони (рис. 10.12) або роблять пружини із змінним кроком навивки. Крок змінюється або у напрямку до нерухомого кінця пружини, або від середини до обох її кінців. По дві пружини часто застосовують у верхньоклапанних механізмах. Зовнішню виготовляють з дроту діаметром 3,5...5,0 мм, а внутрішню – з діаметром в перетині витка 2,0...3,5 мм (по розрахунках для конкретних двигунів). Установка двох пружин з різною навивкою на кожен клапан дозволяє також декілька зменшувати загальну висоту клапанного механізму, що збільшує надійність його роботи. Так, у верхньоклапанних конструкціях при поломці одній з пружин клапани не провалюються в циліндр, а витки поламаної пружини не можуть увійти до витків пружини, що збереглася, викликати її поломку і важку аварію двигуна. При відкритті клапана витки циліндрових пружин, розташовані ближче один до іншого, періодично стикаються.

Кількість робочих витків при цьому зменшується, а жорсткість і власна частота коливань пружини відповідно зростають. Тому окрім циліндрових пружин з постійним і змінним кроком навивки в практиці застосовують інші їх типи, наприклад конусні або конічні. Матеріалом для виготовлення клапанних пружин служить сталевий дріт мазкий С65а, 65ГА, 50ХФА і ін. пружини піддаються гарту і середній відпустці до НРС 40...48. Для підвищення втомної міцності пружини обдуваються сталевим дробом. Щоб оберегти пружини від корозії, їх лудять, оцинковують, фарбують або кадміюють.

10.3.5. Розподільчий вал.

Розподільчим валом є стрижень з опорними шийками і куркульками, призначеними для своєчасного відкриття клапанів. Число опорних шийок у розподільного валу найчастіше рівне числу корінних шийок колінчастого валу; число кулачків відповідає числу клапанів, а розміщення їх на стрижні валу

визначається розташуванням циліндрів, порядком роботи двигуна і прийнятими фазами газорозподілу. Окрім опорних шийок і кулачків розподільний вал в бензинових двигунах має гвинтову шестерню для приводу масло насоса і розподільника запалення, а часто і ексцентрик приводу бензонасоса.

У деяких V – подібних двигунах, наприклад ЗМЗ і інших, ексцентрик приводу бензонасоса виготовляють у вигляді окремої деталі і встановлюють на носку розподільного валу. В цьому випадку на носок встановлюють відповідну противагу (балансир), виготовлений у вигляді шайби. До носка валу від'єднують іноді і відцентровий датчик регулятора системи запалення.

Розподільні вали нижньоклапанних і верхньоклапанних двигунів з нижнім або верхнім розташуванням валу мають схожу конструкцію. Профілі кулачків вибирають для них, погодившись з номінальною частотою обертання колінчастого валу двигуна, але в загальному випадку – це кулачки з опуклим профілем звичайні і так звані ненаголошені (кулачки Курца), такі, що забезпечують порівняно плавний вибір зазорів в клапанному механізмі.

При нижньому розташуванні розподільних валів підшипники опорних шийок виконують біметалічними або з алюмінієвого сплаву нероз'ємними, запресованими в картер або блок. Біметалічними підшипниками є сталеві кільця, внутрішня поверхня яких покрита тонким шаром антифрикційного матеріалу - сплаву СОС 6-6 (наприклад, в двигунах ЗМЗ). Для полегшення монтажу розподільних валів діаметри опорних шийок зменшують від переднього кінця валу до заднього (на 2...3 мм і більш). При однакових розмірах опорних шийок, що технологічніше, вал встановлюють за рахунок гарантованого зазору в підшипниках, що становить 0,03...0,09 мм.

При верхньому розташуванні розподільних валів в чавунних опорних стійках для шийок валів використовують роз'ємні біметалічні тонкостінні підшипникові вкладиші. Якщо опорні стійки розподільного валу виконані з алюмінієвого сплаву, то підшипники валу виконуються нероз'ємними безпосередньо в тілі опорних стійок (наприклад, в двигунах ВАЗ). В цьому випадку необхідно забезпечувати рясне мастило опорних шийок. Масло до опорних шийок розподільних валів подається під тиском з каналів загальної системи мастила двигуна. Розподільні вали при верхньому їх розташуванні виготовляють з осьовим свердленням, через яке масло підводять до опорних шийок і куркульок. Застосовують і інші рішення.

Розподільні вали отримують ковкою в штампах з подальшою механічною обробкою опорних шийок і кулачків по копію. Матеріалом для їх виготовлення є мало вуглецеві (15Х, 20Х, 15Н2М, 12ХН3А), або середньо вуглецеві сталі (40, 45, 40Х). При середньо вуглецеві сталі (40, 45, 40Х). При використанні мало вуглецевих сталей опорні шийки, кулачки, ексцентрики і шестерні піддають цементації або азотуванню до твердості HRC 50...60. У разі застосування середньо вуглецевих сталей ці елементи гартуються струмами високої частоти (ТВЧ) на глибину 2...6 мм. Потім кулачки і опорні шийки шліфуються і поліруються. Разом з

штампуванням застосування знаходить і відливання розподільних валів із спеціального чавуну, в яких кулачки для підвищення зносостійкості піддаються вибілюванню (ВАЗ). Осьове переміщення розподільних валів допускають в межах 0,1...0,2 мм, а фіксацію здійснюють спеціальними обмежувальними фланцями, напоягливими болтами і пружинними обмежувачами. Найбільш поширений перший спосіб (рис. 10.13 а).

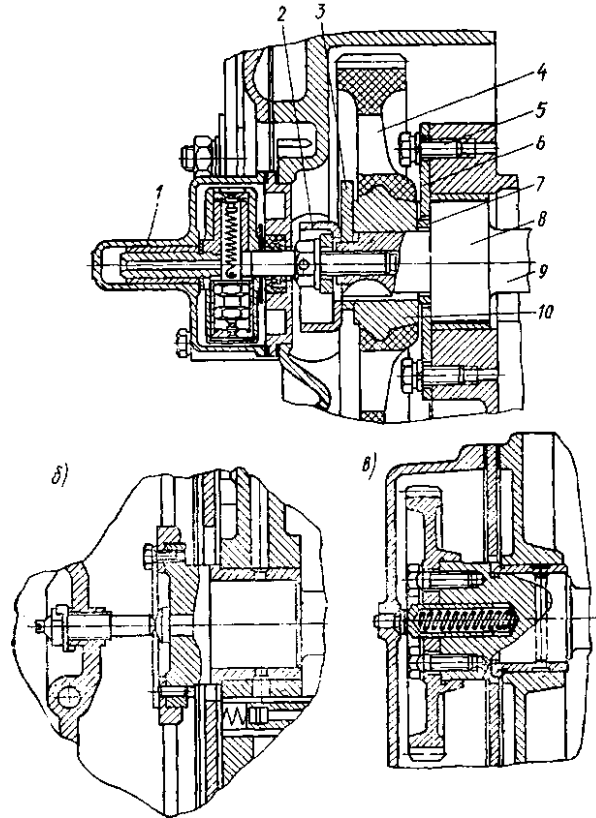


Рисунок 10.13 – Фіксація розподільного валу від осьового переміщення
 а) обмежувальним фланцем; б) напоягливим болтом; в) пружинним обмежувачем

Оснoву його складає обмежувальний фланець 6 і кільце розпору 7, розміщувані між передньою опорною шийкою 8 розподільного валу 9 і маточиною розподільної шестерні 10, Оскільки кільце 7 роблять товще за фланець 6, то після затягування болта, що кріпить розподільну шестерню, затиснутим виявляється тільки кільце розпору, що і забезпечує задане осьове переміщення розподільному валу. Вал, встановлений на місце в зборі з шестернею 10, фіксують в потрібному положенні обмежувальним фланцем 6, який через вікна 4 прикручують двома болтами 5 до передньої стінки блоку циліндрів. У дизелі ЯМЗ-236 кільце розпору замінене буртиком, зробленим на маточині шестерні розподільного валу. Осьове переміщення валу забезпечують шляхом відповідного підбору товщину обмежувального фланця, який розміщується між торцями передньої опорної шийки і шестернею приводу валу. Для кріплення фланця до блоку циліндрів в шестерні передбачені два круглі вікна. Обмежувальні фланці застосовують також в двигунах ЗИЛ-130 і ін.

10.3.6. Штовхачі, штанги і коромисла.

Штовхачі, штанги і коромисла служать для передачі руху від кулачка розподільного валу до клапанів.

Штовхачі в нижньоклапанних механізмах діють безпосередньо на клапан, а у верхньоклапанних – на штангу або коромисло і сприймають бічні зусилля, що виникають при цьому. Штовхачі виготовляють у вигляді круглих стрижнів або стаканів, що здійснюють осьовий зворотно-поступальний рух під дією кулачків і пружин, а також у вигляді важелів, що здійснюють кутові переміщення, тобто рух, що гойдає, біля своєї осі.

Штовхачі з осьовим переміщенням розділяють на тарілчастих, циліндрових і роликкових, які залежно від прийнятого способу компенсації теплового розширення деталей механізму газорозподілу підрозділяються ще на механічних і гідравлічних (рис. 10.14). Гарантовані теплові зазори між клапанами і механічними штовхачами повинні забезпечувати повну посадку клапанів на їх сідла при прогрітому двигуні. Середня величина таких зазорів в холодному двигуні складає приблизно 0,2...0,3 мм.

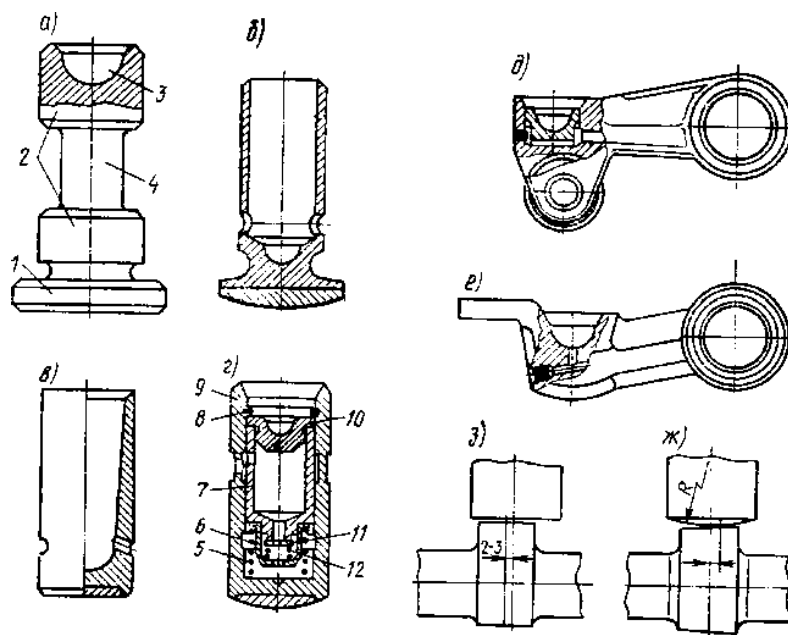


Рисунок 10.14 – Штовхачі, а) тарілчастий; б) тарілчастий з проточкою під декомпресорний пристрій; в) циліндровий; г) гідравлічний; д) що коливається з роликом; е) пристрій, що коливається, ж і з) способи розміщення штовхачів щодо кулачка

Штовхачі виготовляють із сталі з низьким і середнім змістом вуглецю і з чавуну. Щоб збільшити зносостійкість поверхонь штовхачів, що труться, їх піддають термообробці. Штовхачі з низько вуглецевих сталей цементують і гартують до високої твердості. У сталевих загартованих штовхачів поверхню, дотичну з кулачком, наплавляють легованим чавуном, що вибілюється, у чавунних - цю частину вибілюють. Вибілений чавун володіє особливо високою твердістю,

зносостійкістю і підвищує термін служби штовхачів. Мастило штовхачів здійснюють розбризкуванням і під тиском із загальної системи мастила двигуна. Штовхачі верхньоклапанних механізмів газорозподілу забезпечують дренажними отворами для зливу масла, що накопичується у внутрішній їх порожнині (рис. 10.14).

Тарілчастий штовхач (рис. 10.14 а, б) нагадує формою гриб, тому його називають грибоподібним. Діаметр тарілки підбирають з умов, що виключають можливість бічного удару кулачка по штовхачеві. Стрижень штовхача забезпечують регулювальним болтом з контргайкою, яким встановлюють тепловий зазор між штовхачем і клапаном при бічному їх розташуванні (див. рис. 10.14 а) або між штовхачем і коромислом при верхніх клапанах і розміщенні розподільного валу у площини роз'ємну блоку і головки циліндрів (наприклад, в дизелях «Перкінс-3.152»).

У деяких верхньоклапанних механізмах енергонасичених дизелів з торця стрижня 2 штовхачі розміщують сферичне поглиблення 3 під штангу, а на бічній його поверхні роблять проточку 4 під декомпресорний пристрій.

Циліндрові штовхачі мають найчастіше форму стакана з товстим дном, зовнішня поверхня якого стикається з кулачком розподільного валу, а внутрішня, наприклад сферична, - з штангою (рис. 14 в). Циліндрові штовхачі вигідно відрізняються тим, що мають розвинену бічну поверхню і дозволяють виймати їх з гнізд (направляючих втулок) без зняття кулачкового валу, тому вони є найпоширенішими в автомобільних двигунах (КамАЗ, ЗІЛ, ЗМЗ і ін.).

Гідравлічні штовхачі (рис. 10.14 г) відрізняються від механічних тим, що у внутрішній порожнині мають гідравлічний пристрій, що дозволяє компенсувати теплове розширення стрижня клапана і інших деталей, механізму газорозподілу і остову двигуна. Пристрій складається з плунжера 7 з опорною вставкою 10, пружини 5, пластинчастого клапана 77 з пружиною 12, його гнізда 6 і кільця 8, що замикає плунжер 7 в порожнині стакана 9. Зовнішня поверхня стакана 9 штовхача має проточку і отвір для подачі масла в порожнину плунжера 7 з масляної магістралі двигуна (див. рис. 10.14 е, позиція 24). Віджимаючи клапан 77, масло заповнює нижню порожнину стакана 9. Коли клапан циліндра закритий, плунжер 7 під дією пружини 5 віджатиї догори, і вставка 12 плунжера, піднімаючи штангу, усуває зазори в механізмі газорозподілу. При дії кулачка розподільного валу на штовхач плунжер 7 під дією збільшеного тиску з боку штанги прагне переміститися вниз.

Але оскільки вихід для масла з під плунжерної порожнини перекритий пластинчастим клапаном 77, то унаслідок нестискуваності масла при малому тиску плунжер 7 переміщається вгору разом з штовхачем, забезпечуючи потрібне відкриття клапана. Після закінчення дії кулачка і посадки клапана на сідло масло знов вільно проникає у внутрішню під плунжерну порожнину штовхача, оскільки тиск в масло магістралі завжди буває більше тиску штанги на плунжер 7. Тому

неминучий витік масла через зазори між внутрішніми стінками стакана 9 і плунжером компенсується, а штанга виявляється підібганою до коромислу незалежно від теплового стану двигуна. Розширення деталей при нагріві змінює тільки об'єм масла в під плунжерній порожнині штовхача, що і дозволяє обходитися без спеціальних теплових зазорів в механізмі.

Зменшення нерівномірності зносу поверхонь штовхачів, що труться, в процесі роботи досягають тим, що їм повідомляють невеликий обертальний рух навколо їх осі. Поверхню штовхача, що з цією метою контактує з кулачком, виготовляють сферичною з радіусом приблизно 800 мм, а кулачку додають невелику конусність (в межах 10...30'). В результаті точка дотику штовхача з кулачком декілька зміщується щодо загальної осі симетрії штовхача і кулачка (рис. 10.14 ж), забезпечуючи цим обертання штовхача. Менш поширений спосіб, коли тарілку або зовнішню торцеву поверхню циліндрового штовхача виготовляють плоскими, а провертання штовхача забезпечують шляхом зсуву осі симетрії штовхача на 2...3 мм щодо осі симетрії кулачка.

Роликові штовхачі складніше розглянутих вище звичайних циліндрових, оскільки забезпечені роликом, який котиться по поверхні кулачка (на підшипнику кочення). Все це обважнює їх і приводить до небажаного збільшення інерційних навантажень на деталі механізму газорозподілу, різко підвищуючи його галасливість. Хоча в парі з роликовими штовхачами можна застосовувати кулачки з увігнутих профілем, що забезпечує ефективнішу роботу клапанного механізму при порівняно плавному відриві і посадці клапанів на ущільнювачі фаски, вони не набули поширення. У вітчизняному двигунобудуванні їх застосовують тільки в двотактних двигунах ЯМЗ.

Штовхачі, що коливаються (важелі), здійснюють кутові переміщення на шарнірній циліндровій опорі, виготовляють з роликами, що спираються на кулачки розподільного валу (чотиритактні дизелі ЯМЗ) або з гладкими контактними поверхнями як показано на рис. 10.14 д і е. Розміщують їх на загальній осі поблизу розподільного валу, а другий, такий, що коливається, кінець оснащують гніздами (іноді вставними) з сферичними поглибленнями під штанги. Контактні поверхні змащуються під тиском по каналах, вказаних на рисунках.

Штанги передають зусилля від штовхача до коромисла і володіють певною подовжньою жорсткістю. Виготовляють їх трубчастими або суцільними (див. рис. 10.15) із сталі і дюралюмінію. Останні застосовують у випадках, коли блок-картери і головки циліндрів відлили з алюмінієвих сплавів.

На штанги запресовують сталеві наконечники що мають на нижньому кінці сферичну поверхню (рис. 10.15 б і г), а на верхньому - залежно від конструкції вузла приводу коромисла сферичну головку або сферичне гніздо. Для штанг із сталевих прутків наконечники можуть бути виконані за одне ціле з штангою (рис. 10.15 а і в). Опорні поверхні наконечників термічно обробляють до HRC 50...60, шліфують і полірують.

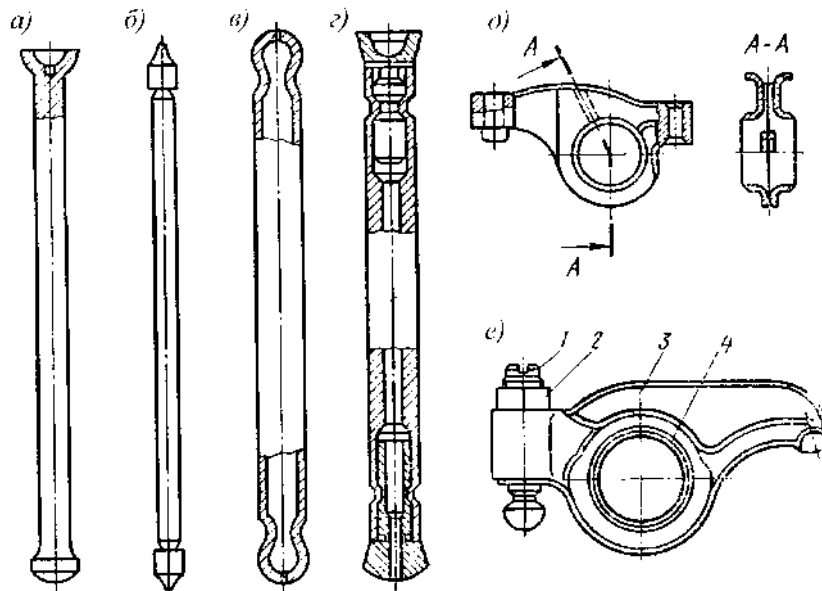


Рисунок 10.15 – Штанги і коромисла

Коромислами є різноплечі важелі таврового або двотаврового перетину, що підвищує їх жорсткість і служать для передачі руху від штанги до клапана (рис. 10.15). Плече коромисла, звернене до клапана в 1,5...2,0 разу більше плеча з боку штанги, тому необхідна висота підйому клапанів забезпечується при значно менших переміщеннях штовхачів і штанг, що знижує інерційні навантаження в механізмі газорозподілу і підвищує його довговічність.

Коромисла відливають з чавуну або сталі методом точного литва або штампують (рис. 10.15 д) із сталі марки 45. Довге плече коромисла 3 (рис. 10.15 е) в зоні зіткнення з торцем стрижня клапана, має форму циліндра, поверхня якого при повороті коромисла перекочується з ковзанням, тому його піддають термообробці, а потім шліфують. Коротке плече забезпечують різьбовим отвором під регульовальний болт 1. Головка болта загартована і має сферичне поглиблення або кулясту форму для відповідного наконечника штанги, а з боку різьбового торця - проріз для викрутки. Болт має центральний канал і проточку для підведення масла до наконечника штанги. У заданому положенні його утримують контргайкою 2. Коромисла найчастіше забезпечують підшипниковою втулкою 4 з олов'янистої бронзи і встановлюють на порожнистій сталевій осі, яку на стойках або кронштейнах кріплять до головки блоку циліндрів (див. рис. 10.15). Від подовжнього переміщення на осі коромисла зазвичай утримують спіральними пружинами, пружинячими шайбами і так далі.

10.4. Механізми приводу газорозподільчого механізму.

До переваг зубчатої передачі можна віднести високу експлуатаційну надійність, до недоліків - складність конструкції (особливо, за наявності проміжних валів), необхідність ретельного регулювання зачеплень, необхідність

мастила, підвищена галасливість роботи, енергоємність (інерційність) і висока вартість.

До інших типів передач слід віднести ланцюгові передачі (з безшумними і роликowymi ланцюгами) і ремінні передачі (із зубчатими ременями).

До достоїнств ланцюгової передачі слід віднести:

- можливість передачі обертання при великих міжцентрових відстанях колінчастих і розподільних валів;
- порівняно малу галасливість роботи;
- простота конструкції;
- зниження маси приводу.

До недоліків: вібрація ланцюга при навантаженнях, що різко змінюються; знос і витяжка ланцюга в процесі експлуатації.

Безшумні, або зубчаті, ланцюгами є складні пластинчасті конструкції. Проте, не дивлячись на свою безперечну гідність - безшумність, вони не отримали широкого застосування із-за високої вартості у виробництві.

Найбільше застосування з ланцюгових передач отримали роликові ланцюги в дворядного виконання. Вони дешевше і простіше безшумних і забезпечують задовільну роботу приводу розподільного валу при будь-якому його кінематичному зв'язку з колінчастим валом, тому знаходять широке застосування в механізмах з верхнім розташуванням розподільного валу. Для роликових ланцюгів обов'язковими є натягачі (ленікси), а в окремих випадках і спеціальні обмежувачі поперечних коливань ланцюга - заспокоювачі, особливо довгих її гілок. Передача роликowym ланцюгом може бути двоступінчатою, як, наприклад, в двигуні «Ровер-2000». Обертання від зірочки колінчастого валу передається роликowym ланцюгом на валик приводу вентилятора, а потім такий же, але довшим ланцюгом на два розподільні вали, встановлені на головках лівого і правого блоків. Двоступінчате розташування ланцюга зменшує її витяжку і збільшує термін служби.

Зубчаті ремені з синтетичних матеріалів із склонитяним або іншим кордом, що запобігає їх витягці, зумовили новий тип безшумного приводу розподільних валів, який в даний час широко використовують, особливо в двигунах легкових автомобілів.

До переваг такої ремінної передачі можна віднести: відсутність мастила; простота конструкції; достатньо висока надійність невелика вартість; безшумність роботи.

Ремінний привід ГРМ розміщують із зовнішнього боку остову двигуна, тобто поза порожниною картера, і захищають лише від пилу і вологи легким штампованим, литим або пластмасовим кожухом. Від сходу з циліндрових зубчатих шківів (зірочок), так само як і деякі безшумні ланцюги, їх утримують за допомогою буртиків, якими забезпечують ведену і провідну зірочки, а натягнення підтримують зубчатим роликком (леніксом), як показано на малюнку.

ЛЕКЦІЯ 11. ВІДНОВЛЕННЯ РОЗПОДІЛЬЧИХ ВАЛІВ

- 11.1. Характер навантаження та спрацювання деталі
- 11.2. Основні дефекти та методи їх виявлення
- 11.3. Методи відновлення кулачків розподільчого вала
- 11.4. Методи відновлення опорних шийок
- 11.5. Особливості механічної обробки кулачків розподільчого вала
- 11.6. Відновлення спряження з контактуючою деталлю при втулковому та без втулковому способі спряження.

11.1. Характер навантаження та спрацювання деталі.

У ДВЗ розподільчий вал відповідає за відкриття і закриття впускних і випускних клапанів, тобто за газорозподіл безпосередньо в камері згорання двигуна. Від особливостей конструкції мотора і самого розподільчого вала, а також коректного налаштування ГРМ, залежить ефективність роботи двигуна: потужність, динаміка, ККД.

Еволюція двигунів спричиняє за собою і деякі зміни у формі і функціях розподільчого вала: створюються системи, що підстроюють газорозподіл під частоту оборотів, встановлюються вали на впускання і випуск окремо, і, звичайно, міняються матеріали і способи обробки металів.

Конструкція розподільчого вала. В більшості випадків розподільчий вал виточується з цілісного металевого циліндра, і лише деякі виробники встановлюють накладки з кулачками на вісь, роблячи не цілісну, а збірну конструкцію (наприклад, розподільчий вал на Audi Valvelift System (AVS), на якому кулачки переміщуються на осі розподільчого вала). Але поки в більшості автомобілів використовуються суцільнолиті конструкції розподільчих валів, виготовлені з чавуну або зносостійких сортів сталі. Додаткову твердість готові вали отримують в результаті гарту: азотування, лазерної обробки, відбілювання і так далі

Основними конструктивними елементами розподільчого вала є кулачки, які відкривають клапани безпосередньо або через штовхачі. Опорні елементи (шийки) встановлюються в підшипники ковзання (вкладиші), на яких розподільчий вал обертається завдяки ефекту масляного клину з мінімальним тертям.

При обертанні вала кулачки в строгій черговості відкривають клапани (як правило, на один клапан – один кулачок, хоч є і інші варіанти конструкції), а закриття їх відбувається за рахунок пружин.

Особливу увагу конструктори приділяють формі і розмірам кулачків, адже саме від їх параметрів залежить, на яку висоту і на який час відкриваються клапани, а значить, наскільки ефективно подаватиметься повітря і відводитися вихлопні гази.

Існує закономірність: чим довше відкритий клапан, тим більше повітря поступає в камеру згорання, а значить, можна подати більше палива. З іншого

боку, дуже тривале відкриття клапана загрожує «поцілунком» між ним і поршнем. Це суперечність і намагаються всіма силами вирішити інженери.

Для спортивних двигунів розроблені особливі розподільчі вали, із зміненою геометрією кулачка, на триваліший термін дії, що відкриває клапан. Така конструкція дозволяє мотору розвивати максимальну потужність, що і потрібне для авто гонок. Проте при цьому на порядок зростає споживання палива навіть на холостому ходу, що абсолютно не підходить для повсякденного водіння.

Швидкість обертання розподільчого валу в два рази менша, ніж у колінчастого вала: за один повний такт двигуна колінчастий вал робить два повні оберти, але кожен з клапанів повинен відкритися тільки один раз (на такті стиснення і робочому такті обидва клапани закрито). Для синхронізації швидкості обертання колінчастого вала і ГРМ використовується пасова або ланцюгова передача (зубчатий пас або ланцюг ГРМ), і найдосконалішим на сьогоднішній день варіантом є розрізна шестерня, зафіксована на одному кінці розподільчого валу, на яку передається обертання від двигуна. Конструкція шестерні для ремня і ланцюга відрізняється.

Тонкощі конструкції. Від висоти і профілю кулачків залежить глибина і тривалість відкриття клапана.

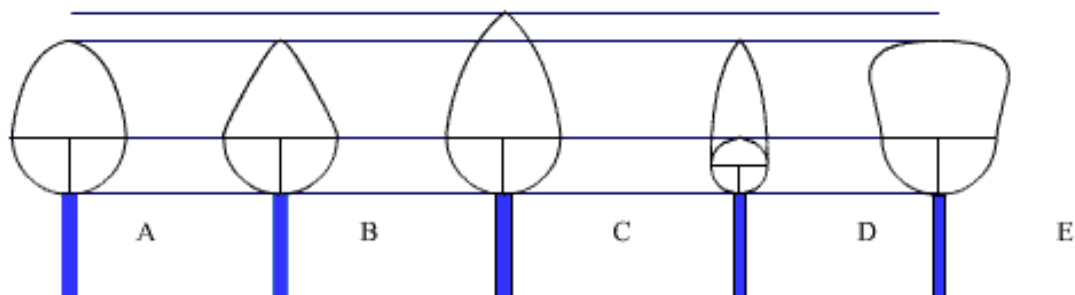


Рисунок 11.1 – Форми кулачків

На рис. 11.1 видно, що кулачок С більше по висоті, ніж інші, D має тоншу вісь і за рахунок цього опускає клапан нижче, а E довше за всіх протримає клапан у відкритому положенні (тільки теоретично, на практиці такий профіль кулачків не використовується).

На розподільчій валах, незалежно, встановлений він один на впускання і випуск, або на різні клапани ставляться окремі вали, передбачена так звана фаза перекриття: момент, коли випускний клапан ще не закритися, а впускання вже відкривається. Конструктори називають це продуванням: потік відпрацьованих газів, виходячи, створює додаткове розрідження, що полегшує надходження повітря в камеру згорання. Чим менше кут перекриття (приблизно від 15 градусів), тим економічніший мотор і краща прийомистість на низьких оборотах. І навпаки, чим довше обидва клапани залишаються відкритими одночасно, тим краще прийомистість мотора на високих оборотах, але втрачається економія палива і екологічні норми.

Типи розміщення розподільчого валу в двигуні. У конструкції двигуна може бути присутнім один, два або чотири розподільчих вали, залежно від компоновки циліндрів і кількості клапанів.

При лінійному розташуванні і 2-3 клапанами на циліндр встановлюється один розподільчий вал, що керує і впусканням, і випуском (система SOHC рис. 11.2).

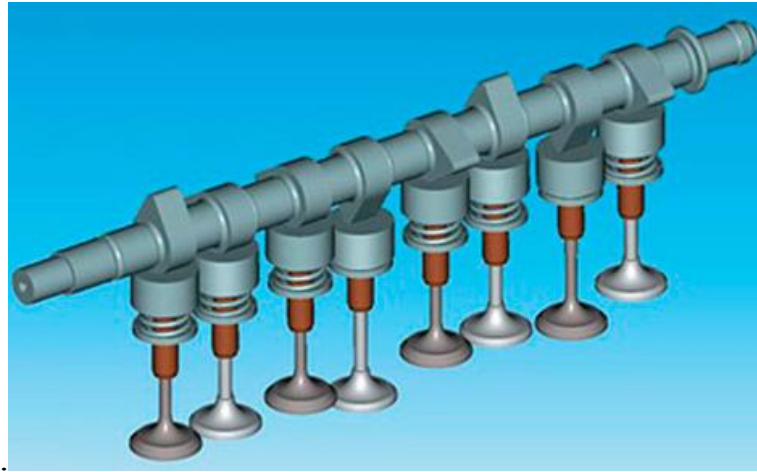


Рисунок 11.2 – Система SOHC

При застосуванні 4 клапанів на циліндр ставиться 1 або 2 розподільчих вали (система DOHC – окремі вали на впускання і випуск, рис. 11.3)

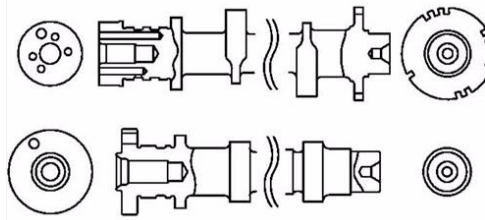


Рисунок 11.3 – Система DOHC

Для V – подібних або опозитних двигунів розподільчий вал встановлюється на кожен з блоків циліндрів окремо (один загальний на ряд або по два на ряд), або один загальний розподільчий вал на всі циліндри (ставиться по центру, в розвалі двигуна). Конструктори вважають за краще розділяти впускні і випускні вали, щоб зменшити навантаження на них і складність конструкції.

Як правило, впускний і випускний розподільчий вал майже не відрізняються: однакова довжина і діаметр валу, однакова висота і профіль кулачків. Різниця може полягати в конструкції крайніх опорних шийок і приводних шківів (рис. 11.4).

Впускний



Випускний

Рисунок 11.4 – Конструкції крайніх опорних шийок і приводних шківів

На один з розподільчих валів встановлюється датчик положення, для якого виділяється окреме посадочне місце (рис. 11.5)



Рисунок 11.5 – Зона датчика положення

Розташування розподільчого валу щодо клапанів може розрізнятися в різних конструкціях двигунів. У старих або малопотужних моторах вал встановлюють збоку від клапанів, сполучаючи їх з кулачками через рокери (Т-подібні коромисла) і штанги. Така система називається бічним або нижнім розташуванням розподільчого валу «Cam-in-Block». Їх перевага в більш простій системі мащення (часто розподільчий вал встановлюється прямо в картері), а недолік – в складній доступності для заміни (рис. 11.6)

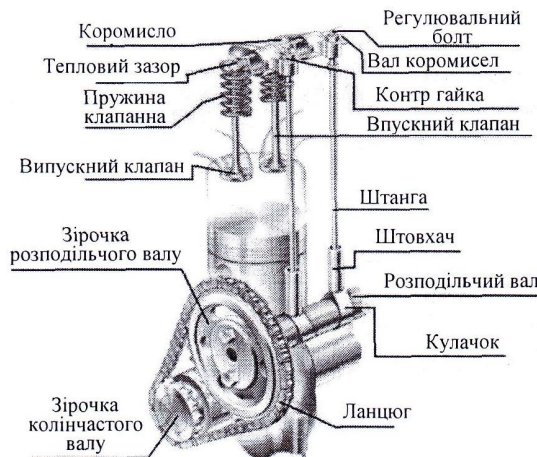


Рисунок 11.6 – Система «Cam-in-Block»

Мотори пізніших конструкцій робилися з розподільчими валами безпосередньо над клапанами, що полегшує обслуговування і ремонт. Таке розташування, коли кулачки валу тиснуть безпосередньо на штовхачі, називають верхнім або «Cam-in-Head». Змашувати верхній розподільчий вал дещо складніше: система подачі масла повинна працювати безперебійно, зокрема це стосується масляних каналів і отворів в самому розподільчому валу.

Довга і безперебійна робота ГРМ, і зокрема розподільчого валу, безпосередньо залежить від якості мастила. Подача масла на підшипники ковзання (ліжка і вкладиші розподільчого валу), а також на поверхню кулачків, повинна бути безперебійною. Отвори усередині розподільчого валу, призначені для подачі мастила до пар тертя, достатньо тонкі і розраховані на моторне масло певної в'язкості і якості. Невчасна заміна або неправильний підбір масла приводять до засмічення каналів, після чого тертя розподільчого валу відбувається не по шару рідини (гідродинамічне планування), а по поверхні метал-метал. Підсумок цього процесу сумний, але передбачений: швидкий знос кулачків (іноді до стану ідеального кола) і штовхачів, а також шийок і вкладишів приводить до збоїв в роботі двигуна. Від надмірного тертя розподільчий вал може зламатися, а це вже вимагає не тільки його заміни, але і капремонту двигуна. Особливість конструкції розподільчого валу в тому, що навіть мінімальне вироблення приводить до його вібрації і остаточного виходу з ладу. В більшості випадків основною причиною ремонту розподільчий валів є саме неякісне масло, невчасна його заміна або невідповідна в'язкість. При нормальному ТО ресурс розподільчого валу буде таким же довгим, як і ресурс самого двигуна.

Крім масляного голодування, причинами поломки може стати перегрів, від якого метал «веде», природний знос, поломки суміжних деталей (шків, ланцюг або ремінь ГРМ), а також спочатку низька якість розподільчого валу (поганий метал, неточне виготовлення). Ознаки можна визначити візуально або навіть на слух: характерним симптомом несправності саме розподільчого валу буде стукіт при запуску холодного двигуна (на початку проблеми стукіт пропадає, коли мотор прогріється, а з погіршенням ситуації двигун стукатиме постійно).

Вироблення і задирки на шийках, підшипниках, сальниках або кулачках – однозначний сигнал до заміни деталі.

Неякісний розподільчий вал може скривитися (деформація, як правило, визначається не візуально, а тільки на спеціальному устаткуванні) із-за прогину опорних шийок. Для легкових автомобілів допустимий ступінь викривлення розподільчого валу складає 0,05 мм, якщо більше – посилюється вібрація, виходять з ладу суміжні вузли двигуна.

При неправильній установці валу, а також некоректній збірці двигуна (недотягнені кріпильні болти ГБЦ, розподільчого валу, шківів і шестерень) з'являється вібрація під час роботи. Вал зриває кріплення, після чого двигун в

більшості випадків відправляється на капремонт. На самому розподільчому валу можуть з'явитися тріщини, а пази під штифти розбиваються під навантаженням.

Ремонт розподільчого валу проводити недоцільно: ніяка шліфівка або напилення не поверне його первинних властивостей. У разі виходу з ладу деталей просто замінюють на нову, попутно встановлюючи нові кріпильні болти і перевіряючи ланцюг або ремінь ГРМ.

11.2. Основні дефекти та методи їх виявлення.

Розподільчі вали. На рис. 11.7 приведено ремонтне креслення розподільчого валу, а в табл. 11.1 перелік дефектів і способи їх усунення.

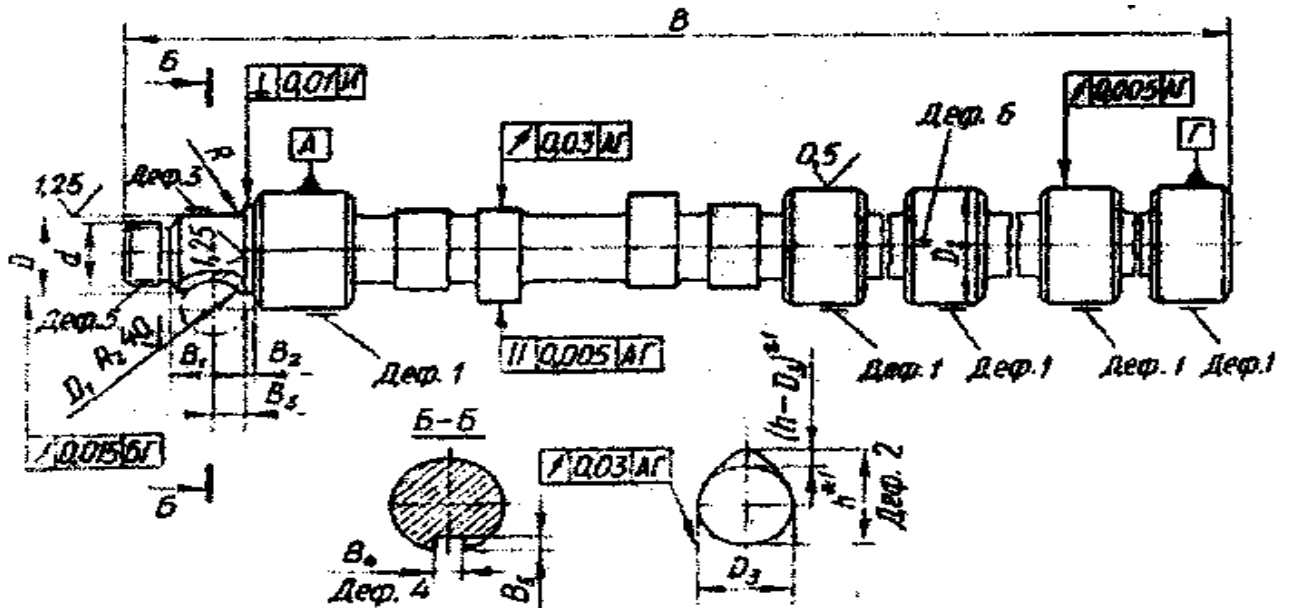


Рисунок 11.7 – Ремонтне креслення розподільчого валу

Таблиця 11.1 – Перелік дефектів розподільчого валу і способи їх усунення

№ деф.	Найменування дефекту	Основний спосіб усунення дефекту	Спосіб усунення дефекту, що допускається
1	2	3	4
1	Знос опорних шийок	Приварити металеву стрічку контактним способом	Провести електродугову металізацію дротом 1,6 Нп-105Х, шліфувати до нормального розміру
	Знос опорних шийок до ремонтного розміру	Шліфування шийок до ремонтного розміру	Шліфування шийок до ремонтного розміру
2	Знос кулачків по висоті	Провести газопорошкове наплавлення на пропані порошком ПГ-10Н-01	Наплавити робочу частину кулачків дротом Св-08Г2С в середовищі CO ₂
3	Знос шийки валу під розподільну шестерню	Приварити металевий шар контактним способом	Осталити або наплавити, шліфувати до номінального розміру

Продовження таблиці 11.1

1	2	3	4
4	Знос паза шпони по ширині	Заварити паз зваркою електродуги дротом Св-08Г2С в середовищі CO ₂	-
5	Пошкодження різьблення більше двох витків	Наплавити дротом 1,6 НП-ЗОХГСА в середовищі CO ₂	Наплавити, нарізувати різьблення номінального розміру
6	Вигин валу	Правити до усунення дефекту	-

11.3. Методи відновлення кулачків розподільчого валу.

Вал не приймається на відновлення за наявності сколів, тріщин, викришувань.

В даний час розроблений ряд способів відновлення кулачків розподільчих валів: перешліфовування до виведення слідів зносу (у еквідистантний профіль); металізація; газове наплавлення сормайтотом; вібродугове, індукційне, газополум'яне, плазмове і лазерне наплавлення електродугою, хромування; електроконтактне напикання порошків. Порівняльний аналіз результатів дослідження цих способів з урахуванням вимог забезпечення високої зносостійкості і довговічності відновлених поверхонь, при незначних виробничих витратах на організацію технологічного процесу і використання малодефіцитних матеріалів показав, що найбільш поширеним способом відновлення сталевих кулачків є газопорошкове наплавлення.

В умовах спеціалізованого виробництва при великих програмах відновлення може бути рекомендована плазмове наплавлення, а для відновлення кулачків чавунних розподільних валів, особливо чутливих до операції подальшої правки переважаючим є лазерне наплавлення.

Відновлення кулачків газопорошковим наплавленням. Суть процесу полягає в нанесенні на розігріту газокисневим полум'ям відновлювану поверхню порошкового матеріалу, нагрітого цим же полум'ям до рідкотекучого стану. В результаті оплавлення міцність зчеплення покриття з основним металом досягає 400-600 МПа.

При газопорошковому напавленні відсутнє перемішування основного металу з присадним, зона нанесення покриттів захищена відновним факелом полум'я від окислюючої атмосфери.

Наплавлення порошку. Поверхню кулачка підігрівають до температури 300-400°C для зменшення деформації і можливості появи тріщин від локального нагріву. Потім встановлюють надмірне полум'я (по ацетилену) і періодичним натисненням на важіль подають в наплавлювальну ванну необхідну кількість порошку. Переміщаючи полум'я пальника, рівномірно розплавляють і розподіляють порошок по нагрітій поверхні. Дистанція при нанесенні порошку - 20-40 мм. Полум'я газового пальника при оплавленні розташовують під кутом 30-60°

до площини поверхні, що нагрівається, і направляють у бік холодної ділянки, дистанція оплавлення - 10-15 мм. Послідовно чергуючи процес напилення і оплавлення, забезпечують необхідну товщину шаруючи.

Наплавлення ведуть навуглецевим полум'ям для зниження можливого окислення і зменшення глибини проплавлення основного шару. Наплавлення слід вести так, щоб «теплова вісь» проходила через центри тяжіння деталі; у кулачків рекомендується поперемінно наплавляти діаметрально розташовані поверхні від вершини до потиличної частини, починаючи з крайніх кулачків до середини. Кількість проходів визначається зносом кулачка і припуском на подальшу механічну обробку.

Після наплавлення, для попередження тріщин в наплавлених шарах, охолодження рекомендується проводити в піску або азбестовій шубі. Контроль якості наплавлених покриттів на відсутність спучень, тріщин, сколовши і відшаровувань проводять зовнішнім оглядом. Для вибіркової перевірки застосовують лупу 70-кратного збільшення.

Відновлення кулачків плазмовим наплавленням. Наплавлення кулачків низькотемпературною плазмою проводять на спеціальному верстаті з копіром, причому рух по копіру, що забезпечує вибрану відстань до оброблюваної поверхні на будь-якій ділянці профілю кулачка, здійснює плазмотрон, а деталь обертається синхронно з копіром. Як наплавлювальні матеріали рекомендується застосовувати порошок типу ПГХН80СР3 і ПГХН80СР4Б розміром фракцій порошоків 100-400 мкм. Режим плазмового наплавлення кулачків:

Струм наплавлення, А	90-100
Напруга дуги, В	35
Частота обертання розподільчого валу, хв ⁻¹	0,35-0,4
Витрата порошку, кг/год	1,2
Дистанція наплавлення, мм	6-8
Витрата плазми утворюючого газу (аргону), л/хв	1,5-2
Амплітуда коливання плазмотрона, мм	на всю ширину кулачка
Частота коливань в хвилину	40

Відновлення кулачків лазерним наплавленням. Цим способом на поверхню кулачків наноситься матеріал, що наплавляється, за допомогою склеювального складу. Як порошки застосовують порошки сплавів типу ПГ-СР, що самофлюсуються. Грануляція частинок порошку 200-300 мкм. Склеювальною основою є водний розчин оксиетилцелюлози, який наносять на кулачок кистю, валиком або зануренням в спеціальному пристосуванні, де вал обертається із швидкістю 5-10 об/хв. Розчин оксиетилцелюлози не тільки формує шар порошку, але і підсилює поглинання лазерного випромінювання, яке підвищує ККД наплавлення. Оптимальний шар порошку - 0,8-1,0 мм, після оплавлення отримують покриття товщиною 0,6-0,8 мм. Наплавлення кулачків здійснюється в спеціальному пристосуванні, що забезпечує «гойдання» розподільчого валу щодо осі в межах 110-130°.

Кулачок, що наплавляється, встановлюється вершиною назустріч лазерному променю, рухомому уздовж осі валу із швидкістю 2-4 мм/хв. Частота гойдання валу досягає 6-10 коливань в хвилину. Пристосування для наплавлення розташовують на стійці установки 01.03-165 «Ремдеталь», яка використовується тут спільно з лазером ЛГН-702 або «Комета». Діаметр світла в зоні дії 2,5-3,0 мм. При зносі кулачка в межах 1 мм наплавлення здійснюється за один прохід променя протягом 5-7 хв. Міцність зчеплення отримуваних покриттів залежно від складу порошку рівна 110-350 МПа. Товщина дефектного шару не перевищує 0,12-0,15 мм. Глибина зони термічного впливу 0,2-0,4 мм. Зносостійкість розподільчих валів, відновлених лазерним наплавленням, не нижче серійних.

11.4. Методи відновлення опорних шийок.

Відновлення опорних шийок методом ремонтних розмірів. Зношені шийки шліфують до одного з ремонтних розмірів на круглошліфувальному верстаті моделі 3161 шліфувальним кругом 750×33×305 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.

Відновлення опорних шийок осталюванням. При необхідності опорні шийки розподільчого валу, що вийшли з ремонтних розмірів, можна відновлювати осталюванням.

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 осталюванням 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.

Відновлення опорних шийок електроконтактним приварюванням стрічки. Коли знос опорних шийок і шийок під розподільчу шестерню виходить за межі ремонтних розмірів, рекомендується один з найбільш прогресивних і перспективних способів - електроконтактна приварка стрічки.

В порівнянні з традиційними способами відновлення шийок цей спосіб дозволяє підвищити продуктивність праці в 2-3 рази, зменшити витрату нарощуваного металу в 3-4 рази, усунути вигорання що легують домішок і поліпшити умови праці.

Застосування контактної приварювання стрічки дає можливість (шляхом підбору відповідних металевих стрічок) отримати необхідну твердість без подальшої термічної обробки; понизити до мінімуму деформацію валу унаслідок незначних тепло вкладень і регулювати товщину шару в межах 0,2–0,5 мм.

Технологія відновлення деталей контактним приварюванням сталеві стрічки включає: правку центрових отворів; шліфування шийок (для виведення слідів зносу і додання ним правильної геометричної форми) до діаметру, менше нормального на 0,3–0,5 мм, з чистотою поверхні не нижче за 7-й клас; приварювання стрічки; шліфування поверхні під нормальний розмір.

Заготовки для відновлення вирізують із сталеві стрічки завтовшки 0,3–0,4 мм. Матеріал стрічки повинен забезпечувати твердість відновлюваних поверхонь: сталь 65Г – для опорних шийок; сталь 45 – для шийки під розподільну шестерню. Ширина заготовки повинна бути рівна ширині шийки, довжина периметру. Зазор в місці стику кінці стрічки не більше 0,5 мм і нахльостування кінців не допускається. Приварювання стрічки проводять на установці 011-1-02 «Ремдеталь». Приварювання стрічки здійснюють за два прийоми: спочатку стрічку прихоплюють зварювальними крапками, потім приварюють. Розподільний вал закріплюють в патроні установки, підводять електроди до середньої частини відновлюваної поверхні. Включивши обертання деталі, подають стрічку з механізму подачі під нижній електрод. У момент того, що стосується електроду і стрічки включають кнопку «зварка» і прихоплюють стрічку коротким швом до поверхні деталі без подачі зварювальних кліщів. Остаточне приварювання стрічки проводять з включеною подачею зварювальних кліщів. Зусилля стиснення електродів 1,5 кН. Режимми приварювання металеві стрічки до опорних шийок різних діаметрів приведені в табл. 11.2.

Таблиця 11.2. Режими приварювання металеві стрічки до опорних шийок розподільного валу

Діаметр відновлюваної поверхні, мм	Частота обертання шпинделя, хв ⁻¹	Подача каретки, хв ⁻¹	Сила струму кА	Час зварки, с	Час паузи, с
50	4-5	3,5-4,0	5,8-6,2	0,06	0,12
60	3-5	3,5-4,0	6,0-6,5	0,06	0,12

Витрата охолоджувальної рідини складає 1,6 л/хв.

Відновлення опорних шийок електродуговим напиленням металізацією. Для цього застосовують комплект КДМ-2 (установка з електродуговим металізатором ЕМ-14М). Технологічний процес електродугової металізації полягає в наступному:

1. Шліфувати під металізацію циліндрові поверхні опорних шийок до відповідних діаметрів, забезпечивши шорсткість поверхні Ra 1,6 мкм.

2. Закрити отвори і паз шпони пробками з термостійкої гуми, забезпечивши їх виступами над відповідними поверхнями на висоту 4–5мм.

3. Провести струменево-корундову обробку (корундовим порошком 14А зернистістю 80–125).

4. Обдути оброблені поверхні стислим повітрям під тиском 0,5-0,6 МПа.

5. Металізувати циліндрові поверхні опорних шийок дротом Нп-Х20Н80Т, забезпечивши товщину металопокриття $0,15 \pm 0,05$ мм.

6. Металізувати циліндрові поверхні опорних шийок дротом Нп-106Х (Нп-50ХФА, Нп-80, Нп-85, У8, У10, А75), забезпечивши необхідні розміри діаметрів шийок в наступному режимі:

Тиск повітря, МПа (кгс/см^2).....	0,5–0,6(5–6)
Напруга струму, В.....	28–29
Сила струму, А.....	240–250
Дистанція металізації, мм.....	100–120
Амплітуда коливань металізатора, с-1.....	0,1–0,3
Частота обертання валу, хв^{-1}	60–70
Температура металопокриття, град. С.....	80–85

11.5. Особливості механічної обробки кулачків розподільчого вала.

При невеликих зношуваннях і задираках кулачки зачищають спочатку грубозернистою, а потім заполіровують дрібнозернистим наждачним папером як при зачистці, так і при поліровці папір повинен охоплювати приблизно половину профілю кулачка і мати невелике натягнення. Це сприяє найменшому спотворенню профілю кулачка. Кулачки на розподільному валу зношуються досить рівномірно.

Спрацьовані кулачки розподільних валів шліфують по копіру на спеціальному верстаті 3А433, копірувально-шліфувальному або профіleshліфувальному верстаті до виведення слідів спрацювання та відновлення профілю кулачка. Вал встановлюють в центри і жорстко пов'язують з шпинделем, що несе копір. Під середню шийку валу підводять люнет. Задня і передня ведуча бабка верстата встановлені на столі, що коливається навколо осі. Пружина прагне відхилити стіл проти годинникової стрілки, притискуючи копір до ролика. Розподільний вал, пов'язаний з копіром, здійснює окрім обертання рух, що гойдає, і шліфувальний круг додає куркульку потрібний профіль.

Попереднє шліфування проводять шліфувальними кругами за таких режимів: швидкість обертання розподільчого вала – 30 м/хв.; радіальна подача круга – 0,05 мм/об; швидкість обертання круга – 40 м/с. Шліфують шийки під шестерню аналогічно шліфуванню опорних шийок за таких режимів: радіальна попередня подача 0,05 мм/об.; радіальна остаточна подача – 0,005 мм/об. Варто пам'ятати, що за обробки шийок базами є центрові отвори, а за обробки кулачків – центрові отвори і шпонковий паз.

На токарному верстаті обробляють торець та фаски, нарізають і калібрують різьби розподільчого вала. Обробку фасок проводять різцем за швидкості різання 25–35 м/хв., а нарізання різьби – 30 м/хв.

Остаточне шліфування опорних шийок та кулачків роблять кругами за радіальної подачі 0,005 мм/об. та швидкості обертання круга 35 м/с. Після шліфування обробляють фаски отворів олив'яних каналів на вертикально-свердлильному верстаті 2Н125 зенкуванням за частоти обертів інструмента 500 об./хв.

Для забезпечення необхідної шорсткості поверхонь слід провести фінішну операцію – полірування кулачків і опорних шийок розподільчого вала. Полірування виконують шліфувальною шкіркою на тканинній основі. В якості абразивних матеріалів застосовують білий електрокорунд марки 24А. Зернистість абразиву 8–4 мкм, а швидкість стрічки під час полірування – 30–40 м/с. Високу якість полірування забезпечують алмазні шкірки, які характеризуються високою стійкістю. Полірування також можна проводити повстяними та фетровими кругами. Абразивним матеріалом при цьому слугує паста ГОИ. Колова швидкість полірувального круга має перебувати у межах 30–35 м/с.

Для підвищення довговічності розподільних валів фінішну обробку можна виконувати також методом алмазного вигладжування. Водночас шліфуються мікронерівності й змінюються фізико-механічні властивості поверхневого шару.

11.6. Відновлення спряження з контактуючою деталлю при втулковому та безвтулковому способі спряження.

Для встановлення розподільчого вала існує втулковий та безвтулковий спосіб спряження.

При втулковому способі спряження підшипники розподільчого вала втулочного типу у разі виплавлення, задиру, ослаблення в посадці або зносу, що виходить з норми, спрацювання більше останнього ремонтного розміру випресовують з гнізда за допомогою пристосувань, показаних на рис. 11.8 та 11.9.

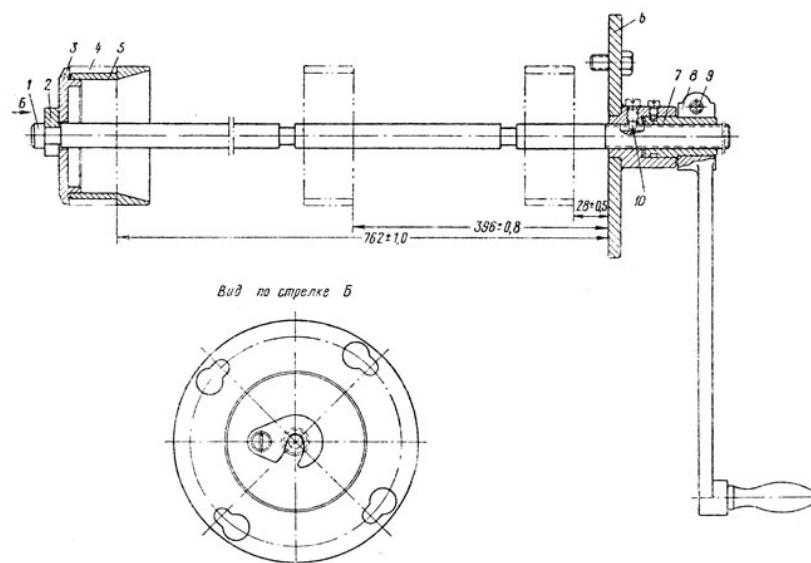


Рисунок 11.8 – Пристосування для випресовки втулкових підшипників двигунів:

- 1 – тяга; 2 – накидна шайба; 3 – нажимний диск; 4 – підшипник; 5 – втулка напрямної; 6 – корпус; 7 – гайка; 8 – рукоятка; 9 – болт; 10 – гвинт

Пристосування складається з тяги 1, на кінець якої накладається шайба 2, що притискається до нажимному диска 3.

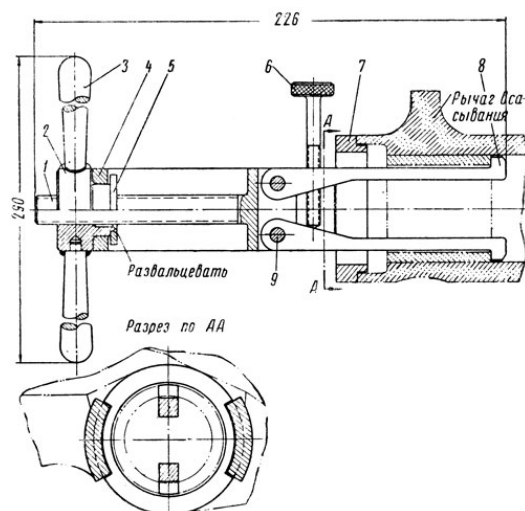


Рисунок 11.9 – Пристосування для випресовки втулок:

- 1 – гвинт; 2 – гайка; 3 – рукоятка; 4 – скоба; 5 – кільце; 6 – розтискний гвинт;
7 – кільце; 8 – захоплення; 9 – штифт

Нажимний диск упирається у втулковий підшипник 4, що направляється при випресовці втулкою 5. Для зміцнення на картері служить корпус 6, в якому обертається гайка 7. На виступі гайки для її обертання передбачена рукоятка 8 із зміцнюючим болтом 9. Для напряму тяги, що має на кінці нарізку, в корпус укручений гвинт 10.

В подальшому запресовують нові втулки та обробляють їх до розміру опорних шийок розподільчого вала. Обробку здійснюють на горизонтально-розточному верстаті.

При безвтулковому способу спряження отвори наплавляють (при застосуванні алюмінієвих сплавів в спряженій деталі) та піддають механічній обробці до розмірів попередньо прошліфованих опорних шийок.

При чугунній спряженій деталі отвори розточують на горизонтально-розточному верстаті, а опорні шийки відновлюють до отриманого розміру зазначеними вище технологічними методами.

11.7. Тенденції розвитку конструкцій розподільчих валів та механізмів газорозподілу.

Технології не стоять на місці, і сьогодні можна вже говорити про те, як зміниться робота газорозподільного механізму і зокрема розподільчого вала. Основні напрями роботи конструкторів – підвищення економічності двигунів, зменшення шкідливих викидів і збільшення віддачі потужності як на високих, так і на низьких оборотах. Для цієї мети розроблено декілька концептів, в яких або використовується змінений розподільчий вал, або не використовується взагалі.

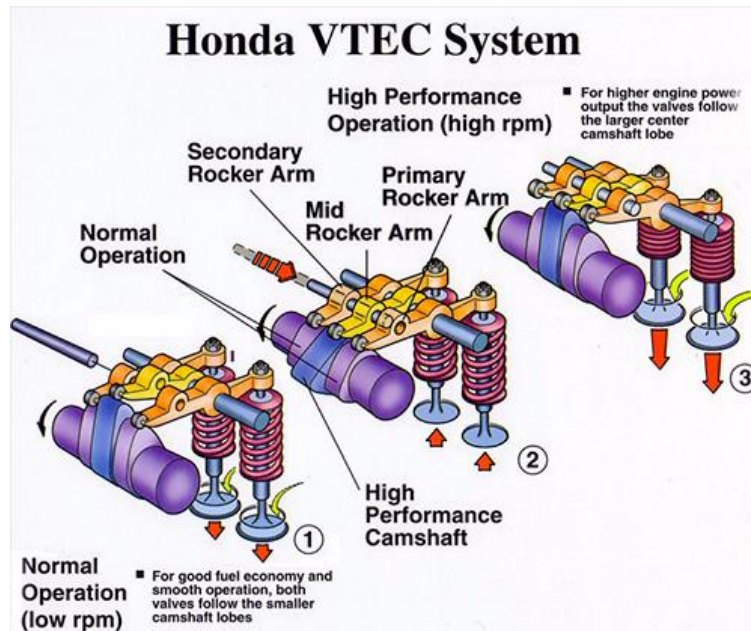


Рисунок 11.10 – Система DOHC i-VTEC

Умовно можна виділити декілька основних напрямів роботи:

- зміни в роботі розподільчого валу: установка додаткових кулачків, провертання розподільчого валу для збільшення кута перекриття і так далі;
- використання інших систем управління відкриттям клапанів: електронне управління, магнітні або пневматичні штовхачі;
- двигуни без клапанного механізму.

Концерн Honda запропонував декілька варіантів поліпшення розподільчого валу. Наприклад, це система DOHC i-VTEC, в якій підйомом клапанів управляють кулачки з низьким профілем (на малих оборотах) або з високим профілем (на режимі 5800 об/хв.).

Дуже схожий принцип використаний в моторах Mitsubishi Pajero IV – система газорозподілу MIVEC, що управляє висотою і тривалістю відкриття клапанів.

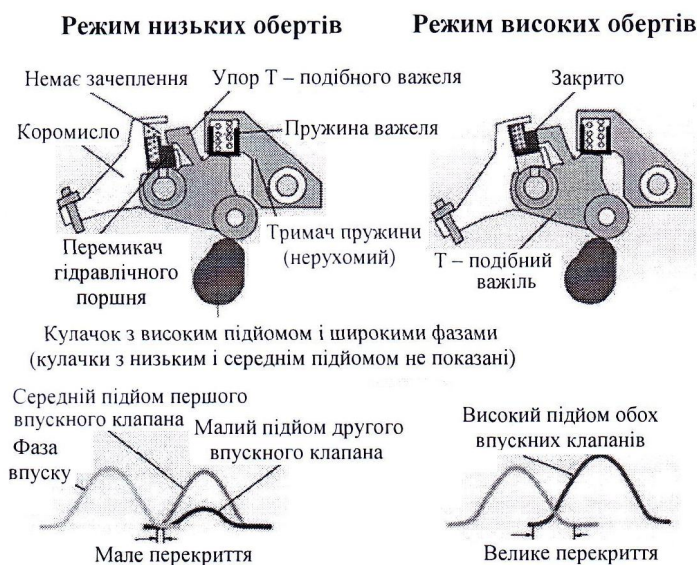


Рисунок 11.11 – Система газорозподілу MIVEC

Другий варіант управління впусканням – система VTEC-E від Honda, при якій на малих оборотах відкривається тільки один впускний клапан, а на великих – обидва. Це вдалося реалізувати за допомогою системи VTC, при якій розподільчий вал провертається щодо своєї нульової крапки під тиском масла.

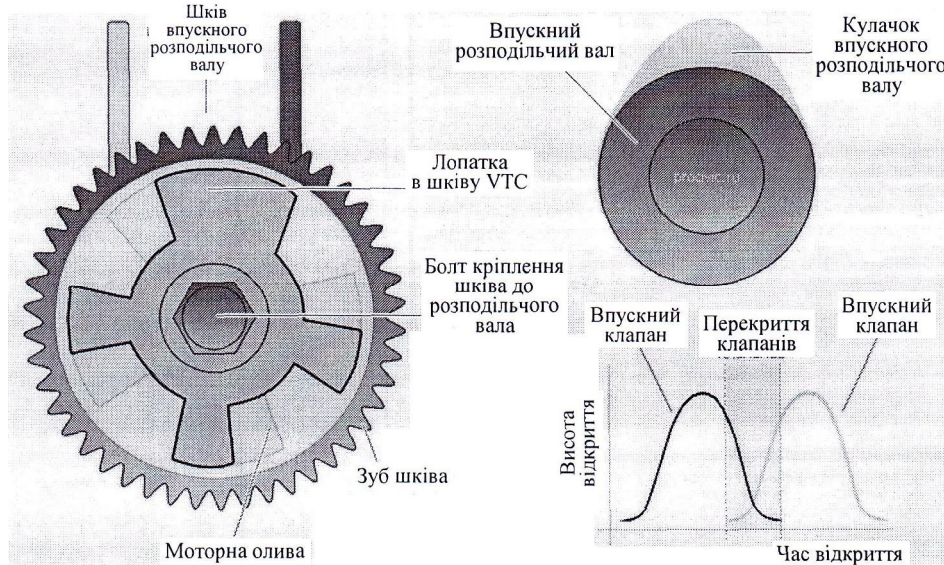


Рисунок 11.12 – Система VTEC-E від Honda

Схожий спосіб управління впусканням створив і концерн Volkswagen: блок з кулачками кріпиться на валу за допомогою шліцевого з'єднання, і під дією механізму, що управляє, може зміщуватися щодо подовжньої осі. Таким чином, над клапанами розташовуються кулачки або з низьким, або з високим профілем, залежно від режиму роботи двигуна.

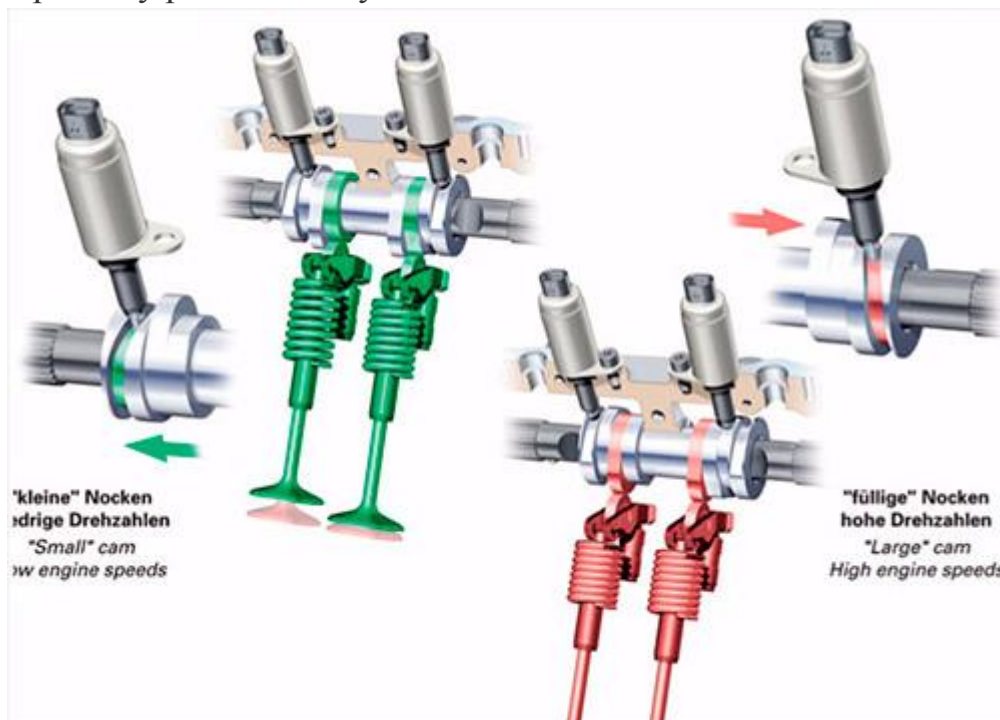


Рисунок 11.13 – Система концерну Volkswagen

Розробка Volkswagen відкриває широкі можливості: за допомогою такого підходу можна управляти системою газорозподілу у великому діапазоні, зокрема підключати або відключати циліндри при необхідності.

Інший варіант запропонувала шведська компанія Koenigsegg: управляти роботою клапанів за допомогою пневматичних механізмів, а не розподільчого валу, що в теорії може дати надбавку потужності 30% і збільшення моменту, що крутить, до 20 тис. об/хв. У 2015 році компанія представила і реалізацію цього принципу: автомобіль Regera з гібридним двигуном потужністю 1500 к.с. Наскільки успішною буде ця розробка, покаже тільки час.

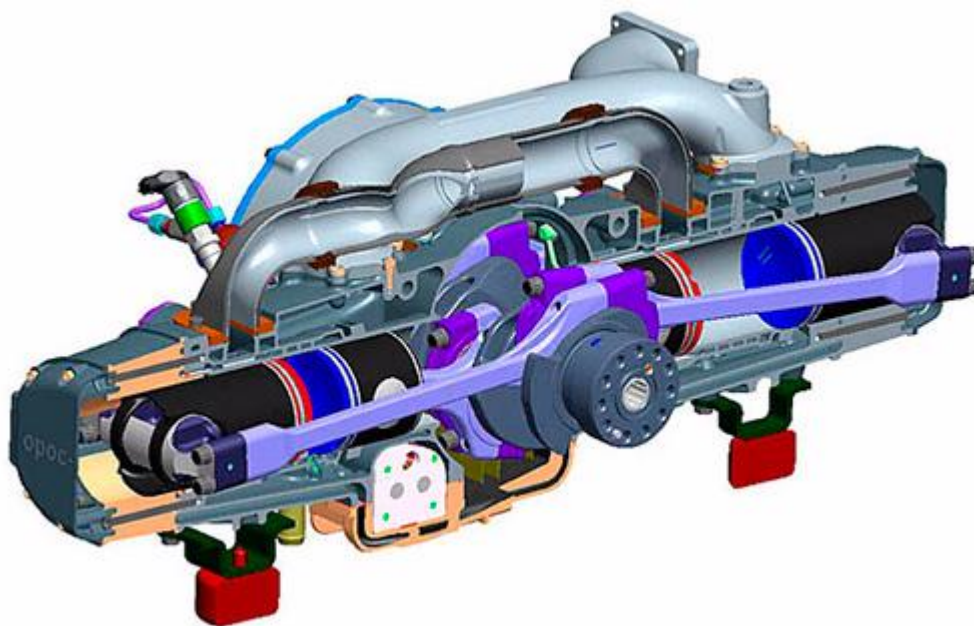


Рисунок 11.14 – Двоциліндровий опозитний двигун компанії EcoMotors

Двигуни без клапанів – теж можливо! Це довели в компанії EcoMotors, яку очолює Петер Хофбауер, колишній моторист концерну Volkswagen. У компанії розроблений двоциліндровий опозитний двигун, що перевершує по своїй потужності і економічності сучасні турбодизелі. Експериментальний зразок двигуна розвиває потужність 325 к.с., а момент, що крутить, при 2100 об/хв. складає 900 Н·м. Легкий, компактний і могутній мотор поки не запущений в серійне виробництво і знаходиться у стадії доопрацювання.

Не дивлячись на ідеї, що постійно з'являються, і новинки, найпоширенішим механізмом газорозподілу залишається старий-добрий розподільчий вал, який може мінятися формою, але залишається незмінним по суті.

ЛЕКЦІЯ 12. РЕМОНТ ГОЛОВОК БЛОКА ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ

12.1. Конструктивні особливості та умови експлуатації головок блока двигунів внутрішнього згорання.

12.2. Дефекти головок блока двигунів внутрішнього згорання, методи відновлення, обладнання, інструмент, оснащення.

12.2. 1. Наскрізні пробоїни або тріщини в камері згорання, тріщини або раковини на стінках сорочки охолодження та на поверхні сполучення з блоком циліндрів.

12.2.2. Викривлення поверхні сполучення з блоком циліндрів.

12.2.3. Ослаблення посадки напрямних втулок клапанів та спрацювання отворів напрямних втулок клапанів.

12.2.4. Вироблення, подряпини або раковини на робочих поверхнях сідел клапанів.

12.2.5. Ослаблення посадки сідел клапанів.

12.2.6. Знос або зрив різьб.

12.1. Конструктивні особливості та умови експлуатації головок блока двигунів внутрішнього згорання

Головки циліндрів разом з їх стінками і днищами поршнів утворюють камери згорання. Конструкція головки циліндрів залежить від форми камери згорання, розташування клапанів, зовнішніх трубопроводів і системи охолодження. Широко поширені карбюраторні двигуни з верхнім розташуванням клапанів, півсферичні, що мають, II (рис. 12.1 а) камери згорання з двостороннім поперечним або одностороннім подовжнім розміщенням, а також клиновидні III (рис. 12.1 а) камери з одностороннім розташуванням клапанів в ряд. Їх відливають з алюмінієвого сплаву зі вставними сідлами і направляючими клапанів, впускні канали яких створюють турбулізацію робочого заряду і інтенсивне його обертання в циліндрі. Двигуни з нижнім розташуванням клапанів мали відносно невисокі енергетичні і економічні показники через великі поверхні охолодження камери згорання, гідравлічні втрати при перетіканні газу з камери в циліндр, гірші антидетонаційні властивості камери згорання.

Конструкція, головки циліндра дизелів залежить від способу сумішеутворення і типу камери згорання. У двигунах з безпосереднім уприскуванням дизелів, ЯМЗ і КамАЗ двоклапанні головки циліндрів з верхнім розташуванням клапанів мають порівняно просту форму: неподілені V і VI (рис. 12.2 б) камери згорання розміщують зазвичай в поршні, форсунку розташовують вертикально або похило з незначним зсувом від осі циліндра. При цьому впускні і випускні клапани легко вписуються в коло циліндра. Впускні канали в таких дизелях виконуються тангенціальними або гвинтовими для отримання інтенсивних повітряних вихорів.

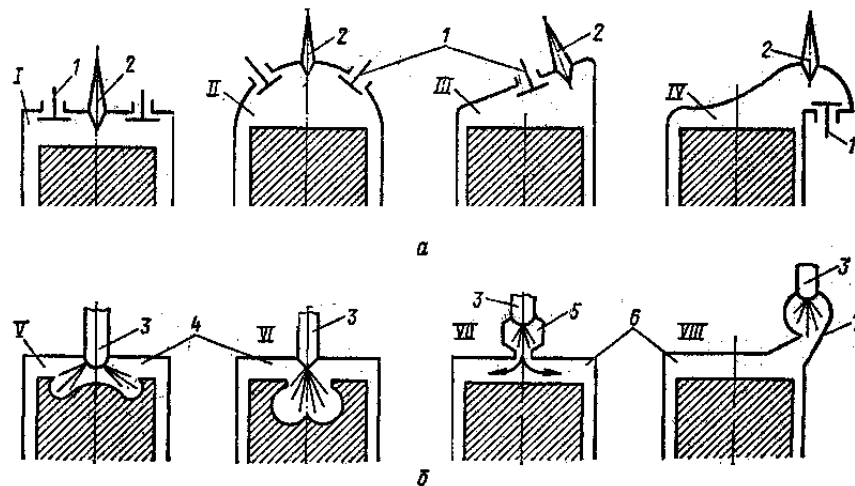


Рисунок 12.1 – Форми камер згорання: а – карбюраторних двигунів; б – дизелів; I – циліндрова; II – півсферична; III – клиновидна; IV – зміщена (Г-подібна); V, VI – неподілені; VII і VIII – розділені; 1 – клапан; 2 – іскрова свічка запалення, 3 – форсунка; 4 – камера згорання; 5 – передкамера; 6 – основна камера; 7 – вихрова камера

Головки циліндрів дизелів, що раніше випускаються, з розділеними камерами згорання (вихрекамерних Д-50, СМД-14 і передкамерних КДМ-100) відрізняються складнішою конструкцією. Вихрові камери і передкамери в основному виготовлялися розділеними VII і VIII (рис. 12.1 б).

У деяких моделях однорядних і особливо V - подібних дизелів найбільш поширені двоклапанні головки з виведеними в різні боки впускними і випускними каналами. Таке розташування дає можливість збільшити їх поперечний перетин і зменшити підігрів свіжого заряду.

Для збільшення площі прохідних перетинів клапанів і зниження інерційних навантажень на деталі механізму газорозподілу іноді встановлюють по чотири клапани на циліндр.

Головки циліндрів в блокових конструкціях виготовляють у вигляді відливаних для одного, ряду циліндрів. Для більшості сучасних дизелів головки циліндрів відливають з низьколегованого сірого чавуну.

Проти кожного циліндра з боку нижньої площини головки циліндрів 3 розточено два отвори – сідла, кромки яких скошені під кутом 45° і служать опорними поясочками для випускного і впускного клапанів 1. Над кожним сідлом у верхній частині головки у вертикальний отвір запресована біметалічна втулка напрямної 2 клапани 1.

Усередині головки циліндра отвору для клапанів переходять у впускання 8 і випускні 11 каналів. З лівого боку до головки циліндрів прикріплений випускний, а зверху – впускання трубопроводи. Зверху на головці циліндрів встановлені клапанний механізм і кришка 4, що закривається ковпаком 5.

Внутрішня порожнина 13 головок 3 циліндрів служить рідинною сорочкою. Вона з'єднується з такою ж порожниною блок-картера через отвори 12 в нижній площині головки, співпадаючі з відповідними отворами в блок – картері, Через вісім крізних отворів у лівій стінки головки проходять штанги 14.

Для надійної герметизації місць сполучення блоку, гільзи і головки застосовують сталезбестову ущільнюючу прокладку завтовшки не менше 1,1 мм. Їх встановлюють на карбюраторних двигунах і дизелях. Деформації стикових площин, що періодично повторюються під час роботи двигуна, компенсуються пружністю прокладок. Для підвищення пружних властивостей і надійності обкантивають отвори в прокладці під камеру згорання. Окантовка також захищає прокладку від дії газів.

На сучасних багатоциліндрових двигунах значне підвищення надійності головок і ущільнення газорідного стику досягається застосуванням індивідуальних головок на кожен циліндр (дизелі КамАЗ, ЯМЗ-8403) і комбінованих ущільнень, що полягають, із сталевих або алюмінієвих пластин (кілець) для ущільнення газового стику н гумових елементів (прокладок або окантовок) з металевими втулками для ущільнення рідинного стику. Основна перевага використання індивідуальних головок – висока надійність в експлуатації, виключення впливу сусідніх циліндрів на газовий стик, можливість рівномірного розміщення силових шпильок по колу циліндра, створення рівномірного тиску на прокладку стику і, як наслідок, зменшення залишкових деформацій гільзи при затягуванні шпильок, полегшення монтажно-демонтажних робіт.

На рисунку 12.2, в зображена індивідуальна головка циліндрів двигуна КамАЗ, що виготовляється з алюмінієвого сплаву. Стик головки циліндра і блоку ущільнюють двома прокладками: перепускні отвори для рідини, що охолоджує, і масла, а також головку по контуру – формованою гумовою прокладкою; газовий стик – сталеву прокладкою, притиснутою сталевим опорним кільцем 16, запресованим на нижній площині головки 3. Впускання 8 і випускний 11 каналів розташовані на протилежних кінцях головки. Профіль впускного каналу забезпечує вихровий рух повітря в циліндрі і хороше сумішеутворення. Чавунні сідла 17 і металокерамічні направляючі втулки 2 клапанів розточують після їх запресовки в головку 3. Гумова манжета ущільнювача 15 служить для усунення попадання масла в камеру згорання.

Використання на дизелях з рідинним охолодженням головок циліндрів з алюмінієвого сплаву дає можливість значно понизити їх тепловий стан, а також температуру сідел клапанів, клапанів і корпусу розпилювача форсунки. Механічна міцність головок з алюмінієвого сплаву при застосуванні прогресивних фізико-хімічних методів обробки не поступається міцністю чавунних. В результаті представляється можливим форсування двигуна і підвищення його надійності і довговічності.

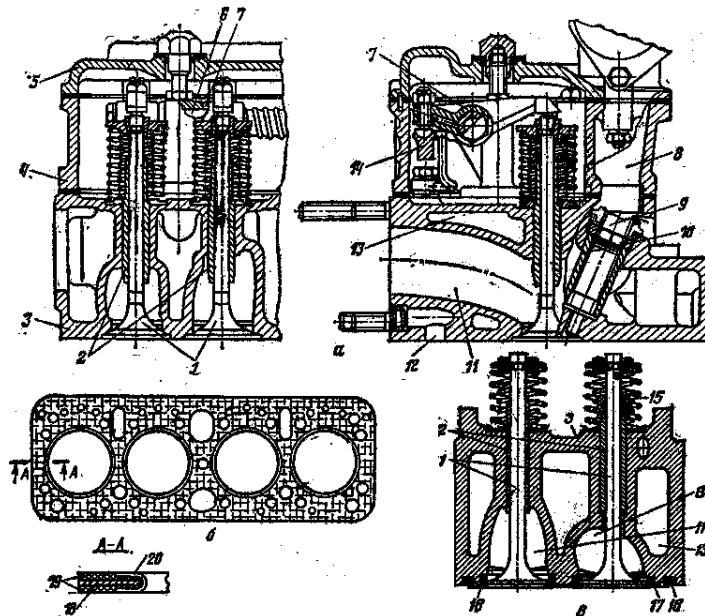


Рисунок 12.2 – Головка циліндрів в зборі з клапанним механізмом:
 а – дизеля Д-240; б – прокладка головки; в – дизеля КамАЗ: 1 – впускний і випускний клапани; 2 – направляючі втулки клапанів; 3 – головка циліндрів; 4 – кришка головки циліндрів; 5 – ковпак кришки; 6 – вісь коромисел; 7 – коромисла; 8 – впускний канал; 9 – форсунка; 10 – стакан форсунки; 11 – випускний канал; 12 – отвір для проходу рідини, що охолоджує, в блок-картер; 13 – порожнина для рідини, що охолоджує; 14 – штанга; 15 – манжета з пружиною; 16 – опорне кільце; 17 – чавунні сідла клапанів; 18 – сталевий каркас прокладки; 19 – азбестові листи; 20 – окантовка.

Головки дизелів які охолоджуються повітрям (Д-144 і Д-21а1) виконують з алюмінієвого сплаву. Вони є ребристим корпусом з верхньою плитою і днищем, встановлюваний на циліндр і закріплений спільно з ним на картері за допомогою анкерних шпильок. Головки виконують індивідуальними і двох клапанними, газовий стик ущільнюють безпосереднім контактом головки з алюмінієвого сплаву і торцевої поверхні чавунної гільзи.

Розташування каналів в головці, що забезпечують посилену циркуляцію в ній рідини, що охолоджує

Деталі клапанного механізму і головка циліндрів двигуна працюють в дуже важких умовах які характеризуються високими робочими температурами і напругою, що виникають від дії механічних і теплових навантажень.

Тому при аналізі пошкоджень і причин їх виникнення при виборі технологічного процесу на ремонт і збірку необхідне знання робочих температур і напруги, що виникають в деталях і сполученнях в умовах експлуатації.

Головка циліндрів двигуна служить не тільки кришкою циліндрів, але і корпусом, що несе, для клапанного механізму. Головка виготовлена з алюмінієвого сплаву АЛ-4 (твердістю НВ 70), а в гнізда клапанів запресовані сідла з твердішого і зносостійкого сплаву.

12.2. Дефекти головок блока двигунів внутрішнього згорання, методи відновлення, обладнання, інструмент, оснащення.

12.2.1. Наскрізні пробоїни або тріщини в камері згорання, тріщини або раковини на стінках сорочки охолодження та на поверхні сполучення з блоком циліндрів.

Дефект виявляють візуальним оглядом за допомогою лупи, за допомогою магнітного, ультразвукового, люмінесцентного та інших видів дефектоскопії або ж випробуванням на гідравлічних та пневматичних стендах.

Головку блоку циліндрів замінюють при виникненні тріщин, що проходять через отвори під направляючі втулки клапанів, отвори під стакани форсунок і гнізда під сідла клапанів, тріщин на стінках сорочки охолодження в місцях, недоступних для ремонту. Наявність тріщин встановлюють зовнішнім оглядом і при випробуванні головок на герметичність водою під тиском 0,4 МПа. Герметичність сорочки охолодження головки блоку циліндрів можна перевірити, підвівши в неї стисле повітря і зануривши головку у ванну з водою.

Тріщини будуть видні по бульбашках повітря, що виходять. Тріщини і пробоїни не допускаються. Допускаються тільки дрібні тріщини на привалочній поверхні між отворами під розпилювач форсунки і клапани, що не захоплюють робочу фаску впускного клапана і що не порушують герметичність.

Як правило такі дефекти як пробоїни або тріщини в камері згорання викликають необхідність вибракування головки. Ознакою бракування є також тріщини, що виходять в камеру згорання. При тріщинах завдовжки більше 50 мм або за наявності двох і більш за тріщини загальною довжиною 50 мм, або при тріщинах в недоступних для ремонту місцях головку циліндрів бракують.

Тріщини можна закладати епоксидними пастами, заваркою із загальним підігрівом головки, накладенням латок, штіфтовкою.

Тріщини, що проходять через перемичку клапанних гнізд зварюють. Якщо ці тріщини виходять у водяну порожнину, головку циліндрів бракують. Після заварки тріщин головку циліндрів піддають гідравлічному випробуванню під тиском 0,3-0,4 МПа.

Тріщини завдовжки не більше 150 мм, розташовані на поверхні зчеплення головки циліндрів з блоком, заварюють. Перед зваркою кінці тріщин накернюють і свердлять отвори 4 мм і глибиною – 4 мм. Потім тріщину обробляють по всій довжині на глибину 3 мм під кутом 90°. Після цього головку циліндрів нагріває в електропечі до температури 180–200 °С.

Після нагрівання деталі поверхню, що підлягає зварці, зачищають металевою щіткою. Підготовлену поверхню заварюють зваркою електродуги в середовищі аргону або електродугове зварювання постійним струмом електродом ОЗА-2.

При зварці газовим способом використовують пальник з наконечником № 4 і застосовують дріт марки АЛ-4 діаметром 6 мм, а як флюс використовують флюс

АФ-4А. Після заварки тріщини металевою щіткою видаляють залишки флюсу на шві і промивають розчином азотної кислоти, а потім гарячою водою. Після цього зачищають урівень з основним металом наждачним кругом з припуском на подальшу механічну обробку.

Крім того тріщини довжиною до 150 мм, розташовані на поверхні охолодження головки циліндрів закладають епоксидною пастою. Заздалегідь тріщину розробляють так само, як для зварки. Потім поверхню, що підлягає закладенню, ретельно знежирюють ацетоном або іншим розчинником і просушують протягом 3–5 хв. Епоксидну композицію спочатку ретельно втирають в підготовлену тріщину, використовуючи для цієї мети шпатель, а за тим втиранням другого шару перекривають розфасовану тріщину на ширину 10 мм. Висота валика смоли повинна бути не менше 3 мм. Головка циліндрів, відремонтована з використанням епоксидної композиції повинна бути витримана протягом 48 годин при температурі 16-20 °С до повного твердіння мастики. Для прискорення процесу твердіння епоксидної композиції використовують сушильні шафи, де при температурі 100 °С мастика твердне протягом 1 год.

Після усунення дефекту герметичність головки циліндрів перевіряють на стенді (рис. 12.3).

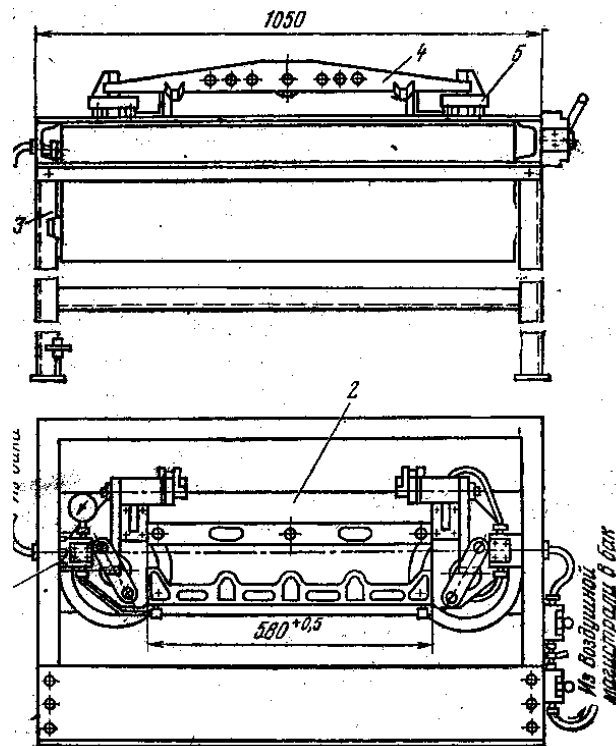


Рисунок 12.3 – Стенд для перевірки герметичності головки циліндрів.

Стенд має раму 3 зварної конструкції на якій закріплена поворотна рама 2 з гумовими ущільнювачами, що перекривають отвори водяної сорочки головки циліндрів на площині прилягання її до блоку. Для зручності контролю рама 2 обертається на двох цапфах. Головка, що перевіряється, притискається в поворотній рамі знімною планкою 4.

Принцип перевірки головки циліндрів на стенді наступний: головку встановлюють на поворотну раму, на головку ставиться притискна планка, причому в такому розрахунком, щоб кінці її входили в пази кронштейнів. Після цього стисле повітря подають до прижимних гальмівних камер і притискають головку циліндрів. Потім під дією стислого повітря водяну сорочку головки циліндрів заповнюють водою і випускають повітря з системи.

12.2.2. Викривлення поверхні сполучення з блоком циліндрів.

Дефект виявляють за допомогою лекальної лінійки та комплекту щупів.

Площину прилягання покоробленої головки циліндрів обробляють на вертикально-фрезерному верстаті моделі 615 фрезою діаметром 250 мм зі вставними ножами із сплаву ВК-8, використовуючи пристосування.

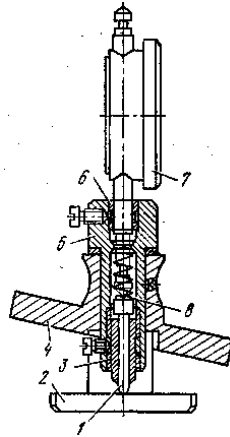


Рисунок 12.4 – Пристосування для виміру глибини камери згорання.



Рисунок 12.5 – Верстат для фрезерування площини прилягання.

12.2.3. Ослаблення посадки напрямних втулок клапанів та спрацювання отворів напрямних втулок клапанів.

При зносі більш допустимого розміру сидла клапанів замінюють новими. Для запресування сидел клапанів слід використовувати гідравлічний прес. Головку циліндрів необхідно заздалегідь нагрівати до температури 195 °С, а сидла

втулка, сідло, клапан - випробовують максимальні механічні і термодинамічні навантаження, що обумовлюють їх підвищений знос.

Аналіз характерних пошкоджень клапанів і їх сідел показує, що приблизно 90% всіх пошкоджень виникає із-за порушення герметичності сполучення сідло – клапан.

Ремонт сідел обов'язковий, тому що змінена при експлуатації форма контактуючих поверхонь клапана і сідла, наявність мікротріщин в сполученнях погіршують умови роботи зв'язаних деталей. В результаті збільшується інтенсивність зносу, спостерігається руйнування робочих фасок, прогари тарілок клапанів, тріщини сивів, наявність на фасках смолянистих відкладень і продуктів неповного згорання палива. Такі дефекти викликають посилений прорив газів, знижують ступінь стиснення, зменшується потужність двигуна, збільшується витрата палива і масла, важко запуск, погіршуються екологічні характеристики двигуна.

Отже, мета ремонту клапанних сідел – забезпечити правильну геометрію сполучень «клапан-сідло» і їх герметичність, визначувані у свою чергу переважно вакууметричним тиском і «биттям» фаски клапана і сідла.

Для досягнення мети потрібно забезпечити наступні умови:

- 1 – співвісність сідла і втулки;
- 2 – відповідність кутів фасок сідла і клапана;
- 3 – якість поверхонь фасок, що сполучаються (відсутність дроблення, задирів і ін.).

Все устаткування для відновлення фаски сідла як настановна база використовує внутрішню поверхню втулки (базування по пілотові у втулці), тому, для дотримання умови 1, ремонт сідел починають з дефектації втулки, її заміни при необхідності або відновлення. Тільки за наявності бази з правильною геометрією можна говорити про якісний ремонт (що стосується, власне, будь-якого устаткування).

Риски на робочій поверхні сідла впускного і випускного клапанів, вироблення і вм'ятини від нагару усувають зенкуванням або шліфівкою фаски сідла, забезпечуючи мінімально необхідне зняття металу до отримання чистої поверхні фаски сідла. Допускається граничне втоплення тарілки нового клапана від площини головки при відновлених фасках сідла головки 2,5 мм для впускного клапана і 3,0 мм – для випускного.

Ріжучий інструмент для відновлення фаски повинен мати фіксацію по внутрішньому діаметру направляючої втулки клапана для забезпечення співвісної фаски і внутрішнього діаметру направляючої втулки клапана до 0,025 мм (биття 0,05 мм).

Обробку фаски сідла впускного клапана треба проводити в наступному порядку:

- фрезерувати робочу фаску зенкуванням під кутом 120° (рис 12.7 а) до отримання чистої рівної поверхні;
- фрезерувати нижню кромку робоче фаски зенкуванням під кутом 150° (рис. 12.7 б) витримуючи ширину фаски в межі) $(59,4 \pm 0,7)$ мм;
- фрезерувати верхню кромку фаски зенкуванням під кутом 60° (рис. 12.7 в) до отримання ширини фаски, рівної $2,0 \sim 2,5$ мм.

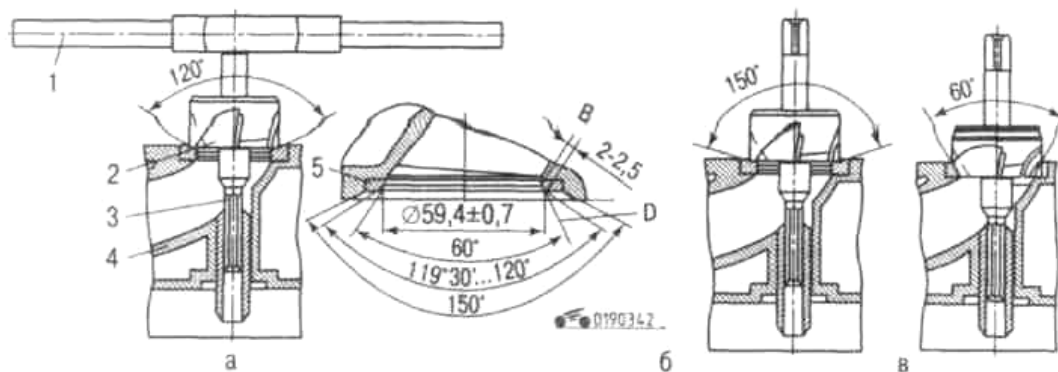


Рисунок 12.7 – Обробка сідла впускного клапана:

1 – вороток; 2 – зенкер; 3 – облямовування; 4 – головка блоку циліндрів; 5 – сідло клапана; В, D – контрольні розміри.

- Обробку фаски сідла впускного клапана проводити в наступному порядку:
- фрезерувати робочу фаску зенкером з кутом 90° (рис. 12.8 а) до отримання необхідної чистоти;
 - фрезеруванням нижньої кромки фаски зенкером з кутом 150° (рис. 12.8 б) забезпечити розмір робочої фаски в межах $1,5 \sim 2,0$ мм.

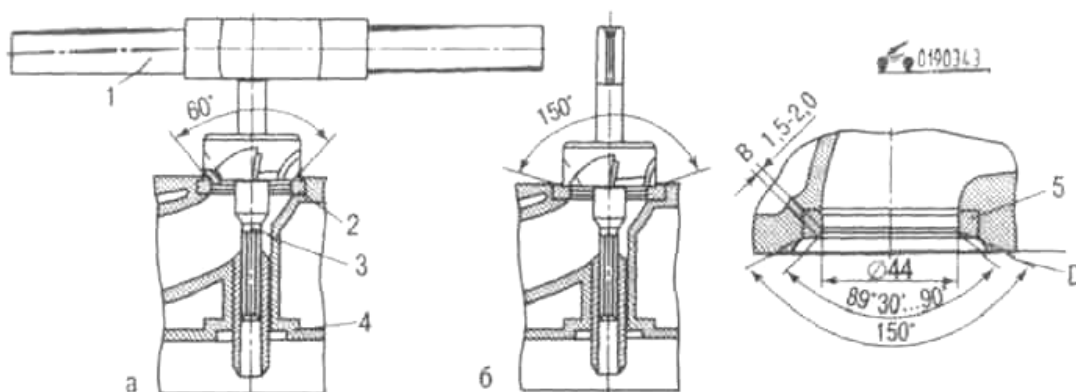


Рисунок 12.8 – Обробка сідла впускного клапана:

1 – вороток; 2 – зенкер; 3 – облямовування; 4 – головка блоку циліндрів; 5 – сідло клапана; В, D – контрольні розміри.

Ризики і незначне вироблення на сідлах клапанів усувають шліфівкою сивів з подальшим притиранням клапанів. Якщо неможливо отримати ширину робочої фаски на сідлі впускного клапана, рівну $1,55 \sim 2$ мм, а також за наявності прогару,

тріщин, раковин і інших дефектів сідла випускного клапана, не усунених обробкою, сідло потрібно замінити.

Ступінь забезпечення умов 2 і 3 характеризується безпосередньо технологічністю самого устаткування. У зв'язку з тим, що верстатне устаткування, як правило, вабить значні капіталовкладення, найбільшу популярність серед ремонтників отримав спеціальний ручний інструмент, що явно виграє за собівартістю робіт і термінах окупності.

Обробку проводять використанням ручних інструментів зенківок (шарошки) застосовується з початку ХХ століття. Шарошки – це набір фрез, кожна з яких призначена для обробки фаски із заданим кутом і випускається для конкретної моделі двигуна. Шарошка жорстко фіксується на направляючому стрижні, який потім вставляється і обертається в направляючій втулці клапана із зазором.

Уважно оглядаємо сідла клапанів, якщо на їх робочій поверхні немає помітних раковин і вигорань, то при заміні клапанів досить буде обмежитися тільки притиранням нового клапана. В ході притирання контролюємо поверхні на предмет наявності дефектів. Якщо притирання не прибирає раковини або прогари на сідлі, то доведеться сідло зенкувати (шарошить, є такий вираз від слова шарошка - зенкер). У разі заміни направляючої втулки шарошить, швидше за все, доведеться напевно. Абсолютної співвісної старої і нової втулки не зустрічав жодного разу, а тому тарілка клапана стосуватиметься сідла не всією поверхнею.

При зенкуванні сідла не перестарайтеся, якщо знімете дуже багато металу, то клапан сильно підніметься вгору щодо останніх деталей клапанного механізму і може не вистачити доступних регулювань. (На «класиці» регулювальний болт йде сильно вниз, а на 08-х можете не знайти таких тонких регулювальних шайб.)

Притирання спряження сідло - клапан. Дефектні фаски в сідлах клапанів шліфують у випускних під кутом 45°, у впускних 60° (45°) до вісі направляючих втулок і потім притирають до них клапани. Як притиральний матеріал використовують електрокорунд, карбід кремнію, корборунд, готуючи на їх основі притиральні пасти (1/3 вищезгаданого компоненту і 2/3 дизельного масла). Позитивні результати досягнуті при використанні пасти з карбиду титану (КТ), розробленою ПІМ АН СРСР. Вона забезпечує отримання шорсткості притертих поверхонь 0,63–0,32 мкм, продуктивність праці збільшується в 3–5 разів, машинний час на притирання всіх клапанів 3...4 хв., витрата пасти на притирання клапанів однієї головки 5...10 грамів. Перспективним для притирання клапанів є застосування нової абразивної пасти КТЮЛ-78. Вона містить як зв'язку натуральні жири і виготовляється на основі КТ.

Ширина робочої фаски повинна бути у впускних клапанів 2,0...2,5 (1,9...2,3) мм, у випускних 1,5...2,0 (1,7...2,1) мм Облямовування для шліфувальних кругів і стрижні клапанів центрують по заздалегідь обробленій направляючій втулці. Фаску сідла клапана шліфують і притирають «як чисто» і перевіряють конусним калібром. При зниженні калібру на величину більше 1,0 мм сідла замінюють.

Заміну сідла здійснюють також при ослабленні посадки його в гнізді головки циліндрів. При цьому отвір під сідло розточують під ремонтний розмір: для впускного сідла до $\varnothing 56,8+0,03$ ($55,2+0,03$ і $55,4+0,03$) мм; для впускного $\varnothing 46,3^{+0,027}$ ($52,2^{+0,03}$ і $52,4^{+0,03}$) мм і запресовують сідла ремонтних розмірів: впускання - $\varnothing 57,0_{-0,03}$ ($55,2$ і $55,4$ мм, випускні – $\varnothing 46,5_{-0,025}$ ($52,2$ і $52,4$) мм Розточування отвору ведуть на глибину 9 мм, базуючи різцеву головку по отвору в направляючій втулці клапана. При запресуванні сідел рекомендується головку нагрівати до температури 180 °С (90 °С), а сідла охолоджувати в середовищі зрідженого азоту при температурі мінус 196 °С (мінус 175°С).

У головку циліндрів вставляють клапани, підбираючи їх стрижні по отворах направляючих втулок. Клапани притирають до сідел, використовуючи пасту, до складу якої входять абразивний мікропорошок М20 (1 ч.) і масло Індустріальне 20 (2 ч.). Компоненти перемішують до сметано подібного стану. Тонкий шар заздалегідь розмішаної пасти рівномірно наносять на фаску клапана, стрижень клапана змащують чистим моторним маслом і встановлюють клапан в сідло. Притирання ведуть на спеціальних верстатах або уручну за допомогою утримувача клапана або коловорота з присоском. Натискаючи на клапан з невеликим зусиллям, повертають його на 1/3 обороту, потім підводять, знову притискують і повертають на 1/4 обороту в інший бік. Клапан періодично піднімають і наносять на фаску нові порції пасти. Притирання закінчують, коли клапан і сідло матимуть по всьому колу фаски рівну матову смужку шириною 1,5...3 мм Верстати для притирання дозволяють виконувати цю операцію для всіх клапанів головки циліндрів одночасно. Час притирання задають установкою реле часу верстата.

Після притирання клапан і головку циліндрів промивають гасом або дизельним паливом і витирають насухо. Для попередньої перевірки якості притирання поясниця фаски клапана м'яким графітовим олівцем наносять через однакові проміжки 8...12 рисок. Клапан вставляють в сідло і, сильно притиснувши, повертають на 1/4 обороту. При хорошому притиранні всі риси повинні бути стерті. Інакше притирання слідує повторити.

Змастивши клапани моторним маслом і вставив їх в головку циліндрів на свої місця, встановлюють на випускні клапани механізми обертання, а на впускні - опорні шайби пружин, ставлять пружини клапанів, надягають гумові манжети на впускні клапани, встановлюють на пружини опорні тарілки. Стискаючи пружини на стенді або за допомогою пристосування, вставляють сухарі клапанів і відпускають пружини.

Для остаточної перевірки якості притирання клапанів головку циліндрів по черзі встановлюють впускними і випускними вікнами вгору і заливають в них гас або дизельне паливо. Добре притерті клапани не повинні пропускати рідину в місцях ущільнення протягом 0.5...3 с.

Після відновлення головка циліндрів блоку повинна відповідати наступним технічним вимогам: допускається биття робочих фасок сідел клапанів щодо осей

отворів направляючих втулок не більше 0,035 (0,030) мм при установці індикатора перпендикулярно створюючої поверхні конуса; шорсткість привалочної поверхні з блоком циліндрів, поверхонь під направляючу втулку і сідло клапана повинна відповідати $Ra=2,5$ мкм, отвори в тій, що направляє втулка – $Ra=0,63$ мкм і робочої фаски сідла клапана – $Ra=0,32$ мкм.

Після ремонту головку циліндрів ЗИЛ-130 необхідно випробувати водою під тиском 0,4 МПа. Головку циліндрів двигуна КамАЗ випробовують повітрям: водяну порожнину під тиском 0,3 МПа (допустимий витік повітря 8 см³/хв.); масляну порожнину і канали під тиском 0,6 МПа (допустимий витік повітря 8 см³/хв.).

Перевірка герметичності клапанів. Ретельно очистити сідла і клапана і встановити головку блоку циліндрів на підставку 3 (рис. 12.9).

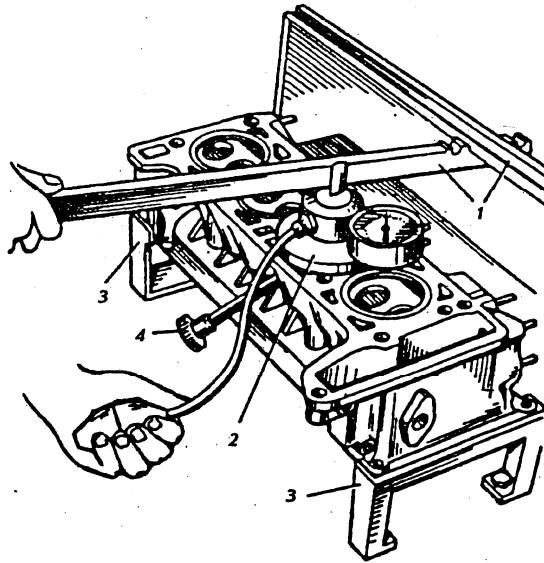


Рисунок 12.9 – Перевірка герметичності клапанів:

1 – пристосування для упору; 2 – пристосування; 3 – підставка; 4 – пробка для отворів свічок запалення.

Вставити клапани у відповідні направляючі втулки і закрити отвори свічок запалення пробками 4.

Встановити пристосування 1 в положення, вказане на рис. 12.9, і, сильно натискаючи на важіль, створити гумовою грушею тиск 50 кПа (0,5 кгс/см²). Протягом 10 с тиск не повинен падати тиск.

Якщо фаски клапанів і їх сідел не сполучаються повністю, витік повітря наголошуватиметься переміщенням стрілки у бік нуля.

12.2.5. Ослаблення посадки сідел клапанів.

Порушення здатності нерухомого з'єднання головки циліндрів, що несе, - сідло клапана відноситься до основних пошкоджень, оскільки зниження міцності посадки сідла є також однією з причин нещільної посадки клапана на сідло. При нещільній посадці клапана на сідло на окремих ділянках між клапаном і сідлом

утворюються зазори. Розжарені гази під більший тиском і з великою швидкістю проходять в щілини, що утворилися, тому поверхня фаски в цьому місці інтенсивно кородує, погіршується прилягання фаски до сідла. На поверхні фаски накопичуються продукти згорання, унаслідок чого порушується герметичність сполучення.

Напруга, що виникає в деталях сполучення при посадці з натягом і при дії механічних і теплових навантажень в умовах експлуатації, не повинна перевищувати допустимих значень, оскільки можливе порушення умови нерухомості. У головок циліндрів двигуна ЗИЛ-130, що поступають в капітальний ремонт, дане пошкодження носить, як правило, прихований характер, проте зустрічається велика кількість головок циліндрів з випавшими вставними сідлами випускних клапанів. Випадання сідел спостерігається в основному у випускного клапана в другому і третьому, в шостому і восьмому, тобто в середніх циліндрах. Відновлювати головки циліндрів з такими дефектами в більшості випадків майже неможливо.

Дослідженнями канд. техн. наук Б. К. Буравцева встановлено, що у багатьох головок циліндрів, що поступають в капітальний ремонт, має місце деформація вставних сідел клапанів. Деформація сідел носить цілком певний характер, а саме: велика вісь овалу паралельна поперечній осі головки циліндрів.

При цьому деформація вставних сідел клапанів середніх циліндрів майже в 2 рази більше, ніж сідел крайніх циліндрів. Посадочні гнізда головок циліндрів після випресовки вставних сідел клапанів мають також овальну форму, еліпсність в окремих випадках досягає 0,12–0,14 мм. Поверхні сполучення особливо сідел випускних клапанів середніх циліндрів, покриваються продуктами згорання, тому можна зробити вивід, що при експлуатації площа сполучення зменшується, а отже, міцність нерухомого з'єднання знижується. У деяких головок циліндрів, що поступили в капітальний ремонт, втрата натягу в з'єднанні вставне сідло-головка циліндрів, особливо у сідел випускних клапанів, склала більше 80 % первинного натягу.

До чинників, що впливають на міцність сполучення сідло клапана – головка циліндрів, слід віднести:

- конструктивні;
- розміри і матеріали деталей сполучення;
- величина первинного розрахункового натягу.

Технологічні: якість, точність і способи обробки.

Експлуатаційні режими роботи, що викликають температурну і силову напруженість з'єднань деталей.

Відомо, що нерухоме з'єднання головки циліндрів – сідло клапана виконане у двигуна ЗИЛ-130; з різнорідних матеріалів. Деталь, що охоплює, – головка циліндрів – відлита з алюмінієвого сплаву, а охоплювана деталь – вставне сідло – з легованого чавуну марки ХНМЧ. Сплав порівняно із сталлю і чавуном володіє

високим коефіцієнтом лінійного розширення, тому при виборі посадок для деталей, спряжених з головкою циліндрів, необхідно враховувати цю властивість.

Дослідження канд. техн. наук Б. К. Буравцева показали, що фізико-хімічні властивості матеріалів деталей змінюються залежно від терміну експлуатації і функції виконаної роботи. Так, зміряна мікротвердість вставного сідла у двигунів ЗИЛ-130, що мають пробіг понад 100 тис. км., опинилася майже удвічі більше, чим у аналогічних сідел клапанів після виготовлення. Тому при відновленні сідел клапанів застосовуються відповідні інструменти і режими обробки

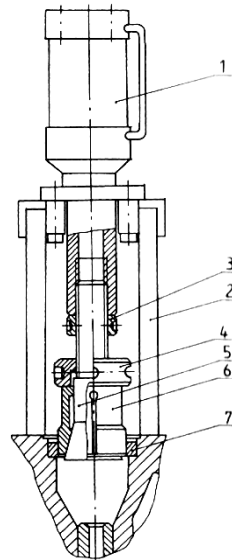


Рисунок 12.10 – Пристосування для випресовування сідел клапана:

1 – силова головка, 2 – упор, 3 – гайка, 4 – гайка натяжна, 5 – облямовування конусне, 7 – сідло клапана.

При запресуванні нового сідла головку блоку циліндрів нагрівають у воді при температурі до 90 °С. Запресовують сідло легкими ударами молотка через мідну або латунну приставку, забезпечивши натяг не менше 0,12 мм. Прилягання сідла до головки блоку циліндрів перевіряють щупом. Щуп завтовшки 0,05 мм проходити не повинен.

Якщо необхідно замінити направляючі втулки клапанів, то робочі фаски на сідлах клапанів шліфують після заміни втулок. Після шліфовки і при заміні сідел рекомендується встановлювати прошліфовані або нові клапани.

При зносі отворів більш допустимого розміру що направляють втулки клапанів замінюють новими.

12.2.6. Знос або зрив різьб.

Причини:

- при перегріві або при зриві різьблення в блоці, коли нехтують моментом затягування болтів кріплення ГБЦ;
- не продували отвори під різьбу від залишків оливи в них.

- болт пішов не по різьбленню в блоці.

Свічка запалення може викрутитися разом з різьбленням каналу свічки. Іноді різьба відпадає. Полонка буває викликана помилками при монтажі свічки або перегрівом мотора. Тому робота майстра починається з діагностики каналів свічок. Якщо свічка застрягла в гнізді, її заздалегідь витягують. Після цього необхідно збільшити отвір свічки. Тоді всередину отвору, можна буде укрутити спіральну вставку. Після встановлюють футорку, внутрішній діаметр якої відповідає розміру свічки.

Методи усунення: прогнати різьблення. Поставити ввертиш. Поставити різбову вставку. Замінити шпильку

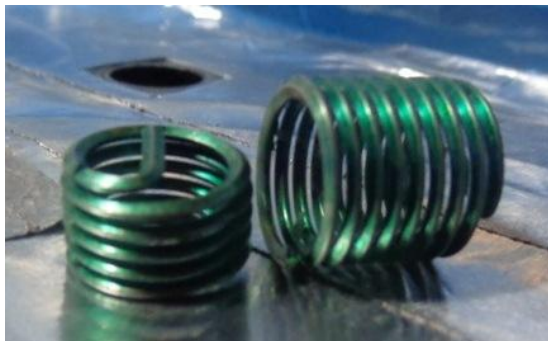


Рисунок 12.11 – Різьбова вставка.

ЛЕКЦІЯ 13. МЕТОДИКА БАЛАНСУВАННЯ ДЕТАЛЕЙ ДВЗ

- 13.1. Загальні принципи балансування тіл обертання
- 13.2. Статичне балансування.
- 13.3. Динамічне балансування.
- 13.4. Методика балансування колінчастих валів.
- 13.5. Особливості балансування колінчастих валів V-подібних двигунів
- 13.6. Верстати та оснащення для балансування колінчастих валів

13.1. Загальні принципи балансування тіл обертання.

При обертанні багатьох деталей та складальних одиниць (колінчасті вали, маховики, шківів і т.д.) через наявність неврівноваженості мас виникають центробіжні сили. Неврівноваженості мас може виникнути внаслідок неточності виготовлення, складання та нерівномірного зношування деталей. Неврівноваженість дуже шкідлива, так як через неї виникають вібрації, різко зростають навантаження на деталі і двигун в цілому, що у результаті приводить до прискорення зношування підшипникових вузлів і руйнуванням багатьох деталей.

Відомо, що до 50 % відмов деяких двигунів відбувається через підвищені вібрації двигуна. При балансуванні двигуна його ресурс підвищується на 25 %. Після ремонту колінчастих валів перешліфовуванням під ремонтний розмір без подальшої їх балансування дисбаланс перевищує допустиме значення в 2...3 разів. Тільки із-за неврівноваженості відремонтованих колінчастих валів ресурс двигунів скорочується на 10...12 %. Тому урівноваження деталей, що обертаються, і складальних одиниць – один з важливих резервів підвищення надійності відремонтованих машин.

Розрізняють статичну і динамічну неврівноваженість і відповідно статичне і динамічне балансування.

Розрізняють балансування статичне (силове), моментне і динамічне (моментно-силове)

13.2. Статичне балансування.

Статична неврівноваженість обумовлена тим, що центр мас деталі не лежить на осі її обертання. В результаті цього при обертанні деталі виникає неврівноважена відцентрова сила інерції, F :

$$F = m \cdot r \cdot \omega^2 = \frac{\varphi \cdot r_e}{g} \left(\frac{\pi n}{30} \right)^2, \quad (13.1)$$

де m – неврівноважена маса, кг;

r – відстань до маси m від осі обертання деталі, м;

ω – кутова швидкість обертання, рад/с;

φ - сила тяжіння (вага) деталі, Н;

r_e - ексцентриситет центру мас деталі, м;

g - прискорення вільного падіння, m/s^2 ;

n - частота обертання деталі, xv^{-1} .

З цієї формули видно, що неврівноваженість особливо небезпечна при великій частоті обертання, оскільки сила інерції пропорційна її квадрату.

При статичному балансуванні визначають і зменшують головний вектор дисбалансів, тобто центр мас ротора приводиться на вісь обертання розміщенням відповідної корегуючої маси (мас).

При статичному балансуванні експериментальним шляхом визначають масу, яку необхідно видалити з деталі або додати до неї, що б центр мас деталі розташовувався на осі її обертання. Для цього деталь (наприклад, маховик), змонтовану на точно оброблену і урівноважену оправку, встановлюють на горизонтальні призми або ролики з малим спротивом в опорах (рис. 13.1). Під дією неврівноваженої маси, що створює обертовий момент, деталь мимоволі обернеться і встановиться так, що ця маса знаходитиметься в нижньому положенні.

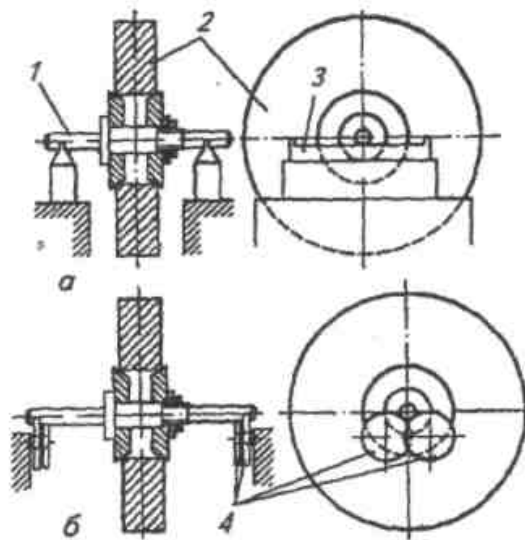


Рисунок 13.1 – Схеми статичного балансування деталей на призмах (а) і роликах (б): 1 – оправка; 2 – деталь; 3 – паралельні призми; 4 – дискові ролики.

Усувають дисбаланс видаленням металу із сторони деталі, що переважає (нижньої), свердленням, фрезеруванням, обпилюванням або прикріпленням коригуючого вантажу на протилежній стороні (наприклад, у коліс автомобілів). Масу металу, що видаляється, або прикріплюваного вантажу визначають експериментальним шляхом, добиваючись, щоб після повороту деталі на будь-який кут вона залишалася б нерухомою (як би в із стоянні байдужої рівноваги). Статичне балансування на роликах точніше, ніж на призмах.

13.3. Динамічне балансування.

У випадку динамічної незрівноваженості виникає момент від сил інерції M_p , при цьому центр мас деталі S може знаходитись на осі обертання. Незрівноважений момент від сил інерції M_p викликає в опорах додаткові реакції A і

В. Із зменшенням довжини ротора (відстані між опорами) величина цього моменту зменшується. Тому для відносно тонких обертових деталей, довжина яких не перевищує 2...3 діаметрів (махові колеса, шків, зубчасті колеса тощо) застосовують лише статичне балансування (рис. 13.2).

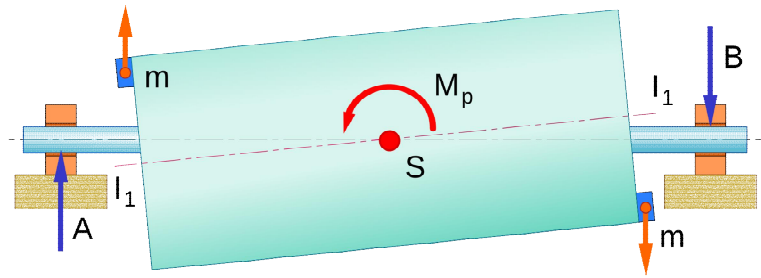


Рисунок 13.2 – Динамічне балансування: S – центр мас; M_p – момент сил від дисбалансу; I_1 – головна вісь інерції ротора; A, B – реакції опор на дисбаланс; m – противаги.

Динамічна незрівноваженість не може бути встановлена при перебуванні деталі у стані спокою. Динамічне балансування проводять на спеціальних балансувальних верстатах, у яких використовуються коливання незрівноважених деталей при швидкому їх обертанні. Схема балансувального верстата з пружною опорою показана на малюнку 13.3. На осі ротора 7 встановлюються два диски, на яких закріплюються додаткові маси при балансуванні. Площина одного з дисків проходить поблизу жорсткої опори 1 (площина корекції 6), а в площині другого диска поблизу пружної опори 2 (площина корекції 5) знаходиться пристрій вимірювання коливань 5. Ним служить індикатор максимальних відхилень годинникового типу. Слід відзначити, що місце установки індикатора не має принципового значення, оскільки при балансуванні можна обмежитись відносними величинами лінійного або кутового зміщення ротора при коливаннях.

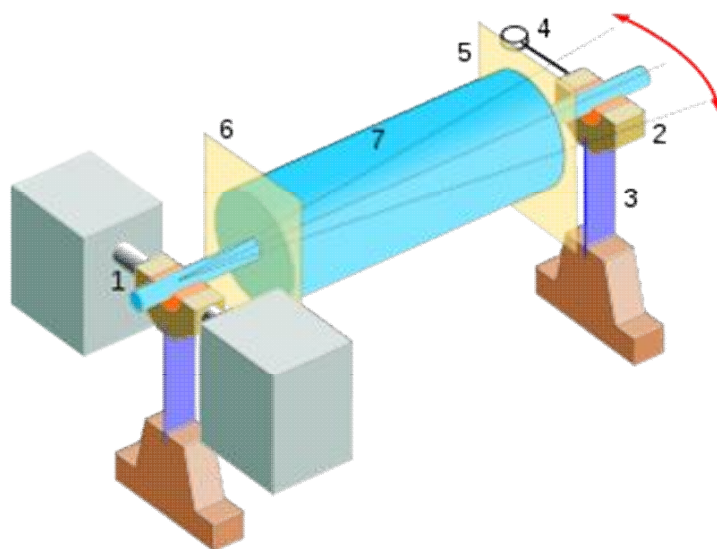


Рисунок 13.3 – Схема балансувального верстата з пружними опорами: 1 – жорстка опора; 2 – пружна опора; 3 – пружна пластина; 4 – вимірювач коливань; 5, 6 – площини балансування; 7 – ротор.

За результатами проведених вимірювань при визначенні величини та кутів дисбалансів, що відповідають незрівноваженому моменту, використовують аналітичні, графоаналітичні, обчислювальні, ітераційні та ін. підходи. На практиці здебільшого застосовується метод трьох прокручувань. При цьому незрівноважена сила B , що знаходиться в площині 5, викликає коливання опори (рис. 13.3). Сила A в площині 6 на цей рух практично не впливає, тому що момент її при будь-якому куті повороту ротора відносно опори в площині 6 близький до нуля. Вважається, що амплітуда коливань пружної опори лінійно залежить від сили інерції, яка лежить в площині корекції. Спосіб, за яким знаходять величину і положення противаги, встановленої в площині 5 для компенсації сили інерції в тій же площині, зветься методом трьох прокручувань. Він полягає в наступному.

Розкручується ротор до кутової швидкості, більшої за критичну і залишається у стані вільного вибігу. Індикатор коливань при резонансі покаже амплітуду, пропорційну A_1 .

У довільній точці площини корекції встановлюється додатковий вантаж. Робиться повторне прокручування. Одержана амплітуда коливань A_2 викликається невідомим статичним моментом дисбалансу ротора, пропорційним A_1 , і відомим статичним моментом додаткового вантажу, пропорційним A_d , (координата і маса цього вантажу відомі).

Переноситься цей же вантаж на діаметрально протилежну точку і робиться повторний розгін ротора. Одержана амплітуда A_3 складається з тих же доданків, але розташованих під іншими кутами. Схема плану амплітуд дозволяє знайти положення і величину необхідної противаги, що розташована в площині 5: кут її встановлення визначається безпосереднім виміром, а величина визначається порівнянням A_1 з A_3 . Після зрівноваження площини 5 фіксується опора 2 і розфіксується опора 1 у якій встановлюється вимірювач коливань і аналогічно проводять зрівноважування у площині 6.

13.4. Методика балансування колінчастих валів.

Для динамічної врівноваженості деталі необхідно або прибрати момент що обурює, або створити рівний протидіючий момент, прикріпивши до деталі в тій же площині дві маси m_1 і m_2 на рівній відстані від осі обертання так, щоб $F_1L=P_1L$, де L – відстань між урівноважуючими масами.

Динамічне балансування деталей і складальних одиниць проводять на спеціальних стендах, принцип дії яких полягає в наступному.

Дію на ротор головного моменту і головного вектора заміняють дією еквівалентних систем. При обертанні неврівноважених мас, що знаходяться на відстані L від вісі, виникають центробіжні сили, пропорційні дисбалансу в площинах опор. Деталь поміщають на пружні опори (люльки) стенду і обертають. Під дією неврівноважених відцентрових сил інерції і їх моментів опори (рис.13.4) коливатимуться в горизонтальній площині.

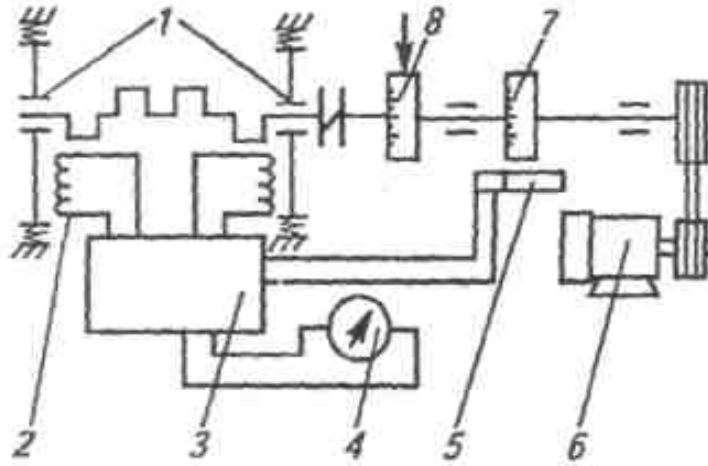


Рисунок 13.4 – Схема машини для динамічного балансування колінчастих валів:
 1 – люльки; 2 – датчики коливань; 3 – блок посилення; 4 – міліамперметр;
 5 – лампа стробоскопа; 6 – електродвигун; 7 – лімб стробоскопа; 8 – маховик.

Коливання опор приводять в рух пов'язані з ними котушки датчиків 2, постійних магнітів, що знаходяться в магнітному полі, внаслідок чого в обмотках котушок наводиться ЕДС, значення якої буде пропорційне амплітуді коливань. Таким чином, датчики 2 перетворюють механічні коливання люльок в електричні. Сигнали від датчиків підводяться до блоку посилення 3. Далі вони поступають на міліамперметр 4, шкала якого проградуєрована в одиницях дисбалансу (г·мм), і на без інерційну лампу 5 стробоскопа, яка освітлює цифри на лімбі, що обертається, 7. Цифри показують кут (у градусах) розташування дисбалансу. Кутове розташування дисбалансу відлічують по лімбу і встановлюють по стрілці на маховику 8.

Дисбаланс і його урівноваження вимірюють по черзі для кожної з опор (правої і лівої). Для цього на пульті управління розташований перемикач.

На такому принципі засновано пристрій вживаної на ремонтних підприємствах універсальної машини балансування МБ-У4. Вона складається з механічної частини, вимірювального пристрою з датчиком і стробоскопом і електроприводу з пристроєм для автоматичного мащення вкладишів під шийки деталі, що балансується.

Балансування проводять при обертанні деталі. Через деякий час після досягнення заданої частоти обертання деталі з допомогою електромагнітів автоматично розгальмовуються люльки. Далі визначають дисбаланс і кут його розташування для одного кінця деталі. Знімають частину металу (у колінчастого валу, наприклад, з противаги), добиваючись допустимого значення дисбалансу. Потім ті ж операції виконують для іншого кінця деталі. Коли двигун вимикають, електромагніти знеструмлюються і запирають люльки.

Маса, г, металу, що знімається або додається:

$$G = \frac{M}{r},$$

де М – дисбаланс (свідчення міліамперметра), г·мм;

r – відстань від осі обертання деталі до місця зняття металу або прикріплення вантажу.

З формули 13.1 можна встановити, для яких деталей достатньо статичного балансування, а для яких необхідне динамічне. Статичного балансування достатньо для коротких деталей (шківів, маховиків, дисків зчеплення і т. д.), у яких довжина менше діаметру і не може бути великого плеча L пари сил, а значить, момент що обурює практично рівний нулю. В той же час унаслідок великого діаметру (велике r) їх статична невірноваженість може бути великою. І навпаки, для деталей з більшою довжиною, що значно перевершує діаметр (колінчасті вали, барабани і т. д.), першорядне значення має динамічна невірноваженість, і їх обов'язково піддають динамічному балансуванню. Динамічна невірноваженість включає в себе і статичну невірноваженість, але не навпаки.

Звичайно деталі відповідальних складальних одиниць динамічно балансують окремо, а потім всю складальну одиницю балансують в зборі. Так поступають, наприклад, з колінчастим валом в зборі з маховиком і зчепленням. Норми дисбалансу приведені в технічних вимогах на ремонт машин.

Цій операції підлягають вироби із значними обертальними масами і великими кутовими швидкостями (колінчасті вали з маховиками, карданні вали, молотильні барабани тощо).

Внаслідок механічної невірноваженості деталей виникають додаткові динамічні зусилля, які діють на підшипники та інші опори деталей. Все це призводить до вібрацій і, як наслідок, прискореного зношування спряжень і руйнування деталей. Для зрівноважування обертального тіла слід виконати дві умови: центр мас має знаходитися на геометричній осі обертання; вісь обертання – бути головною віссю інерції.

Ці умови витримують під час проектування і виготовлення машин, проте у процесі експлуатації, через зношування і деформації деталей, а також ремонтні впливи, порушуються умови зрівноваження. Тому обертальні елементи ремонтіваних об'єктів повинні бути обов'язково збалансованими.

13.5. Особливості балансування колінчастих валів V-подібних двигунів.

При вібрації двигуна виникає некомфортна експлуатація техніки, підвищена витрата палива і ін.

Причиною вібрацій є сили інерції, що виникають при обертанні і нерівномірній поступальній ході деталей. Величина сили інерції залежить від квадрата частоти або прискорення при поступальній ході. При цьому дані величини є змінними. Величина сили інерції визначається по формулі:

$$F = m \cdot r \cdot \omega^2 = m \cdot r \cdot \left(\frac{\pi \cdot n}{30} \right)^2, \quad (13.2)$$

де m – невірноважена маса, г;

r – радіус обертання маси, м;

ω – кутова швидкість обертання, c^{-1} ;

n – частота обертання, xv^{-1} .

Згідно формули 13.7, дисбаланс визначатиметься по формулі:

$$D = m \cdot r, \quad (13.3)$$

де D – дисбаланс, $г \cdot мм$;

m – неврівноважена маса, $г$;

r – відстань від осі обертання до неврівноваженої маси, $мм$.

Динамічна неврівноваженість (дисбаланс), що виникає у колінчастих валів, характеризується зсувом центру мас щодо осі обертання валу, а разом з ним і головній центральній осі інерції (рис. 13.5).

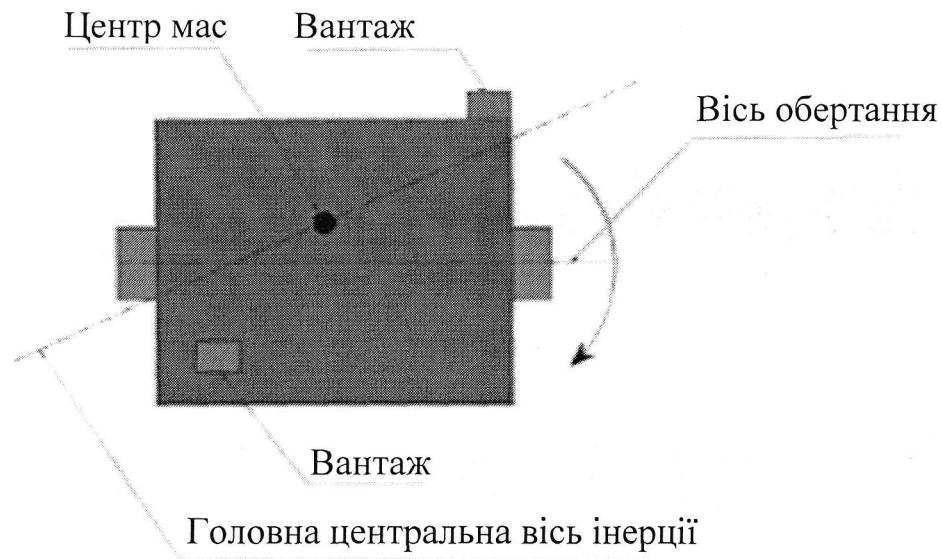


Рисунок 13.5 – Кінематична схема при динамічній неврівноваженості колінчастих валів



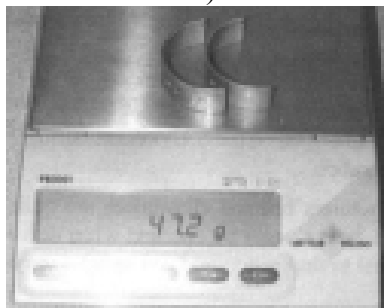
а)



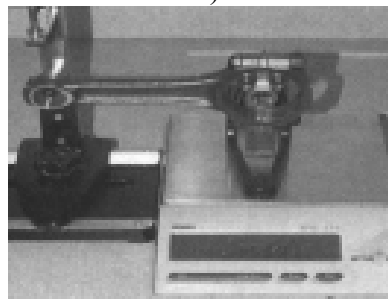
б)



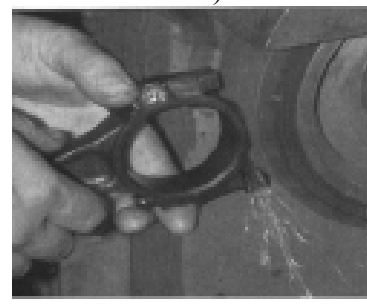
в)



г)



д)



е)

Рисунок 13.6 – Визначення маси ШПГ

Таким чином, при ремонті необхідно усувати динамічну неврівноваженість балансуванням тільки на спеціалізованих стендах, таких, як, наприклад, ТБ 300.

Проте при балансуванні колінчастих валів V-подібних двигунів (окрім V12) на відміну від рядних, застосовуються спеціальні противаги (бобвейти), які одягаються на шатунові шийки (рис. 13.7).



Рисунок 13.7 – Зовнішній вигляд противаг (бобвейтів), встановлених на шатунові шийки V-подібних двигунів

Відсутність в заводській літературі за технологією ремонту маси бобвейтів колінчастих валів V-подібних двигунів викликає великі труднощі балансування в умовах ремонтних підприємств як вітчизняних, так і імпортованих легкових і вантажних автомобілів.

Мета дослідження: таким чином, велике практичне значення мають значення маси бобвейтів і алгоритм її визначення для колінчастих валів V-подібних двигунів.

Відомо, що маса бобвейтів визначається по формулі:

$$M = M_{вр} + 0,5 \cdot M_{зп}, \quad (13.9)$$

де $M_{вр}$ – обертальна маса шатунно-поршневої групи (ШПГ), г;

$M_{зп}$ – зворотно-поступальна маса ШПГ, р.

Оскільки маса бобвейтів залежить від маси шатуново-поршневої групи, то її визначення можливе двома способами.

1. Зробити розваговку ШПГ і розрахувати масу кожного бобвейта без підгонки ваги поршнів, верхньої і нижньої головки шатуна, а спробувати компенсувати легшу верхню головку шатуна найбільш важким поршнем. В результаті виходять бобвейти, близькі по масі.

Трудомісткість даної операції не дуже висока. Проте мінусом цього способу є не зовсім коректний розрахунок і необхідність селективної збірки (поршень і шатун можна ставити тільки в те місце, куди вказав балансувальник).

2. Зробити разваговку ШПГ, підігнати по масі поршні і шатуни. В результаті маса бобвейтів виходить однакова.

Цей спосіб має найбільш точний метод розрахунку, поршні і шатуни можна збирати в довільному порядку, проте у цього способу вища трудомісткість.

У практиці користуються цими двома способами.

Приклад. Є колінчастий вал V-подібного двигуна автомобіля «КамАЗ» євро 1 з комплектом ШПГ.

Для визначення маси бобвейтів по формулі (1), знаходимо зворотньо-поступательну масу деталей ШПГ.

1. Зважуються поршні (рис.13.6, а). Якщо поршневі пальці по масі практично не відрізняються, їх можна не зважувати разом з поршнями. Якщо маса розрізняється, то пальці доведеться зважувати в зборі з поршнем. Далі якщо маса бобвейтів вважається за першим способом, то записується маса кожного з восьми поршнів.

1) 2006,5 г	3) 2021 г	5) 2012 г	7) 2018 г
2) 2010 г	4) 2008 г	6) 2026 г	8) 2014 г

2. Якщо маса бобвейтів вважається за другим способом, то підганяється маса поршнів (з урахуванням допуску) під мінімальне значення (2006,5 г) і пропускається ця операція, якщо вважається за першим способом (рис.13.6 б).

При підгонці маси поршнів знімання металу можна проводити із спеціальних відливів, з внутрішньої сторони днища поршня, з внутрішньої сторони спідниці поршня, не ослабляючи конструкцію поршня, що може привести до виходу двигуна з ладу. Проте в практиці часто буває, що неможливо підігнати по масі поршні, оскільки розкид дуже великий.

3. Зважуються стопорні кільця поршневого пальця (якщо вони використовуються) на один циліндр (10,5 г).

4. Зважуються поршневі пальці (якщо у пальців мінімальний розкид і зважувалися поршні в першому пункті без пальців) (799 г).

5. Зважуються поршневі кільця на один циліндр (перше поршневе кільце, друге поршневе кільце, маслоз'ємне кільце) (рис. 13.6 в) (133,6 г).

6. Зважується пара шатунових вкладишів (на один шатун) (рис.13.6 г) (168,5 г).

7. Зважується нижня головка у всіх 8 шатунів (рис. 13.6 д) (2110 г).

8. Підганяються по масі шатуни, якщо вважається по другому варіанту і пропускається ця операція, якщо розрахунок ведеться по першому варіанту (рис. 13.6 е).

9. Зважується загальна маса кожного з 8 шатунів.

10. Вважається маса верхньої головки кожного з восьми шатунів.

1) 992,5 г	3) 1050 г	5) 1020 г	7) 1016 г
2) 998,5 г	4) 1043 г	6) 1024 г	8) 1018 г

11. Підганяється по масі верхня головка шатунів, якщо вважається по другому варіанту і пропускається цей пункт, якщо вважається по першому варіанту (рис 13.8).



Рисунок 13.8 – Підгонка верхньої головки шатуна.

Таким чином, після зважування є маса всіх деталей для розрахунку маси бобвейтів по першому і за другим способом розрахунку:

- маса одного поршня 2006,5 г (підігнали масу важчих поршнів під найлегший);
- маса одного поршневого пальця 799 г (маса пальців однакова);
- маса стопорних кілець на один поршень 10,5 г;
- маса комплекту поршневих кілець на один поршень 103,5 г;
- маса верхньої головки шатуна 992,5 г (все 8 шатунів у нас мають загальну масу).

Оскільки на одній шатуновій шийки знаходиться по 2 шатуни, загальна зворотно-поступальна маса буде рівна:

$$M_{\text{вп}} = (2006,5 + 799 + 10,5 + 103,5 + 992,5) \cdot 2 = 7824 \text{ р.}$$

Потім виписуються дані, які відносяться до обертальної маси:

- маса пари шатунових вкладишів (на один шатун) 168,5 г;
- маса нижньої головки шатуна 2110 р.

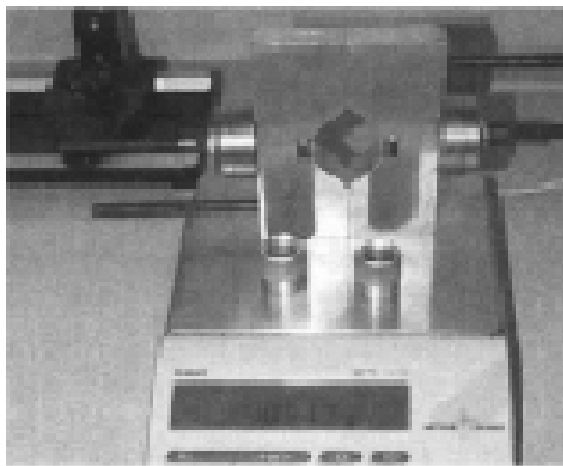


Рисунок 13.9 – Набір бобвейтів по масі.

До зворотно-поступальної маси додається порядку 4–8 г на вагу масла в каналах колінчастого валу. Тоді загальна обертальна маса буде рівна

$$M_{вр}=(2110+168,5) \cdot 2+8=4565 \text{ г.}$$

Отже, згідно формулі (1), маса бобвейтів буде рівна

$$M=M_{вр}+0,5 \cdot M_{вп}=4565+0,5 \cdot 7824=8477 \text{ г.}$$

Відповідно, на кожну шатунову шийку, потрібно закріпити бобвейт масою 8477 г, що складається з двох рівних по масі частин, тобто по 4238,5 г.

Результати дослідження і їх обговорення.

Результати розрахунку маси бобвейтів найбільш колінчастих валів V-подібних двигунів, що часто зустрічаються при балансуванні, приведені в таблиці 13.1.

Таблиця 13.1 – Маса бобвейтів колінчастих валів V-подібних двигунів

№ п/п	Показники	Марка двигуна					
		КамАЗ 740			ПАЗ	ЯМЗ-236	Mitsubishi Pajero V6
		Евро1	Евро2	Евро3			
Маса зворотно-поступальних деталей							
1	Поршень	2006,5	1874	1987	525	3014	383
2	Поршневий палець	799	877	856	148	1050	109
3	Стопорне кільце	10,5	10,5	11	5	25,5	5
4	Поршневі і маслоз'ємні кільця	103,5	90	86	64	185,5	74
5	Верхня головка шатуна	992,5	992,5	992,5	261	1410	200
6	Загальна маса	3912	3844	3932	1003	5685	771
Маса обертальних деталей							
7	Нижня головка шатуна	2110	2110	2110	604	2338,5	430
8	Вкладиші	168,5	168,5	168,5	80	256,5	32
9	Масло в каналі	8	8	8	6	8	6
10	Загальна маса	2287	2287	2287	690	2603	468
11	Маса бобвейтів	8477	8409	8497	2377	10883	1701

При розрахунку за першим способом маса кожного з чотирьох бобвейтів трохи відрізнятиметься (оскільки тут не підганяється маса поршнів і шатунів). І щоб зменшити розкид в масі бобвейтів потрібно скомплектувати поршні і шатуни так, щоб шатун з мінімальною масою верхньої головки шатуна комплектувався найважчим поршнем.

Після визначення маси бобвейтів при подальшому балансуванні колінчастих валів V-подібних двигунів використовуються 2 методи: внутрішнє балансування і зовнішнє балансування.

Внутрішнє балансування має на увазі, що завод виробник колінчастого валу зумів компенсувати щоками колінчастого валу вага ШПГ (поршень, поршневий палець, поршневі кільця, стопорні кільця, шатун, шатунові вкладиші). А це означає, що в умовах ремонтних підприємств цей вал можна балансувати окремо (але обов'язково з використанням бобвейтів).

Зовнішнє балансування використовується тоді, коли завод виробник не зміг компенсувати щоками колінчастого валу вага ШПГ, а значить, вимушена додатково компенсувати, наприклад, за рахунок переднього шків (демпфера) і

маховика. А це означає, що в умовах ремонтних підприємств цей вал потрібно балансувати в «зборі», тобто з маховиком і часто разом з переднім шківом (але обов'язково з використанням бобвейтів).

Оскільки інформацію за конкретним способом балансування валу (внутрішнє або зовнішнє балансування) у вільному доступі знайти практично неможливо, можна орієнтуватися на виконання маховика і переднього шківів.

Зовнішній вигляд маховика і переднього шківів при зовнішньому балансуванні приведений на рис. 13.10.



Рисунок 13.10 – Зовнішній вигляд маховика і переднього шківів при зовнішньому балансуванні.

З рис. 13.10 видно, що при зовнішньому балансуванні маховик і передній шків виготовлені несиметрично, а значить якщо на маховику або передньому шківі (демпфері) у визначеному місці металу знятий більше, то даний колінчастий вал повинен балансуватись тільки в зборі (колінчастий вал, маховик, демпфер) і з бобвейтами.

Крім того, останньою операцією доцільно проводити балансування колінчастого валу з маховиком, демпфером і корзиною зчеплення.

13.6. Верстати та оснащення для балансування колінчастих валів.

У 1979 році Гордон Хайнс заснував компанію «Hines Industries» на двох основних принципах - якнайкраща якість за конкурентоздатною ціною.

Завдяки такому підходу успішно розвивалися запатентовані згодом проекти, які зараз є стандартом якості.

Верстати балансувань «Liberator», «Dominador» і «Eliminator» від компанії «Hines» встановили нові світові стандарти якості балансування.

«Liberator» і «Dominador» в стандартній комплектації володіють наступними можливостями:

Перерахунок маси противаг колінчастого валу (при внесення до конструкції двигуна яких-небудь змін).

Корекція дисбалансу свердленням декількох отворів.

Корекція дисбалансу по одній або двох площинах корекції.

Корекція дисбалансу збільшенням і видаленням маси.

Збереження параметрів деталі в пам'яті комп'ютера.

Збереження і друк параметрів двигуна.

Збереження і друк параметрів вантажів балансувань (для валів V-подібних моторів).

Можливість установки принтера.

Операційна система Windows XP.

«Eliminator» володіє наступними можливостями:

Корекція дисбалансу по одній або двох площинах корекції.

Корекція дисбалансу збільшенням і видаленням маси.

Збереження параметрів деталі в пам'яті комп'ютера.

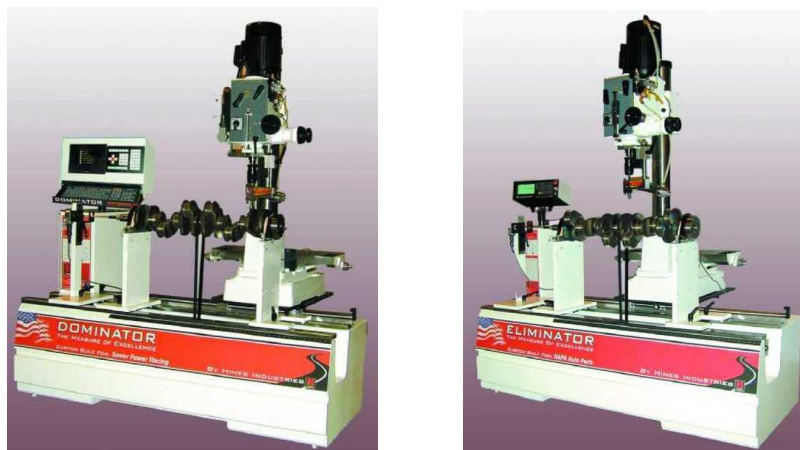


Рисунок 13.11 – Верстати балансувань «Dominator» і «Eliminator»

Представляємо короткий екскурс в технологію балансування колінчастого валу на верстаті HINES Liberator.

Технологічний процес балансування колінчастого валу починається з етапу підготовки верстата до роботи. Для цього: встановлюємо колінчастий вал на опори верстата, встановлюємо приводний пас, датчик положення і частоти обертання колінчастого валу, вводимо в комп'ютер: розміри валу, координати положення і радіуси поверхонь корекції (або знаходимо їх в базі даних).



Рисунок 13.12 – Підготовка верстата до роботи.

Далі проводимо розваговування шатунів і зважування поршнів для підбору мас врівноважуючих вантажів (для V-подібних двигунів). Програмне забезпечення вагів верстата пов'язане з його комп'ютером, що дозволяє уникнути ручного

введення даних. За наслідками зважування програма автоматично видає таблицю вантажів балансувань.

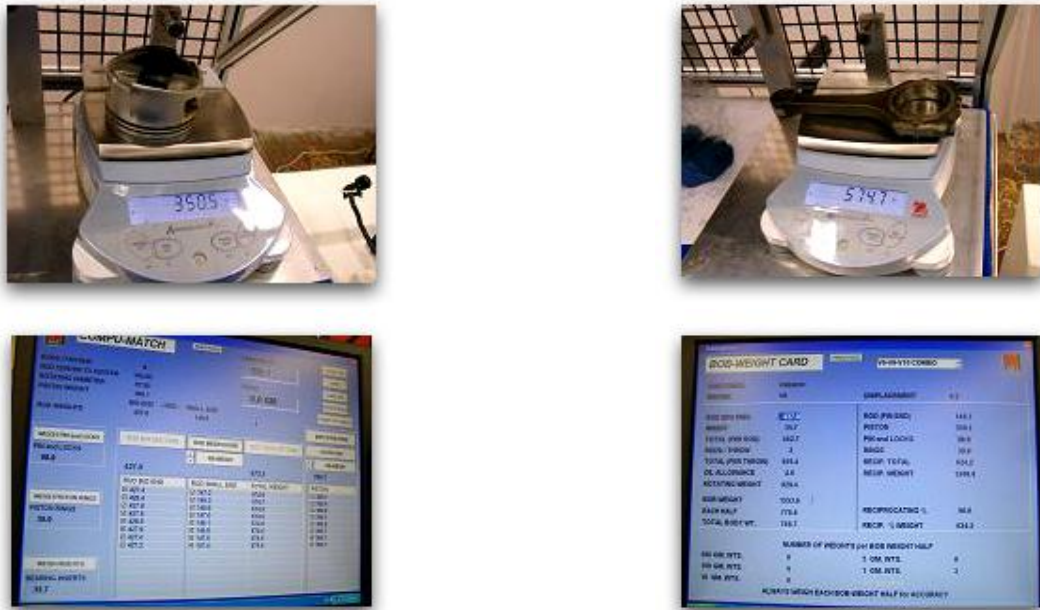


Рисунок 13.13 – Зважування поршнів (а) та шатунів (б)

Закріплюємо вантажі балансувань, проводимо вибір кількості площин корекції і настройку таблиці глибини свердлення, налаштуємо частоту обертання валу (500 об/хв.) і можна приступати до вимірювання дисбалансу.

Зупинка обертання колінчастого вала відбувається автоматично одночасно з виводом на екран результатів балансування. Процес вимірювання триває не більше 20 секунд. Все, що потрібне – кутові положення і величини дисбалансу для кожної коректувальної площини.



Рисунок 13.14 – Встановлення бобвейтів.

Залишається лише підсунути свердлувальний верстат, встановлений на верстат балансування і провести корекцію дисбалансу, просвердливши отвір в потрібному місці на глибину відповідно до свідчень на моніторі. Сумніватися в точності результатів корекції не доводиться, адже в попередніх настройках ми навіть мали можливість задати навіть кут заточування свердла.



Рисунок 13.15 – Просвердлювання отворів (а), згідно свідчення монітора

Та все ж для порядку проведемо контрольне вимірювання дисбалансу і переконаємося в точності результату балансування валу (рис. 13.16 а).

Високоякісний ремонт двигуна - це балансування колінчастого валу в зборі з маховиком і корзиною зчеплення (рис.13.16 б). Для проведення такої операції повторюють описані дії поетапно: для колінчастого валу, далі для колінчастого валу в зборі з маховиком, і для колінчастого валу в зборі з маховиком і корзиною зчеплення. Таке балансування при збереженні взаємозамінності деталей робить складальну одиницю «колінчастий вал + маховик + корзина зчеплення» ремонтпридатної.



а



б

Рисунок 13.16 – Контрольне вимірювання дисбалансу (а) балансування колінчастого валу в зборі з маховиком і корзиною зчеплення (б)

ТЕМА 14. КОМПЛЕКТУВАННЯ ДЕТАЛЕЙ, СКЛАДАННЯ, ОБКАТУВАННЯ ТА ВИПРОБУВАННЯ ДВИГУНА

- 14.1. Особливості комплектування деталей двигуна
- 14.2. Методи складання двигуна.
- 14.3. Інструмент, пристосування та технологічні особливості складання двигуна.
- 14.4. Загальні положення та вимоги до процесу обкатування двигуна.
- 14.5. Технологічний процес обкатування двигуна.
 - 14.5.1. Вибір устаткування і приладів для випробування двигунів.
 - 14.5.3. Розробка технологічного процесу холодної обкатки двигуна.
 - 14.5.3. Розробка технологічного процесу гарячої обкатки двигуна.
 - 14.5.4. Розробка технологічного процесу приймально-здавальних випробувань.
 - 14.5.5. Розробка технологічного процесу контрольного огляду двигунів.

14.1. Особливості комплектування деталей двигуна.

Комплектування деталей – це підготовча операція перед складанням вузлів, агрегатів і машин.

В умовах основного виробництва деталі комплектують за номенклатурою, відповідною цій складальній одиниці, з урахуванням однорідності груп, у випадку селективного складання, а також підбирання деталей за масою.

Підбирання деталей за масою належить до деталей шатунно-поршневої групи двигунів і має важливе значення, оскільки різниця маси рухомих деталей від різних циліндрів може викликати вібрацію двигуна і підвищення інтенсивності зношування його деталей. Номер селективної групи і маса деталей маркуються на деталі.

Комплектування деталей в умовах ремонтного виробництва має свої особливості: складальні одиниці можуть комплектуватися не тільки деталями з нормальними параметрами, заданими основним (робочим) кресленням, що має місце під час виготовлення деталей, але й деталями ремонтних розмірів, а також деталями частково зношеними з параметрами, допустимими під час ремонту.

У невеликих ремонтних майстернях застосовують також індивідуальне відбирання деталей, яке забезпечує нормативне значення зазору у спряженні, наприклад поршень-циліндр.

Під час комплектування виконують підгінні операції, наприклад, обробку внутрішньої поверхні втулки верхньої головки шатуна (після запресування у шатун) під розмір поршневого пальця.

Отже, у ремонтному виробництві повна взаємозамінність зберігається тільки для складання із деталей з нормальними параметрами (нові або відновлені). Із таких деталей деякі спряження складаються селективним методом, тобто методом неповної взаємозамінності (поршень-гільза, поршень-палець тощо). Для деталей

ремонтних розмірів (нових або відремонтованих) взаємозамінність зберігається лише у межах ремонтного розміру (категорійного). Деталі зношені, але з допустимими під час ремонту параметрами, у більшості спряжень втрачають свою взаємозамінність. Тому процес складання машин може здійснюватися методами повної і неповної взаємозамінності, зокрема – методами селективного складання, а також із використанням регулювальних пристроїв – компенсаторів (регулювання клапанів, конічних підшипників (за ДСТУ 3321-2003) кочення, конічних шестерень тощо) і підгінних операцій (розгортання втулок верхньої головки шатуна тощо). Підгінні операції трудомісткі і мають бути мінімальними, особливо в умовах спеціалізованих підприємств.

Деталі деяких спряжень, які мають допустимі під час ремонту розміри, втрачають свою взаємозамінність і повинні надходити на складання не розкомплектованими.

Питома вага того чи іншого методу складання залежить від типу і марки машин, що ремонтуються, програми і оснащеності ремонтного підприємства.

Розглянуті особливості складання під час ремонту машин вимагають організації процесу комплектування деталей і вузлів не тільки за їх номенклатурою (специфікацією або комплектувальними відомостями), як це має місце у виробництві нових машин, але й із урахуванням неповної взаємозамінності і навіть її відсутності.

Під час комплектування складальних одиниць користуються комплектувальними картами або специфікаціями, наведеними у картах технологічного процесу на складання.

У процесі комплектування деталі укладають у тару (для цієї складальної одиниці), яка надходить на відповідні місця складання. Тара може переміщуватися на спеціальних рухомих візках або у контейнерах, підвішених до підвісного конвеєра.

14.2. Методи складання двигуна.

При складанні розрізняють роботи, що мають до неї безпосереднє відношення і виконуються в складальному цеху, а також допоміжні і підгоночні. У зв'язку з тим що в процесі складання використовують деталі, що були в експлуатації і годні до подальшої експлуатації, а також що мають деяке спотворення геометричної форми і розмірів, можливе виникнення ряду погрешностей у взаємному розташуванні елементів зібраного з'єднання.

Щоб витримати необхідний зазор (натяг), необхідно вводити в розмірні ланцюги нерухомий компенсатор (шайби або прокладки). Наприклад, для отримання необхідного натягу в з'єднанні площина головки циліндрів – бурт гільзи циліндрів після обробки посадочного місця в блоці під верхній буртик гільзи встановлюють необхідне число прокладок (кілець), а для забезпечення потрібного

зазору в роликовому підшипнику між кришкою і зовнішнім кільцем розміщують декілька регулювальних прокладок.

У машинах знаходиться приблизно наступна кількість з'єднань: типу циліндровий вал – втулка – 35...40 % різьбових – 15...25, площинних – 15...20, конічних – 6-9, сферичних – 2...3 % і ін.

По конструкції їх можна розділити на наступні групи:

- нерухомі роз'ємні (різьбові пазові і конічні);
- нерухомі нероз'ємні (з'єднання запресовкою, заклепувальні);
- рухомі роз'ємні (вали – підшипники ковзання, зуби коліс, плунжери – втулки);
- рухомі нероз'ємні (деякі підшипники кочення, замочні клапани).

При складанні машин використовують універсальний монтажний інструмент, знімачів і спеціальні пристосування.

Методи складання двигунів визначаються залежно від виробничої програми підприємства і однорідності типів ремонтваних автомобілів.

Складання є завершальним етапом технологічного процесу капітального ремонту двигунів. Трудові витрати на складальні роботи складають близько 28 % від всієї трудомісткості капітального ремонту. Особливістю складання в авторемонтному виробництві є використання деталей із зміненими (ремонтними) розмірами або з допустимим зносом. Тому складання і передуючі йому роботи комплектацій в авторемонтному виробництві є складнішим і більш трудомістким процесом, ніж в автомобілебудуванні.

Найдосконалішою формою складання двигунів є потоковий метод, коли процес розчленовується на окремі операції, виконувані робітниками на різних постах лінії. Розчленовування операцій технологічного процесу складання узгоджується по продуктивності з темпом складання. При цьому час, запланований на виконання кожної операції, повинний бути рівний або кратний темпу. Під темпом складання розуміється період часу, за який випускають зібраний агрегат або автомобіль.

Потоковий метод складання в авторемонтному виробництві здійснюється на конвеєрах переривчастої дії. Складання на конвеєрі з періодичним переміщенням проводиться в період його зупинки. Для безперебійної роботи потокової складання необхідно забезпечити лінію всіма взаємозамінними деталями. При цьому складання складальних одиниць повинно бути злагодженим за часом і темпом складання агрегату. Під час поточного складання знеособлюються всі деталі, складальні одиниці і агрегати, окрім спільно оброблюваних деталей (наприклад, шатун з кришкою, блоккартер з кришками і ін.).

При поточному методі складання здійснюється диференціація складальних процесів і спеціалізація робочих місць і робітників, тому трудомісткість складальних робіт і їх собівартість різко знижуються. В цьому велика перевага поточного методу в порівнянні з методом універсальних постів, при якому

розбирально-складальні роботи виконуються на одному посту і всі операції по ремонту здійснюються однією бригадою робітників. Деталі не знеособлюються. Відмітними особливостями даного методу є значна тривалість ремонту, висока кваліфікація робітників, а звідси і висока вартість ремонту. Такий метод складання зберігається лише в індивідуальному і дрібносерійному виробництві ремонту автомобілів.

14.3. Інструмент, пристосування та технологічні особливості складання двигуна.

Пристосування та інструмент для складання вибирається в залежності від конструкторських особливостей даного двигуна і даних технологічних карт.

Для прикладу розглянемо пристрої, обладнання та інструмент для проведення технологічних операцій складання двигуна КамАЗ-740: пневмогайковерт ППГ-16; кран-балка підвісна ГОСТ 7890-73 (Q=2,0 т.); підвіска для транспортування і установки двигунів на стенд мод. 130.219.00.000.000; стенд для розбирання – складання двигунів мод. 9194-019, Р-770, Р-776; установка мийна для двигунів М 203; знімач форсунок мод. 740.3901210; знімач заднього фланця провідної напівмуфти приводу ПНВТ; ключі гайкові відкриті 10, 12, 13, 17, 19 і 22 мм ГОСТ 2839-80; ключі гайкові кільцеві 13, 14, 17, 19, 22 і 24 мм ГОСТ 2906-80; головки змінні 10, 13, 17, 19 мм ГОСТ 25604-83; ключ з приєднувальним квадратом ГОСТ 25601-83; викрутки слюсарно-монтажні 6,5 і 8,0 мм ГОСТ 17199-71.; молоток слюсарний сталевий ГОСТ 2316-77; молоток мідний ПМ 1468-17-370; подовжувачі до змінних головок L=150 мм L=250 мм ГОСТ 25600-83; зубило слюсарне ГОСТ 7211-86; лопатка монтажна; лопатка для зняття прокладок; технологічні заглушки; підставка під двигун дерев'яна.

Складання вузлів, агрегатів і машин – це низка послідовних операцій із складання окремих з'єднань, якість яких визначають такі основні фактори:

- ретельність очищення, миття, обдування стиснутим повітрям деталей, що надходять на складання;
- відповідність геометричних параметрів і маси, шорсткості поверхонь, не зрівноваженості деталей і вузлів параметрам, заданим нормативно-технічною документацією;
- відсутність розкомплектування спряжених деталей, зазначених у документації (у випадку заміни однієї з деталей виконується відповідне підбирання і припасування);
- якість виконання комплектувальних робіт, застосування на складанні відповідного обладнання, пристроїв та інструментів, які забезпечують задану якість складання з'єднань;
- дотримання регламентованих технологічних режимів, інструкцій і вимог до складання з'єднань;

- використання під час складання, рекомендованих матеріалів, ущільнювальних і стопорних елементів тощо.

Всі стадії складання виконують відповідно до технологічних процесів на складання. Інструмент і обладнання аналогічні тим, які застосовують під час розбирання.

Складання нарізних з'єднань (шпильок, гайок, болтів, гвинтів) становить 25-35 % загальної трудомісткості складальних робіт.

Під час складання різьбових з'єднань повинні забезпечуватись:

- співвісність осей болтів, шпильок, гвинтів та нарізних отворів і необхідна щільність посадки у нарізі;

- відсутність перекосів торця гайки або головки болта відносно поверхні спряженої деталі, оскільки перекося є основною причиною відривання гвинтів і шпильок;

- дотримання послідовності і стабільності зусиль затягання групи гайок (головка циліндрів тощо).

Складання нерухомих з'єднань. Якість складання пресових з'єднань формується під впливом таких факторів: матеріалу спряжених деталей, геометричних розмірів, форми і шорсткості поверхні, співвісності деталей і прикладеного зусилля запресування, наявності мастила тощо.

Шорсткість поверхонь у нерухомих спряженнях не повинна перевищувати $R_a=2,5_{-1,25}$ мкм, бо виникне змінання нерівностей і зменшиться натяг.

Під час складання спряжень великими натягами охоплюючи деталь нагрівають, а охоплену – охолоджують. Температуру нагрівання або охолодження визначають за формулою:

$$T = (1,2 - 1,3) \cdot 10^3 \cdot \frac{N}{\alpha d},$$

де α – коефіцієнт лінійного розширення матеріалу деталі;

N – натяг у спряженні, мкм;

Температура нагрівання не повинна перевищувати 500 °С, щоб деталь не втратила початкову міцність. Перед запресуванням деталь нагрівають в оливі, розплавленому свинці або відкритим способом, а охолоджують зрідженими газами, повітрям, азотом або сухим льодом.

Під час запресування підшипників кочення за допомогою оправок потрібно, щоб зусилля запресування передавалося безпосередньо на торець відповідного кільця: внутрішнього - під час напресування на вал, зовнішнього - у корпус і на обидва торці кільця, якщо підшипники напресовуються на вал і входять у корпус. Для полегшення напресування підшипника, його нагрівають в оливі до температури 80–100 °С.

Складання зубчастих передач. Працездатність зубчастих передач визначають геометричною точністю зубчастих коліс і зачеплення (боковий зазор, форма, площа і положення плями контакту зубів). Ці фактори залежать від стану

корпусних деталей, точності посадочних отворів, міжосьової відстані, непаралельності осей тощо.

Точність складання більшості зубчастих передач забезпечується методом повної взаємозамінності, тобто точністю геометричних параметрів спряжених зубчастих коліс і корпусної деталі.

Тому зубчаті колеса і корпусні деталі повинні відповідати точності, заданій технічною документацією.

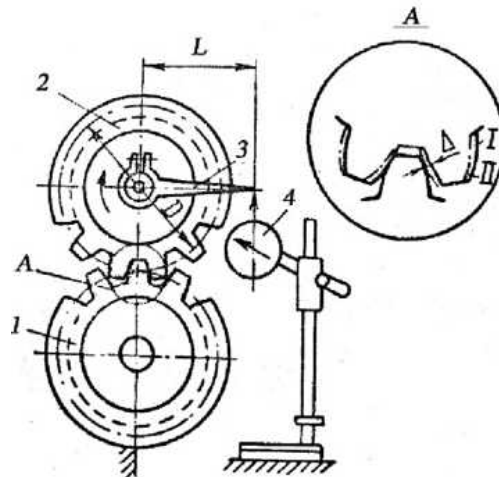


Рисунок 14.1 – Контроль бокового зазору в зачепленні циліндричних зубчастих коліс: 1– нижня шестерня; 2 – зубчасте колесо; 3 – хомут; 4 – індикатор; I-II – положення зубчастого колеса.

Бокові зазори між зубами вимірюють індикатором або щупом, а для зубчастих зачеплень із великим модулем – свинцевою пластиною, прокотивши її між зубами і вимірюючи її товщину. У випадку незмінної центрової відстані боковий зазор у зачепленні вимірюють індикатором (рис. 14.1) і визначають за формулою:

$$\Delta = \frac{D}{2L} \cdot h,$$

де D – діаметр початкового кола зубчастого колеса, мм;

L – довжина плеча, мм;

h – покази індикатора, мм.

Прилягання (взаємний контакт) робочих поверхонь зубчастих коліс перевіряють «на фарбу». Для цього робочі поверхні шестерні покривають фарбою і кілька разів повертають зубчасті колеса у різні боки. Форма і розміщення відбитка свідчать про якість контакту робочих поверхонь (рис. 14.2).

Точність складання конічних і гепоїдних зубчастих передач забезпечується регулюванням за допомогою компенсаторів – набору регулювальних шайб, кілець, прокладок або гайок.

Складання шпонкових і шліцьових з'єднань. Застосовують три основні види шпонкових з'єднань – з призматичною (звичайною), сегментною і клиноподібною шпонками. Під час складання шпонкових з'єднань перших двох видів особливу

увагу приділяють припасуванню шпонки за торцями і зазором за її зовнішнім боком. Оскільки через торці шпонок передаються крутні моменти, вони повинні бути дуже точно підігнані за шпонковим пазом спряженої деталі. Клиноподібні шпонки повинні входити у пази спряжених деталей за висотою, між боковими гранями має бути зазор.

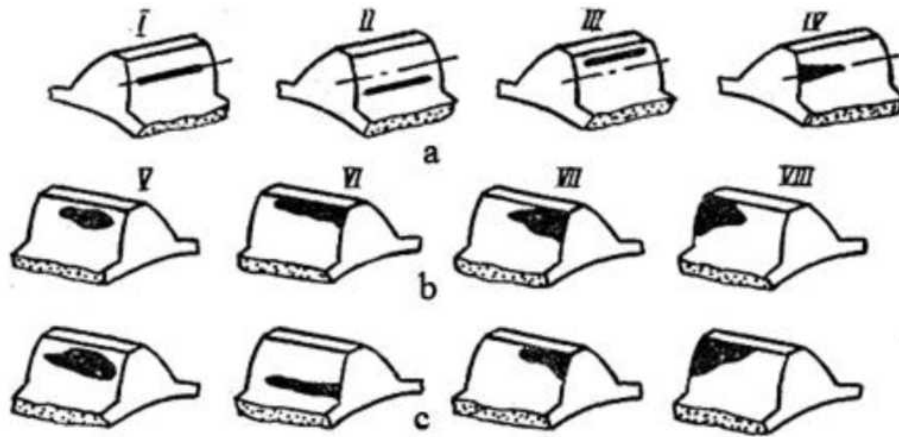


Рисунок 14.2 – Перевірка правильності контакту зубчастих коліс «на фарбу»: а – циліндричних; б – конічних зубів ведучої шестірні; с – конічних зубів веденої шестірні; I – нормальна міжцентрова відстань; II – зменшена; III – збільшена, IV – перекіс осей; V – нормальне зачеплення; VI, VII, VIII – неправильне зачеплення

Під час складання нерухомих шліцьових з'єднань (натяг 0,030,04 мм) охоплюючу деталь, шестерню, нагрівають до 90-120 °С, а потім запресовують на вал до упору. У випадку рухомої посадки шестерні на шліцьовому валу вона повинна вільно переміщуватися по валу без заїдань.

Складання конусних з'єднань виконують, звертаючи особливу увагу на прилягання конусних поверхонь. Тому його починають із підбирання охоплюючої деталі за конусом валу, перевіряючи якість спряження «на фарбу», на кочення і за глибиною посадки на валу. Конусні з'єднання складають таким чином, щоб між торцями охоплюючої і охоплюваної деталей залишався зазор для затягування з'єднання і наступного його підтягування.

Складання двигунів виробляється на конвеєрі потоковим методом в наступній послідовності: після установки блоку циліндрів на стенд конвеєра на його встановлюються заглушки і ущільнення; в корінні підшипники укладається колінчастий вал; підшипники закриваються кришками; у втулки розподільчого вала вставляється розподільний вал; в гнізда поміщаються гільзи циліндрів, а в гільзи – поршні в зборі з кільцями, пальцями і шатунами; нижні головки шатунів надягають на шатунні шийки колінчастого вала і закриваються кришками; монтується штанги і напрямні з штовхачами; на верхню частину блоку поміщаються головки, а його нижня частина після установки масляного насоса закривається піддоном. Деталі в сполученнях двигуна збираються відповідно до технологічних карт. Допуски і посадки деталей в сполученнях повинні відповідати

конструкторській документації. Після всіх сполучень на двигун встановлюється навісне обладнання.

14.4. Загальні положення та вимоги до процесу обкатування двигуна.

Обкатування і випробування об'єктів ремонту після складання – завершальні і особливо відповідальні операції ремонту. Обкатуванням досягають взаємного припрацювання тертьових поверхонь деталей для підготовки їх до роботи з нормальним робочим навантаженням.

Припрацювання спряжених деталей характеризується зміною геометрії поверхонь тертя і фізико-механічних властивостей шарів матеріалу у початковий період.

Основне припрацювання спряжених поверхонь виникає у перші 2-3 години і закінчується для двигунів через 50-60 год. Його виконують за два етапи: перший – обкатуванням на ремонтному підприємстві і другий – обкатуванням в експлуатаційних умовах під час роботи з неповним навантаженням.

Обкатування вузлів, агрегатів і машин (масляного і паливного насосів, гідронасоса, коробки передач, ведучих мостів тощо) на ремонтному підприємстві виконують на спеціальних стендах, на яких створюють попередньо задані режими роботи. Тривалість і режими обкатування встановлюються нормативно-технічною документацією. Обкатування в експлуатаційних умовах виконують відповідно до вказівок інструкції з експлуатації машини цієї марки.

Випробування – це контрольна операція, яка оцінює якість ремонту. Під час випробування визначають основні показники роботи об'єктів ремонту. Випробування виконують після достатнього припрацювання поверхонь тертя на режимах, які не викличуть руйнування поверхонь від перевантаження. У період обкатування і випробування виявляють дефекти, допущені під час складання, а також перевіряють і регулюють деякі механізми (зазор між клапаном і штовхачем, момент впорскування у паливному насосі тощо).

При конструюванні машин і механізмів розміри робочих поверхонь деталей визначаються розрахунковим шляхом, виходячи з величини передаваних чи сприймаємих навантажень і величини допустимих напружень для даного матеріалу. При цьому величина площі контакту визначається виходячи з умови, що навантаження сприймається певною частиною поверхні (20-40 % від повної).

Однак одразу після виготовлення машини чи після її ремонту площа поверхні контакту багатьох спряжень є значно меншою розрахункової. Це пояснюється тим, що на самому початку роботи робочі поверхні деталей контактують вершинами мікро нерівностей, сформованими заключною механічною обробкою при виготовленні деталей – точінням, шліфуванням, хонінгуванням.

Якщо будь-яким механізмам одразу після складання дати повне навантаження, то поверхні, що взаємно переміщуються, будуть інтенсивно зношуватися. Це пояснюється тим, що в місці контакту, на поверхнях виступів, виникають великі

питомі навантаження, які значно перевищують допустимі. Щоб робота, як нових, так і відремонтованих виробів була довговічною і надійною – перед введенням їх в роботу на повне навантаження необхідно забезпечити припрацювання рухомих тертьових поверхонь.

Таке припрацювання забезпечується обкатуванням складених агрегатів, вузлів, механізмів. Обкатування – це процес поступового введення вузлів, агрегатів і машин в роботу. В процесі обкатування в результаті металічних і молекулярних зв'язків і механічного зачеплення поверхонь тертя відбувається інтенсивне руйнування вершин шорсткості тертьових поверхонь.

Така взаємодія тертьових поверхонь приводить до утворення нової мікрогеометрії поверхонь, найбільш сприятливої для подальшої надійної роботи спряження. Тому обкатування при ремонті машин є першим, досить відповідальним етапом взаємного припрацювання поверхонь тертя деталей зібраних вузлів, агрегатів і механізмів машини.

Припрацювання тертьових поверхонь є першою і основною задачею обкатування. Обкатування зібраних одиниць (вузлів, агрегатів, машин) ведеться, як правило, у два етапи – на спеціальних стендах і на самих машинах.

Поступово в процесі обкатування вирішується і друга задача - виявлення можливих порушень технології складання відповідних агрегатів, вузлів, механізмів. Уявімо собі, що відремонтована машина зібрана до останнього гвинтика, встановлено всі вузли і агрегати, і при випуску машини з ремонту виявляється, що внаслідок неправильного монтажу, чи невідповідності встановленої деталі технічним вимогам, чи ще по якихось інших причинах – вузол чи агрегат (наприклад, коробка передач), непрацездатний і машина не може працювати. А щоб усунути несправність потрібно знову розбирати всю машину. Таким чином, виконуючи обкатування, можна переконатися в працездатності зібраної одиниці.

Умовами ефективного обкатування виробів є:

- поступове збільшення навантаження при обкатці;
- забезпечення подачі в зони тертя достатньої кількості якісної оливи;
- застосування каталізаторів (прискорювачів) процесу припрацювання та покриття тертьових поверхонь деталей тонким шаром легкоплавкого металу.

Навантаження на обкатуванні вироби повинно зростати поступово, ступінчато, по декілька хвилин на кожному ступені. Кількість ступенів і тривалість обкатування на кожній для кожного виробу, навіть одного типу, наприклад, автотракторних двигунів, різні.

Процес припрацювання відремонтованих виробів має ту особливість, що в них можуть бути пари спряжених деталей, які були в експлуатації із новими, чи відновленими, чи відновлених з новими. Площа спряження тертьових поверхонь в таких умовах може бути в 100 і більше разів меншою розрахункової внаслідок

наявних мікро і макро геометричних відхилень – шорсткості поверхонь, хвилястості, конусності, перекосів та ін.

Так при перекосі поршня в з'єднанні з шатуном значно зростає тиск поршня на стінки циліндра, відповідно зростає момент прокручування колінчатого валу. Через це зростає час припрацювання, погіршується його якість, зменшується ресурс відремонтованого двигуна. Слід також розуміти, що в процесі обкатування тільки частково нейтралізуються, чи усуваються неточності форми і взаємного розташування поверхонь. Значні відхилення в розмірах, формі і просторовому розташуванні спряжених поверхонь не усуваються і вони стають причиною подальшого прискореного виходу вузлів і агрегатів з ладу.

В процесі обкатування, особливо в перші години, третю поверхню деталей сильно нагріваються. Перед обкатуванням коефіцієнт тертя не припрацьованих поверхонь в 5–10 разів вищий відповідних коефіцієнтів тертя припрацьованих поверхонь. Тому, наприклад в процесі обкатування двигунів витрати на тертя в ЦПГ і КШМ складають від 60 до 95 % всіх витрат. Саме тому наявність та якість мащення має великий вплив на ефективність припрацювання. Мащення третьових поверхонь виконує дві основні задачі – зменшує коефіцієнт тертя і відводить, вимиває відірвані мікрочастинки третьових поверхонь.

Для покращення припрацювання поверхонь до масел, або до пального додають різноманітні присадки. Ефективним є введення до складу масел дисульфиду молібдену MoS_2 , а до складу дизельного палива присадки АЛП-4 на основі оксиду алюмінію.

Двигуни є найбільш складними агрегатами будь-якої машини. Для припрацювання третьових поверхонь і виявлення можливих дефектів відремонтовані двигуни обов'язково обкатуються. Для оцінки якості ремонту двигунів і визначення їхніх експлуатаційних характеристик по завершенню обкатування проводять випробування двигунів.

Основне припрацювання деталей двигунів відбувається в перші 2–3 години. Повністю припрацювання деталей двигунів завершується через 50–60 годин. Тому обкатування двигунів проводять у два етапи. Перші – найбільш відповідальні години обкатування – проводяться на обкатувальних стендах по спеціальному режиму, встановленому технічними умовами для двигуна кожної марки. Подальше обкатування двигунів проходять на машині в умовах експлуатації.

Обкатування капітально відремонтованих двигунів на стендах проводять у три етапи. Це холодне обкатування, гаряче обкатування без навантаження (на холостому ході), гаряче обкатування під навантаженням. Для скорочення часу на обкатування на спеціалізованих ремонтних підприємствах ефективно використовуються прискорені методи обкатування із застосуванням подачі електричного струму до основних пар тертя і з використанням спеціальних присадок до палива і до оливи.

Обкатування двигунів проводиться тільки з тими механізмами і приладами систем живлення і змащування, з якими вони будуть працювати в процесі експлуатації. Тому двигуни, що поступають на обкатування і випробування, повинні бути зібрані і відрегульовані у відповідності з технічними вимогами на капітальний ремонт.

Стендове обкатування двигунів виконують на універсальних електрогальмівних обкатувальних стендах КИ-5541, КИ-5542, КИ-5543, КИ-5274 та інших. Всі обкатувальні стенди комплектуються пристроями для вимірювання крутного моменту, витрати пального, тиску оливи і температури двигуна. Основою стендів є рама, на яку монтується випробуваний двигун, електричний двигун, який на першому етапі крутить випробуваний двигун, а на третьому етапі, працюючи в режимі генератора, створює навантаження, гальмує випробуваний двигун.

Перед обкатуванням двигун повинен заправлятися літньою оливою, або спеціальною обкатувальною.

Режими обкатування для кожної моделі двигуна свої. Детально вони викладені в галузевому стандарті «Обкатка и испытание тракторных и комбайновых дизелей при капитальном ремонте».

При холодному обкатуванні тракторні і комбайнові двигуни обкатують протягом 20–30 хв. на трьох-чотирьох ступенях по 5–10 хвилин на кожній при частоті обертання від 400–500 об/хв. до 1000...1400 об/хв.

Холодне обкатування пускових і автомобільних карбюраторних двигунів виконують протягом 20 хв. В процесі обкатування контролюють температуру оливи ($<75\text{ }^{\circ}\text{C}$), t° охолоджуючої рідини ($<80\text{ }^{\circ}\text{C}$), тиск оливи ($>0,08\text{ МПа}$).

При обкатуванні не допускаються різкі шуми і стуки в механізмах двигуна, підтікання оливи, палива і води в місцях з'єднань. У випадку появи несправностей обкатування зупиняють і несправності усувають. При потребі двигун знімають і відправляють на мотороремонтну дільницю. По завершенні обкатування двигун оглядають і при потребі підтягують кріплення.

Одразу після холодного обкатування проводять гаряче обкатування без навантаження – включають подачу пального і обкатують двигун по режиму згідно технічним вимогам - спочатку на пониженій частоті, а потім на частоті близькій до максимальної частоти холостого ходу протягом 10–20 хвилин. Двигуни СМД-60 і їх модифікації обкатують протягом 3 хв. плавно змінюючи частоту обертання колінчатого вала від 800 до 2100 об/хв.

Під час гарячого обкатування без навантаження контролюють ті ж параметри, що і при холодному обкатуванні. По завершенню обкатування на прогрітому двигуні перевіряють зазори в клапанному механізмі і кріплення головки циліндрів.

При обкатуванні під навантаженням випробуваний двигун працює самостійно, а електричний двигун обкатувального стенда працює в режимі генератора з віддаванням електричної енергії в мережу. Таким чином створюється навантаження для двигуна, що обкатується.

Як правило, обкатування проходить через шість режимів навантаження для більшості двигунів. Тривалість кожного режиму від 5 до 20 хвилин, тривалість повного циклу – від 40 до 80 хвилин, чим більше потужність двигуна, тим триваліше обкатування.

В процесі обкатування під навантаженням двигун на всіх режимах повинен розвивати частоту обертання колінчастого вала близьку до номінальної.

При такому обкатуванні відбувається найбільш інтенсивне припрацювання тертьових поверхонь, тому фільтри швидко забруднюються, і як наслідок погіршується очищення оливи, піднімається температура окремих деталей і механізмів. Тому при обкатуванні під навантаженням особливо уважно слідкують за температурою, тиском в системі мащення, за звучанням роботи двигуна.

Якщо при обкатуванні через несправності замінюють головку блока, розподільчий вал, циліндро-поршкову групу, кривошипно-шатунний механізм, вкладиші, то обкатування повторюють в повному обсязі, починаючи з холодного. При менш значимих пошкодженнях двигун обкатують додатково по скорочених режимах.

Для скорочення часу на обкатування можуть бути використані прискорені методи обкатування. Найбільш ефективними визнано два види прискореного обкатування двигунів - на дизельному паливі з присадкою АЛП-4 і при подачі постійного електричного струму до пар тертя.

Прискорене обкатування на паливі з присадкою АЛП-4 полягає в тому, що до дизельного палива добавляють і старанно перемішують 1 % (або 1,5 % для комбайнів) присадки. При згоранні такого палива в циліндрах двигуна утворюються тверді частинки оксиду алюмінію розміром 2–3 мкм, які прискорюють припрацювання деталей циліндро-поршкової групи і на 30-35 % скорочують час обкатування двигунів. Присадка діє тільки на деталі ЦПГ і не впливає на спрацювання вкладишів і втулок колінчастого і розподільчого валів та інших деталей.

Потрібно пам'ятати, що присадка отруйна, вона подразнює тканини очей і при попаданні в очі їх необхідно швидко промити 2% розчином питної соди. Необхідно також старанно мити руки з милом після роботи з присадкою.

Процес використання електричного струму при обкатуванні полягає в наступному. Після 10 хв. холодного обкатування при частоті колінчастого валу 500600 хв^{-1} , через спеціальний струмознімач до колінчастого валу під'єднується мінусова клема, а до блока приєднується плюсова клема. Подальше холодне обкатування проводиться при подачі струму $I=3-5 \text{ А}$ напругою 0,8–1,2 В протягом 25 хв. при частоті 900–1000 об/хв.

Гаряче обкатування двигуна на холостому ходу проводять протягом 15 хв. при частоті обертання колінчастого вала $1300-1400 \text{ хв}^{-1}$. Гаряче обкатування під навантаженням проводять протягом 20 хв, – 10 хв. при навантаженні 25%

номінального крутного моменту і 10 хв. при навантаженні 50 % номінального крутного моменту.

Пропускання постійного струму через пари тертя скорочує час обкатування майже у 2 рази.

Після завершення обкатування під навантаженням проводять приймально-здавальні випробування двигунів, в ході яких визначають:

- максимальну частоту обертання холостого ходу;
- потужність і витрату пального при номінальній частоті обертання і при певній подачі пального;
- тиск в системі мащення при номінальній частоті обертання.

Значення всіх вимірювань записують в спеціальний журнал обкатування і журнал приймально-здавальних випробувань.

Для визначення основних показників роботи двигунів, а саме максимальної ефективної потужності, яка відповідає максимальній потужності по регуляторній характеристиці; питомої витрати пального існує такий метод, як випробування на без гальмівних навантажувальних режимах. Найбільш простим є спосіб виключення циліндрів, що дозволяє застосовувати його в умовах експлуатації.

При виключенні з роботи одного чи декількох циліндрів частина індикаторної потужності витрачається на подолання сил тертя в деталях ЦПП і КШМ та інших механізмів, а також так званих «насосних витрат» виключених і працюючих циліндрів. Цим створюється навантаження на двигун. Виключаючи по чергово циліндри двигуна, визначають частоту обертання колінчастого вала при роботі на одному, двох і так до роботи на всіх циліндрах. Для визначення значень потужності і витрати пального існують експериментальні формули.

Виключення з роботи циліндрів здійснюється за допомогою спеціального вимикача, що встановлюється на паливному насосі.

14.5. Технологічний процес обкатування двигуна

14.5.1. Вибір устаткування і приладів для випробування двигунів.

Обкатують і випробовують двигуни на випробувальній станції. Це приміщення оснащують гальмівними стендами з пультами управління, централізованими системами мастила, охолодження, живлення двигунів, вентиляцією і протипожежним інвентарем.

Для гальмування двигунів використовують механічні, гідравлічні або електричні гальма. У ремонтних підприємствах найширше застосовують електричні гальма, оскільки вони легко керовані, стійкі при роботі в режимі гальмування і прокрутки двигуна, відрізняються невеликою витратою електроенергії.

Гальмівний електростенд (рис. 14.3) складається з балансірної електромашини 1, вагового механізму з контрольними приладами 4, пульта

управління 2 і рідинного реостата 3. Випробовуваний двигун 5 встановлюють на гвинтових стійках 6, закріплених на фундаменті.

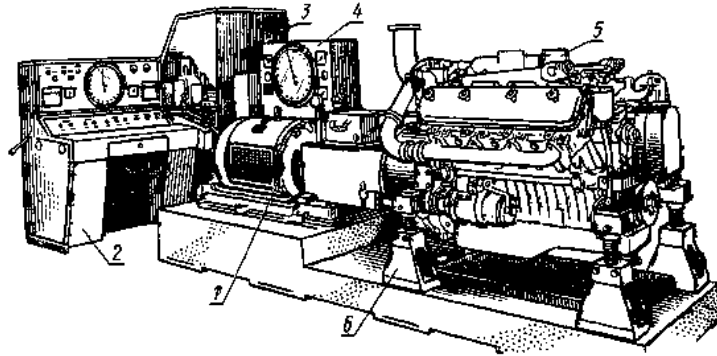


Рисунок 14.3 – Гальмівний електростенд:

1 – балансірна електромашинка; 2 – пульт управління; 3 – рідинний реостат;
4 – ваговий механізм; 5 – двигун; 6 – гвинтові стійки.

Колінчастий вал двигуна сполучають з валом електродвигуна карданним валом або напівжорсткою муфтою.

Основний вузол стенду – електричне гальмо. Статор електромашини встановлюють в підшипниках, закріплених в стійках. Стійки кріплять болтами до плити (фундаменту). Статор може обертатися (балансувати) щодо осі, співпадаючої з віссю ротора.

При обертанні ротора в результаті взаємодії магнітних полів ротора і статора на останньому виникає момент, що крутить, направлений убік, протилежну обертанню ротора. При сталому режимі роботи двигуна момент на валу ротора рівний реактивному моменту статора. Значення реактивного моменту статора вимірюється ваговим пристроєм. За значенням моменту і частоті обертання валу ротора електромашини визначають потужність, що розвивається двигуном.

Балансірна машина може працювати в режимі електродвигуна при запуску і холодній обкатці двигуна і в режимі гальма (генератора) при гарячій обкатці і випробуванні.

Потужність, що розвивається машиною в режимі генератора, поглинається водяним реостатом навантаження або передається в мережу.

Система охолодження (рис. 14.4.) включає водяний бак 10, з якого вода насосом 2 подається в систему охолодження кожного з випробовуваних двигунів 1. Насос приводиться в рух електродвигуном 3. Відпрацьовану воду зливають назад в бак.

Необхідна температура підтримується системою терморегулювання. Температура вимірюється термометром опору 4 і реєструється електронним мостом опору 5. При підвищенні температури води зверху заданою настає розбалансування моста і включається виконавчий механізм 6, що є реверсивним електродвигуном з редуктором. Вал редуктора через важелі приводить в дію кран 7, регулюючий подачу холодної води. Холодна вода подається насосом 8 до тих

пiр, поки температура води не знизиться до початкової. Холодна вода перед початком роботи пiдiгрiвається електричними грiлками.

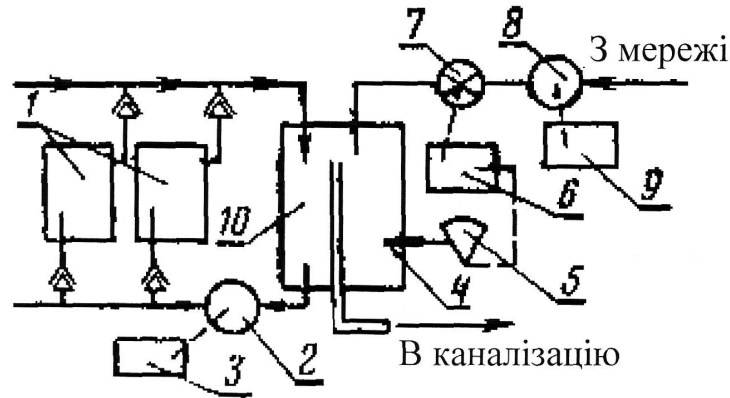


Рисунок 14.4 – Схема системи охолодження:

1 – двигуни; 2 – насос; 3 – електромотор; 4 – термометр опори; 5 – електронний мiст; 6 – виконавчий механiзм; 7 – кран; 8 – насоса; 9 – електродвигун; 10 – бак.

Централiзоване постачання випробувальних стендiв маслом виконується по схемi, показанiй на рисунку 14.5. Вiдпрацьоване масло по зливнiй магiстралi поступає до насоса 2 i далi у вiдстiйний бак 3, забезпечений магнiтним уловлювачем. З бака масло насосом 5 подається через фiльтри грубою 8 i тонкою 10 очищень в бак 9, який обладнали системами пiдiгрiву i охолодження масла. Масло пiдiгрiвають електричними нагрiвачами, а охолоджують холодною проточною водою. Цi двi системи пiдтримують необхідну температуру масла. Очищене масло з бака поступає до двигунiв 1.

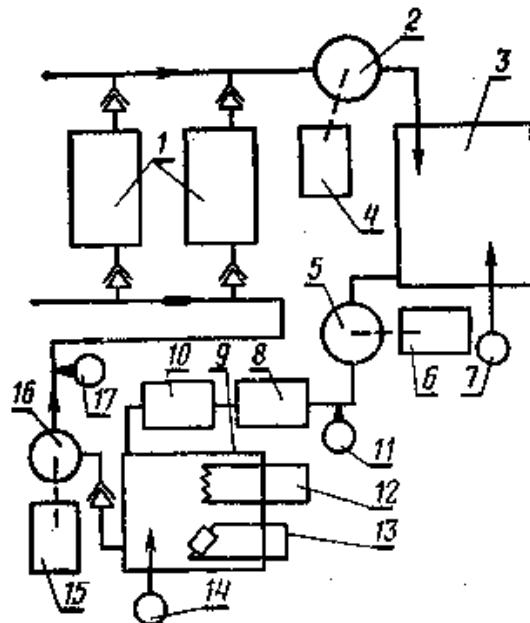


Рисунок 14.5 – Схема системи мащення:

1 – двигуни; 2, 5, 16 - насоси; 4, 6, 15 – електромотори; 3 – вiдстiйний бак; 7, 14 – дистанцiйнi термометри; 8 – фiльтр грубого очищення; 9 – бак; 10 – фiльтр тонкого очищення; 11, 17 – манометри; 12 – грiлка; 13 – радіатор.

Таблиця 14.1 – Типи гальмівних стендів

Стенд	Тип електромашини	Номінальний крутний момент, Н·м		Діапазон частоти обертання валу, об/хв.		Мак. потужність в режимі генератора, кВт
		у режимі				
		двигуна	генератора	двигуна	генератора	
КИ-1363В	АКБ-82-6	370	400	360-900	1050-2100	85
КИ-2139Б	АКБ-82-4	370	400	570-1100	1500-3100	85
КИ-2118А	АКБ-92-4	660	700	570-1400	1500-3000	145
КИ-598А	АКБ-92-8	660	700	280-680	300-2000	145
КИ-5274	АКБ-101-4	1070	1150	570-1400	1050-3000	360

До статора машини кріплять важіль з таким розрахунком, щоб робоче плече дорівнювало 716,2 мм.

$$L = l + \frac{d}{2},$$

де L – робоче плече важеля, мм;

l – довжина важеля, прикріпленого до статора, мм;

$d/2$ – відстань від осі ротора машини до площини кріплення важеля на статорі, мм.

Зусилля через важіль передається ваговому пристрою з ваговою головкою. Момент статора, рівний моменту двигуна, що крутить, на сталому режимі його роботи, рівний:

$$M_{кр} = P \cdot L,$$

де P – зусилля на вагах, Н; L – робоче плече важеля балансірної машини, м.

При відомій частоті обертання колінного вала потужність двигуна визначають по рівнянню:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{716,2},$$

де $M_{кр}$ – крутний момент, Н·м;

n – частота обертання валу двигуна, об/хв.;

або:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot \omega}{0,001},$$

де $M_{кр}$ – крутний момент, Н·м;

ω – кутова швидкість валу двигуна, рад/с.

Частоту обертання колінчастого валу вимірюють механічними тахометрами або тахогенераторами, встановленими на стенді. Кутова швидкість колінчастого валу обчислюється за формулою:

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30},$$

При вимірюванні підсумовуючим лічильником або секундоміром:

$$\omega = \frac{2\pi \cdot n}{t_{\text{он}}},$$

де $t_{\text{он}}$ – час проведення досліду, с;

n – число обертів ротора по лічильнику за час проведення досліду.

Гальмівний пристрій періодично тарують. Для цього з протилежного боку статора укріплюють тарувальний важіль так, щоб його робоче плече дорівнювало 716,2 мм. При таруванні навантажують один з важелів гирями, які укладають в чаші, підвішені до важелів.

Температуру вимірюють термометрами розширення, манометричними термометрами, термометрами опору і термоелектричними пірометрами.

Для вимірювання температури навколишнього середовища використовують термометри розширення ртутні і спиртні. Для вимірювання температури води і масла частіше використовують термометри опору по ГОСТ 6651-59 з точністю свідчень $\pm 1^\circ\text{C}$.

Термоелектричні пірометри, або термопари, використовують для вимірювання температури газів на виході з двигуна і турбокомпресора, температури деталей, таких, як поршні, головки, розпилувачі, клапани, циліндри і ін.

Термопари мають різну межу вимірювання температури залежно від роду матеріалів, створюючих їх спаювання. Найбільшою трудністю є вимірювання температури рухомих деталей з метою визначення їх теплонапруженості.

Для вимірювання температури цих деталей можуть бути застосовані методи плавких вставок; відновленій твердості; термочутливих фарб; травлення; термоелектричний метод. Найбільш чутливий термоелектричний метод (метод термопар).

Обкатувально-випробувальний стенд повинен мати устаткування і прилади для контролю наступних параметрів; потужності двигуна, кВт; частоти обертання колінчастого валу, об/хв.; годинної витрати палива, кг/год; температури палива, що поступає в двигун $^\circ\text{C}$; кута випередження уприскування палива в градусах кута повороту колінчастого валу; температури води, що виходить з двигуна $^\circ\text{C}$; температури масла в системі мастила двигуна $^\circ\text{C}$; тиск масла в магістралі, кПа; тиск масла в системі мастила турбокомпресора (після масляного фільтру турбокомпресора), кПа; тиск повітря, що нагнітається турбокомпресором, кПа.

Точність контролю перерахованих параметрів повинна відповідати вимогам ГОСТ 18509-80, а також ГОСТ і ТУ на контрольно-вимірювальні прилади.

Витрату палива заміряють ваговим механізмом, що забезпечує межі вимірювань до 1,0 г. Час відлічують по секундоміру з ціною ділення 0,1 с, число оборотів заміряють ручним тахометром або тахоскопом з ціною ділення не більше 10 об/хв.

Стендове устаткування і контрольно-вимірювальні прилади перевіряють і тарують в терміни, встановлені інструкціями з експлуатації, результати перевірок заносять в журнал контролю устаткування і приладів випробувальної станції.

Тиск і температуру повітря в приміщенні станції заміряють один раз в середині зміни. Крани перемикання палива з системи станду на мірний бачок, а також всі з'єднання паливопроводів повинні бути герметичними. Внутрішні діаметри підвідного і відвідного паливопроводів повинні бути не менше 8 мм. Паливопроводи прокладають по можливості найкоротшим шляхом, вони не повинні мати різких перегинів і звуження перетину і повинні проходити на відстані не менше 50 мм від випускних колекторів і інших газопроводів.

Кожен двигун проходить холодну і гарячу обкатки і контрольно-здавальні випробування.

Двигун що поступає на обкатку і випробування повинен бути забезпечений документом з вказівкою номера паливного насоса і турбокомпресора. У карті складання повинні бути відмітки контролера ОТК про виконання операцій, що підлягають контролю ОТК при збірці двигуна згідно технологічному процесу.

Двигун повинен поступати на обкатку і випробування нефарбованим з чистою сухою зовнішньою поверхнею, особливо в місцях з'єднання деталей, навколо заглушок і заварених місць.

Обкатку і випробування проводять з серійними або технологічними масляними фільтрами грубого очищення і повітряними фільтрами без крильчатки вентилятора, генератора і при відключеному компресорі.

Обкатують і випробовують двигун на моторному маслі М10г2 по ТУ 38.101.650-76. Допускається застосовувати масла М10в по ТУ 38.101.649-76 або М10в2 по ТУ 38.101.278-72.

Для обкатки і випробування двигунів застосовують палива марки «ДІЛ» (літнє) ГОСТ 4749-73, марки «Л» (літнє) ГОСТ 305-82 або їх суміші.

Перший етап – холодна обкатка. Прокручують колінчастий вал від електрогальмівної установки. Другий етап – гаряча обкатка на холостому ході і під навантаженням.

Тривалість і навантаження кожного ступеня регламентують. Надмірне швидке навантаження двигуна значно підвищує температуру деталей, порушує суцільність масляної плівки і приводить до задиру поверхонь. Дуже повільне навантаження теж небажано, оскільки поверхні деталей встигають добре припрацюватися, стають надмірно гладкими і перехід на вищий ступінь навантаження приводить до молекулярного схоплювання поверхонь.

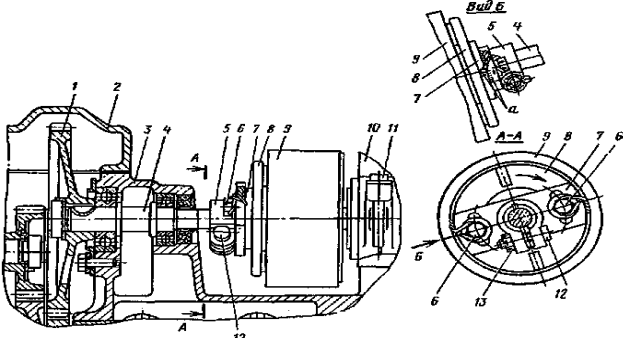
14.5.2. Розробка технологічного процесу холодної обкатки двигуна.

Таблиця 14.2 – Технологічний процес холодної обкатки двигуна

Виконавець – слюсар по ремонту автомобілів IV розряду											
Трудомісткість 130 люд-хв. (2,16 люд-год).											
Зміст операції											
1. Встановити двигун на стенд. Процентрувати вал гальмівного електродвигуна з колінчастим валом і закріпити на опорах підмоторної плити.											
2. Під'єднати двигун через карданний вал або муфту з пружною ланкою, що дозволяє компенсувати погрішність центрівки.											
3. Під'єднати до шківів колінчастого валу двигуна струмознімач для забезпечення обкатки з застосуванням електричного струму.											
4. Перевірити зусилля прокручування колінчастого валу. Колінчастий вал двигуна повинен повертатися плавно, без заїдання від зусилля руки за допомогою важеля з плечем 0,55 м.											
5. Перевірити зовнішні кріплення складальних одиниць двигуна і якщо необхідно, затягнути їх повністю стандартними ключами.											
6. Залити в картер двигуна масло і перевірити його рівень за допомогою щупу.											
7. Під'єднати систему охолодження двигуна до централізованої системи випробувальної станції.											
8. Сполучити паливний насос двигуна з системою живлення стенду.											
9. Включити балансиру динамо-машину і розпочати обкатку двигуна без водяного радіатора.											
10. Включити подачу електричного струму на двигун											
11. Розпочати обкатування двигуна на таких режимах											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Обороти колінчастого валу, об/хв</th> <th>Час хв.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>600–700</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>800–900</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>1000–1100</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>1200–1400</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>		Обороти колінчастого валу, об/хв	Час хв.	600–700	20	800–900	20	1000–1100	5	1200–1400	10
Обороти колінчастого валу, об/хв	Час хв.										
600–700	20										
800–900	20										
1000–1100	5										
1200–1400	10										
12. Перевірити подачу масла до підшипників коромисел через штанги штовхачів і герметичності ущільнень форсунок в головках циліндрів. Температура масла на початку холодної обкатки допускається не нижче 50 °С											
13. Перевірити герметичність ущільнень та усунути підтікання води, масла, палива.											
14. Контролювати тиск і температуру масла в магістралі. Температура повинна бути в межах 80-85 °С, а тиск масла в магістралі при частоті обертання колінчастого валу 600 об/хв. повинен бути не менше 130 кПа, а в системі мащення турбокомпресора – не менше 80 кПа.											
15. Прослухати стетоскопом роботу поршневих пальців і поршнів, шатунних і корінних підшипників, розподільчого валу і шестерень. Якщо відмічені несправності, двигун зупинити і усунути недоліки.											
16. Після закінчення холодної обкатки злити масло з картера і фільтрів. Промити їх чистим дизельним паливом і залити в картер свіже масло.											

14.5.3. Розробка технологічного процесу гарячої обкатки двигуна.

Таблиця 14.3 – Технологічний процес гарячої обкатки двигуна

Зміст операції
1. Відрегулювати зазори в клапанному механізмі через 15 хв. після його зупинки
2. Вимкнути подачу палива скобою регулятора і перевірити динамометричним ключем момент затягування болтів кріплення осей коромисел, який повинен бути в межах 120...150 Н м. Регулюють зазори в клапанному механізмі кожного циліндра на такті стиснення, коли регульовані впускні і випускні клапани циліндра закриті.
3. Ослабити затягування контргайки регульовального гвинта, вставити в зазор щуп і, обертаючи гвинт викруткою, встановити необхідний зазор. Підтримуючи гвинт викруткою, затягнути контргайку і перевірити величину зазору. Щуп завтовшки 0,25 мм. повинен входити при легкому натиску, а завтовшки 0,30 мм – із зусиллям. При перевірці (після прокручування колінчастого валу) зазори повинні, бути в межах 0,20–0,40 мм. Послідовність регулювання зазорів в клапанному механізмі відповідає порядку роботи циліндрів двигуна тобто 1–4–2–5–3–6.
4. Перевірити кут випередження впорскування. Наставний кут випередження впорскування залежать від особливості кожної окремої муфти. Кут в градусах, який необхідно встановити на двигуні з даною муфтою позначений на торці корпусу муфти цифрами 16, 18 або 20°.
5. Перевірити взаємне положення міток а (див. рис. 14.7) на муфті випередження уприскування палива і провідній напівмуфті валика-приводу паливного насоса (мітки повинні бути з одного боку);

Рисунок 14.7 – Муфта випередження паливного насоса
6. Зняти трубку високого тиску першої секції ПНВТ. На штуцер першої секції насоса встановлюють моментоскоп. Переконавшись, що скоба регулятора знаходиться в положенні включеної подачі палива, прокачати паливом систему живлення двигуна ручним підкачуючим насосом протягом 2–3 хв. і обернути колінчастий вал двигуна за годинниковою стрілкою (якщо дивитися з боку вентилятора) до появи палива в скляній трубці.
7. Вилити паливо з скляної трубки. Прокрутити колінчастий вал проти ходу приблизно на 1/8 обороту. Поволі повертаючи колінчастий вал за годинниковою стрілкою, уважно стежити за рівнем палива в скляній трубці. У момент початку руху рівня палива в трубці припинити обертання валу і перевірити взаємне розташування рисок: мітка на шківі колінчастого валу

повинна знаходитися проти мітки з цифрою 21 на кришці шестерень розподілу (рис. 14.8) або мітки з цифрою 21 на маховику співпадати з покажчиком картера маховика (рис.14.9).

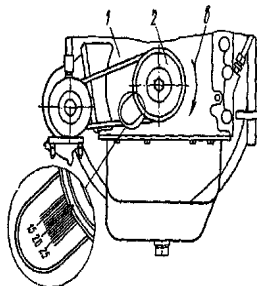


Рисунок 14.8

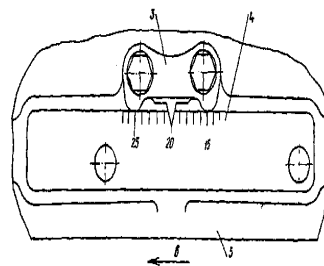


Рисунок 14.9

8. Якщо у момент початку руху палива в трубці мітки ще не поєдналися, необхідно, ослабивши болти 6 (див. рис. 14.7), розвернути муфту валика приводу на її фланці проти напрямку її обертання, затягнути болти кріплення і знов перевірити установку кута випередження уприскування.

9. Якщо у момент початку руху палива в трубці мітка вже пройшла суміщене положення, муфту валика приводу необхідно розвернути по напрямку її обертання. Зсув муфти валика приводу щодо її фланця на одне ділення відповідає чотирьом діленням на маховику або кришці шестерень розподілу.

10. Після регулювання приступити до гарячої обкатки двигуна. Пустити двигун електродвигуном стенду. Перевірити герметичність з'єднань в системі живлення в ущільнень форсунок в головках циліндрів.

11. Провести гарячу обкатку згідно таблиці

Гаряча	Обороти колінчастого валу, об/хв	Потужність, кВт	Час хв.
на холостому ході	600–1500	-	10
Під навантаженням	1600–1700	23,4	10
	1600–1700	58,9	15
	1600–1700	73,6	15
	1600–1700	88,3	15
	1600–1700	103,0	15
	1600–1700	117,8	10
	1600–1700	125,1	5
	1500	125,1	5

12. Гарячу обкатку на холостому ході починати з малої частоти обертання колінчастого валу і поступово доводити її до значень, вказаних в таблиці. Температура масла в цей період повинна бути в межах 75...85 °С. Різниця температур в правому і лівому рядах циліндрів повинна бути не більш 5 °С.

13. Контролювати тиск і температуру масла. Температура масла в піддоні двигуна повинна бути в межах 80–95 °С. Тиск масла в магістралі при 80-95 °С повинен бути в межах 450–650 кПа при 1700±50 об/хв. колінчастого валу і не менше 130 кПа при 600±50 об/хв.

14. Перевірити стетоскопом двигун в різних зонах. Прослуховувати двигун на холостому ході при різних швидкісних режимах. При роботі і прослуховуванні двигуна на стенді не допускаються різкі зміни навантаження і оборотів

15. Визначити годинну витрату палива способом триразового виміру часу витрачання 500 г дизельного палива по ГОСТ 4749-49. Найбільша різниця повторних вимірювань повинна бути не більш $\pm 0,2$ с щодо середнього значення часу, отриманого в результаті всіх вимірів. При проведенні випробування необхідно керуватися ГОСТ 14846-69.

16. Провести регулювання мінімальних обертів холостого ходу в межах 450–550 об/хв., при упорі важеля управліннь регулятором в болт. При вкрученні болта обороти збільшуються, при вивертанні зменшуються. Двигун повинен стійко працювати на режимі холостого ходу з коливаннями не більш ± 15 об/хв. Стійкість холостого ходу перевіряють збільшенням частоти обертання колінчастого валу до 1200–1300 об/хв. і різкому скиданні важеля до упору в болт.

17. Підтягнути гайки кріплення головок циліндрів в послідовності, показаній на рис. 14.10, перевірити і при необхідності відрегулювати зазори в клапанному механізмі і кут випередження впорскування палива

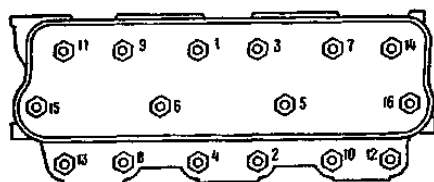


Рисунок 14.10

14.5.4. Розробка технологічного процесу приймально-здавальних випробування.

Якщо двигун обкатаний без серйозних неполадок, то не зупиняючи його, переводять в приймально-здавальні випробування.

Для цього важіль управління паливним насосом переводять в положення повної подачі палива і гальмом завантажують двигун, встановлюючи номінальну частоту обертання колінчастого валу. Після стабілізації режиму вимірюють і записують в протокол: частоту обертання колінчастого валу, що крутить момент, час витрати навіски палива, тиск і температуру масла в головній магістралі, температуру води в системі охолодження. Потім зупиняють двигун, зливають відпрацьоване масло. Промивають картер і масляні фільтри дизельним паливом і направляють двигун на контрольний огляд.

Технологічний процес прийомно-здавальних випробувань зазначено в таблиці 14.4.

Таблиця 14.4 – Технологічний процес прийомно-здавальних випробувань двигуна

Виконавець – слюсар по ремонту автомобілів IV розряду
Трудомісткість 25 люд-хв. (0,46 люд-год.).
Зміст операції
1. Підтягнути динамометричним ключем гайки кріплення головок циліндрів, інших зовнішніх відповідальних різьбових з'єднань перевіряють теплові зазори

<p>в клапанному механізмі і якщо необхідно, відрегулювати. Гайки кріплення головок циліндрів підтягають послідовно, як показано на рисунку 14.10. Момент затягування 240-260 Н·м на гарячому і 220-240 Н·м на холодному двигуні.</p>
<p>2. Запустити і прогріти двигун до нормального теплового режиму: температура води 75-95 °С, масла 80-95°С.</p>
<p>3. Перевірити максимальні оберти холостого ходу, які повинні бути в межах 1850-1950 об/хв., при упорі важеля управління регулятором в болт обмеження максимальних оборотів холостого ходу і корпусі буферної пружини 19, що вивернутий на 10-11 мм від поверхні контргайки.</p>
<p>4. Відрегулювати мінімальні обороти холостого ходу в межах 600 ± 50 об/хв. Регулювання проводять болтом обмеження мінімальних оборотів холостого ходу на упорі в який повинен знаходитися важіль управлінь регулятором. При вкрученні болта число оборотів збільшується, при вивертанні - зменшується. Поступово зменшують число оборотів колінчастого валу до появи нестійкості в роботі двигуна. Вкручують корпус буферної пружини до підвищення числа оборотів на 10-20 за хвилину. Двигун повинен стійко працювати на режимі холостого ходу з коливаннями не більше 15 об/хв. Перевіряють стійкість мінімальних оборотів холостого ходу збільшенням числа оборотів колінчастого валу до 1200-1300 у хвилину і різким переміщенням важеля 45 управлінь регулятором до упору в болт 44.</p>
<p>5. Після цього повторно перевіряють максимальні обороти холостого ходу.</p>
<p>6. Встановити навантаження на ваговому механізмі стенду, рівну 121 кг, і реєструвати при цьому число оборотів колінчастого валу по стендовому тахометру. Збільшуючи навантаження через 2 кг, спостерігають за зміною числа оборотів колінчастого валу двигуна в кожній точці навантаження. За свідченнями вагового механізму і тахометра визначають максимальну потужність двигуна.</p>
<p>7. Максимальна потужність, приведена до стандартної температури (20 °С) і щільності (0,83 г/см³) палива в мірному бачку, а також до стандартних атмосферних умов (температура навколишнього повітря 20 °С, барометричний тиск 100 кПа), повинна бути не менше 145,8 кВт.</p>
<p>8. Визначити годинну витрату палива визначають на режимі максимальної потужності ваговим способом, триразовий заміряючи час витрачання 500 г дизельного палива ДП ГОСТ 4749—73. Найбільша різниця при повторних вимірюваннях часу витрачання повинна бути не більш $\pm 0,2$ від щодо середнього значення. Час відлічують по секундоміру з ціною ділення 0,1 с. Приведений до стандартних умов випробувань час витрачання 500 г палива в режимі максимальної потужності повинен бути не менше 48 с.</p>
<p>9. Після випробувань перевірити двигун на пуск електростартером, при цьому триразовий пуск двигуна повинен бути безвідмовним.</p>

Техніко - економічні показники двигуна після ремонту повинні відповідати даним таблиці 14.5.

Таблиця 14.5 – Техніко-економічні показники двигуна ЯМЗ-236 після ремонту

Частота обертання колінчастого валу, об/хв.			Потужність, кВт	Тиск масла при ном. частоті обертання колінчастого валу, Па	Питома витрата палива при номінальній потужності, мкг/Дж
номінальна	на холостому ході				
	максимальна, не більше	мінімальна			
1700	1950	600	158,2	0,4...0,7	68

14.5.5. Розробка технологічного процесу контрольного огляду двигунів.

Якщо в процесі обкатки і випробувань відмічені дефекти, то двигун направляють на контрольний огляд. При огляді встановлюють причини виникнення дефектів. На контрольний огляд направляють і двигуни успішно минулі випробування. Для перевірки якості прироблення деталей двигуна частину (до 10 %) двигунів після закінчення стендової обкатки піддають контрольному огляду. Зазвичай оглядають кожен 25-й двигун. Контрольному огляду піддають також двигуни, у яких під час обкатки або випробувань були виявлені несправності: стукіт в кривошипно-шатунівому механізмі, в циліндропоршневій групі, шум розподільних шестерень, низький тиск масла в системі мастила, підвищена температура і т. і.

Технологічний процес контрольного огляду відображено в таблиці 14.6.

Таблиця 14.6 – Технологічний процес контрольного огляду двигуна ЯМЗ-236

Виконавець – слюсар по ремонту автомобілів IV розряду
Трудомісткість 20 люд-хв. (0,33 люд-год.).
Зміст операції
1. Встановити двигун на стенд кантувач для розбирання і збирання ОР-1501.01.20.
2. Зняти піддон, кришки шатунних і корінних підшипників, кришки фільтрів грубого і тонкого очищення масла. Наявність в забрудненні фільтрів металевих частинок свідчить про підвищений знос яких-небудь поверхонь, що труться.
3. Провертаючи колінчастий вал уручну, оглянути стан шийок колінчастого валу і дзеркало циліндрів. Поверхні тертя повинні бути добре прироблені. Задири і риски на поверхнях колінчастого валу, вкладишів і гільз циліндрів не допускаються.
4. Оглянути поверхні поршня. Не допускаються задири і підплавлення луди. Допускаються окремі подовжні риски на шарі луди і засвітлення його у вигляді блискучих смуг згідно затвердженому еталону.
5. Поршневі кільця повинні вільно перемішатися в канавках поршня; контакт прироблення повинен бути замкнений по колу. Не допускаються викарбовування, сколи кілець і виплавлення луди.
6. При огляді впускних і выпускних клапанів допускаються на верхньому торці в місцях контакту з коромислом сліди прироблення і окремі подовжні ризики на

стрижні клапана, сліди контакту з сідлом головки циліндрів на робочій фасці клапана. Не допускається знос верхнього торця з порушенням площинності, задири, забоїни і глибокі риски на стрижні клапана, а також значний знос і висип на робочій фасці.
7. При огляді пружин клапанів не допускаються засвітлення витків пружин, викликаних тертям зовнішньої пружини об внутрішню.
8. При огляді вісі коромисла допускаються на робочій поверхні окремі засвітлення і сліди бронзи в місці контакту з втулкою коромисла. Не допускаються задири, грубі риски, забоїни і наплавлення бронзи з втулок коромисел.
9. Перевірити також стан інших деталей механізму газорозподілу, приводу вентилятора, приводу паливного насоса високого тиску, приводу масляного насоса і внутрішніх маслопроводів.
10. Усунути виявлені несправності, промити фільтри грубого і тонкого очищення масла, піддон.
11. Зібрати двигун: встановити і затягнути кришки корінних і шатунних підшипників, масляних фільтрів і піддон. Якщо в процесі огляду була знята головка блоку, то її збирають і регулюють зазор в клапанному механізмі.
12. Якщо в процесі огляду була замінена частина основних деталей (циліндри, поршні, колінчастий вал і т. д.), то двигун обкатують наново.
13. Якщо ж в процесі огляду дефектів не було виявлено, то двигун обкатують по скороченому режиму: холодна обкатка 10 хв., гаряча 20 хв., приймально-здавальні випробування 30 хв.

Практичні заняття

1.ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

Вказівки до виконання практичних занять 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. Вказівки до виконання практичних занять з дисципліни «Експлуатація та ремонт двигунів внутрішнього згоряння» призначені для здобувачів вищої освіти напряму підготовки 274 «Автомобільний транспорт».

Здобувачам вищої освіти пропонується сім практичних 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 здобувачі вищої освіти 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 здобувачів вищої освіти 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 здобувачі вищої освіти повинні самостійно опрацювати рекомендовану літературу та контрольні питання. Викладач контролює підготовленість здобувачів вищої освіти 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 здобувачів вищої освіти захищає в індивідуальному порядку за контрольними питаннями. Позитивно захищена здобувачем вищої освіти лабораторна робота підписується викладачем, який проводить практичні заняття. Збірка захищених робіт є допуском до здачі заліку з дисципліни «Експлуатація та ремонт двигунів внутрішнього згорання».

2. ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ТА ПРОТИПОЖЕЖНІ ЗАХОДИ В ЛАБОРАТОРІЇ

У відділенні де будуть проводитися ремонтні роботи всі верстати є джерелами підвищеної небезпеки. Щоб уникнути нещасних випадків при виконанні лабораторних робіт необхідно суворо дотримувати правила техніки безпеки і пожежної безпеки. До лабораторних робіт здобувачі вищої освіти допускаються тільки після засвоєння ними вказаних правил, що підтверджується розписом в відповідному 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 і добре освітлюватися. Видалення стружки з верстата повинне проводитися відповідними пристроями (гачками, щітками).

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

Виконуючи лабораторні роботи, здобувач вищої освіти зобов'язаний дотримуватися наступних вимог:

- ходити тільки по встановлених проходах, перехідних містках і майданчиках;
- не сідати 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 дротів, 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. Вступний інструктаж та первинний на робочому місці проводить викладач, який проводить заняття. Проведення інструктажу фіксується в спеціальному журналі лабораторії.

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 згорання та методами, що застосовуються при його відновленні.

Зміст роботи: В процесі виконання практичної 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, задири, 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 дефектоскопії, 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 двограничні, а для дефектації – односторонні прохідні, налаштовані тільки на допустимий розмір. Можливо застосування і двограничних 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) через шатуни сприймає тиск газів, що виникає в надпоршневій порожнині циліндрів, і навантажується силами інерції від неврівноважених 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.

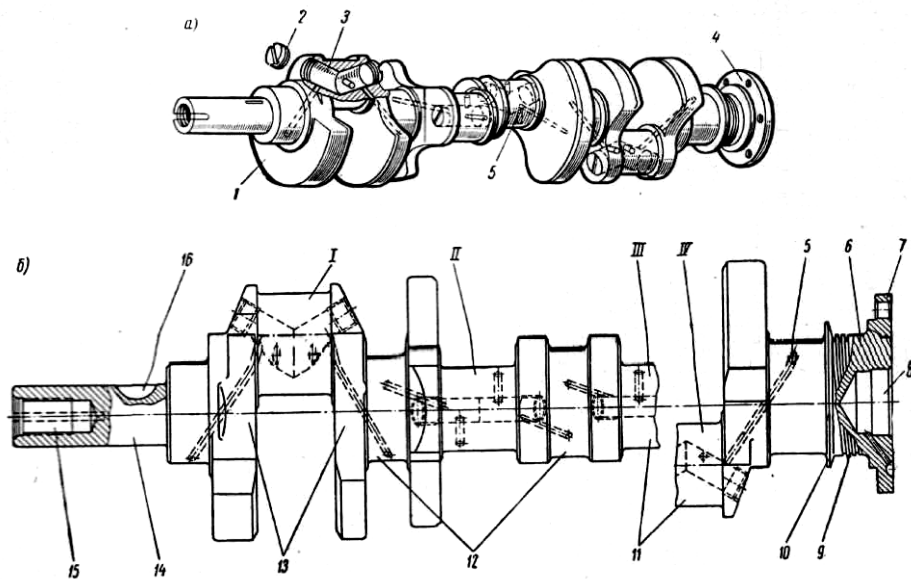


Рисунок 1 – Зовнішній вигляд (а) та елементи конструкції (б) колінчастого вала V-подібного двигуна ЗИЛ:

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 коробки зміни швидкостей; 9 – оливо згінна різьба; 10 – оливо відвідний 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.

Таблиця 1 – Дефекти колінчастих валів і способи їх усунення

№ п/п	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

Продовження таблиці 1.

1	2	3
		флюсу, електродугове в середовищі CO ₂ порошковими дротами.
2	Зношення посадочних місць під розподільчу шестерню	Наплавлення, обточування і шліфування; Електроіскрове нарощування з послідуєчим 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.
5	Знос посадочного отвору під зовнішнє кільце шарикопідшипника в торці вала	Розточування посадочного місця, запресовування втулки з подальшим розточуванням. Електроіскрове нарощування з послідуєчим шліфуванням. Наплавлення з подальшим розточуванням.
6	Знос отворів під штифти кріплення маховика	Розгортання під ремонтний розмір.
7	Знос різьб	Розточуванням і зенкування з послідуєчим нарізуванням різьби збільшеного розміру.
8	Обривання більше двох ниток різьби.	Поглиблення різьбових отворів з послідуєчим 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)

Продовження таблиці 1.

1	2	3
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. 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. 2).

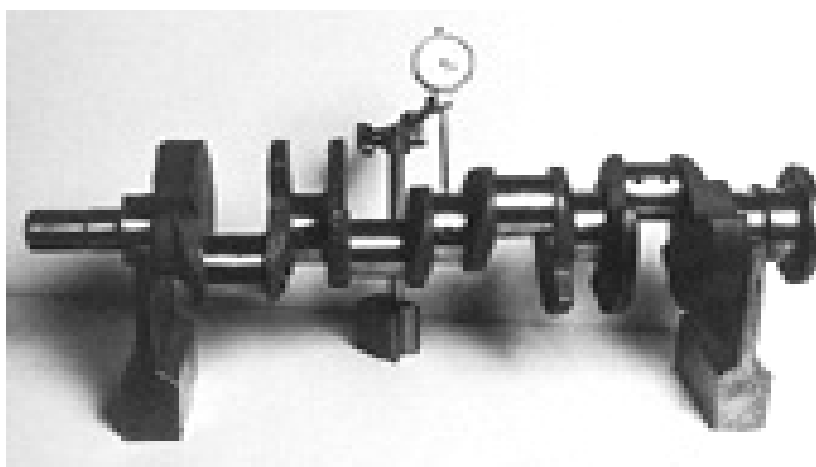


Рисунок 2 – Перевірка колінчастого вала на згин.

2. Перевірити ступінь зносу корінних і шатунних шийок колінчастого вала за допомогою мікрометра МК 75-1 (ГОСТ 6507- 90) згідно рис. 3.

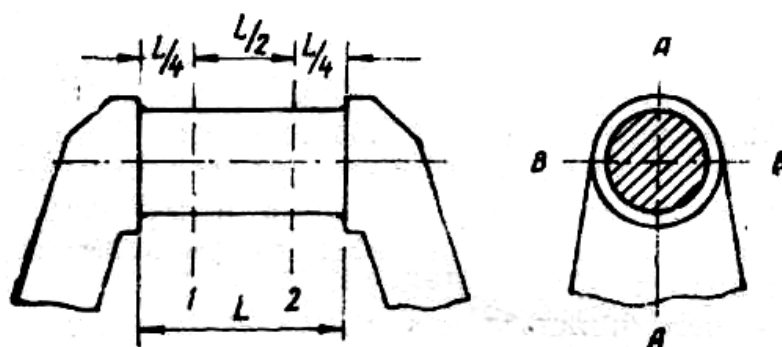


Рисунок 3 – Схема вимірів діаметрів шийок колінчастих валів:
1, 2 – пояси вимірів; А-А; В-В – площини вимірів.

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

4. Візуально перевірити наявність зносу маслорозподільної різьби.

5. За допомогою штангенциркуля або граничних калібрів перевірити знос і розбиття шпонкової канавки
6. За допомогою пробок-калібрів перевірити знос посадочного отвору під зовнішнє кільце шарикопідшипника в торці валу.
7. За допомогою калібрів перевірити стан різьб.
8. Перевірити вал на скручення.
9. Перевірити биття торця фланця маховика за допомогою індикатора ІЧ - 02 (ГОСТ 57768) та штатива ШМ - 11В (ГОСТ 101977-70)
10. За допомогою лупи або ультразвукового дефектоскопу перевірити вал на наявність тріщин.
11. Перевірити вал на наявність слідів корозії.
12. Перевірити стан оливних каналів.
13. Результати дефектування занести до таблиці 2.
14. Зробити відповідні висновки.
15. Самостійно відповісти на контрольні питання.

Таблиця 2 - Результати дефектування колінчастого вала

№	Дефекти	Стан валу
1	Знос корінних і шатунних шийок. Овальність і конусність шийок. Задири, риски 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 вала.
5. Які основні дефекти колінчастого вала?
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 практичної 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 вал 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. 1) виробництва Лубенського станкобудівного заводу. Він призначений для перешліфовування корінних і шатунних шийок колінчастих валів автомобільних і тракторних двигунів при їх ремонті.

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.

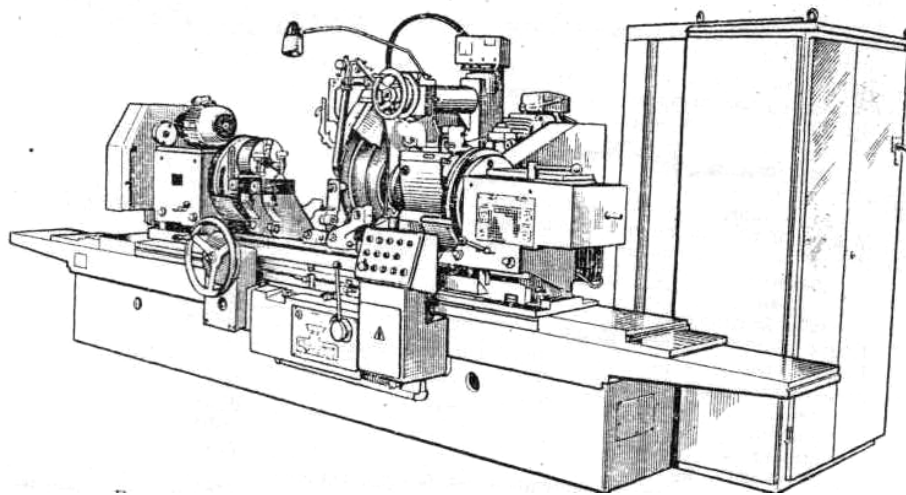


Рисунок 1 – Спеціалізований колошліфувальний верстат 3Д4230 для перешліфовування шийок колінчастих валів

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

- найменший.....	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 бабки	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 шківів, мм:	
- па приводі (50 Гц., 60 Гц).....	176
- па шпинделі	140
Частота обертання шпинделя, г/хв.....	740

Порядок виконання роботи.

1. Встановити вал на призми, провести дефектування вала.
2. Визначити найближчий ремонтний розмір, згідно таблиці 1.
3. Визначити та занести в таблицю 2 режими обробки вала на верстаті ЗД4230.
4. Встановити, збазувати, пошліфувати корінні шийки вала.
5. Встановити, збазувати, пошліфувати шатунні шийки вала.

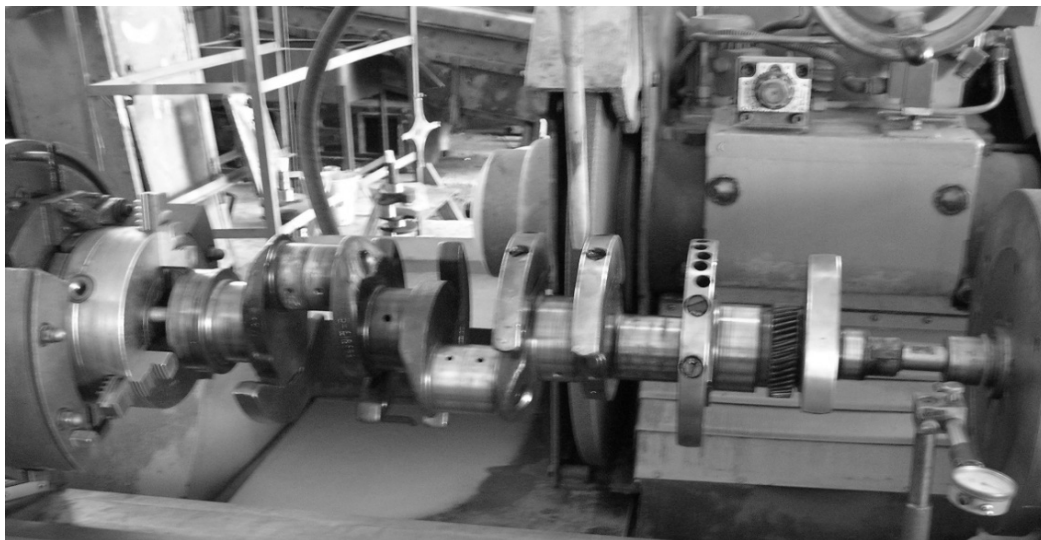


Рисунок 2 - Встановлення колінчастого вала при шліфуванні корінних шийок.

6. Перевірити геометричні розміри вала, дані занести в таблицю 2.3.
7. Зробити відповідні висновки.
8. Самостійно відповісти на контрольні питання.

Таблиця 1 – Розміри корінних та шатунних шийок колінчастих валів ГАЗ-53

Номинал: Ш – 60 _{-0,02} К – 70 _{-0,02}						
	P1(0,25)	P2(0,5)	P3(0,75)	P4(1)	P5(1,25)	P6(1,5)
Ш	59,75 _{-0,02}	59,5 _{-0,02}	59,25 _{-0,02}	59,0 _{-0,02}	58,75 _{-0,02}	58,5 _{-0,02}
К	69,75 _{-0,02}	69,5 _{-0,02}	69,25 _{-0,02}	69,0 _{-0,02}	68,75 _{-0,02}	68,5 _{-0,02}

Таблиця 2 – Режими обробки вала ГАЗ-53 на шліфувальному верстаті 3Д4230

Марка шліфувального круга	Оберти шліф. круга	Оберти вала	Поздовжня подача	Радіус кривошипа	Зміщення противаг
ПП 900×33×305 24А 40 СМ 35 м/с					

Таблиця 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 4 – Основні параметри, що характеризують якість шліфування колінчастого валу

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 валу	0,05	0,2

Оформлення звіту

В звіті навести номер, назву і мету практичної роботи, короткі відомості про методи відновлення працездатності шийок колінчастого валу, характеристики навантаження та обладнання для шліфування колінчастого валу, схеми базування та встановлення колінчастого вала при шліфуванні корінних та шатунних шийок, порядок виконання роботи, результати дефектування колінчастого валу у вигляді таблиць 2 і 3 та 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 ЗД4230 для перешліфовування колінчастих валів ?

5. По яким параметрам контролюється якість шліфування колінчастого вала?
6. В чому призначення противаг?
7. Як визначається радіус кривошипу колінчастого вала?
8. Який інструмент застосовується при шліфуванні колінчастого вала?
9. За допомогою яких пристосувань та приладів проводиться виставлення та вивірення по вісі 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 практичної 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. 1.

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

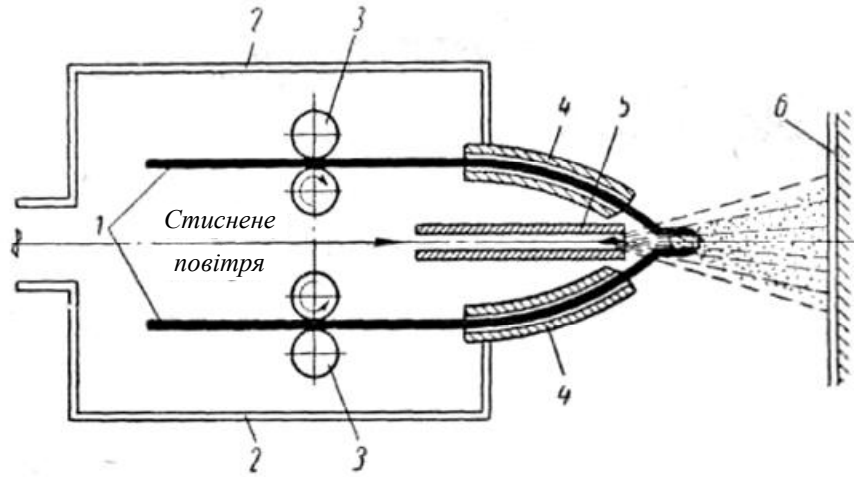


Рисунок 1 – Схема процесу електродугового напилення:

1 – електродні дроти ; 2 – кабелі подачі струму; 3 – механізм подачі дротів;
4 – наконечники для дроту; 5 – повітряне сопло; 6 – деталь що напиляється.

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

Друга стадія включає нагрівання дротових 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 дротових 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 дротових електродів, що горять в струмені стисненого газу, що витікає з великою швидкістю. Через це дуга обривається, а після деякого зближення електродів загорається 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 вісі 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 порожнини заповнені газом, кількість якого визначає пористість 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 $d_c=4...6$ 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 ω 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 $\omega=30^\circ$.

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 4500 °С) 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 $G_p=2...50$ кг/год. Суттєво впливає також довжина вильоту дроту з контактного пристосування L_v . 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_v , тиск оточуючого середовища P_c , діаметр плями напилення d_n , швидкість переміщення плями Y_p , величина перекриття напилених проходів L_p та інші (рис. 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 N до загальних затрат енергії W_3 :

$$n = \frac{N}{W_3}, \quad (1)$$

де n - енергетичний ККД процесу розпилення.

Ефективний ККД 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 2.)



Рисунок 2 – Камера абразивно-струменевої 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.), складається з наступних вузлів та агрегатів: камера вертикальна, механізм вертикального переміщення апарату напилення (рис. 4), пульт керування, апарат дугового напилення, стіл поворотний, системи забезпечення повітрям, джерела струму, електрообладнання та аспіраційного устаткування.



Рисунок 3 – Установка електродугового напилення:

1 – камера вертикальна, 2 – механізм переміщення апарату напилення, 3 – пульт керування, 4 – апарат дугового напилення, 5 – стіл поворотний; 6 – система забезпечення повітрям, 7 – джерело струму.

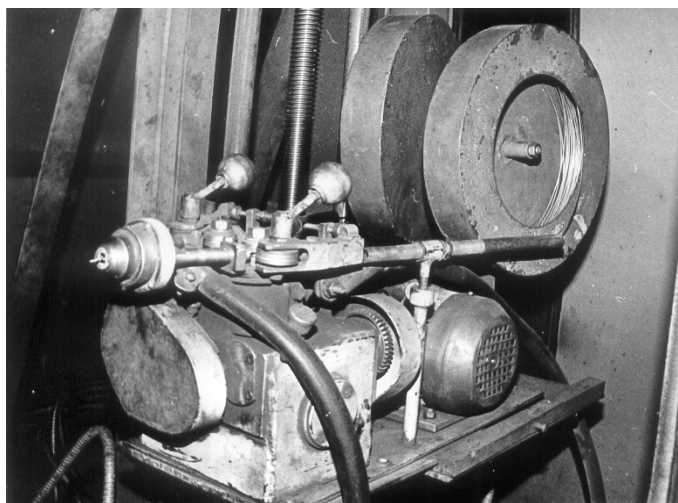


Рисунок 4 - Апарат дугового напилення: 1 – розпилюючі головки, 2 – плита, 3 – корпус, 4 – система подачі дроту, 5 – штативи для касет з дротом, 6 – привід.

Вертикальна камера являє собою відносно герметичний корпус, що складається з металевого каркаса з обшивкою. В корпусі обладнано двоє дверей з оглядовими вікнами, що захишені 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 боковий 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 план-шайбі. 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 гвинт та направляючі каретки. Каретка переміщується по направляючих за допомогою котків. До каретки кріпиться установочна плита апарату напилення. Приводом служить електродвигун та черв'ячний редуктор. Вал редуктора з'єднаний з ходовим гвинтом. Швидкість переміщення апарату становить 0,5 м/хв.

Система стисненого повітря складається з компресора продуктивністю 5 м³ 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 м³ 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.

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

Компоновка ділянки відновлення колінчастих валів показано на рис. 5.

Технологічний процес відновлення колінчастого вала складається з слідуєчих 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).

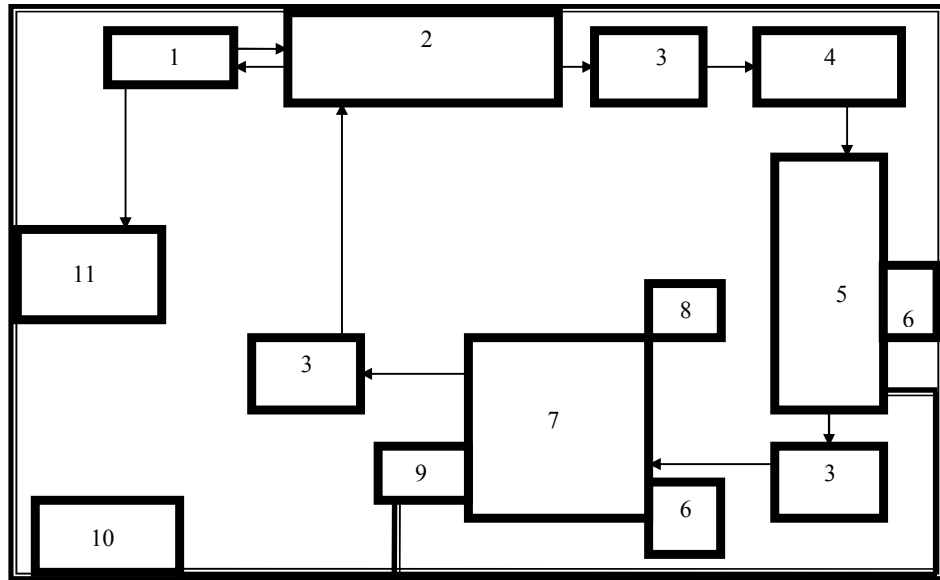


Рисунок 5 – Компоновка обладнання дільниці відновлення колінчастих валів: 1 – стіл для дефектування деталей; 2 – спеціалізований верстат для перешліфовки колінчастих валів; 3 – верстат слюсарний; 4 – камера для очищення і знежирення деталей; 5 – камера абразивно-струменевої обробки; 6 – система очищення 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.

2. Попереднє шліфування. Корінні та шатунні шийки вала шліфуються на 0,5 мм нижче останнього ремонтного розміру. Обробка проводиться на спеціальному круглошліфувальному верстаті 3Д4230 шліфувальним кругом ПП 900×33×305 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 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. 6) . Напилення проводиться не пізніше ніж за 2 години після абразивно-струменевої обробки. Обробка проводиться в металізаційній вертикальній камері в режимах: U-36 В, I – 200-220 А, дистанція - 110 мм., V деталі - 36 об/хв, P – 0,1МПа, товщина шару - 1мм.

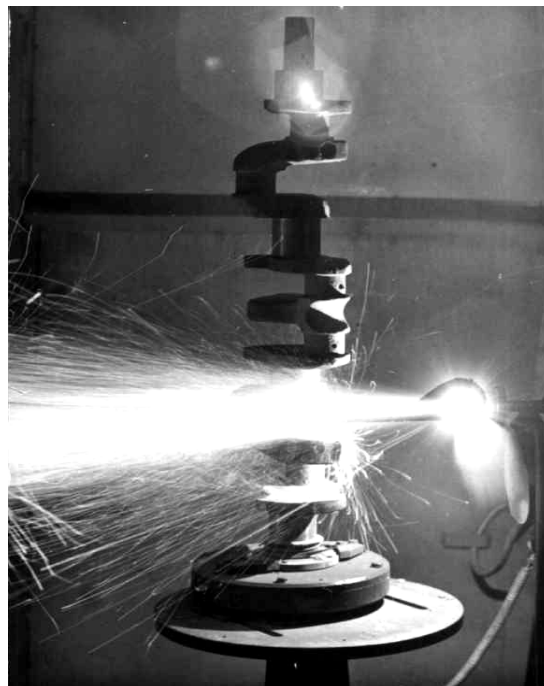


Рисунок 6 - Процес дугового напилення колінчатого вала.

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

9. Слюсарна обробка. Щоки вала очищуються від залишків напilenня та фарби за допомогою щітки металеві РСТ 1454-71, зубила 2810-0218 Н12×1 (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 напilenня. 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. 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).

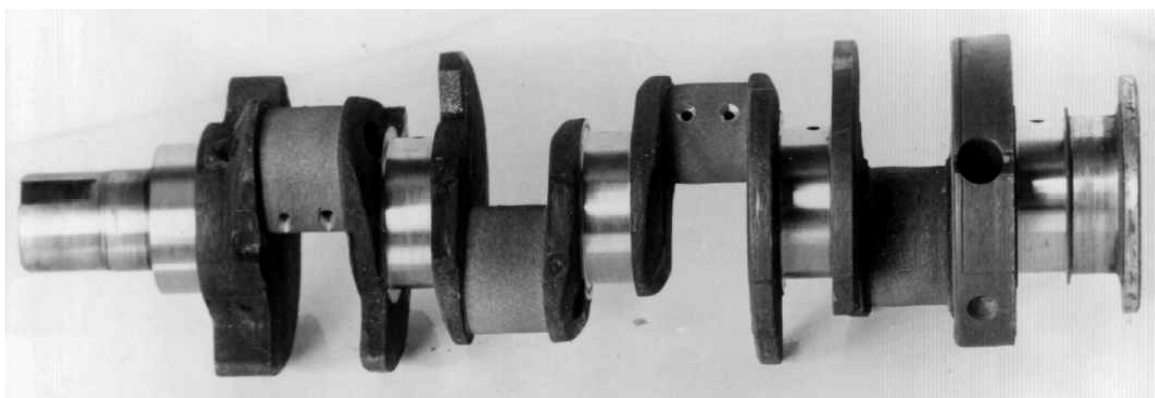


Рисунок 7 – Напилений колінчастий вал з шліфованими корінними шийками.

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.

1. Провести напилення колінчастого валу згідно приведеного вище, технологічного процесу.
2. Перевірити якість виконання робіт по зазначеним технологічним параметрам.
3. Зробити відповідні висновки.
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 згоряння та вибір методів для відновлення

Мета: Вивчити обладнання, прилади, пристрої, інструмент для дефектування шатуна двигуна внутрішнього згоряння 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. 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.

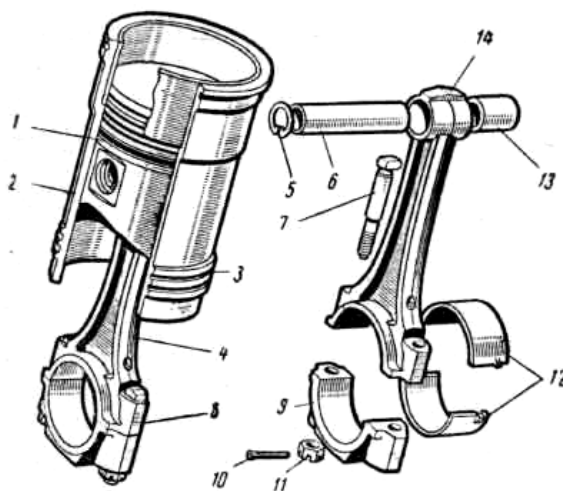


Рисунок 1 - Шатунно-поршнева група в зборі з гільзою циліндра та елементи конструкції шатуна: 1 – поршень; 2 – гільза циліндра; 3 – гумові кільця ущільнювачів; 4 – стрижень шатуна; 5 – замочне кільце; 6 – поршневий палець; 7 – шатунний болт; 8 – нижня головка шатуна; 9 – кришка нижньої головки шатуна,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

Стрижень шатуна, через схильність до згинання частіше всього має двотавровий перетин, але застосовують іноді хрестоподібні, круглі, трубчасті і інші профілі (рис. 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.

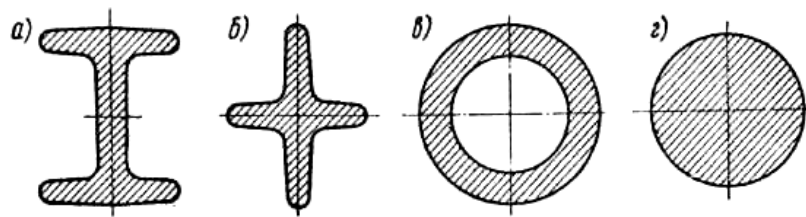


Рисунок 2 – Профілі стрижня шатуна:

а) двотавровий; б) хрестоподібний; в) трубчастий; г) круглий.

Втулки верхньої головки шатунів мащуються розбризкуванням або під тиском. В автомобільних двигунах широке розповсюдження отримало мащення розбризкуванням. 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.

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. 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.

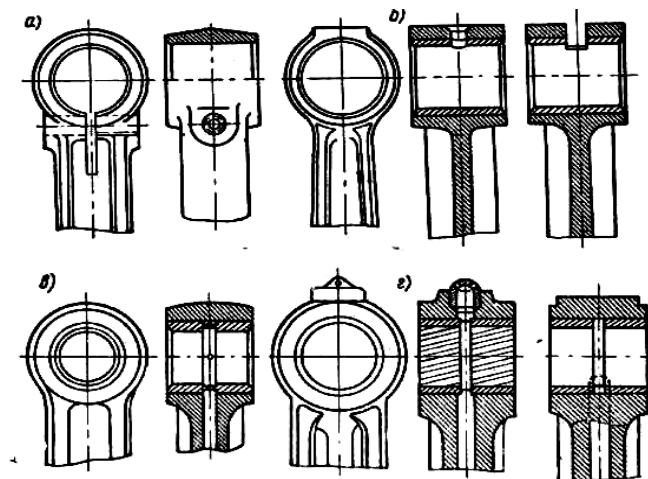


Рисунок 3 – Верхня головка шатуна.

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, ЗИЛ-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. Основна її викована спільно із стрижнем 4, а відокремлена половина 9, звана кришкою нижньої головки, або просто кришкою шатуна, скріплюється 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), 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.

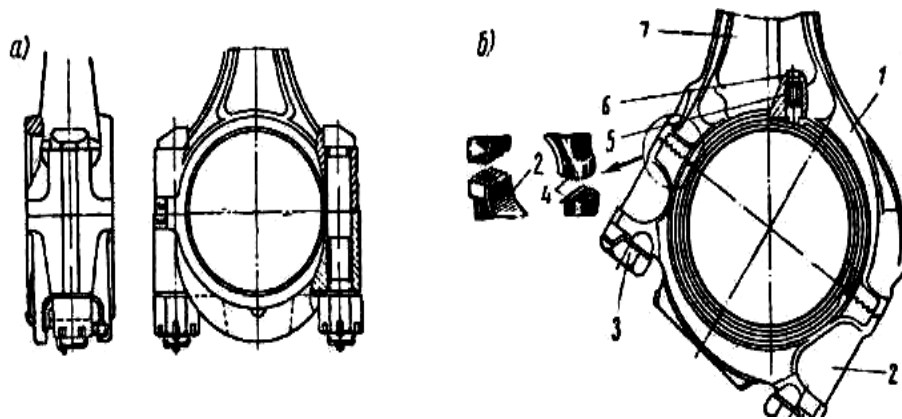


Рисунок 4 – Нижня головка шатуна: а) з прямим роз'ємом, б) з косим роз'ємом: 1 – половина головки, виковувана спільно із стрижнем; 7, 2 – кришка головки, 3 – болт шатуна, 4 – трикутні шліці, 5 – втулочка з отвором, що калібрується, 6 – канал в стрижні для підведення масла до поршневого пальця.

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 монтажно-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 б).

Площину косо́го 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 шліцами, 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 проходу шатунних болтів. Затягування шатунних болтів строго нормується і контролюється за допомогою спеціальних динамометричних ключів. Так, в двигунах ЗМЗ-66, ЗМЗ-21 момент затягування складає $6,8 \dots 7,5$ кГм ($68 \dots 75$ Н·м), в двигуні ЗІЛ – $7 \dots 8$ кГм ($70 \dots 80$ НМ), а в двигунах ЯМЗ $16 \dots 18$ кГм ($160 \dots 180$ Н·м). Після затягування корончаті гайки ретельно шплінтуються, 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'яні 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 мало сур'мянистий 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 високо олов'янистий алюмінієвий сплав, що містить 20 % олова, 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 БрС-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, оберігаючі підшипники від руйнування.

Дефекти та ремонт шатуна.

Для проведення лабораторної роботи використовуємо шатун автомобіля КамАЗ.

Ремонт шатуна починають з перевірки вигину і скручування на контрольному пристосуванні з індикаторними головками (рис. 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.

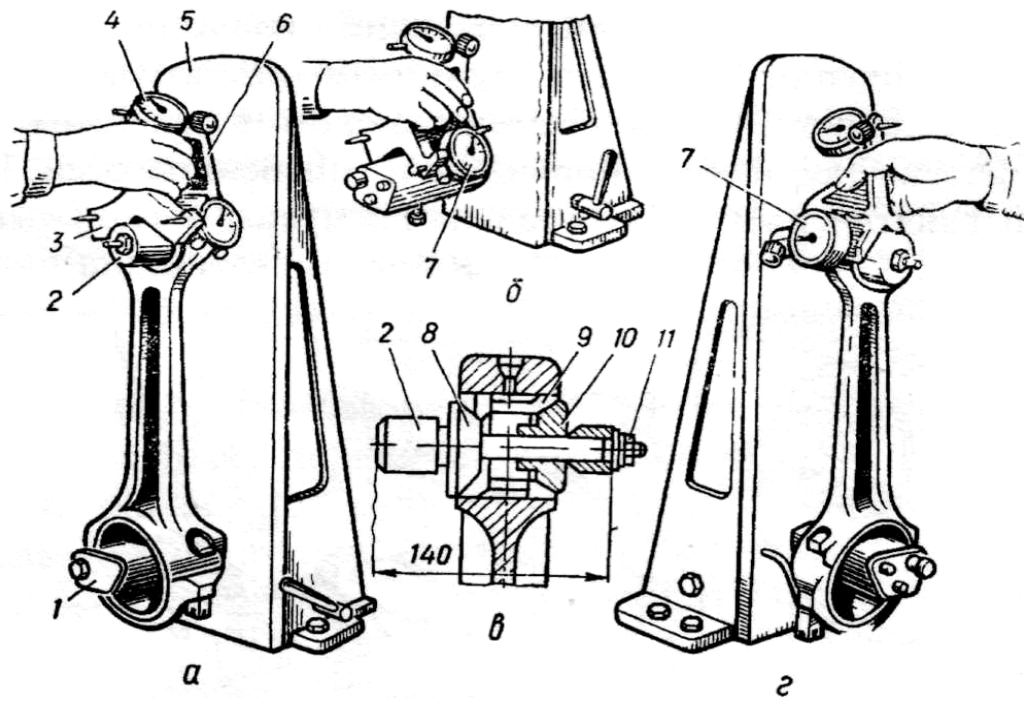


Рисунок 5 – Будова пристрою КИ-724 для перевірки шатуна на згин і скрученість:
 а – перевірка шатуна на згин, б – встановлення індикаторів, в – встановлення розтискної оправки, г – перевірка шатуна на скрученість, 1 – оправка, 2 – розтискна оправка, 3 – призма, 4, 7 – індикатори, 5 – плита, 6 – упор, 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 остальною, 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 $45 \times 3 \times 3 \times 2 \times 22$ 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 1.

Таблиця 1 – Дефекти шатуна автомобіля КамАЗ

Назва деталі або складальної одиниці				Позначення		
Шатун в зборі				740.1004045		
№ по каталогу	Назва			Матеріал	Твердість	
740.1004050 740.1004055	Шатун Кришка шатуна Втулка верхньої головки шатуна			Сталь40ХН2МА Сталь40ХН2МА БронзаБрОС-10-10	НВ 254-285 НВ 254-285 НВ 70	
№ дефекта	Позначення	Можливий дефект	Номінальний	Розміри,мм		Спосіб ремонту
				Гранично допустимий		
				без ремонту	для ремонту	
1		Тріщини чи зломи на шатуні і кришці	-	-	-	Бракувати
2	В	Окремі впадини розміром до 2мм., риси на площині роз'ємну шатуна та кришки	-	-	-	Зачистити
3		Згин та скручування: а) непаралельність вісі отворів під втулку верхньої головки на довжині 100 мм (ЕІ)	0,04	0,06	не більше 0,6	Правити
		б) відхилення вісі отворів під втулку верхньої і нижньої головки на довжині 100 мм (ЕІ)	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 осталоювання шліфують отвори на внутрішньо - шліфувальному верстаті, використовуючи шліфувальний круг П В 70×60×20 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.

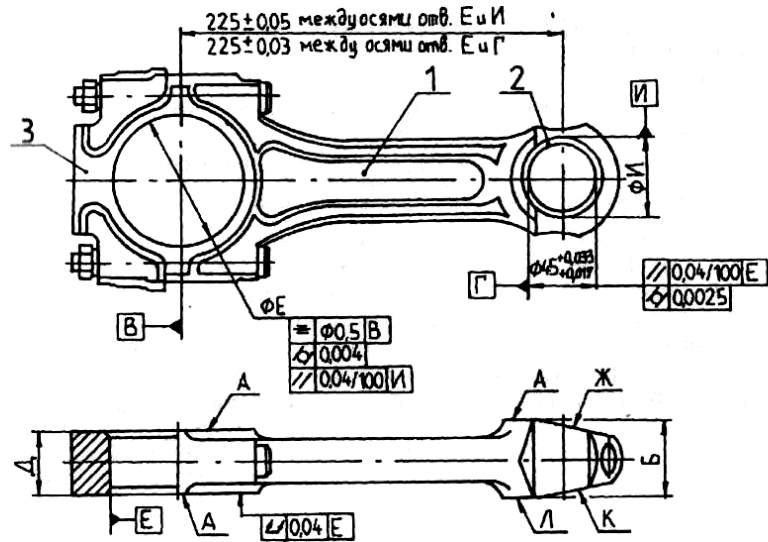


Рисунок 6 – Ремонтне креслення шатуна в зборі:
1 – корпус; 2 – втулка; 3 – кришка шатуна.

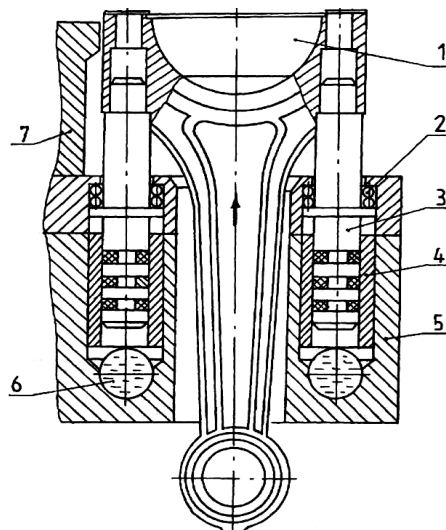


Рисунок 7 – Пристосування з гідрозатискувачем для фрезерування площин роз'єму шатунів і кришок: 1 – сектор, 2 – пружина, 3 – плунжер, 4 – втулка, 5 – корпус, 6 – робоча рідина, 7 – направляюча.

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. 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 И. Крім того, на ділянках поверхні отвору нижньої головки, прилеглих до площини роз'єму, при розточуванні залишаються не оброблені місця.

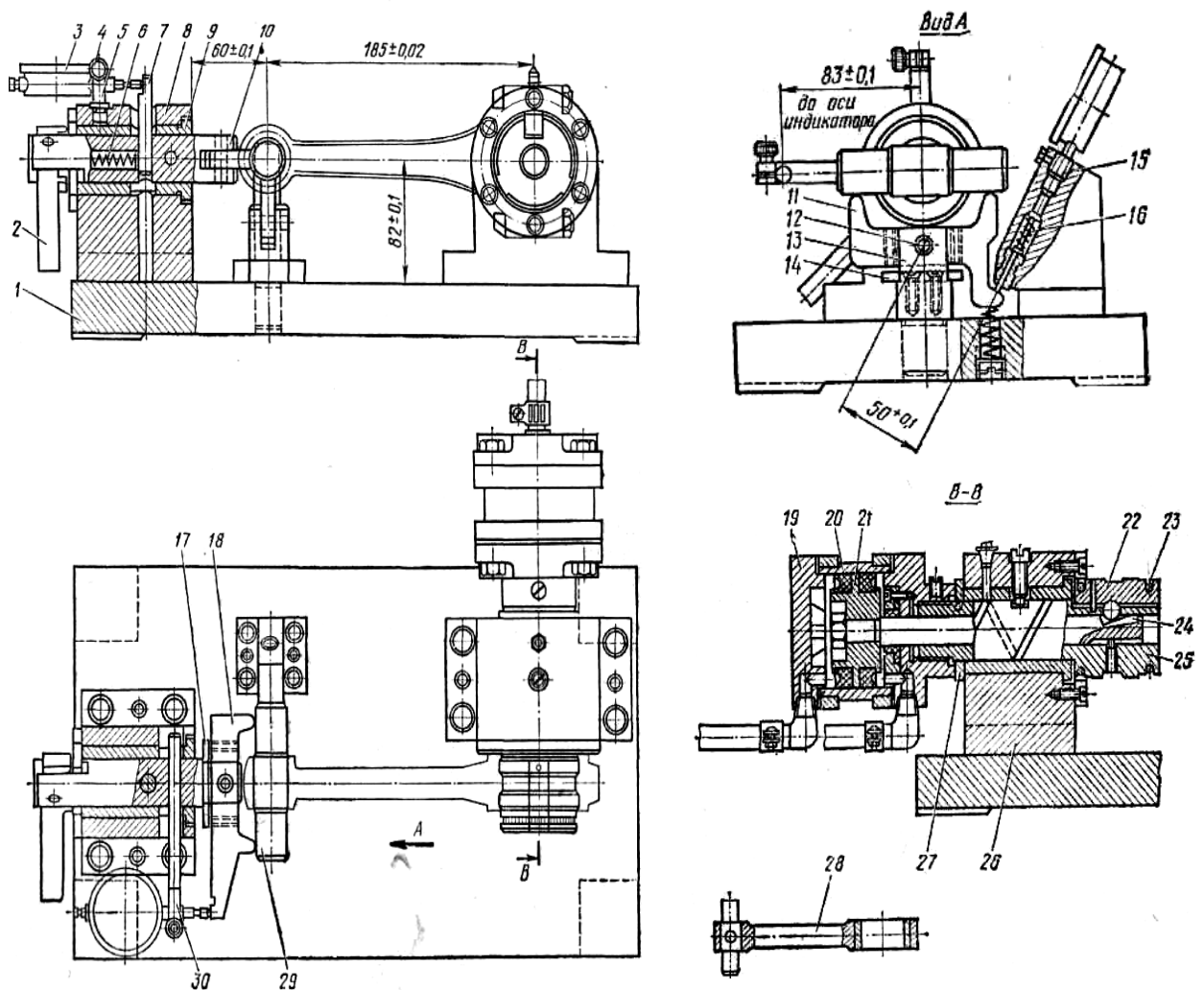


Рисунок 8 – Пристосування для перевірки геометричних параметрів шатуна:
 1 – плита; 2 – відведення; 3 – індикатор; 4 – гвинт; 5, 15, 26 – стійки; 6 – пружина;
 7, 13, 17 – планка; 19 – кришка; 20 – циліндр; 21 – поршень; 22 – сухар;
 23 – кулька; 24 – шток; 25 – пальці; 8 – корпус; 9 – втулка; 10 – плунжер;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

Порядок виконання роботи.

1. Провести дефектування шатуна згідно таблиці 1.
2. Результати дефектування зазначити в таблиці 2.

Таблиця 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			
			Номинальний	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 вісі отворів під втулку верхньої головки на довжині 100 мм (ЕИ)	0,04			
		б) відхилення вісі отворів під втулку верхньої і нижньої головки на довжині 100 мм (ЕИ)	0,08			
4	Л	Зношування верхньої головки шатуна по ширині	Розмір Б 44 _{-0,062}			
5		Зменшення відстані між вісями верхньої і нижньої головок И 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 _{-0,075} _{-0,115}			

3. Зазначити в таблиці 2 вибрані способи відновлення.
4. Провести детальне вивчення відновлення дефекту 8 Е:
 - 4.1. Вивчити будову та принципи роботи верстатів, пристосувань, інструменту та вимірювальних приладів.
 - 4.2. Перевірити якість відновлення деталі.
5. Зробити відповідні висновки.
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 згорання та методи, що застосовується при його відновленні.

Зміст роботи: В процесі виконання лабораторної роботи необхідно провести дефектування розподільчого вала двигуна внутрішнього згорання, 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. 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. 1.

Методи відновлення вала. Центрові фаски валу 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 бормашини марки И-54А з гнучким валом. Пошкоджене різблення М30х2 кл. 1 проганяють плашкою; забоїни і заусенці на шестерні приводу масляного насоса зачищають напилком.

Зношені шийки шліфують до одного з ремонтних розмірів на круглошлифовальному верстаті моделі 3161 шліфувальним кругом 750×33×305 марки Е (46...60) СМ, - СМ2К. Після шліфування шийки полірують абразивною стрічкою ЕБ (5...3) зернистістю 220 або пастою ГОИ № 10. Овальність і конусність шийок повинні бути не більше 0,01 мм.

При необхідності опорні шийки розподільного валу, що вийшли з ремонтних розмірів, можна відновлювати остальюванням.

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 остальюванням 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 600×20×305.

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 ГОИ № 10; шорсткість поверхні повинна відповідати Ra 0,5.

При великому зносі (висота профілю кулачка менше 5,8 мм) вершину кулачка наплавляють сормайтотом № 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. Остаточну кулачки обробляють на копіювально-шліфувальному верстаті.

Зношену шийку розподільної шестерні відновлюють хромуванням або сталюванням. Перед гальванічним покриттям шийку шліфують до діаметра 29,8 мм на довжині 32 мм. Після нарощення до $\text{Ø} 31,2$ мм шийку повторно шліфують.

Зношену канавку шпонки заварюють постійним струмом зворотної полярності, використовуючи електрод УОНИ 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 12 мм і глибиною $6,5 + 0,2$ мм.

При зносі більше двох ниток різьблення М30×2 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.

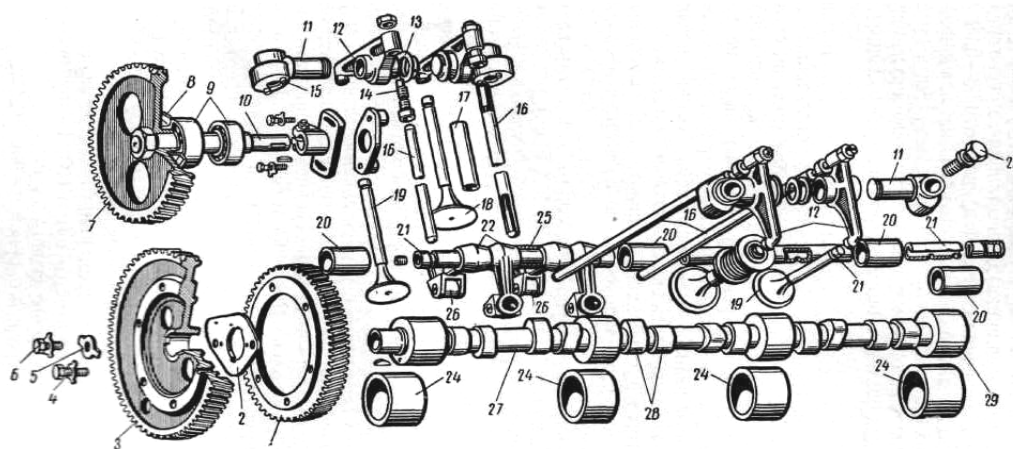


Рисунок 1 - Деталі газорозподільного механізму двигуна: 1 – привідна шестерня приводу паливного насоса; 2 – притисний фланець розподільного валу; 3 – шестерня розподільного валу; 4, 6, 23 – болти; 5 – замкова шайба; 7 – відома шестерня приводу паливного насоса; 8 – фланець; 9 – шарикопідшипники; 10 – 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 вісі штовхачів; 21 – вісь штовхачів; 22 – штовхачі; 24 – підшипники(втулки) розподільчого валу; 25 – втулка штовхача; 26 – ролики; 27 – розподільчий вал; 28 – кулачки; 29 – опорна шийка валу

Режим наплавлення.

Сила струму, А180...200

Напруга, В12...14

Частота обертання розподільного валу, об/хв.....4

Подача наплавлювального дроту, мм/об2,5

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 $0,30 L_0$; 28 мм, знімають фаску $1 \times 45^\circ$ і нарізують різьблення $M30 \times 2$ кл. 1 на довжині 16 мм.

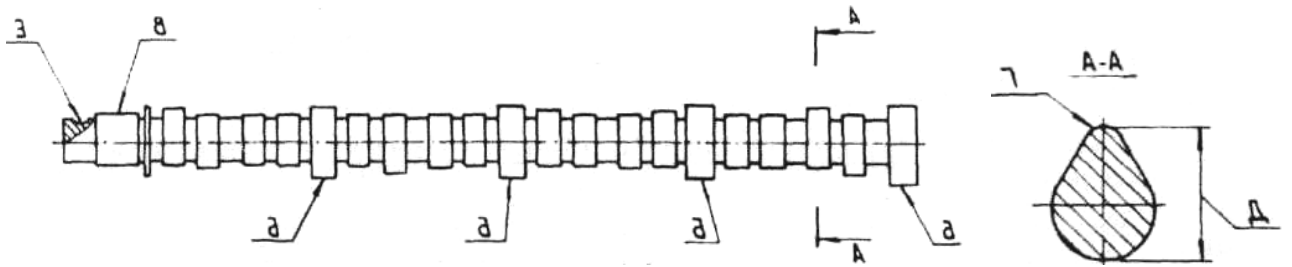


Рисунок 2 – Загальний вигляд та місця дефектів розподільчого валу КамАЗ.

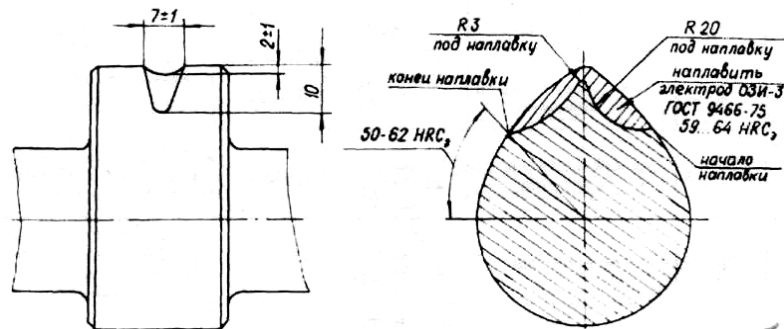


Рисунок 3 – Схема наплавки вала.

Дефекти розподільчого вала відображено в таблиці 1.

Таблиця 5.1 - Карта дефектації розподільчого валу 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 паз	$5_{-0,055}^{-0,010}$	5,01	Зварити, фрезерувати новий паз

Порядок виконання роботи.

1. Провести дефектування розподільчого вала згідно таблиці 1.
2. Результати дефектування зазначити в таблиці 2.

Таблиця 2 – Результати дефектування розподільчого вала.

№	Дефект	Розміри, мм			Вибраний спосіб ремонту
		номінальний	допустимий	фактичний	
1	Тріщини та зломи				
2	Знос проміжних опорних шийок	$54_{-0,105}^{-0,085}$	53,28		
3	Знос задньої опорної шийки	$42_{-0,07}^{-0,05}$	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	$5_{-0,055}^{-0,010}$	5,01		

3. Зазначити в таблиці 5.2 вибрані способи відновлення.
4. Провести детальне вивчення відновлення дефекту 4 ГД:
 - 4.1. Вивчити будову та принципи роботи верстатів, пристосувань, інструменту та вимірювальних приладів.
 - 4.2. Перевірити якість відновлення деталі.
5. Зробити відповідні висновки.
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 вимірjuвальними 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 виконуваної 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 багатошпindelних напівавтоматах.

Характеристика верстата 2А78Н. Верстат 2А78Н (рис. 1) призначений для тонкого розточування гільз циліндрів автотракторних двигунів.

Верстат включає наступні вузли: станина 1, колона 2, бабка шпindelна 3, шпindel 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. Усередині

станини розташовуються електродвигуни. На правій стінці розташований ввідний вимикач, на передній - пульт управління верстатом.

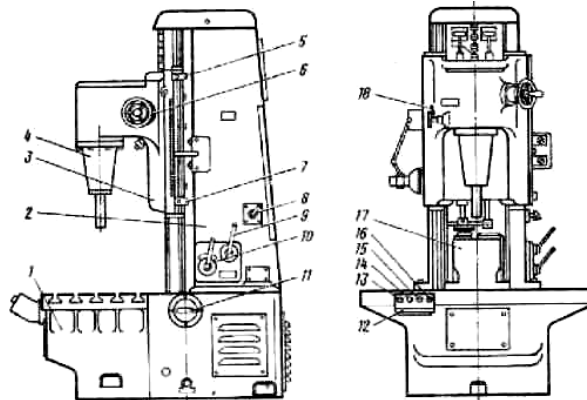


Рисунок 1 – Вузли і органи управління верстатом 2А78Н:

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 прискореного 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.

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. 1) електродвигуном головного приводу складає 12 різних швидкостей обертання шпинделя і чотири робочі подачі.

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

На верстаті встановлені два трифазних короткозамкнених асинхронних електродвигуна: 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. 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. 2 б) в гладкий отвір з мікрометричним гвинтом для установки вильоту різця з фіксуючою різьбовою пробкою. Ціна ділення лімба мікрометричного гвинта 0,02 мм.

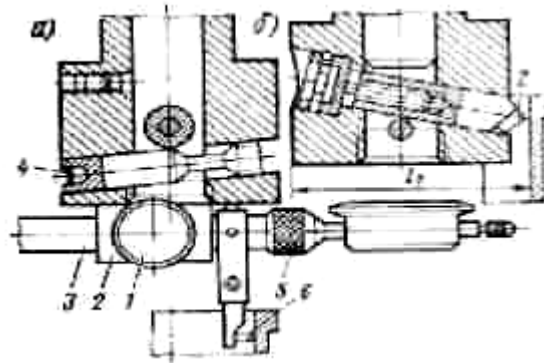


Рисунок 2 – Різцева головка верстата 2А78Н з пристосуваннями для центрування гільз (а) і установки різця (б)

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.

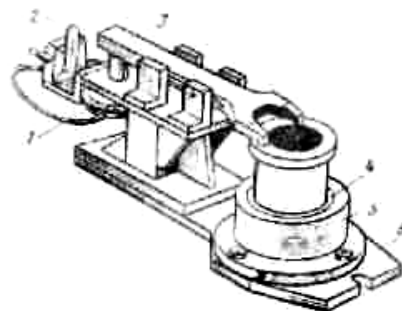


Рисунок 3 – Пристосування для установки і кріплення гільз.

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. 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:

$$l = \frac{d + D}{2}, \quad (1)$$

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 l , повертаючи його, центрують гільзу.

Відцентроване пристосування закріплюють на столі болтами і прихватами. Точність центрівки перевіряють за допомогою пристосування (див. рис. 2 а), колодка 2 якого угвинчується в торець різцевої головки шпинделя. Шпіндель повинен бути відключений від кінематичного ланцюга його приводу за допомогою рукоятки 18 (див. рис. 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 похибки центрування. При необхідності проводять коректування положення гільзи.

Виліт l_1 різця (див. рис. 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:

$$l_1 = \frac{d + D_1}{2}, \quad (2)$$

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.

Режим різання при розточуванні (табл. 1). Режим різання повинен забезпечити виконання вимог креслення (по шорсткості поверхні, точності розміру, форми і розташування), найвищу продуктивність і мінімальну собівартість роботи.

Таблиця 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.

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.

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.

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.

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

5. Визначити припуск на розточування.

Знайти максимальний розмір зношеного отвору – D_n .

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

$$a_{\text{розт}} = D_{pp} - D - a_x, \quad (3)$$

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

$a_x=0,03\dots0,05$ - припуск на хонінгування, мм.

Результати вимірювань і розрахунків записати в звіт (див. табл. 3.)

6. Спроекувати розточувальну операцію.

З'ясувати технічні вимоги до відновленої гільзи циліндра.

Підібрати устаткування, пристосування, ріжучий 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_T , 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:

$$n_p = \frac{1000V_T}{\pi D}, \quad (4)$$

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:

$$L_{p.x} = L + L_1 + L_2, \quad (5)$$

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.:

$$t_M = \frac{L_{p.x}}{n_\Phi \cdot S_\Phi}, \quad (6)$$

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

7. Встановити гільзу циліндра на столі верстата.

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

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.

9. Розточити гільзу циліндра (циліндр блоку).

Підготуватися до хронометражу машинного часу.

Включити ввідний вимикач 11 (рис. 1), натиснути кнопку «Пуск», засікти час початку точіння, спостерігати за роботою механізмів верстата.

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

Бабку 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.

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.

11. Організаційно-технічне обслуговування робочого місця.

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

12. Занести результати дані в операційну карту.

13. Зробити відповідні висновки.

14. Самостійно відповісти на контрольні питання.

Таблиця 2 – Варіанти завдань для виконання 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 3 – Операційна карта-звіт

Операційна карта розточування гільзи циліндра									
Максимальний розмір зношеного отвору - Dн.	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
Здобувач вищої освіти групи _____					ПІБ				

Таблиця 4 – Розміри гільз циліндрів D_{pp}

Розміри	Збільшення розміру	Індекс групи	Розмір отвору	Розміри	Збільшення розміру	Індекс групи	Розмір отвору
Номинальний	-	A	100,06–100,05	Другий ремонтний	1,0	Ж	101,06–101,05
		AA	100,05–100,04			ЖЖ	101,05–101,04
		Б	100,04–100,03			И	101,04–101,03
		ББ	160,03–100,02			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

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 оброблюваних 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.

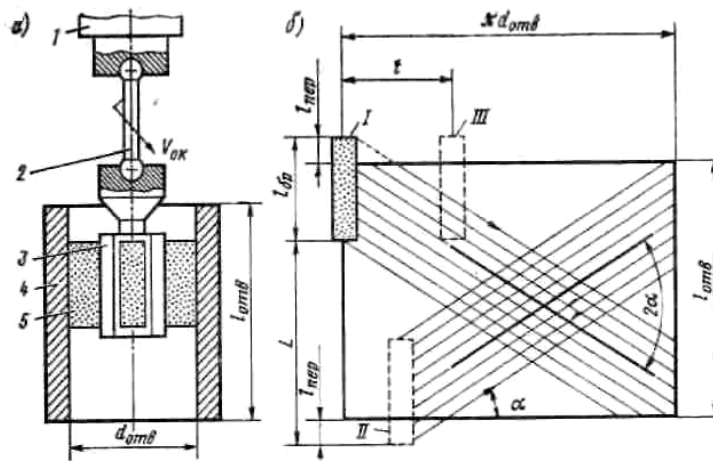


Рисунок 1 – Схема процесу хонінгування (а) і розгортка сітки слідів обробки (б):
 1 – шпіндель верстата; 2 – шарнірний пристрій; 3 – хонингувальна головка;
 4 – гільза; 5 – хонингувальний брусок; 2α – кут схрещування слідів; α - кут підйому сліду; I, II, III – послідовні положення бруска за один подвійний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

Хонингувальні бруски. Абразивний брусок характеризується видом абразивного матеріалу (64С), зернистістю (М20П), твердістю (С1), структурою (6), видом зв'язку (К5), класом (А), 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 1.

Таблиця 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 $l_{гр}$ - 100- 150	40-80	17-22	8-12	3-5
						30-50	10-15	3-5	5-8

Окружна швидкість обертання хонінгувальної головки, м/хв.:

$$V_{ок} = \frac{\pi D n}{1000}, \quad (1)$$

де D – діаметр оброблюваного отвору, мм;

n – частота обертання хонінгувальної головки, хв.

Швидкість зворотно-поступального руху головки, м/хв.:

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

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:

$$\lambda = \frac{V_{ок}}{V_{з.п}}, \quad (3)$$

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

Верстат хонінгувальний ЗГ833 (рис. 2) призначений для хонінгування отворів в гільзах автотракторних двигунів.

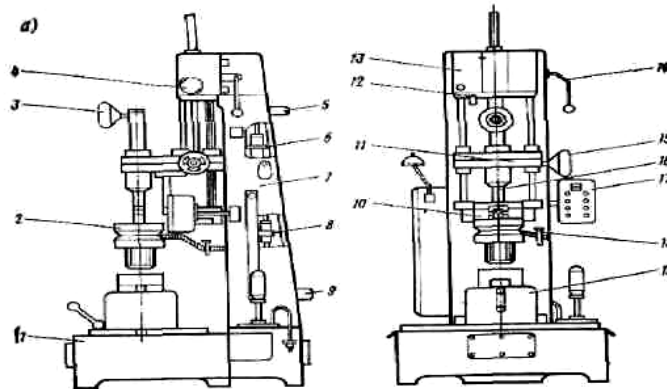


Рисунок 2 – Хонінгувальний станок ЗГ833: а - пристрій: 1 – станина; 2 – шпindelь; 3 – маховик механізму розтиску хону; 4 – кулачки регулювання ходу повзуна; 5 – електродвигун зворотно-поступальної ходи шпинделя; 6 – привід зворотно-поступальної ходи хонінгувальної головки; 7 – колона; 8 – привід обертання шпинделя; 9 – електродвигун приводу обертання шпинделя; 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 шпинделя, привід зворотно-поступального руху хонінгувальної головки, пульт управління (див. рис. 2 б).

Редуктор передає обертання на приймальну шестерню повзуна через шліцьовий вал. Основні деталі його: ведучий вал-шестерня із закріпленням 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:

$$P = P_o \cdot l_{бр} \cdot B \cdot n \cdot \text{tg}(\varphi + \theta), \quad (4)$$

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

$l_{бр}$ – довжина бруска, см;

B – ширина бруска, см;

n – число брусків;

φ – кут конуса розтиску, град;

θ – кут тертя, град; $\theta=6^\circ$.

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. 2 а) механізм розтиску хону за годинниковою стрілкою стиснути бруски.

Перемикач режимів поставити в положення «Введення хону».

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

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 «Шпindel - пуск» (відбувається обертальний і зворотно-поступальний рух хонінгувальної головки).

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

Після закінчення часу хонінгування натиснути кнопку «Шпindel - стоп», а потім кнопку «Кінець циклу». Електродвигун 9 приводу шпинделя 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

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.

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.

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, характеристику ріжучого інструменту.

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.

5. Визначити припуск на хонінгування.

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

$$a_x = D_{pp} - D, \quad (5)$$

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

6. Спроекувати хонінгувальну 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

$$l_{бр} = \left(\frac{1}{3} - \frac{3}{4} \right) \cdot l_{отв}, \quad (6)$$

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:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_{ок}}{\pi D}. \quad (7)$$

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

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. 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.

8. Підготувати дані для наладки.

Допустима погрішність центрівки 5 мм.

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

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 шпинделя.

Величину зусилля стиснення пружини знайти на шкалі механізму розтиску.

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

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

9. Визначити машинний час хонінгування:

$$t_M = \frac{n_1}{n_2}, \quad (8)$$

де n_1 – число подвійних ходів, необхідне для зняття припуску.

$$n_1 = \frac{a_x}{b},$$

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 шпинделя в 1 хв.

$$n_2 = \frac{1000 \cdot V_{\text{зпф}}}{2L}.$$

10. Провести наладку верстата.

Встановити і закріпити бруски в колодках хонінгувальної головки.

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

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

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

Встановити у відповідне положення кулачки управління реверсом бабки шпинделя.

Встановити частоту обертання і швидкість зворотно - поступального руху.

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

Перевірити наявність мастила і ЗОР.

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

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

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).

13. Організаційно-технічне обслуговування робочого місця.

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

Підписати операційну карту-звіт.

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 2.

Таблиця 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

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

16. Зробити відповідні висновки.

17. Самостійно відповісти на контрольні питання.

Таблиця 3 – Операційна карта-звіт

Операційна карта хонінгування гільзи циліндра									
Технологічний параметр									
Числове значення									
Здобувач вищої освіти групи _____						ПІБ			

Оформлення звіту

В звіті навести номер, назву і мету практичного заняття, короткі відомості про метод хонінгування гільзи циліндрів, операції технологічного процесу та їх розрахунків, 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]

Питання для тестового контролю знань з дисципліни

Для чого призначені паливопроводи високого тиску?

- для з'єднання приладів живлення дизельного двигуна;
- для подачі палива від бака до фільтрів;
- для з'єднання паливного насоса низького тиску з паливним насосом високого тиску;
- для подачі палива від паливного насоса високого тиску до форсунок;
- всі відповіді вірні

Який тип паливного насоса високого тиску встановлений на двигуні КамАЗ?

- поршневий;
- шестерний;
- плунжерний;
- всі відповіді вірні;
- вірної відповіді немає

Коли починається уприскування палива в циліндр дизельного двигуна?

- коли плунжер починає стискати паливо;
- коли відкривається нагнітальний клапан ТНВД;
- коли піднімається голка розпилювача форсунок;
- всі відповіді вірні;
- вірної відповіді немає.

Автоматична муфта випередження уприскування палива призначена:

- для автоматичної зміни кута випередження уприскування залежно від цетанового числа палива;
- для автоматичної зміни кута випередження уприскування залежно від частоти обертання колінчастого вала;
- для автоматичної зміни кута випередження уприскування залежно навантаження на двигун;
- всі відповіді вірні;
- вірної відповіді немає.

Яким чином, у міру витрачання палива, в баку підтримується атмосферний тиск?

- у бак поступає повітря через зазор між кришкою і горловиною;
- у бак поступає повітря через трубку-сапун;
- у бак поступає повітря через клапан в кришці;
- всі відповіді вірні;
- вірної відповіді немає.

Що примушує переміщатися до кулачкового валу плунжер паливного насоса високого тиску?

- тиск палива;
- кулачковий вал;
- пружина;
- всі відповіді вірні;
- вірної відповіді немає.

Для чого призначені зливні трубопроводи системи живлення дизельного двигуна?

- для передачі палива на інший автомобіль;
- для зливу в бак невикористане паливо з ТНВД;
- для зливу брудного палива з фільтру-відстійника;
- всі відповіді вірні;
- вірної відповіді немає.

Яке призначення форсунки?

- регулює кут випередження уприскування палива;
- регулює циклову подачу палива;
- розпилює паливо під високим тиском в камері згорання;
- всі відповіді вірні;
- вірної відповіді немає.

Як поступає паливо з бака до карбюратора?

- по паливопроводу, самоплив;
- по паливопроводу, за допомогою паливного насоса;
- подається паливним насосом високого тиску;
- всі відповіді вірні;
- вірної відповіді немає.

Як поступає паливо з поплавцевої камери карбюратора в камеру змішувача?

- самоплив;
- нагнітається паливним насосом;
- під дією розрідження в дифузорі;
- всі відповіді вірні;
- вірної відповіді немає.

Яка залежність між ступенем стиснення двигуна і вживаним бензином?

- чим вище ступінь стиснення двигуна, тим більше октанове число бензину;
- чим вище ступінь стиснення двигуна, тим менше октанове число бензину;
- такої залежності немає;
- всі відповіді вірні;
- вірної відповіді немає.

Яка кількість повітря необхідна для повного згорання 1 кг палива?

- залежно від марки палива 3-5 кг;

- 1,7 кг повітря;
- 14,7 кг повітря;
- всі відповіді вірні;
- вірної відповіді немає.

Що називається горючою сумішшю?

- суміш пари дрібнорозпиленого палива і повітря;
- суміш пари палива, повітря, відпрацьованих газів;
- суміш пари палива, повітря, картерних газів;
- всі відповіді вірні;
- вірної відповіді немає.

Чим регулюється надходження горючої суміші в циліндри двигуна?

- повітряною заслінкою;
- дросельною заслінкою;
- зміною рівня палива в поплавцевій камері;
- прискорювальним насосом карбюратора;
- всі відповіді вірні.

Який пристрій карбюратора забезпечує збагачення суміші при різкому відкритті дросельної заслінки?

- прискорювальний насос;
- економайзер;
- головна дозуюча система;
- всі відповіді вірні;
- вірної відповіді немає.

Які з вказаних причин приводять до пониження тиску масла в системі мащення?

- збільшення зазорів в підшипниках колінчастого вала;
- збільшення зазорів між гільзою і поршнем;
- негерметичність клапанів ГРМ;
- всі відповіді вірні;
- вірної відповіді немає.

Як обмежується максимальний тиск масла в системі мащення?

- зміною числа оборотів шестерень насоса;
- редукційним клапаном;
- зміною рівня масла в піддоні;
- всі відповіді вірні;
- вірної відповіді немає.

Як контролюється рівень масла в системі мащення двигуна?

- за свідченнями манометра тиску масла;
- за свідченнями датчика рівня масла;

- масломірним щупом при непрацюючому двигуні;
- всі відповіді вірні;
- вірної відповіді немає.

Яка система забезпечує видалення з піддону двигуна пари палива, конденсату і відпрацьованих газів?

- декомпресійна система;
- система вентиляції картера;
- система грязеуловлювачів;
- всі відповіді вірні;
- вірної відповіді немає.

Які насоси застосовують в двигунах для подачі масла під тиском до поверхонь механізмів, що труться?

- відцентрові насоси;
- роторні насоси;
- плунжерні насоси;
- шестеренчасті насоси;
- вірної відповіді немає.

Який пристрій системи охолодження забезпечує циркуляцію рідини, що охолоджує, в двигуні?

- радіатор;
- вентилятор;
- відцентровий насос;
- клапан-термостат;
- відповіді немає.

Якого типу насос застосовують для примусової циркуляції рідини в системі охолодження?

- центробіжний;
- плунжерний;
- шестеренчастий;
- діафрагмений;
- вірної відповіді немає.

Для чого призначений штовхач ГРМ?

- для передачі зусилля від розподільного валу;
- для передачі зусилля від поршня;
- для повороту клапана навколо своєї осі;
- всі відповіді вірні;
- вірної відповіді немає.

Як кріпиться тарілка пружини клапана до стрижня клапана?

- установочним штифтом;
- при допомозі різьблення;
- контактною зваркою;
- сухариками;
- вірної відповіді немає.

Як відрізнити впускний клапан від випускного одного двигуна?

- по довжині стрижня клапана;
- по діаметру тарілки клапана;
- по маркуванні;
- всі відповіді вірні;
- вірної відповіді немає.

Яка частота обертання розподільчого валу в порівнянні з колінчастим валом на чотиритактному двигуні?

- обертається в 2 рази швидше за колінчастий вал;
- обертається з такою ж швидкістю як колінчастий вал;
- обертається у 2 рази повільніше за колінчастий вал;
- обертається незалежно від колінчастого вала;
- вірної відповіді немає.

Штанга передає зусилля від штовхача до коромисла. Чи може конструкція ГРМ обходитися без штанг?

- не можуть, оскільки такий механізм не зможе працювати;
- може, в ГРМ з нижнім розташуванням клапанів;
- можуть в ГРМ з верхнім розташуванням клапанів і розподільного валу;
- всі відповіді вірні;
- вірної відповіді немає.

Скільки опорних шийок має розподільний вал двигуна?

- у 2 рази менше корінних шийок колінчастого валу;
- в 2 рази менше шатунних шийок колінчастого валу;
- така ж кількість, як і шатунних шийок колінчастого валу;
- така ж кількість, як і корінних шийок колінчастого валу;
- вірної відповіді немає.

Що забезпечує герметичність сполучень клапан-сідло клапана?

- їх зенкування і притирання по місцю пастами;
- підгонка по місцю із застосуванням ущільнювачів;
- установка самопіджимних манжет;
- всі відповіді вірні;
- вірної відповіді немає.

Для чого передбачені теплові зазори в ГРМ?

- для запобігання руйнуванню коромисел і штовхачів;
- для виключення нещільного закриття клапанів;
- для зменшення зносу направляючих клапанів і штовхачів;
- всі відповіді вірні;
- вірної відповіді немає.

Яка кількість сухарів необхідна для кріплення тарілки пружини із стрижнем клапана?

- один;
- два;
- три;
- чотири;
- вірної відповіді немає.

Як впливає наявність нагари на фасках клапанів на їх охолодження?

- не відбивається;
- покращує охолодження;
- погіршує охолодження;
- всі відповіді вірні;
- вірної відповіді немає.

З яких матеріалів виготовляють блок-картер сучасного двигуна?

- з легованої сталі;
- з бронзи або латуні;
- з чавуну або алюмінієвих сплавів;
- всі відповіді вірні;
- вірної відповіді немає.

Чим закривається блок-картер двигуна зверху і знизу?

- зверху і знизу спеціальними кожухами;
- зверху кришкою циліндрів, знизу кожухом маховика;
- зверху кришкою циліндрів, знизу піддоном картера;
- всі відповіді вірні;
- вірної відповіді немає.

Для чого призначений блок-картер?

- для розміщення і кріплення основних механізмів і систем двигуна;
- для перетворення енергії згорілого палива на механічну енергію колінчастого валу;
- для зберігання і подачі масла в систему мащення двигуна і його охолодження;
- всі відповіді вірні;
- вірної відповіді немає.

Як закривається блок циліндрів на двигуні КамАЗ-740 зверху?

- двома головками з чавуну;
- кожен циліндр окремою головкою з алюмінієвого сплаву;
- двома головками з алюмінієвого сплаву;
- однією головкою з алюмінієвого сплаву;
- вірної відповіді немає.

За допомогою чого створюється герметичність між блоком і головкою циліндрів?

- ретельною обробкою поверхонь;
- сталасбестовою прокладкою;
- гумовими кільцями ущільнювачів;
- всі відповіді вірні;
- вірної відповіді немає.

Що означає вираз: «На двигуні встановлені мокрі гільзи»?

- гільза, внутрішня поверхня якої змащується маслом;
- гільза, зовнішня поверхня якої омивається рідиною, що охолоджує;
- гільза, яка охолоджується повітрям;
- всі відповіді вірні;
- вірної відповіді немає.

Що таке камера згорання?

- об'єм між днищем поршня і головкою циліндра, коли поршень знаходиться у ВМТ;
- весь об'єм розташований під поршнем;
- об'єм у якому відбуваються робочі процеси двигуна;
- всі відповіді вірні;
- вірної відповіді немає.

Як затягують болти або шпильки кріплення головок циліндрів?

- у такій послідовності як працює двигун із застосуванням подовжувача ключа;
- затягування проводять прикладаючи до ключа як можна більше зусилля;
- затягування проводять рівномірно в певній послідовності в 2-3 прийоми динамометричним ключем з певним зусиллям;
- всі відповіді вірні;
- вірної відповіді немає.

Яка деталь КШМ забезпечує необхідну форму камери згорання, герметичність внутрішньо-циліндрового простору і передає силу тиску газів на шатун?

- гільза циліндра;
- головка циліндра;
- поршень;

- всі відповіді вірні;
- вірної відповіді немає.

З якого матеріалу виготовляють поршні?

- з бронзового сплаву;
- з алюмінієвого сплаву;
- з сталі;
- з титану;
- вірної відповіді немає.

Яким способом фіксується поршневий палець в поршні?

- стопорними кільцями;
- стопорними штифтами;
- установочними болтами;
- всі відповіді вірні;
- вірної відповіді немає.

За призначенням поршневі кільця діляться на:

- ущільнюючі і маслосборні;
- компресійні і ущільнюючі;
- компресійні і маслосборні;
- ущільнюючі і стопорні;
- вірної відповіді немає.

Для підвищення зносостійкості деякі деталі КШМ піддають пористому хромуванню або напиленню молібденом. Які це деталі?

- поршні;
- поршневі пальці;
- гільзи циліндрів;
- компресійні кільця;
- вірної відповіді немає.

Скільки шатунів кріпиться на 1 шатунній шийці колінчастого вала 8-ми циліндрового V-подібного двигуна?

- один;
- два;
- чотири;
- вісім;
- вірної відповіді немає.

Рядний чотирициліндровий двигун має колінчастого вал на якому:

- 4 корінних і 4 шатунних шийок;
- 5 корінних і 4 шатунних шийок;
- 4 корінних і 5 шатунних шийок;

- 5 корінних і 5 шатунних шийок;
- вірної відповіді немає.

Для підвищення зносостійкості корінні і шатунні шийки колінчастого валу:

- виготовляють з маловуглецевої сталі і шийки наплавляють високоміцним сплавом;
- гартують ТВЧ на 3-4мм і шліфують;
- виготовляють з високоміцних титанових сплавів;
- всі відповіді вірні;
- вірної відповіді немає.

Якій технологічній операції з перерахованих, піддають колінчастий вал в зборі з маховиком?

- зважуванню для визначення центру тяжіння;
- фарбуванню і лакуванню для зменшення корозії;
- статичному і динамічному балансуванню;
- всі відповіді вірні;
- вірної відповіді немає.

Скільки точок кріплення двигуна до рами або кузова сучасного автомобіля?

- двигун кріпиться в одній точці спираючись на піддон;
- має 2 точки кріплення на блок-картері;
- 3,4,5 точок кріплення до рами залежно від моделі автомобіля;
- всі відповіді вірні;
- вірної відповіді немає.

Двигун призначений:

- для створення тягового зусилля на провідних колесах автомобіля;
- для перетворення зворотно-поступального руху поршня в обертальний рух колінчастого валу;
- для перетворення теплової енергії палива в механічну роботу;
- для перетворення хімічної енергії палива в теплову енергію;
- всі відповіді вірні.

Механізмом примусового обертання у двигуна автомобіля ЗИЛ-4331.10 забезпечуються клапани:

- впускні;
- випускні;
- обидва;
- термостата;
- правильної відповіді немає.

На 10 оборотів колінчастого валу в чотиритактному двигуні доводиться оборотів розподільчого валу:

- 5;
- 20;
- 10;
- 2,5;
- правильної відповіді немає.

Механізм газорозподілу призначений:

- для своєчасного впускання горючої суміші в циліндри і випуску з них відпрацьованих газів;
- для розподілу робочої суміші в циліндрах;
- для перерозподілу горючої суміші між циліндрами;
- для своєчасного випуску горючої суміші з циліндрів;
- вірної відповіді немає.

По циклу роботи автомобільні двигуни класифікуються на двигуни:

- з зовнішнім і внутрішнім сумішеутворенням;
- двотактні і чотиритактні;
- з примусовим займанням суміші і займанням від стиснення;
- всі відповіді вірні;
- вірної відповіді немає.

Повним об'ємом циліндра називається:

- сума робочого об'єму циліндра, об'єму камери згорання і впускних трубопроводів;
- сума робочого об'єму циліндра і об'єму камери згорання;
- різниця між робочим об'ємом циліндра і об'ємом камери згорання;
- сума робочого об'єму циліндра і впускних трубопроводів;
- вірної відповіді немає.

Вказати правильне визначення поняття «Ступінь стиснення»:

- відношення об'єму камери згорання до повного об'єму циліндра;
- відношення робочого об'єму циліндра до об'єму камери згорання;
- відношення повного об'єму циліндра до об'єму камери згорання;
- відношення об'єму камери згорання до робочого об'єму циліндра;
- правильної відповіді немає.

Ступінь стиснення вище у двигуна:

- карбюраторного;
- дизеля;
- газового;
- всі відповіді вірні;
- вірної відповіді немає.

У циліндрі карбюраторного двигуна утворюється тиск 1,0-1,2 МПа, а температура досягає 300-400 °С в кінці такту:

- робочого ходу;
- стиснення;
- випуску;
- впускання;
- вірної відповіді немає.

Тиск в циліндрі падає нижче атмосферного на такті:

- випуску;
- впускання;
- робочого ходу;
- стиснення;
- всі відповіді вірні;
- вірної відповіді немає.

Який з перерахованих двигунів є найбільш економічним:

- карбюраторний;
- дизель;
- газотурбінний;
- газодизельний;
- вірної відповіді немає.

До складу шатуново-поршневої групи входять:

- поршень, компресійні і маслорозподільні кільця, поршневий палець, шатун;
- поршень, поршневий палець, шатун, колінчастий вал;
- гільза циліндра, поршень з кільцями, поршневий палець, шатун;
- всі відповіді вірні;
- вірної відповіді немає.

Циліндри V-образного багаточиліндрового двигуна нумеруються:

- починаючи з лівого блоку, перший номер має циліндр, найближчий до вентилятора;
- починаючи з правого блоку, перший номер має циліндр, найближчий до вентилятора;
- починаючи з лівого блоку, перший номер має циліндр, найближчий до маховика;
- починаючи з правого блоку, перший номер має циліндр, найближчий до маховика;
- правильної відповіді немає.

Гільзи циліндрів від попадання води в картер на двигуні ЗИЛ-508 ущільнюються:

- гумовими кільцями;
- мідними кільцевими прокладками;
- двигун ЗИЛ-508 має сухі гільзи, що не вимагають ущільнення;
- паронітовими кільцевими прокладками;
- вірної відповіді немає.

Затягування болтів і гайок кріплення головок блоку двигуна проводиться на:

- прогрітому двигуні, рівномірно, в певній послідовності;
- холодному двигуні, рівномірно, в певній послідовності;
- гарячому двигуні, в довільній послідовності, але рівномірно;
- всі відповіді вірні;
- вірної відповіді немає.

Замки поршневих кілець слід встановлювати:

- в один бік;
- в різні боки;
- довільно;
- під кутом 450°;
- всі відповіді вірні;
- вірної відповіді немає.

Літраж двигуна це:

- сума робочих об'ємів всіх циліндрів, виражена в літрах;
- сума повних об'ємів всіх циліндрів, виражена в літрах;
- сума об'ємів камер згорання всіх циліндрів, виражена в літрах;
- сума повних об'ємів всіх циліндрів, виражена в дм^3 ;
- вірної відповіді немає.

Робочий цикл в чотиритактному двигуні здійснюється:

- за половину обороту;
- за один оборот;
- за два обороти;
- за чотири обороти;
- вірної відповіді немає.

За скільки ходів поршня здійснюється робочий цикл чотиритактного двигуна?

- за шість;
- за чотири;
- за два;
- за вісім;
- вірної відповіді немає.

Газор в замках кілець потрібний для:

- компенсації теплового розширення кільця;

- проходу мастила;
- кращого відведення тепла;
- всі відповіді вірні;
- вірної відповіді немає.

Клапани у двигуна ЗИЛ-508 забезпечуються механізмом примусового обертання:

- для рівномірного зносу головки клапана і сідла;
- для рівномірного зносу сідла і направляючої втулки;
- для рівномірного зносу головки, сідла і направляючої втулки;
- всі відповіді вірні;
- вірної відповіді немає.

Зазори між, клапанами і коромислами регулюються:

- на гарячому двигуні, регулювальним гвинтом з контргайкою;
- на холодному двигуні, регулювальним гвинтом з контргайкою;
- на холодному двигуні, поворотом коромисла;
- всі відповіді вірні;
- вірної відповіді немає.

Підвищений знос поршневих кілець характеризує:

- безперервний металевий стукіт в двигуні;
- підвищена витрата масла;
- збільшення температури і тиску масла;
- хлопки у випускній системі;
- вірної відповіді немає.

Шліфована поверхня маховика виконує функцію:

- нажимного диска зчеплення;
- поверхні тертя;
- веденого диска зчеплення;
- провідного диска зчеплення;
- вірної відповіді немає.

Головка зазвичай має більший діаметр у клапана:

- випускного, для кращого очищення циліндра;
- впускного, для кращого наповнення циліндра;
- діаметри однакові;
- випускного, для кращого відведення тепла;
- вірної відповіді немає.

Випускний клапан відкривається:

- в кінці робочого ходу при русі поршня до н.м.т.;
- на початку такту випуску при русі поршня до в.м.т.;

- в кінці такту випуску при підході поршня до в.м.т.;
- точно на початку такту випуску при положенні поршня в н.м.т.;
- вірної відповіді немає.

Випускний клапан закривається:

- в кінці робочого ходу;
- в кінці такту випуску при русі поршня до в.м.т.;
- на початку такту впускання при русі поршня до н.м.т.;
- точно в кінці такту випуску при положенні поршня у в.м.т.;
- вірної відповіді немає.

Перекриття клапанів має місце в тактах:

- впускання і випуску;
- стиснення і робочого ходу;
- робочого ходу і випуску;
- впускання і стиснення;
- вірної відповіді немає.

Робочий стан клапанних пружин:

- стисле і вільне;
- завжди розтягнуте;
- завжди стисле;
- всі відповіді вірні;
- вірної відповіді немає.

Зазор між клапаном і штовхачем (клапаном і коромислом) потрібний:

- для своєчасного і різкого закриття клапана;
- для компенсації теплового розширення деталей механізму газорозподілу;
- для забезпечення однакової установки всіх клапанів;
- для своєчасного і різкого відкриття клапана;
- вірної відповіді немає.

Зниження потужності двигуна і стукоти в головці блоку спостерігається при:

- зменшенні зазору між стрижнем клапана і носком коромисла;
- збільшенні зазору між стрижнем клапана і носком коромисла;
- нещільному приляганні клапанів до гнізд;
- зниженні жорсткості пружин;
- вірної відповіді немає.

Помітка на шестерню розподільного валу наноситься для:

- забезпечення правильної установки фаз газорозподілу;
- установки моменту запалення;
- установки її в положення, компенсуючи осьовий зсув валу;
- правильного монтажу шестерні;

- вірної відповіді немає.

Основні вимоги що пред'являються до охолоджуючих рідин:

- висока теплоємність, максимальна кількість корисних домішок, висока температура замерзання;
- відсутність домішок, висока теплоємність, низька температура замерзання;
- низька теплоємність, висока температура замерзання, мінімальна кількість шкідливих домішок;
- відсутність домішок, висока теплоємність, висока температура замерзання;
- вірної відповіді немає.

Система мащення у двигуна ЗИЛ-508:

- примусова;
- самоплив;
- комбінована;
- під тиском;
- вірної відповіді немає.

У разі засмічення фільтру грубого очищення:

- в систему поступатиме масло, минувши фільтр;
- подача масла в систему мащення незабаром припиниться;
- двигун відразу заглохне;
- всі відповіді вірні;
- вірної відповіді немає.

Збільшення тиску масла в системі мащення викликає:

- мала в'язкість масла.
- заїдання редукційного клапана в закритому положенні.
- підвищений знос шестерень масляного насоса.
- підвищений знос підшипників колінчастого валу.
- вірної відповіді немає.

Масло з жиклерів відцентрового фільтру прямує:

- до блоку розподільних шестерень;
- в масляний радіатор;
- в картер двигуна;
- в масляну магістраль;
- вірної відповіді немає.

Частота обертання ротора центрифуги від тиску масла на її вході:

- не залежить;
- з збільшенням тиску масла частота обертання зростає;
- з зменшенням тиску масла частота обертання зростає;
- з збільшенням тиску масла частота обертання зростає, а потім падає;

- вірної відповіді немає.

Головний паливний жиклер призначений для того, щоб:

- дозувати горючу суміш;
- дозувати робочу суміш;
- дозувати паливо;
- всі відповіді вірні;
- вірної відповіді немає.

Засмоктування палива в циліндри при переміщенні поршнів відбувається за рахунок:

- різниці тиску повітря над паливом в поплавцевій камері і над поршнем в циліндрі;
- перепаду тиску в дифузорі і розпилювачі;
- різниці тиску повітря над паливом в поплавцевій камері і в камері змішувача;
- всі відповіді вірні;
- вірної відповіді немає.

Поплавець в карбюраторі потрібний:

- для підтримки заданого складу горючої суміші;
- для перекриття повітря, що поступає в розпилювач;
- для підтримки необхідного рівня палива в поплавцевій камері;
- всі відповіді вірні;
- вірної відповіді немає.

Для виявлення причин низької компресії в циліндр через отвір свічки заливають 20-30 см³ моторного масла і прокручують колінчастий вал стартером. Якщо після виконання цієї операції тиск в циліндрі в кінці такту стиснення збільшиться, то найбільш вірогідною причиною низької компресії є:

- знос поршневих кілець і гільз;
- нещільне прилягання клапанів до сідел;
- ослаблення кріплення головки блоку;
- всі відповіді вірні;
- вірної відповіді немає.

Гайки кріплення головки блоку циліндрів підтягають на:

- холодних двигунах;
- повністю прогрітих двигунах;
- холодних двигунах вантажних і прогрітих легкових автомобілів;
- всі відповіді вірні;
- вірної відповіді немає.

Компресія в циліндрах вимірюється:

- на повністю прогрітому двигуні;

- на холодному двигуні;
- при закритих дросельних і повітряних заслінках;
- при повністю відкритих дросельних і повітряних заслінках;
- вірної відповіді немає.

Заміна елементу, що фільтрує, промивка корпусів масляних фільтрів і промивка фільтрів вентиляції картера проводиться, як правило:

- при кожній зміні масла в двигуні;
- як при зміні, так і при доливці масла;
- при забрудненні корпусів фільтрів;
- у всіх перерахованих випадках;
- вірної відповіді немає.

Загорання на щитку приладів сигнальної лампи червоного кольору поряд з показником тиску масла при працюючому двигуні свідчить про те, що:

- кількість масла в системі менше допустимого;
- тиск в системі мастила перевищує допустиме;
- в'язкість масла не відповідає встановленому значенню;
- тиск в системі став нижчий допустимого;
- вірної відповіді немає.

Яким способом перевіряють справність фільтру відцентрового очищення?

- прослуховуванням гудіння фільтру протягом 2-3 хв. після зупинки двигуна;
- зовнішнім оглядом ступеня забруднення масла після пробігу 1000 км;
- контролюючи витрату (чад) масла на 100 км. пробігу;
- всі відповіді вірні;
- вірної відповіді немає.

Перевірка рівня масла в двигуні за допомогою щупа виконується:

- на працюючому двигуні в режимі холостого ходу;
- відразу ж після зупинки двигуна;
- через 5-10 хв. після зупинки двигуна;
- у будь-якому з вказаних випадків;
- вірної відповіді немає.

Які види систем вентиляції картера застосовуються в змащувальних системах двигунів, що вивчаються?

- відкриті;
- закриті;
- обох видів;
- всі відповіді вірні;
- вірної відповіді немає.

Які наслідки викликає припинення подачі масла до шийок колінчастого валу?

- скорочення ресурсу роботи двигуна унаслідок збільшення зносу;
- незначне збільшення температури поверхонь, що труться;
- виплавлення підшипників і вихід двигуна з ладу;
- погіршення економічності роботи двигуна;
- вірної відповіді немає.

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 крпбюраторных 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.