

Тема 1. Введення в курс. Сучасний стан та перспективи вітчизняного автомобілебудування. Основні поняття та визначення в технології виготовлення та ремонту автомобілів

1.1. Види складальних виробництв

1.3. Поняття виробничого та технологічного процесу виготовлення та ремонту автомобілів. Основні терміни і визначення

1.4. Типи виробництва

До того, як Україна здобула незалежність, легкові автомобілі виробляв «Запорізький автомобільний завод» (ЗАЗ; Запоріжжя); спеціалізовані легкові автомобілі (автомобілі підвищеної прохідності) – «Луцький автомобільний завод» (ЛуАЗ; Луцьк); автобуси – «Львівський автобусний завод» (ЛАЗ; Львів); вантажівки – «Кременчуцький автомобільний завод» (КрАЗ; Кременчук).

Кількість підприємств, які розпочали активне складання автомобілів з імпортних агрегатів (на першому етапі превалювало крупноагрегатне складання), обчислювалося десятками: багато авторемонтних підприємств імпортували розібрані автомобілі, у першу чергу, – російські, для подальшого їхнього складання.

Варто визнати, що нині основу галузі становлять саме автоскладальні підприємства. Виробництво автомобілів повним циклом усе ще залишається менш вигідним, ніж складання, що можна спостерігати у динаміці галузі.

Технологія складання автомобілів поділяють на **дві основні категорії - SKD і CKD**. Тут літери KD означають **Knocked Down**, тобто «розібраний», а перша літера характеризує ступінь «розбирання» машинокомплекту.

- **CKD, Completely Knocked Down** - складання «повністю розібраних» машинокомплектів. Це сама складана технологія, по суті повноцінне виробництво із зварюванням та фарбуванням кузовів.

- **SKD, Semi Knocked Down** - виробництво простіше, яке часто називають «**викрутковим**» або **крупновузловим**. Це складання «частково розібраних» автомобілів.

Розрізняють **4 градації SKD** по складності:

Сама проста технологія **SKD 0**, яку іноді ще називають **DKD (Disassembled Knock Down)**: з уже готового автомобіля знімають двигун, коробку передач, підвіску і деякі більш дрібні вузли (дзеркала, фари, бампери тощо), щоб провезти через таможню в якості машинокомплекту.

Технології **SKD 1, 2 і 3** передбачають збільшення числа операцій на складальному виробництві, а найбільш «продвинутий» рівень - це **дрібно вузлове складання SKD 4**, яке також називають **MKD (Medium Knocked**

Down). В цьому випадку на завод приходять «голі» пофарбовані кузова і повний набір комплектуючих. Звісно, складання автомобілів з таких комплектів займає набагато більше часу та ресурсів, ніж крупновузлове, але в підсумку вартість машини повинна стає нижчою, а ступінь локалізації виробництва – відповідно, вища.

В Україні автомобілебудування представлено підприємствами з виробництва легкових автомобілів, легкових комерційних автомобілів, вантажних автомобілів і автобусів, причепів, спеціальної та військової автомобільної техніки, запчастин та комплектуючих для автомобілів (двигуни, електрообладнання, шини, пластмаси і вироби з них, тощо). Загалом, в галузі працює близько 100 підприємств різної форми власності.

У структурі виробництва спостерігаються як позитивні, так і негативні тенденції: частка крупно вузлового складання поступово знижується поступаючи лідерством СКД складання. Разом із цим поступово підвищується частка виробництва за повним циклом, на яке вже припадає менше 15%.

Українські виробники автомобілів та автобусів Корпорація «Укравто»

Найбільшим виробником легкових автомобілів в Україні залишається ЗАТ «ЗАЗ», що одночасно займається як вузловим складанням, так і виробництвом легкових автомобілів.

ЗАТ «ЗАЗ» - єдине в Україні підприємство, що має повний цикл виробництва легкових автомобілів, який включає штампування, зварювання, фарбування, обладнання кузова і складання автомобіля. На підприємстві створено і постійно удосконалюється якісно нове сучасне високотехнологічне виробництво.

Корпорація «Богдан»

Корпорація «Богдан», одна з найбільш динамічних за розвитком компаній в Україні, поєднує в собі потужності для виробництва автобусів і троллейбусів, легкових авто, вантажної та комерційної техніки, а також має власну розгалужену торгівельно-сервісну мережу.

Виробничі потужності корпорації «Богдан», в створення яких інвестовано понад 440 млн. доларів США, дозволяють виготовляти 120-150 тис. легкових авто, до 9 тис. автобусів і троллейбусів, а також приблизно 15 тис. вантажівок і спеціалізованої техніки. Заводи компанії розташовані в Луцьку, Черкасах. Всі виробничі процеси максимально автоматизовані. Новітнє

обладнання виробничих ліній від світових виробників повністю універсальне, що дозволяє виготовляти автолюбих марок і габаритів.

Черкаський автозавод, що входить до складу корпорації Богдан, має потужності 120-тисяч.

Тут по повному циклу складають Лади «десятого» сімейства, які продаються як під «рідним» брендом, так і під маркою Богдан. Причому українці розробляють і свої модифікації ВАЗ: випускається «каблучок» Богдан-2310, а також Cross — це ВАЗ-2111 із збільшеним дорожнім просвітом, іншим переднім бампером і пластиковими накладками на бортах.

В 2014 році складання автомобілів ВАЗ припинено.

Корпорація «АІС»

Одним з найбільших підприємств, що спеціалізуються на складанні російських автомобілів, залишається **«Кременчуцький автоскладальний завод» (КрАСЗ) корпорації «АІС»**.

Потужності підприємства дозволяють «викрутково» складати до 40 тис. автомобілів за рік. Це кроссовери і позашляховики SsangYong (Rexton, Kyron і Korando, він же Actyon) легковики Geely (седани СК-2, МК і хетчбек МК-2). Також, що на замовлення українського Фонду соціального захисту інвалідів на заводі налагодили випуск седанів Geely СК-2 з ручним керуванням.

На сьогоднішній день підприємство не працює.

Компанія «Єврокар»

Компанія **«Єврокар»** (Закарпатська обл., с. Соломонове). «Єврокар» — українське підприємство, забезпечене з боку концерну Volkswagen Group (Skoda AUTO a.s.) сучасним технологічним устаткуванням, ліцензійною документацією й жорстким контролем якості. Реалізація цього проекту мала на увазі будівництво нового автоскладального підприємства на території вільної економічної зони «Закарпаття» для крупноузлового складання автомобілів марки SKODA, потужністю 15 тисяч автомобілів за рік. Надалі планувалося збільшення частки українських компонентів у готовій продукції заводу.

Наразі в селі Соломонове з крупноузлових машинокомплектів складають п'ять моделей Skoda — це Octavia, Fabia, Superb, Yeti и Roomster. На заводі змонтовані обладнання для ліній зварювання, фарбування і складальний конвеєр з роботизованою системою переміщення кузовів — на Єврокаре.

ПАО «АвтоКРАЗ»

Виробництво **вантажних** автомобілів в Україні, так само як і легкових, складається із власного виробництва й крупновузлового складання. Власне виробництво представлене гігантом автомобільної промисловості СРСР «Кременчуцьким автомобільним заводом» (зараз – Холдингова компанія «АвтоКРАЗ»). Основна спеціалізація підприємства – важкі вантажівки, у тому числі вантажівки підвищеної прохідності й усіляка спецтехніка на шасі автомобілів КРАЗ (автоцистерни, бетономішалки, бурові установки, крани тощо).

Львівський автобусний завод

Автобуси в Україні традиційно виробляються на «**Львівському автобусному заводі**», що в 2006 році перейменований в «Завод комунальної техніки», який має ознаменувати розширення асортиментів продукції, що випускається. Накопичений досвід виробництва автобусів, які на міжнародних виставках в 60-х роках минулого століття були визнані одними з кращих у світі, а також технології виробництва не змогли в 90-х роках минулого століття забезпечити підприємству стабільний портфель замовлень. Обмеженість попиту на великі міські автобуси передбачає істотну модернізацію виробництва.

Незважаючи на випуск пробної моделі малого автобуса, завод зберіг спрямованість на випуск великих міських і туристичних автобусів. Цьому сприяло одержання заводом договорів на поставку автобусів для комунальних автотранспортних підприємств, у тому числі й Києва.

Ринок великих автобусів в Україні, що безпосередньо пов'язаний з державними й комунальними замовленнями, оплачуваними бюджетами різних рівнів, серйозно скоротився в 90-х роках ХХ століття. Одночасно із процесом припинення закупівлі автобусів для комунальних підприємств з'явилися приватні перевізники, для яких основним засобом виробництва стали мікроавтобуси й малі автобуси. Саме з цим пов'язаний бум на ринку малих автобусів, що тривав до початку ХХІ століття. В останні кілька років стабілізація фінансової ситуації в країні призвела до повернення платоспроможного попиту на великі автобуси, особливо у столиці й великих містах.

На сьогодні підприємство зупинене.

Корпорація «Еталон»

Корпорація «Еталон» об'єднує 21 підприємство. Основними напрямками діяльності підприємств корпорації є виробництво автобусів, вантажних автомобілів, комплектуючих для автомобільної промисловості, складська логістика. Пріоритетний напрямок – створення і організація виробництва автобусів та інших транспортних засобів, технічний рівень яких відповідав би сучасним вимогам. Існуючі виробничі потужності підприємств корпорації дозволяють випускати 7000 автобусів в рік. На заводах корпорації "Еталон" введена система управління якістю ISO 9001, тому на усіх етапах виробництва контроль якості дуже строгий. Кожен автобус проходить до 50 видів різних випробувань, серед яких полігонні, дорожні і стендові. Автобуси корпорації "Еталон" - це дійсно хороший вибір. І, передусім, це пов'язано з агрегатною базою. Успіх на ринку значним чином забезпечують шасі від відомих компаній ГАТА (Індія), FAW (Китай), ГАЗ (Росія) а також двигуни, коробки передач, трансмісії і мости, які виготовляються по ліцензіях компаній MERCEDES, - BENZ, DEUTZ, ZF, FAW, RABA, VOITH, DANA.

ПАО "Бориспільський автозавод"

Флагманом Корпорації "Еталон" у сфері виробництва автотранспортних засобів є приватне акціонерне товариство "Бориспільський автозавод". Бориспільський автозавод був створений в квітні 2002 року. Вже в жовтні 2002 року, через 5 місяців після офіційної реєстрації заводу, з конвеєра зійшли перші два автобуси.

ПАО "Чернігівський автозавод"

Приватне акціонерне товариство "Чернігівський автозавод" є одним з наймолодших підприємств Корпорації "Еталон". Створений в серпні 2003 року, спираючись на наукову базу, досвід і професійний підхід до кадрових питань Корпорації "Еталон", досяг значних успіхів в найкоротші терміни.

До масового виробництва і реалізації автобусів на заводі приступили в III кварталі 2004 року. Виробничі і допоміжні площі Чернігівського автозаводу складають більше 28 тисяч кв. м.

Корпорація "Еталон" постійно активно працює над створенням нових моделей і модифікацій автобусів. Чернігівський автозавод бере участь в цих процесах, розширюючи і оновлюючи свій модельний ряд. Завод активно

співпрацює з науково-дослідним інститутом "Еталон", де і народжуються проекти нових моделей, які потім утілюються в життя.

Поняття виробничого та технологічного процесу виготовлення та ремонту автомобілів. Основні терміни і визначення

Виробничим процесом виготовлення деталей машин називається сукупність всіх дій машин і людей по перетворенню матеріалів і напівфабрикатів у готову продукцію.

Виробничий процес включає в себе отримання і зберігання матеріалів, виготовлення заготовок деталей, різні види обробок заготовок, транспортування в процесі виробництва заготовок, технічний контроль, складання, випробування і фарбування.

Виробничий процес ремонту машин – сукупність дій людей, знарядь виробництва та окремих процесів, які проводяться для отримання працездатної машини з агрегатів, які частково втратили працездатність, але є ремонтпридатними.

У виробничий процес ремонту машини входять такі процеси, як

Технологічний процес – частина виробничого процесу, яка містить дії по зміні і наступному визначенні стану предмету виготовлення.

Структура технологічного процесу

Засобами виконання технологічного процесу є технологічне обладнання та технологічне оснащення.

Технологічне обладнання – засоби виробництва, в яких для виконання визначеної частини технологічного процесу розміщуються матеріали або заготовки, засоби дії на них при необхідності – джерела енергії, наприклад верстати, печі розміточні плити тощо.

За технологічними можливостями технологічне обладнання поділяють на універсальне, спеціалізоване та спеціальне.

Універсальне обладнання (металорізальні верстати, кузнево-термічне обладнання тощо) володіє широкими технологічними можливостями.

Спеціалізоване обладнання володіє підвищеною продуктивністю і точністю обробки однотипних заготовок, але більш вузькими технологічними можливостями у порівнянні з універсальним обладнанням.

Спеціальне обладнання виконує вузьку технологічну функцію на ремонтіваним вузлом виробом певної моделі. Це обладнання має найвищу продуктивність і забезпечує найбільшу точність. Приклади спеціального обладнання: шліфувальні верстати для обробки корінних та шатунних шийок колінчастих валів., розточувальні верстати для одночасної обробки корінних опор, втулок розподільних валів і отвору під стартер у блоці циліндра, контрольні стенди.

Технологічне оснащення – засоби виробництва, які додаються до технологічного обладнання для виконання визначеної частини технологічного процесу, наприклад ріжучий та вимірювальний інструмент, штампи, прес форми, моделі тощо.

Технологічною операцією називається закінчена частина технологічного процесу, що виконується на одному робочому місці.

При виконанні операції заготовку звичайно встановлюють декілька разів, тобто операція виконується з декількох установів.

Установом називається частина технологічного процесу, що виконується при незмінному закріпленні заготовок, що обробляються.

1.4 Типи виробництва

В машинобудуванні розрізняють три типи виробництва: одиничне, серійне, масове. На автомобільних підприємствах можуть бути одночасно декілька типів виробництва. тому виробництво на підприємстві характеризується за домінуючими технологічними процесами.

Одиничним називається виробництво, при якому вироби виготовляють одиничними екземплярами, різними по конструкції. В цьому випадку виробництво повинно бути досить гнучким, пристосованим до виконання різних завдань. Виробничі цехи оснащуються універсальним обладнанням, що дозволяє виготовляти вироби широкої номенклатури. Застосовуються універсальні пристосування, стандартизований інструмент, обладнання в цеху встановлюють по типам.

Серійним називається виробництво, в якому випуск виробів здійснюється партіями або серіями. В залежності від кількості випускаємих виробів та їх

повторюваності виробництво може бути дрібносерійним , середньо та крупно серійним.

В серійному виробництві технологічний процес диференційований. Окремі операції закріплені за визначеними верстатами. Використовуються верстати універсальні, спеціалізовані, спеціальні, автоматизовані. Таким чином верстаний парк дає можливість переходити від виготовлення однієї серії до іншої, що відрізняється в конструктивному відношенні.

Серійне виробництво є більш економічно вигідним у порівнянні з одиничним.

Масовим виробництвом називається таке виробництво, в якому випуск одного виробу одного й того ж типу відбувається неперервно протягом тривалого часу. При масовому виробництві складання виробів виконується непевно на конвеєрі. Характерною ознакою масового виробництва є виконання на подавляючій більшості робочих місць лише операцій що постійно повторюються. До масового виробництва відноситься випуск автомобілів.

Тема 2. Основні способи отримання заготовок деталей автомобілів

2.1. Система технічного обслуговування і ремонту автомобілів

2.2. Класифікація авторемонтних підприємств

2.3. Технологічний процес ремонтного виробництва

Під час експлуатації машини зазнають різних зовнішніх впливів, в результаті чого їхня надійність знижується у зв'язку з виникненням несправностей. Внутрішні робочі процеси в машинах або порушуються або стають неможливими. Виникає потреба підтримувати і відновлювати роботоздатність машини та виробу, чого можна досягти технічним обслуговуванням та ремонтом.

Завдання своєчасного виявлення і усунення дефектів успішно розв'язується **планово-запобіжною системою технічного обслуговування і ремонту**, суть якої полягає в тому, що ТО машини виконується за планом (примусово), а ремонтні роботи при потребі.

Технічне обслуговування машини запобігає передчасному наднормативному спрацюванню деталей та спряжень за рахунок своєчасного виконання регулювальних робіт, змащування, діагностики і виявлення дефектів і усунення їх.

Ремонт машин – це комплекс робіт для усунення несправностей з метою відновлення їх працездатності.

За характером, призначенням та обсягом робіт розрізняють *поточний* та *капітальний* ремонти.

Поточний ремонт необхідний для забезпечення працездатного стану з ремонтом або заміною окремих його агрегатів, вузлів та деталей (крім базових), що знаходяться в граничному стані. До базових (корпусних) деталям автомобіля відносяться блок циліндрів, картер коробки передач, труби карданного вала, картер провідного моста, балка переднього моста або поперечка при незалежній підвісці, картер кермового механізму й гідропідсилювача, каркас кабіни, поздовжні балки рами.

Капітальний ремонт автомобілів та агрегатів застосовується для забезпечення певного ресурсу автомобіля та його складових елементів шляхом відновлення їх працездатності і наближення його до повного ресурсу (не менше 80% доремонтного). При капітальному ремонті відновленню або заміні підлягають будь які вузли та агрегати, в тому числі і базові.

Капітальним називають вид ремонту, при якому забезпечується справність і повний ресурс машини відновленням і заміною складальних одиниць. При цьому ремонті відновлюють усі початкові посадки у спряженнях відповідно до технічних умов на ремонті.

За рівнем регламентації виробництва розрізняють наступні види ремонту: *регламентований* і *за технічним станом*.

Регламентований ремонт – плановий ремонт, що здійснюється з періодичністю і в обсягу, що визначається технологічною документацією, без конкретної залежності від технічного стану виробу на початок ремонту.

Ремонт за технічним станом – плановий ремонт при якому контроль технічного стану виконується з періодичністю та обсягом, визначеним нормативно технічною документацією, а обсяг і момент початку роботи регламентується технічним станом виробу.

Методи ремонту за ознакою зберігання належності складових частин до ремонтovanого виробу буває *знеособлений* та *уособлений*.

Уособлений – при цьому методі зберігається взаємне припрацювання деталей, їх початковий взаємозв'язок, отже якість ремонту виявляється більш високою. Недоліки такого методу висока трудомісткість ремонту.

Знеособлений – при цьому методі належність відновлених складових частин до певного екземпляру не зберігається.

2.2. Класифікація авторемонтних підприємств

В машинобудуванні розрізняють три типи виробництва: *одиничне*, *серійне*, *масове*. На автомобільних підприємствах можуть бути одночасно декілька типів виробництва. тому виробництво на підприємстві характеризується за домінуючими технологічними процесами.

Одиничним називається виробництво, при якому вироби виготовляють одиничними екземплярами, різними по конструкції. В цьому випадку виробництво повинно бути досить гнучким, пристосованим до виконання різних завдань. Виробничі цехи оснащуються універсальним обладнанням, що дозволяє виготовляти вироби широкої номенклатури. Застосовуються універсальні пристосування, стандартизований інструмент, обладнання в цеху встановлюють по типам.

Серійним називається виробництво, в якому випуск виробів здійснюється партіями або серіями. В залежності від кількості випускаємих виробів та їх повторюваності виробництво може бути дрібносерійним, середньо та крупно серійним.

В серійному виробництві технологічний процес диференційований. Окремі операції закріплені за визначеними верстатами. Використовуються верстати універсальні, спеціалізовані, спеціальні, автоматизовані. Таким чином верстаний парк дає можливість переходити від виготовлення однієї серії до іншої, що відрізняється в конструктивному відношенні.

Серійне виробництво є більш економічно вигідним у порівнянні з одиничним.

Масовим виробництвом називається таке виробництво, в якому випуск одного виробу одного й того ж типу відбувається неперервно протягом тривалого часу. При масовому виробництві складання виробів виконується неперервно на конвеєрі. Характерною ознакою масового виробництва є виконання на подавляючій більшості робочих місць лише операцій що постійно повторюються. До масового виробництва відноситься випуск автомобілів.

Авторемонтні підприємства. Основним завданням ремонтних майстерень автомобільних підприємств є ремонт виробничого устаткування і поповнення парку дрібних і середніх запасних частин шляхом відновлення старих і виготовлення нових. Великі запасні частини, а також запасні частини, для обробки яких потрібні спеціальні верстати, повинні поставлятися зі сторони.

Підприємства автомобільного транспорту поділяються на автотранспортні, авторемонтні та автообслуговуючі (сервісні).

Автотранспортні підприємства (АТП) забезпечують виконання транспортного процесу, тобто перевезення вантажів або пасажирів, а також для забезпечення повсякденної діяльності виконують роботи з технічного обслуговування, поточного ремонту, збереження та матеріально-технічного забезпечення рухомого складу.

Підприємства автосервісу виконують роботи з технічного обслуговування та поточного ремонту, а також, частково, збереження автомобілів та забезпечення їх запасними частинами і експлуатаційними матеріалами. Такі підприємства не приймають участі у транспортному процесі і, як правило, не виконують поглибленого (з відновленням геометричних параметрів) ремонту агрегатів автомобілів. До підприємств автосервісу можна віднести досить велике коло комерційних об'єктів, які виконують вищезгадані функції у комплексі або тільки частину з них.

До таких об'єктів відносяться бази централізованого технічного обслуговування автомобілів (БЦТО), станції технічного обслуговування автомобілів (СТО), майстерні (цехи, дільниці), автозаправні станції (АЗС), стоянки автомобілів, автовокзали і автостанції, мотелі, кемпінги тощо.

Тема 3. Технологічне обладнання виробництва та ремонту автомобілів

- 3.1. Основні визначення і структура виробничих і технологічних процесів
- 3.2. Схема технологічного процесу відновлення деталей
- 3.3. Класифікація способів відновлення деталей автомобілів
- 3.4. Вибір оптимального способу відновлення деталей

Виготовлення деталей, а також їх зміцнення і відновлення на машинобудівних заводах і підприємствах інших галузей здійснюється в результаті виробничого процесу.

Виробничий процес є сукупністю всіх дій людей і знарядь праці, необхідних на даному підприємстві для виготовлення чи ремонту продукції.

За призначенням розрізняють основні, допоміжні та обслуговуючі виробничі процеси.

Технологічний процес (ТП) представляє собою частину виробничого процесу, яка містить цілеспрямовані дії по зміні і (або) визначення стану предмета праці. До предметів праці належать заготовки, відновлювані деталі, що виготовляються або ремонтуються машини і агрегати та ін. Технологічний процес може бути віднесений до виробу (машини), його складової частини або методам обробки, формоутворення, відновлення і складання.

У ТП виготовлення заготовок відбувається перетворення матеріалу в вихідні заготовки деталей машин заданих розмірів і конфігурації шляхом лиття, обробки тиском, різання сортового або спеціального прокату, а також комбінованими методами.

Технологічні процеси відновлення деталей є комбінованими, які поєднують в собі різні методи розмірної обробки, нанесення покриттів, отримання нероз'ємних з'єднань і модифікування поверхневих шарів.

Схема технологічного процесу відновлення деталей

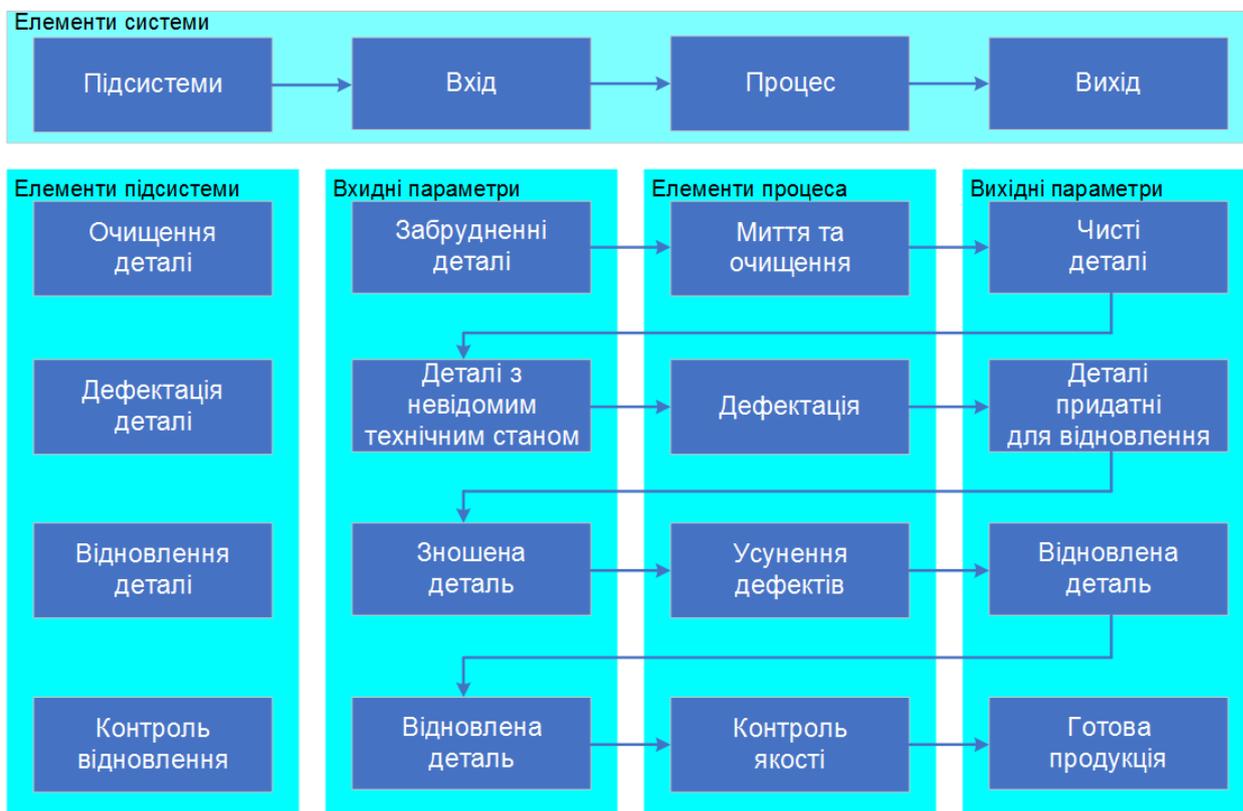
Сутність відновлення зношених деталей полягає в поверненні їм властивостей, закладених під час виготовлення і втрачених при експлуатації. Такими властивостями є твердість і зносостійкість поверхонь тертя, структура і суцільність матеріалу, форма, розміри, взаємне розташування і шорсткість робочих поверхонь, втомна міцність, жорсткість і розподіл маси деталі щодо осі обертання. Багаторазово повторюваний процес відновлення деталі повинен бути побудований раціональним чином з оптимізацією критерію витрати виробничих ресурсів (матеріальних, трудових і енергетичних).

Зношена деталь ремонтного фонду перетворюється в придатну деталь в результаті технологічних впливів на неї виконавців і засобів відновлення і може при цьому знаходитись в наступних станах:

- вихідна заготовка,
- ремонтна заготовка,
- відновлена деталь.

Вихідна заготовка в загальному випадку перетворюється в ремонтну шляхом створення шарів матеріалу на відновлюваних поверхнях, а ремонтна заготовка в деталь - в результаті механічної, термічної, хіміко-термічної та інших видів обробки. При цьому використовують комплекс основних технологічних операцій:

Структура технологічного процесу відновлення деталі як системи у вигляді функцій зі зв'язками між її окремими елементами можна представити таким чином (рис.1).



Взаємозв'язок між елементами технологічного процесу відновлення деталі

Класифікація способів відновлення деталей автомобілів

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.

Залежно від характеру дефектів, що усуваються, усі способи відновлення деталей поділяються на три основні групи:

- відновлення деталей зі зношеними поверхнями;
- механічними ушкодженнями;
- 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. 2 наведена класифікація способів відновлення деталей в ремонтному виробництві й забезпечують необхідні експлуатаційні характеристики деталей.



Класифікація способів відновлення деталей

Відновити геометричну форму і розміри деталі можна, виконуючи такі технологічні операції: нарощування поверхневих шарів матеріалу замість спрацьованого, пластичне деформування, заміна частини матеріалу деталі після обробки її поверхневих шарів.

До операцій відновлення фізико-механічних властивостей матеріалу деталей слід віднести усунення дефектів і зміцнення матеріалу тим чи іншим видом обробки. Технологічні способи відновлення деталей складаються з двох груп: способи нарощування і способи обробки. До першої групи належать способи, при яких спрацьований матеріал деталі компенсується нанесенням інших матеріалів. До них належать зварювання і наплавлення, напилювання, металізація, нанесення електролітичних покриттів та полімерних матеріалів. До другої групи віднесено технологічні способи, наприклад обробка тиском, слюсарно-механічна обробка, зміцнювальна обробка.

Слюсарно-механічну обробку використовують як самостійний спосіб ремонту деталей, а також під час обробки під ремонтні розміри і в разі постановки додаткових ремонтних деталей.

Обробка деталей тиском ґрунтується на використанні властивостей металу змінювати під тиском зовнішніх сил геометричну форму і розміри без руйнування.

Ремонт деталей зварюванням і наплавленням полягає в тому, що на спрацьовані поверхні деталей наплавляють метал, після чого їх піддають механічній обробці.

Ремонт деталі напилюванням полягає в тому, що на підготовлену поверхню деталі за допомогою метатізатора напилюють розплавлений метал.

Нанесення гальванічних та хімічних покриттів полягає в електролітичному або хімічному осадженні металу на підготовлену поверхню.

Ремонт деталей клеєвими сумішами і пластмасами полягає у з'єднанні зруйнованих ділянок синтетичними матеріалами.

Способи газотермічного напилення, що займають в даний час за обсягом відновлюваних деталей 2 місце, використовуються на підприємствах з середини 70 років.

Слід зазначити, що основна частка деталей, відновлюваних газотермічним покриттями (94%), припадає на газополуменеве напилювання (ГПН).

Якість відремонтованих деталей визначається технологічними можливостями процесу відновлення, в результаті яких формуються фізико-механічні властивості і структурний стан матеріалу, геометрія і інші характеристики поверхні.

Також важливі і супутні процеси, такі як поширення теплоти, зміна структури основного металу в зоні термічного впливу, виникнення залишкових напружень і деформацій.

Для забезпечення надійної захисної дії покриття на основу необхідно послабити вплив залишкових напружень, кисню, дефектності покриття.

Найбільш поширеним способом відновлення зношених деталей вважається наплавка. В процесі експлуатації на важко навантажених ділянках деталей під дією високих питомих навантажень часто відбувається наклеп і зміцнення поверхневого шару, що призводять до підвищення твердості. Наплавлення дозволяє відновити геометричні розміри, отримати необхідну твердість.

Вибір оптимального способу відновлення деталей

Для забезпечення можливості цілеспрямованого вибору оптимального способу відновлення розроблений ряд критеріїв. Рекомендовано три наступні критерії:

– **критерій технологічного застосування**, який враховує реальність виконання техпроцесу відновлення даним способом. За допомогою цього критерію відбирають усі способи, які можуть бути застосовані;

– **критерій довговічності K_d** , який дозволяє оцінити спосіб відновлення з погляду відносної величини ресурсу деталі після її відновлення

$$K_d = \frac{P_B}{P_H},$$

де P_B, P_H – ресурс (довговічність) деталі відповідно після відновлення та нової деталі.

Рекомендоване значення K_0 для деталі, відновлюваної в перший раз, повинне становити не менш 0,8.

– **техніко-економічний критерій**, який визначається за величиною відносних витрат на відновлення деталі.

Тема 5. Технологія виготовлення та ремонту кузова автомобіля

Матеріали кузова

Конструктивні особливості кузовів

Технологія виготовлення автомобілів із рамним кузовом

Нанесення захисних та декоративних шарів на поверхню кузова

Сталь. Цей матеріал використовується для виготовлення кузовів давно. Сталь має гарні властивості, що дозволяють виготовляти деталі різної форми, і за допомогою різних способів зварювання з'єднувати необхідні деталі в цілу конструкцію.

Розроблено новий сорт сталі (що зміцнюється під час термічної обробки, легована), що дозволяє спростити виробництво й надалі одержати задані властивості кузова.

Виготовляється кузов у кілька етапів.

Із самого початку виготовлення зі сталевих аркушів, що мають різну товщину, штамнуються окремі деталі. Після ці деталі зварюються у великі вузли й за допомогою зварювання складаються в одне ціле. Зварювання на сучасних заводах ведуть роботи, але й ручні види зварювання також застосовуються - напівавтоматом у середовищі вуглекислого газу або використовується контактне зварювання.

Алюміній. Алюмінієві сплави для виготовлення автомобільних кузовів почали використати відносно недавно, хоча й були застосовані вперше в минулому сторіччі, в 30-і роки.

Використовують алюміній при виготовленні всього кузова або його окремих деталей капот, каркас, двері, дах багажника.

Початковий етап виготовлення алюмінієвого кузова схожий з виготовленням сталевих кузова. Деталі спочатку штамнуються з листа алюмінію, потім збираються в цілу конструкцію. Зварювання виконується в середовищі аргону, з'єднання на заклепках й/або з використанням спеціального клею, лазерне зварювання. Також до сталевих каркаса, що виготовлений із труб різного перетину, кріпляться кузовні панелі.

Термопласти. Це такий тип пластичного матеріалу, що при підвищенні температури переходить у рідкий стан і робиться текучим. Цей матеріал застосовується при виготовленні бамперів, деталей обшивання салону.

Склопластик. За назвою склопластик має на увазі будь-який волокнистий наповнювач, що просочений полімерними термореактивними смолами. Найбільш відомими наповнювачами вважаються карбон, склотканина, кевлар, а також волокна рослинного походження.

Карбон, склотканина із групи вуглепластиків, які являють собою мережу з переплетених вуглецевих волокон (при тому, переплетіння відбувається під різними певними кутами), які просочені спеціальними смолами.

Кевлар - це синтетичне поліамідне волокно, що відрізняється маленькою вагою, стійке до високої температури, непальне, за міцністю на розрив перевершує сталь у кілька разів.

Технологія виготовлення кузовних деталей полягає в наступному: у спеціальні матриці укладається шарами наповнювач, що просочують синтетичною смолою, потім залишають для її полімеризації на певний час.

Комбіновані матеріали. Всі матеріали, про які говорилося вище, мають позитивні властивості. Тому конструкторами проектуються кузови, що поєднують деталі з різних матеріалів. Тим самим при використанні можливо обходити недоліки, а використовувати винятково позитивні якості.

Кузов Mercedes-Benz CL являє приклад гібридної конструкції, тому що при виготовленні застосовувалися такі матеріали алюміній, сталь, пластик і магній. Зі сталі виготовлене днище багажного відділення й каркас моторного відсіку, і деякі окремі елементи каркаса. З алюмінію виготовлений ряд зовнішніх панелей і деталей каркаса. З магнію виготовлені каркаси дверей. Із пластику виготовляють кришку багажника й передні крила. Ще можлива така конструкція кузова, у якій каркас буде виготовлений з алюмінію й сталі, а зовнішні панелі із пластику й/або алюмінію.

Конструктивні особливості кузовів

Для початку, необхідно уточнити, що виготовлення кузовів автомобілів відрізняється, залежно від *типу конструкції*. Розрізняють кузов з *несучою рамою* й *несучим кузовом*. Ця принципова відмінність полягає в наявності або відсутності явно вираженої рами. Чітко це помітно на вантажних автомобілях. Там видно остов машини (звичайно – два металевих швелери з такими ж перемичками), що проходить через весь корпус. До цієї металевої рами кріпляться всі інші деталі: кабіна, двигун, кузов, колісні мости. При необхідності, кожен із цих агрегатів можна без проблем відєднати від рами.

Рамна конструкція, це коли в основі автомобіля стоїть рама зі швелерів, до якої кріпитися вся ходова, двигун. Зверху кріпитися кузов.

Несучий кузов - це коли в сам кузов впроваджена несуча конструкція лонжеронів, які замінюють повноцінну раму.

Для виготовлення елементів рами звичайно застосовується низьковуглецева сталь. З'єднання лонжеронів і поперечок виконується за допомогою заклепок, болтів, чи зварювання. У необхідних місцях до

лонжеронів і поперечок, також заклепками або болтами, кріпляться різні кронштейни й інші [деталі](#) та агрегати автомобіля

Лонжеронна рама складається із двох майже паралельних лонжеронів, з'єднаних між собою поперечками; при цьому в місцях кріплення переднього моста й позаду над віссю встановлюються підсилювачі з урахуванням максимального крутного моменту, що діє на раму. Звичайно лонжерони виготовляють із труб або закритого профілю прямокутного перетину.

Технологія виготовлення автомобілів із рамним кузовом

Процес виготовлення рам автомобілів починається з установки на спеціальному стенді заготовки рами автомобіля. Комплектуючі рами складають і попередньо закріплюють на цьому стенді, перевіряють всі кути в місцях сполучення. Тільки після цього приступають до поетапного скріплення частин заклепками й болтами. Цей етап має дуже велике значення, тому що будь-яка похибка на частку міліметра, може викликати, надалі, відхилення коліс від центральної осі або перекіс усього автомобіля. Такі відхилення обов'язково приведуть до нерівномірного розподілу навантаження й руйнуванню конструкції.

Після того, як рама складена, вона проходить остаточну перевірку. Якщо критичних зауважень немає, то її фарбують і передають на головний складальний конвеєр. Там починається процес формування автомобіля, що зійде, в остаточному виді, з конвеєру.

Складання алюмінієвого кузова

Розглянемо технологію складання й процес виготовлення кузова Audi TT Coupe.

В автомобілі Audi TT Coupe року поряд із уже відомими технологіями складання, як наприклад, зварювання MIG або заклепувальні з'єднання, уперше використовуються такі методи складання, як болти Flow-Drill і заклепки з конічною головкою. На виробництві для очищення рами даху перед зварюванням використовується лазер.

Оцинковування кузовів

Цинкування застосовується для захисту чорних металів від корозії. Цинк має більше негативний потенціал, чим залізо, тому цинкове покриття, забезпечує електрохімічний захист чорних металів від корозії. На сьогоднішній день найпоширенішими способами нанесення цинку на кузова автомобілів є:

1. Гарячий спосіб покриття.
2. Електролітичний спосіб.
3. Холодне цинкування (нанесення цинквмісного ґрунту).

Гарячий спосіб цинкування полягає в їхньому зануренні в розплавлений цинк (температура ванни 445-460 °С). Цинкова оболонка є захисним бар'єром, зводить до мінімуму вплив навколишнього середовища, а також є стійкою до механічних дій. Цинк також забезпечує електрохімічний захист, оскільки при зіткненні з металом створює гальванічний елемент. Напруга, що виникає в елементі, навіть при тріщині цинкової оболонки приводить до корозії цинку, а не металу. Інші антикорозійні системи створюють або захисний бар'єр, або гальванічний елемент. Тільки гаряче цинкування з'єднує ці два способи в одне ціле, створюючи ефективний й економічний продукт, що захищає кузов на протязь багатьох лет.

Електролітичний метод є більше досконалим для осадження цинку.

Економія металу при гальванічному способі в порівнянні з гарячим способом доходить до 50%, високий ступінь чистоти обложеного цинку забезпечує підвищену хімічну стійкість. Залежно від умов експлуатації товщина покриття може бути від 5 до 35 мкм. Найбільш широке застосування при цинкуванні одержали кислі, сірчаноокислі й лужні ціаністі ванни. Сірчаноокислі електроліти застосовуються для покриття виробів простої форми: аркушів, стрічкового дроту й ін.

Фарбування

Способи нанесення лакофарбових матеріалів. В автомобільній промисловості використовуються на тепер електроосадженням (електрофорез); в електричному полі високої напруги; повітряним і безповітряним розпиленням.

Фарбування повітряним розпиленням — основний спосіб нанесення фарб під час ремонту кузовів — полягає в тому, що лакофарбовий матеріал стисненим повітрям за допомогою спеціальної апаратури інтенсивно розпиляється на дрібненькі частинки й наноситься рівномірно тонким шаром на виріб, який фарбується.

Тема 6. Виробництво та ремонт блоків та гільз циліндрів

Виготовлення блоків циліндрів

Технології зміцнення внутрішніх поверхонь гільз

Рекомендації по ремонту блоків циліндрів

Отримання заготовок блоків циліндрів відбувається наступними способами.

1. Відливання в піщані форми. При цьому методі форма виливається з кварцового піску із застосуванням в'язучої речовини. Виготовлення форм відбувається копіюванням моделей з дерева, металу чи пластмаси і дозволяє отримувати виливки складної форми шляхом роз'єднання моделі та форми.

2. Відливання в кокілі. При відливанні в кокілі рідкий алюміній розливається в багаторазові металеві форми з чавуну або жароміцної сталі.

Використовуються два методи відливання в кокілі – вільне відливання та відливання під низьким тиском та відливання під високим тиском.

При вільному відливанні в кокіль – заповнення форми відбувається виключно під впливом діючих на метал сил тяжіння при атмосферному тиску. Відливання відбувається вручну або на автоматизованих лініях. У порівнянні з відливанням в піщані форми даний метод дозволяє виконувати спрямоване охолодження, що забезпечує більш високу міцність.

Матеріали та конструктивне виконання блоків циліндрів. Блок циліндрів може виготовлятися з чавуну марок СЧ 24, СЧ-25 СЧ-30, СЧ-35 або алюмінієвого сплаву АЛ-4, АЛ-7, АЛ-9. Існують наступні технологічні схеми виготовлення блоків.

Якщо гільза виготовляється окремо від блоку та встановлюється при складанні блока, то такі гільзи циліндрів виготовляють з чавунів МСЧ-28, СЧ-21 та інш. Твердість таких цих чавунів залежить знаходиться в межах НВ від 170 до 255 до загартування і НРС 39-47 після загартування.

Заготовки для гільз отримують відцентровим відливанням в чавунні форми, а також в нерухомі земляні або оболонкові форми.

Технологія Nicasil . Розробник цієї технології фірма Mahle називає це покриття Nicasil (фірма Kolbenschmidt використовує іншу назву - Galnical). Вигоди були від її очевидні - легкий блок, що ще й дуже легко оброблявся. Це покриття являє собою шар нікелю товщиною 0,1-0,2 мм із надтвердими частками карбиду кремнію Si розміром 3 мкм.

Технологія Алюсіл. [BMW](#) виготовляв блоки з алюсіла - розробка KS. спеціальну технологію лиття блоку з алюмінієвого сплаву зі змістом кремнію більше 18%. Швидке охолодження ділянок заготовки блоку в зоні циліндрів

приводить до спрямованої кристалізації кремнію біля дзеркала циліндрів. Далі, після механічної обробки поверхня циліндрів додатково обробляється хімічним травленням. У результаті цієї операції кислота, взаємодіючи переважно з алюмінієм, «вимиває» його шар товщиною кілька мікронів, залишаючи на поверхні лише кристали кремнію.

Технології зміцнення внутрішніх поверхонь гільз

1. *Нанесення покриттів плазмовим напилюванням* При даному методі в плазмовому пальнику збуджується електрична дуга. В пальник підводиться плазма утворюючий газ – водень, аргон, азот, який іонізується до стану плазми і покидає сопло з великою швидкістю. За допомогою транспортуючого газу матеріал покриття у складі 50% легованої сталі і 50% молібдену у вигляді порошку наноситься в плазмовому промені з температурою 15000-2000 °С. Матеріал покриття розплавляється і в рідкому стані напилюється із швидкістю 80-100 м/с. Отримане покриття має товщину 0,18-0,22 мм. Покриття обробляється остаточно хонінгуванням. Після хонінгування залишається шар товщиною 0,11-0,13 мм.

2. *Лазерне легування робочих поверхонь гільз.* Лазерне легування представляє собою подальший метод армування кремнієм робочих поверхонь циліндрів. При лазерному легуванні робоча поверхня циліндра виготовленого із стандартного алюмінієкремнієвого сплаву за допомогою лазерного променя, що обертається, оплавляється і металургійно легується паралельним підведенням порошку. Тим самим отримують тонкий шар з дуже тонко відокремленою твердою фазою. Поверхня циліндра після лазерного легування повинна хонігуватися. Розкриття карбідів кремнію виконують хімічним травленням.

3. *Покриття поверхонь гільз нітридом титану.* Порівняно новий метод, який являє собою покриття поверхонь циліндрів нітридом титану PVD – методом. За цим методом матеріал-донор випаровується у вакуумі. Це відбувається за рахунок йонного бомбардування, або у формі електричної дуги. На рис. Показано як атоми аргону вибивають з матеріалу-донора частинки, які потім відкладаються на зміцнюваних поверхнях.

Тема 7. Технологія виробництва поршнів. Виробництво та ремонт колінчастих валів. Виробництво та ремонт головок циліндрів

Виробництво поршнів

Конструктивні особливості поршнів

Методи отримання заготовок поршнів

Технології зміцнення поршнів

Виробництво та ремонт колінчастих валів

Матеріал та способи одержання заготовок для колінчастих валів

Ремонт колінчастих валів

Особливості складання колінчастих валів

Виробництво головок блоку циліндрів

Конструктивні особливості поршнів. Поршень являє собою досить складну по конструкції деталь. Основні функції, що виконуються поршнем – ущільнення внутрішньо циліндрового простору за допомогою днища і канавок з поршневыми кільцями та передача зусилля на КШМ. Бокові зусилля сприймаються направляючою частиною – юбкою, тобто юбка виконує функцію направляючої частини поршня. Зусилля тиску газів сприймає днище поршня. В днищі поршнів дизельних двигунів.

Вимоги до поршнів. Поршень - найбільш відповідальна та специфічна деталь в сучасному двигуні. Він повинен бути легким і міцним, здатним витримувати значні механічні навантаження і теплові удари, а крім того, володіти високою зносостійкістю робочих поверхонь, низьким тертям при мінімально можливому зазорі у циліндрі. Остання вимога особливо важлива для гарної герметичності, можливості запобігти прориванню газів з камери згорання в картер і надходження масла у зворотному напрямку. Іншими словами - для мінімальної витрати масла з одночасною відсутністю шуму (стука) поршня об стінки. І це лише частина проблем, які доводиться вирішувати при конструюванні і виробництві поршнів для конкретних двигунів.

Технології зміцнення поршнів. Ще в 1931 році фірма Mahle вперше застосувала *чавунну вставку канавки для верхнього кільця*, що дозволило помітно збільшити ресурс дизельного двигателя. Ця конструкція с успіхом застосовується і по цей день, хоча с 1974 року (а особливо в останній час) для зміцнення верхньої канавки все частіше застосовують зносостійкі покриття (Mitsubishi, GM Ford).

Компенсація теплового розширення поршнів. З 1926 року для компенсації теплового розширення поршнів використовує біметалічний ефект:

сталеві теплорегулюючі вставки усередині поршня при нагріванні перешкоджають температурному розширенню, дозволяючи тримати малий зазор між поршнем і циліндром. Це ж завдання вирішують і пази у верхній частині юбки поршня (у канавці маслосійомного кільця або під нею), які перешкоджають поширенню тепла від верхньої частини поршня, нагрітої гарячими газами, у юбку. Через цього температура стінок юбки зменшується, що також перешкоджає тепловому розширенню поршня. Описана комбінована конструкція - із вставками й пазами - одержала назву Autothermik й успішно застосовувалася фірмою Mahle з 1930 року для поршнів багатьох автомобільних двигунів.

Комплектація поршнів при складанні двигуна. При складанні двигунів виконують підбирання поршнів за розмірними класами зовнішнього діаметру та діаметру отвору під поршневий палець, а також здійснюється підбирання поршнів по вазі.

На днищі поршня міститься інформація про розмірний клас поршня по діаметру, розмірний клас поршня по поршневому пальцю, клас поршня по вазі, напрямок встановлення поршня, ремонтний розмір.

Діаметр поршня вимірюється в площині перпендикулярній осі поршневого пальця в нижній частині юбки.

Службове призначення й вимоги до точності 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.

Матеріал і способи одержання заготовок для колінчастих валів. 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 40XНМА, 18XНВА й ін.

Механічна обробка колінчастих валів. 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

незрівноваженність 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.

Ремонт колінчатих валів. Багато заводів-виготівників 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 перешліфуються так, щоб відповідати ремонтному розміру після усунення всіх виявлених геометричних перекручувань форми шийок вала. Ремонтний розмір указує зміну діаметра шийки, а не товщини вкладиша. Тобто кожен вкладиш +0,25 буде товщій номінального не на 0,25 мм, а на $0,25/2 = 0,125$ мм, що відповідає зменшенню внутрішнього діаметра підшипника на 0,25 мм.

Якщо доводиться ремонтувати автомобіль, що раніше належав іншому власникові, цілком можливо, що колінчастий вал уже підлягав ремонту. Тому після зняття колінчатого вала обов'язково виконується вимірювання діаметра шийок, і визначається до якого ремонтного розміру відноситься вал.

Особливості складання колінчастих валів. 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.

Тема 8. Технологія виробництва поршневих кілець

Функціональне призначення поршневих кілець

Матеріали й методи одержання заготовель поршневих кілець

Верхні компресійні кільця

Маслоземні кільця

Функціональне призначення поршневих кілець. Поршневі кільця відносяться до найважливіших деталей двигуна. Від їх стану прямо залежить працездатність машини - її розгінна динаміка, витрата масла й палива, пускові властивості двигуна, токсичність вихлопних газів і багато інших експлуатаційних показників. На поршневі кільця в автомобільному двигуні покладені три основні завдання:

1) газове ущільнення камери згоряння, тобто відомість до мінімуму проникнення газів із циліндра в картер і назад;

2) відведення тепла від нагрітого гарячими газами поршня в більш холодну стінку циліндра, що охолоджується рідиною або потоком повітря. Погана теплопередача веде до перегріву поршня, задирам, прогарам і заклинюванню його в циліндрі;

3) керування мащенням сполучених деталей. Його ціль у тім, щоб кільця, поршні й циліндри не випробовували масляного голодування, але надходження масла з картера в камеру згоряння при цьому повинно бути якщо не виключене, те, принаймні, сильно обмежене.

Всі ці функції виконує комплект із трьох поршневих кілець: верхнього компресійного, середнього компресійного й нижнього маслоземного. При цьому важливо, щоб кільця повноцінно працювали при будь-якому швидкісному й навантажувальному режимах двигуна. Умови роботи кілець досить складні: змінні сили тиску й тертя, і великі теплові потоки і дія агресивних хімічних сполук.

Матеріали й методи одержання заготовель поршневих кілець. Матеріалами кілець служать чавуни та сталі.

Застосовувані на заводах чавуни за хімічним складом й фізико-механічними властивостями в основному аналогічні. Основним матеріалом для кілець середньонавантажених двигунів є сірий легований чавун (0,40—0,70 % Сг; 0,80—1,35 % Мо; 0,50-0,80 % Ni; 0,80-1,2 % Cu; 0,10-0,30 % V). Твердість -108 — 114 НВ, межа міцності при вигині $\sigma_B = 500$ МПа, модуль пружності $E = 100\ 000$ — $130\ 000$ МПа.

Чавуни, використовувані для виготовлення поршневих кілець, легують нікелем, молібденом, міддю для забезпечення твердості 95 — 105 НВ, межі міцності $\sigma_B = 580$ МПа, модуля пружності $E = 90\ 000$ - $112\ 000$ МПа.

Основним видом заготовок поршневого кільця є індивідуальний виливок із чавуну, що одержується литтям у піщані форми. Збільшений зміст у розплаві фосфору передбачено для підвищення рідкотекучості металу, що заповнює тонкі канали форми.

Найпоширенішим способом формування індивідуальних заготовок поршневих кілець діаметром до 150 мм є машинне формування з використанням багатомісних плит. При масовому відливанні найбільш доцільним є спосіб відцентрового відливання у форму, що обертається.

Після одержання вилівка заготовки піддають струминному очищенню й чорновій обробці по внутрішньому й зовнішньому діаметрах для зняття кірки й ливарних ухилів, штучному старінню й контролю.

Верхні компресійні кільця. Особливо тяжкі умови роботи – у верхнього компресійного кільця двигуна. Саме воно сприймає основну частину тиску газу, що досягає при згорянні 5,5-6,0 МПа (у дизелях – до 15 МПа). Висока й температура верхнього кільця (200-250 °С), оскільки воно передає від поршня до стінки циліндра до двох третин тієї теплоти, що надходить у поршень при згорянні палива.

Поблизу верхньої мертвої точки (ВМТ) це кільце неминуче випробовує недолік мащення. Коли тиск у циліндрі зростає, то збільшується й притиснення кільця до стінки циліндра. Але в міру наближення до ВМТ зменшується швидкість ковзання кільця по стінці циліндра, тому плівка масла між кільцем і циліндром легше продавлюється, а при зупинці кільця й зовсім розривається.

Виникає режим напівсухого тертя, що викликає прискорене зношування деталей, що труться. Саме тому у двигунів з більшим пробігом ця зона циліндра виявляється найбільш зношеною.

Специфіка роботи верхнього кільця визначає його конструктивні відмінності. Щоб протистояти більшим температурним і силовим впливам, застосовують спеціальні матеріали, найчастіше - легований нікелем, хромом і молібденом високоміцний чавун з кулястим графітом. На відміну від звичайних сірих чавунів, він має всі властивості сталі. Його межа міцності 1100-1300 МПа відповідає рівню конструкційної сталі, він не тендітний, тобто при високих навантаженнях пластично деформується без поломки. Це дуже важливо в позаштатних умовах, коли кільця випробовують пікові ударні навантаження (детонація в бензинових двигунів або «жостке» згорання в дизелів).

Середні кільця двигунів працюють у набагато менш тяжких умовах по тиску, температурі й змащенню, тому вони звичайно не вимагають спеціальних високоміцних матеріалів. Найчастіше для середніх кілець

використають сірий легований чавун із пластинчастим графітом. Сірі чавуни, на відміну від високоміцних, досить ламкі, але мають високу зносостійкість без спеціальних покриттів (хоча покриття середніх кілець теж не рідкість).

Висота цих кілець лежить у межах 1,5-1,75 мм. У дизелів вона на рівні 2,0-2,5 мм, причому середні кільця іноді виходять тонші верхніх. Перетин їх звичайно прямокутний. Середні кільця часто мають збільшену, у порівнянні з верхніми, радіальну ширину й пружність. Вимоги до епюри тиску на стінку циліндра тут менш строгі, оскільки тиск і тертя менший. Але підвищений тиск біля замка, як правило, зберігається, тому в найбільш форсованих двигунах, включаючи дизелі, все-таки доводиться застосовувати хромове або, рідше, молібденове покриття. Іноді така необхідність диктується специфічним матеріалом гільзи циліндра. Про всім цьому варто пам'ятати при ремонті, особливо, якщо з'явилася ідея застосування більше дешевих кілець.

До речі, при складанні важливо не переплутати верх і низ середнього кільця, інакше можна одержати збільшений у кілька разів витрата масла.

Маслоземні кільця. Назва кільця «маслоземне» говорить саме за себе. Основне призначення нижнього кільця - зняття масла з поверхні циліндра й скидання його в картер через отвори або пази в канавці поршня.

Специфіка цього завдання має на увазі істотні конструктивні відмінності нижнього кільця від тих, що розташовано над ним.

Головні вимоги до маслоземного кільця - гарна пристосовність до стінок циліндра й високий тиск на них, без чого не можна домогтися ефективного зняття масла. Після довгого шляху розвитку визнання отримали два технічних виконання: коробчасте з еспандерною пружиною й складальне, що складається із двох дисків і двофункціонального розширника. Коробчасте кільце виходить, скоріше маслоукеруючим, у той час як збірне - чисто маслоземним. Різниця в термінології відбиває особливості дії. Коробчатсе кільце дає трохи більша витрата масла, але одночасно краще змащення циліндра, поршня й компресійних кілець. У складального кільця диски не мають жорсткого зв'язку, а двофункціональний розширник утримує їх на певній відстані й притискає до циліндра. При товщині 0,5-0,7 мм диски дуже добре пристосовуються до поверхні циліндра й знімають із нього масло практично повністю. У деяких випадках, наприклад, при високих навантаженнях (дизелі, двигуни з наддуванням), це достоїнство збірних кілець може перетворитися в недолік - погіршиться змащення вузла, з'явиться небезпека задирів. Тому при ремонті високофорсованих моторів краще не ризикувати й використати тільки ті кільця, які рекомендовані виготівником двигуна.

Виготовлення важелів та шатунів

Шатуни виготовляють з високоякісних сталей типу 45 і 40, 45 Г2, 18ХНМА, 40ХНМА та інш. Заготовки шатунів отримують штампуванням.

Шатун поршня двигателя (Часть1).

Шатун поршня в двигателі внутрішнього згорання грає дуже важливу роль, він є з'єднуючим ланкою ланцюга: поршень - коленчатий вал. Він перетворює обертання коленвала в поступальні рухи поршня. При роботі двигателя шатун відчуває на собі змінні циклічні навантаження, тому однією з важливих характеристик, що відповідають за його ресурс, є втомлювальна міцність.

Втомлювальна міцність шатуна досягається виготовленням його з правильно підібраного матеріалу, удачної конструкції і дотримання всіх технологій.

Для виготовлення шатунів застосовують сталі з вмістом вуглецю 0,3 - 0,45%:

- марганцовисті;
- хромисті;
- хромонікелеві;
- хромомолибденові.

Шатун складається з стержня, нижньої і верхньої головки по краях. Через поршневу палець на верхній головці кріпиться поршень, на нижній, яка є роз'ємною - коленчатий вал.

Шатун є важливою деталлю КШМ, що з'єднує поступально рухомих поршень з обертовим коленчатим валом. На шатун діють знакозмінні несиметричні циклічні навантаження, тому основною міцнісною характеристикою шатуна є втомлювальна міцність.

Матеріали для шатунів - марганцовисті, хромисті, хромонікелеві або хромомолибденові сталі з вмістом вуглецю 0.30-0,45%. Для масового виробництва важливо низьке вміст легируючих елементів, тому велике значення надається технології виготовлення. Заготовки шатунів отримують штампуванням в декілька стадій з проміжною термообробкою, що забезпечує упрочнення матеріалу при невеликій його твердості, але високій в'язкості і пластичності.

Для поршневих пальців, встановлюваних в верхній головці шатуна нерухомо, в отвір головки робиться натяг 0,02-0,04 мм. В сучасних двигателях перевагу надають застосуванню плаваючих пальців (рис. 2.75). Для них в верхню головку шатуна встановлюється втулка - зазвичай двохшарова сталевонікелева товщиною 1,5 мм. рідко використовується

тонкостенная (порядка 1 мм) втулка, изготовленная из листовой бронзы. Для втулок наиболее часто используется оловянно-свинцовистая бронза типа Си PM0 Sn10.

Из-за малого зазора между пальцем и втулкой как при изготовлении, так и при ремонте шатуна после запрессовки втулки в верхнюю головку требуется окончательная обработка ее отверстия.

На некоторых последних конструкциях (GM) поршневой палец скользит по отверстию в шатуне без втулки. Работоспособность пары "палец - отверстие шатуна" обеспечивается сочетанием "мягкого" шатуна и "твердого" пальца. Такая конструкция имеет определенное преимущество перед шатунами со втулками. т.к. верхняя головка разгружена от натяга пальца или втулки, а это значит, что шатун можно сделать легче. Однако ремонтировать такие шатуны с изношенным отверстием под палец сложно.

Не получили широкого распространения конструкции (MERCEDES-BENZ, TOYOTA) со смазкой верхней головки шатуна от нижней через отверстие в стержне шатуна. Недостатки этой конструкции - большие масса и сложность изготовления шатуна при весьма незначительном уменьшении износа пальца и втулки и снижении температуры поршня (за счет не слишком интенсивного масляного охлаждения его днища).

Поршневый палец. Поршневой палец является весьма ответственной деталью двигателя, передающей нагрузки от поршня к шатуну. Палец обычно работает в паре с мягкими материалами - алюминием (поршень) и бронзой (втулка верхней головки шатуна). Вследствие этого рабочая поверхность пальца должна иметь высокую твердость. С другой стороны, палец работает в условиях высоких циклических нагрузок, что требует применения вязких материалов, обладающих высокой усталостной прочностью. Эти требованиям удовлетворяют легированные никелем и хромом стали с низким содержанием углерода, наружная поверхность которых цементирована или азотирована при сохранении вязкой основы (сердцевины).

Наружная поверхность пальца из условия обеспечения высокого ресурса должна быть обработана с весьма высокой точностью (овальность и конусность не более 2-3 мкм) и иметь шероховатость не более 0,2 мкм, что достигается суперфинишной обработкой. Внутренняя поверхность из условия повышения усталостной прочности не должна иметь шероховатость более 5-10 мкм. Следы грубой обработки (риски, царапины и т.д.) являются крайне нежелательными концентраторами напряжений.

Большинство бензиновых двигателей имеют поршневые пальцы диаметром 20*23 мм с цилиндрическим внутренним отверстием. Пальцы диаметром 17-19 мм имеют двигатели малого рабочего объёма (до 1600+1700

см³), в том числе многие японские двигатели. Пальцы диаметром более 23 мм на современных бензиновых двигателях применяются редко.

Обычно вкладыш изготавливается из ленты штамповкой, в результате чего он приобретает необходимую форму. После этого обрабатываются торцы и рабочая поверхность вкладыша. Вкладыш является прецизионной деталью и точность его обработки очень высока - порядка 0,01->-0.02 мм по длине (торцам) и 0,002+0,005 мм по толщине. Кроме того, вкладыш около торцов на длине 5+6 мм обычно имеет несколько меньшую (на 0,005+0,010 мм) толщину. Это связано с возможностью деформации постели в направлении, перпендикулярном плоскости разъема (рис. 2.56). Когда в этом направлении действует растягивающая нагрузка, то размер постели у разъема несколько уменьшается, и если вкладыш имеет одинаковую по длине толщину, у его торцов возможен перегрев и повреждение рабочей поверхности из-за недостаточного зазора.

Достаточно большое многообразие конструкций имеют упорные подшипники коленчатых валов. Упорные подшипники "держат" вал в осевом направлении и нагружены обычно силами нерегулярного действия - центробежными (на повороте с поперечно расположенным двигателем), инерции (ускорение и замедление автомобиля с продольно расположенным двигателем), а также силами от трансмиссии (усилие сцепления или давление гидромукты).

Упорные подшипники обычно располагают на средней (или рядом стоящей) или задней коренной опоре коленчатого вала. Второй вариант может быть в некоторых случаях (например, с обычным дисковым сцеплением) предпочтительнее, т.к. позволяет разгрузить коленчатый вал от осевых сил и уменьшить его деформацию.