

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

О.В. ЗАХАРЧУК

ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ТА РЕМОНТУ АВТОМОБІЛІВ
НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

Луцьк
ІВВ Луцького НТУ
2017

УДК 629.083 (075.8)
ББК 30.8 я73
3-38

*Гриф надано Луцьким національним технічним університетом,
протокол засідання вченої ради №10 від 26 травня 2017 року
(Лист №732-19-33 від 30.05.2017)*

Рецензенти:

Волков В.П., д.т.н., професор, завідувач кафедри технічної експлуатації і сервісу автомобілів Харківського національного автомобільно-дорожнього університету

Пилипенко О.М., д.т.н., професор кафедри автомобілів та технологій їх експлуатації Черкаського державного технологічного університету;

Придюк В.М., к.т.н., доцент кафедри автомобілів і транспортних технологій Луцького національного технічного університету.

Захарчук О.В.

Основи технології виробництва та ремонту автомобілів: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / Олег Вікторович Захарчук. – Луцьк: РВВ Луцького НТУ, 2017. – 140 с.

Викладений лекційний курс дисципліни “Основи технології виробництва та ремонту автомобілів”.

Посібник призначений для студентів вищих навчальних закладів, які навчаються на спеціальності 274 “Автомобільний транспорт”.

УДК 629.083 (075.8)
ББК 30.8 я73

© Захарчук О.В., 2017

Зміст

	Вступ.....	7
1	ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ РЕМОНТНОГО ВИРОБНИЦТВА.....	9
1.1.	Виріб та його елементи.....	9
1.2.	Виробничий та технологічний процеси.....	9
1.3.	Базування деталей	11
1.4.	Допуски та припуски на обробку.....	12
1.5.	Поняття точності обробки	13
1.6.	Вплив якісних властивостей металу на експлуатаційні властивості деталей автомобіля.....	15
1.6.1.	Визначення твердості металів.....	15
1.6.2.	Шорсткість поверхні.....	16
1.6.3.	Забезпечення якості поверхневого шару технологічними методами.....	17
2	ТЕХНІЧНИЙ СТАН АВТОМОБІЛІВ ТА ЙОГО ЗМІНИ У ПРОЦЕСІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ.....	19
2.1.	Технічний стан автомобілів та його зміни у процесі експлуатації. Класифікація умов роботи. Закономірності зношування деталей, механізмів та систем.....	19
2.1.1.	Ефективність використання автомобілів.....	19
2.1.2.	Система технічної підготовки автомобільного транспорту.....	20
2.1.3.	Основні означення системи ремонту машин.....	21
2.1.4.	Причини погіршення технічного стану автомобілів під час експлуатації.....	22
2.1.5.	Класифікація видів спрацювання та пошкоджуваності.....	25
2.1.6.	Шкідливі процеси, що спричиняють несправності.....	27
2.1.7.	Деформації та руйнування деталей.....	28
2.1.8.	Характерні дефекти деталей.....	28
3	ТЕХНОЛОГІЯ КАПІТАЛЬНОГО РЕМОНТУ АВТОМОБІЛІВ.....	31
3.1.	Технологічний процес ремонту.....	31
3.2.	Прийом автомобілів в ремонт.....	33
3.3.	Підготовка автомобілів до капітального ремонту.....	33
3.4.	Технологія розбірно-очисних процесів.....	34
3.4.1.	Організація розбірних процесів.....	34
3.4.2.	Технологічний процес розбирання.....	35

3.4.3.	Характеристика забруднень і способи їх очищення.....	37
3.4.4.	Миючі засоби.....	38
3.4.5.	Очищення деталей від нагару і накипу.....	39
3.5.	Технологія дефектування деталей.....	40
3.5.1.	Вимірювальні прилади та інструменти.....	40
3.5.2.	Контроль і дефектування деталей.....	42
3.5.3.	Способи виявлення скритих дефектів деталей.....	44
3.6.	Комплектування, складання і випробовування автомобілів.....	44
3.6.1.	Комплектування деталей.....	44
3.6.2.	Складання типових з'єднань деталей.....	45
3.6.3.	Складання агрегатів та автомобілів.....	48
3.6.4.	Обкатка та випробовування автомобілів.....	50
4	ОСНОВНІ ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ.....	52
4.1.	Класифікація способів відновлення деталей та структура технологічного маршруту відновлення.....	52
4.2.	Відновлення деталей слюсарно-механічною обробкою.....	54
4.3.	Відновлення деталей пластичним деформуванням.....	56
4.3.1.	Види пластичного деформування.....	56
4.4.	Відновлення деталей зварюванням і наплавленням.....	59
4.4.1.	Загальні відомості.....	59
4.4.1.1.	Зварювання плавленням.....	61
4.4.1.2.	Відновлення деталей наплавленням.....	63
4.4.1.3.	Зварювання тиском.....	64
4.4.2.	Ручне електродугове зварювання.....	65
4.4.3.	Напівавтоматичне зварювання у середовищі вуглекислого газу.....	67
4.4.4.	Газове зварювання.....	68
4.4.5.	Зварювання чавунних деталей.....	69
4.4.6.	Зварювання деталей з алюмінієвих сплавів.....	71
4.4.7.	Види наплавлення при відновленні деталей.....	72
4.4.7.1.	Електродугове наплавлення під шаром флюсу.....	72
4.4.7.2.	Наплавлення в середовищі вуглекислого газу.....	73
4.4.7.3.	Вібродугове наплавлення.....	74
4.4.7.4.	Плазменне та лазерне наплавлення.....	75
4.4.8.	Різання металів.....	76
4.5.	Відновлення деталей паянням.....	76

4.6.	Зварювання пластмас.....	78
4.7.	Відновлення деталей гальванічними покриттями.....	79
4.8.	Відновлення деталей металізацією.....	81
4.9.	Відновлення деталей синтетичними матеріалами.....	82
5	ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ОБРОБКОЮ РІЗАННЯМ.....	85
5.1.	Загальні відомості.....	85
5.2.	Робочі та допоміжні рухи у верстатах.....	85
5.3.	Основні способи обробки металів різанням.....	86
5.4.	Матеріали, що застосовуються для виготовлення різальних інструментів.....	87
5.4.1.	Основні інструментальні матеріали.....	87
5.4.2.	Абразивний інструмент.....	88
5.5.	Охолодження і змащування при обробці різанням.....	89
5.6.	Роботи, що виконуються на металообробних верстатах.....	90
5.6.1.	Основні роботи, що виконуються на токарно-гвинторізних верстатах.....	90
5.6.2.	Основні роботи, що виконуються на свердлильних верстатах.....	93
5.6.3.	Основні роботи, що виконуються на фрезерних верстатах.....	96
5.6.4.	Основні роботи, що виконуються на шліфувальних верстатах.....	98
5.6.5.	Основні роботи, що виконуються на розточувальних верстатах.....	99
5.6.6.	Тонка остаточна обробка.....	102
5.6.6.1.	Хонінгування.....	102
5.6.6.2.	Суперфініш та мікрофініш.....	106
5.6.6.3.	Полірування та притирання.....	108
5.7.	Електрохіміко-механічні методи обробки.....	108
6	ЗМІЦНЕННЯ ДЕТАЛЕЙ У ПРОЦЕСІ ЇХ ВІДНОВЛЕННЯ ТА КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ.....	110
6.1.	Загальні відомості.....	110
6.1.1.	Зміцнення деталей поверхневим пластичним деформуванням.....	110
6.1.2.	Зміцнення деталей хіміко-термічною обробкою.....	112
6.1.3.	Зміцнення деталей термічною обробкою.....	112
6.1.4.	Зміцнення деталей поверхневим гартуванням.....	113
6.1.5.	Зміцнення деталей електромеханічною обробкою.....	113
6.1.6.	Лазерне та плазмове зміцнення.....	114

6.2.	Контроль якості відновлення деталей.....	114
7	ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ КАПІТАЛЬНОГО РЕМОНТУ АВТОМОБІЛІВ.....	116
7.1.	Відновлення основних деталей автомобіля.....	116
7.1.1.	Відновлення корпусних деталей.....	116
7.1.2.	Відновлення блоків циліндрів та робочої поверхні гільз.....	117
7.1.3.	Особливості відновлення блоків циліндрів, які виготовлені з алюмінієвих сплавів.....	121
7.2.	Відновлення головок циліндрів.....	123
7.3.	Відновлення шатунів.....	124
7.4.	Відновлення та ремонт поршнів.....	126
7.5.	Відновлення колінчастих та інших валів.....	127
7.6.	Відновлення клапанів.....	131
7.7.	Відновлення зубчастих коліс.....	131
7.8.	Відновлення пружних елементів	132
7.9.	Відновлення радіаторів, баків та трубопроводів.....	132
7.10.	Відновлення рами автомобіля.....	133
7.11.	Відновлення кузова та кабіни автомобіля.....	133
	Список літератури.....	139

Вступ

Основне призначення автомобілів – своєчасне, якісне та повне задоволення потреб у перевезеннях.

Автомобільний транспорт є найбільш мобільним і універсальним засобом комунікації та посідає важливе місце у транспортному комплексі нашої держави. На його частку припадає понад 80 % усіх вантажних і пасажирських перевезень, приблизно 70 % трудових ресурсів, понад 60 % палив, значна частина капітальних вкладень і основних виробничих фондів, понад 65 % усіх транспортних витрат.

Сучасний автомобільний парк країни значно поповнився автомобілями нових конструкцій, вдосконалюється структура рухомого складу, збільшується кількість дизельних автомобілів та автомобілів які працюють на альтернативних видах палив, зростає кількість автомобілів великої вантажопідйомності та пасажиромісткості.

На сьогоднішній час значно підвищуються вимоги до справності та надійності автомобілів, оскільки несправні автомобілі є джерелом дорожньо-транспортних пригод, забруднення навколишнього середовища відпрацьованими газами та підвищених витрат палива. Вимоги до надійності також значно збільшуються у зв'язку з ростом швидкостей, інтенсивності руху та потужностей двигунів автомобілів.

Тому збільшення надійності і довговічності автомобілів, покращення якості їх технічного обслуговування і ремонту має важливе значення для транспортної системи.

В останні роки інтенсивно здійснюється організаційно-технічна реорганізація авторемонтних підприємств, що пов'язано із змінами соціально-економічних умов ведення транспортного господарства в нашій країні. Отримують розвиток фірмові структурні системи з технічного обслуговування та ремонту автомобілів.

Не дивлячись на запровадження нових способів відновлення деталей, нового обладнання та інструменту, собівартість капітального ремонту автомобілів є високою. Тому важливим завданням персоналу авторемонтних підприємств є покращення якості ремонту, при одночасному зниженні його вартості.

За останні 10–15 років відбулися суттєві зміни в розвитку систем технічного обслуговування і ремонту автомобілів. Розроблені і використовуються на практиці технологічні процеси, які ґрунтуються на результатах досліджень в областях фундаментальних наук і високих технологій обробки металів та автомобільних матеріалів, з'являються нові матеріали та технологічні способи їх обробки, застосовуються прогресивні методи відновлення деталей та механізації і автоматизації технологічних процесів. Для реалізації нових технологічних процесів необхідне принципово

нове обладнання, інструмент і засоби контролю, що є наслідком суттєвого переоснащення ремонтних підприємств.

Висока якість відремонтованих автомобілів і агрегатів пред'являє підвищені вимоги до ресурсу відновлених деталей. Відомо, що в автомобілях і агрегатах після капітального ремонту деталі працюють, як правило, в значно гірших умовах, ніж в нових, що пов'язано із зміною базисних розмірів, зсувом осей в корпусних деталях, зміною умов подачі мастила і ін. У зв'язку з цим технології відновлення деталей повинні базуватися на таких способах нанесення покриттів і подальшої обробки, які дозволили б не тільки зберегти, але і збільшити ресурс відремонтованих деталей.

Відновлення автомобільних деталей стало одним з найважливіших показників господарської діяльності крупних ремонтних, спеціалізованих малих підприємств і кооперативів. Створена фактично нова галузь виробництва – відновлення зношених деталей. За рядом найменувань найважливіших найбільш металоємних і дорогих деталей вторинне споживання відновлених деталей значно більше, чим споживання нових запасних частин. Так, наприклад, відновлених блоків двигунів використовується в 2,5 рази більше, ніж одержуваних нових, колінчастих валів – в 1,9 рази, картерів коробок передач – в 2,1 рази більше, ніж нових. Собівартість відновлення для більшості відновлюваних деталей не перевищує 75 % вартості нових, а витрата матеріалів в 15–20 разів нижча, ніж на їх виготовлення. Висока економічна ефективність підприємств, що спеціалізуються на відновленні автомобільних деталей, забезпечує їм конкурентоспроможність в умовах ринкового виробництва.

1 ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ РЕМОНТНОГО ВИРОБНИЦТВА

1.1 Виріб та його елементи

Виробом називається предмет чи сукупність предметів виробництва, що підлягають виготовленню на підприємстві.

Залежно від наявності і складності складових елементів виробу поділяють на неспецифіковані (деталі), які не мають складових частин, і специфіковані (складальні одиниці, комплекси, комплекти), що складаються з двох складових частин і більше.

Деталь – виріб, виготовлений з одного матеріалу без застосування складальних операцій (колінчастий вал, шатун, поршень та ін). До деталей також відносять вироби, що піддані покриттю, незалежно від виду, товщини та січення.

Складальна одиниця (вузол) – це виріб, складові частини якого належить з'єднати між собою складальними операціями скручування, клепаання, зварювання, опресовування, склеювання та ін.

Комплекс – це два і більше специфікованих виробів, не з'єднаних на підприємстві-виробнику збірними операціями, але призначених для виконання взаємозв'язаних функцій. Кожен специфікований виріб, що входить у комплекс, служить для всього комплексу (система змащування, трансмісія, кузов та ін).

Комплект – це два чи більше виробів, які не з'єднані на підприємстві-виробнику складальними операціями і представляють собою набір виробів, що мають експлуатаційне призначення загального характеру (комплект запасних частин, комплект вимірювальної апаратури та ін).

Агрегат – збірна одиниця, якій властива повна взаємозамінна можливість складання окремо від інших складових частин виробу та здатність виконувати певну функцію у виробі чи самостійно (двигун, КПП, задній міст та ін).

Заготовка – предмет виробництва, з якого зміною форми, розмірів, шорсткості поверхні і властивостей матеріалу виготовляють деталь або нерозрізну складальну одиницю.

1.2 Виробничий та технологічний процеси

Виробничим процесом називається сукупність усіх дій робітників та знарядь виробництва, необхідних на даному підприємстві для виготовлення чи ремонту виробів. Виробничий процес заводу охоплює всі етапи виробництва та ремонту: виготовлення заготовок деталей, всі види їх механічної, теплової, гальванічної та інших обробок, складання збірних одиниць та агрегатів, випробування та фарбування, технічний контроль на

всіх стадіях виробництва, транспортування матеріалів, заготовок, деталей, збірних одиниць та агрегатів і зберігання на складах.

Технологічний процес – частина виробничого процесу, яка безпосередньо пов'язана із зміною розмірів, форми, зовнішнього вигляду і внутрішніх властивостей предмета виробництва.

Технологічний процес стосується деталі чи інших виробів, виробничий – цеху чи дільниці. Відповідно розрізняють виробничий процес, наприклад ковальського, механічного, складального та іншого цеху, технологічний процес – наприклад механічної, термічної обробки та ін.

Засоби виконання технологічного процесу: технологічне устаткування, технологічне оснащення, налагодження та ін.

Технологічною операцією називається закінчена частина технологічного процесу, що виконується на одному робочому місці. Технологічні операції поділяють на установлення, позиції, технологічні та допоміжні переходи, робочі та допоміжні ходи.

Робочим місцем називають частину виробничої площі, закріплену за одним або кількома виконавцями роботи. Робоче місце оснащують устаткуванням (верстатом, верстаком, стендом та ін), технологічним оснащенням (пристроями, інструментом) та допоміжними засобами (тарою, інвентарем).

Установлення – частина технологічної операції, виконувана при незмінному закріпленні оброблюваних заготовок або складальної одиниці. Наприклад, в одній операції, що виконується за одне встановлення, може бути одночасне центрування торців вала на двосторонньому центрувальному верстаті. У процесі обробки заготовка або деталь може змінювати своє положення відносно верстата за допомогою поворотного обладнання, тобто займати різні позиції.

Позиція – фіксоване положення, яке займає незмінно закріплена заготовка або деталь спільно з пристроєм відносно інструменту чи нерухомої частини устаткування для виконання певної частини операції.

Технологічним переходом називається закінчена частина технологічної операції, що характеризується постійністю застосовуваного інструменту та поверхонь, які утворюються обробкою чи складанням. Обробка декількох одночасно діючими інструментами однієї чи декількох поверхонь при дотриманні вказаних умов є одним переходом. Зміна хоча б однієї з цих умов викликає новий перехід. Перехід може бути виконаний за один чи декілька робочих ходів.

Допоміжний перехід – закінчена частина технологічної операції, що складається з дій людини та (чи) устаткування, які не супроводжуються зміною форми, розмірів та шорсткості поверхні, але необхідні для виконання технологічного переходу, наприклад, встановлення заготовки, заміни інструменту та ін.

Робочий хід – закінчена частина технологічного переходу, яка складається з одноразового переміщення інструменту відносно заготовки, що супроводжується зміною форми, розмірів, шорсткості поверхні чи властивостей заготовки чи деталі. За один робочий хід знімається один шар металу заданої товщини при незмінному режимі різання.

Допоміжний хід – закінчена частина технологічного переходу, яка складається з одноразового переміщення інструменту відносно заготовки, що не супроводжується зміною форми, розмірів, шорсткості поверхні чи властивостей заготовки, але необхідного для виконання робочого ходу.

Технологічний процес може бути виконаний у вигляді типового, маршрутного та операційного.

Типовий технологічний процес характеризується єдиним змістом та послідовністю більшості технологічних операцій і переходів для групи виробів із загальними конструктивними ознаками.

Маршрутний технологічний процес здійснюється за документацією, в якій зміст операції виконується без вказування переходів та режимів обробки.

Технологічний процес, що здійснюється за документацією, в якій зміст операцій виконується з вказуванням переходів та режимів обробки, називається операційним технологічним процесом.

1.3 Базування деталей

Одним із важливих питань механічної обробки деталей є правильна їх установка на верстаті або у пристосуванні, від якої залежить точність обробки. Під установкою розуміється правильна орієнтація заготовки щодо ріжучого інструменту і надійна фіксація її в цьому положенні.

Завдання взаємного орієнтування деталей і складальних одиниць при їх складанні та заготовок на верстатах при виготовленні чи ремонті деталей розв'язується базуванням.

Базуванням називається надання заготовці або виробу необхідного положення щодо вибраної системи координат. При механічній обробці заготовок на верстатах базуванням прийнято вважати надання заготовці необхідного положення щодо елементів верстата, які визначають траєкторію руху подачі оброблювального інструменту.

За своїм призначенням і сферою застосування у машинобудуванні бази поділяються на конструкторські, вимірвальні, технологічні і складальні.

Конструкторськими базами називають поверхні, лінії або точки щодо яких на робочому кресленні деталі конструктор задає взаємне положення інших поверхонь, ліній або точок. Конструкторськими базами на робочому кресленні деталі служать осі отворів і валів, осі симетрії та інші геометричні елементи.

Складальними базами називають поверхні деталі, що визначають її положення щодо іншої деталі у складальній одиниці.

Вимірювальними базами називаються поверхні, лінія або точка, від яких проводиться відлік виконуваних розмірів при обробці або вимірюванні заготовок, а також при перевірці взаємного розташування поверхонь деталей чи елементів виробу (паралельності, перпендикулярності, співвісності).

Технологічна база – це база, що використовується для визначення заготовки або виробу у процесі виготовлення чи ремонту. За особливостями застосування технологічні бази, які використовуються при механічній обробці, поділяються на контактні, налаштовувальні та перевірочні.

Контактними базами називаються технологічні бази, безпосередньо дотичні до відповідних поверхонь пристосування або верстата.

Налаштовувальними базами називається поверхня заготовки щодо якої орієнтуються оброблювальні поверхні, пов'язані з ними безпосередніми розмірами і утворені при одному установі за даними поверхнями заготовки.

Перевірочною базою називається поверхня, лінія або точка заготовки чи деталі щодо яких проводиться вивіряння положення заготовки на верстаті або установка ріжучого інструменту, а також вивіряння положення інших деталей чи складальних одиниць при складанні виробу.

За розміщенням у технологічному процесі встановлювальні бази поділяються на чорнові (первинні), проміжні і чистові (кінцеві).

Принцип постійності встановленої бази полягає в тому, що на всіх технологічних операціях використовують одну й ту ж встановлювальну базу. Умова постійності встановлювальної бази є необхідною при дотриманні жорстких вимог до точності обробки. Зміна баз може внести неприпустиму похибку у взаємне розміщення поверхонь, оброблених від різних баз.

1.4. Допуски та припуски на обробку

Припуском на обробку називають шар металу, що знімається із заготовки у процесі механічної обробки для отримання готової деталі.

Призначення правильного припуску та допуску на обробку заготовки має велике значення. Завищені припуски призводять до значних відходів металу в стружку, збільшення трудомісткості обробки та собівартості деталі. Однак недостатні припуски на обробку небажані, оскільки вони не забезпечують видалення поверхневого дефектного шару та потрібної точності і чистоти поверхні, збільшують брак та підвищують вартість обробки.

Припуски розділяють на загальні та міжопераційні (проміжні), що видаляються на окремих технологічних операціях.

Загальним припуском називається шар металу, який видаляється із заготовки чи деталі при виконанні всіх технологічних переходів, що визначається різницею розмірів заготовки та готової деталі.

Проміжним (міжопераційним) припуском називається шар металу, що видаляється під час виконання одного технологічного переходу. Припуск визначається різницею розмірів попереднього та наступного переходів.

Розрізняють симетричні та асиметричні припуски. Симетричні припуски мають місце при обробці зовнішніх та внутрішніх поверхонь обертових заготовок чи деталей, а також при паралельній обробці протилежних плоских поверхонь. Асиметричні припуски мають місце при обробці протилежних поверхонь незалежних одна від одної. Окремим випадком асиметричного припуску є односторонній припуск, коли одна з протилежних поверхонь не підлягає обробці.

Припуск залежить від багатьох факторів: матеріалу та розміру заготовки чи деталі, способу виготовлення, від термічної обробки, від способу встановлення деталі на верстаті та пружних деформацій, від способів закріплення та сили різання.

Допуск на загальний припуск є допуском на відповідний розмір заготовки. Проміжний допуск – допуск на проміжний (операційний) припуск, який визначає допустимі коливання припусків, розмірів на окремих стадіях обробки.

1.5. Поняття точності обробки

Точність є однією з основних характеристик виготовлених чи відремонтованих деталей. Точність виготовлення деталей багато в чому визначає високу довговічність і надійність автомобілів.

Під точністю виготовлення деталі розуміється ступінь відповідності її параметрів параметрам, заданим конструктором. Відповідність деталі – реальної і заданої конструктором – визначається такими параметрами:

- точність форми деталі або її робочих поверхонь, що характеризується овальністю, конусністю, прямолінійністю та ін;
- точністю розмірів деталі, тобто відхиленням розмірів від номінальних;
- точністю взаємного розташування поверхонь, паралельністю, перпендикулярністю, концентричністю, бочкоподібністю та ін;
- якістю поверхні, що визначається шорсткістю і фізико-механічними властивостями (матеріалом, термообробкою, поверхневою твердістю та ін).

Наприклад до відхилень форми поверхонь тіл обертання (рис. 1.1) відноситься відхилення від круглості, овальність, огранка, відхилення

профілю повздовжнього січення поверхні, конусність, бочкоподібність, корсетність.

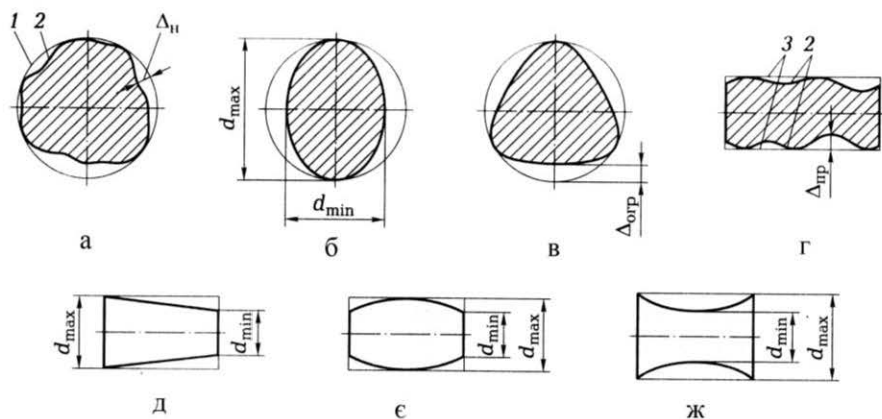


Рисунок 1.1 – Відхилення форми поверхні тіл обертання: а – відхилення від круглості, б – овальність, в – огранка, г – відхилення профілю повздовжнього січення поверхні, д – конусність, е – бочкоподібність, є – корсетність; 1 – прилягаюча окружність; 2 – реальний профіль; 3 – прилягаючий профіль

До відхилень форми площин (рис. 2.2) відносять непрямолінійність, випуклість, ввігнутість, неплоскостність.

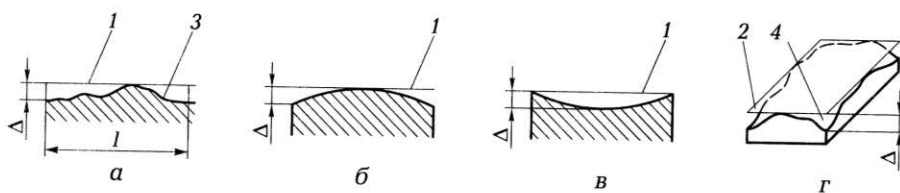


Рисунок 2.2 – Відхилення форми площин: а – непрямолінійність; б – випуклість; в – ввігнутість; г – неплоскостність; 1 – прилягаюча пряма; 2 – прилягаюча площина; 3 – реальний профіль; 4 – реальна поверхня

1.6. Вплив якісних властивостей металу на експлуатаційні властивості деталей автомобіля

Якість деталі характеризується механічними, фізико-механічними, геометричними та іншими властивостями металу з якого вона виготовлена. До механічних властивостей відносяться міцність, пластичність, твердість, ударна в'язкість. До фізико-механічних властивостей відносяться структура поверхневого шару, твердість, ступінь і глибина наклепу, залишкові напруги. Геометричними властивостями є шорсткість і напрям нерівностей поверхні, погіршеності форми (конусність, овальність та ін).

Міцністю називається здатність металу чинити опір дії зовнішніх руйнівних сил. Залежно від характеру цих сил відрізняють міцність при розтягуванні, згинанні, стисканні, крученні.

З перерахованих якісних властивостей найбільший вплив має твердість. У рухомих з'єднаннях вона значно впливає на тертя та зношення поверхонь.

Якість поверхні справляє вплив на всі експлуатаційні властивості деталей: зносостійкість, втомну міцність, міцність нерухомих посадок, корозійну стійкість та ін. З геометричних властивостей найбільший вплив на точність механічної обробки і експлуатаційні властивості деталей справляє шорсткість поверхні.

Геометричні властивості, які характеризуються шорсткістю, напрямом нерівностей (паралельні, перпендикулярні, перехресні, довільні, кругоподібні та радіальні) та похибкою геометричної форми, в основному формується режимами обробки (швидкість різання та подача), властивостями та структурою оброблювального матеріалу, вібраціями інструменту і деталі у процесі обробки та ін.

1.6.1. Визначення твердості металів

Твердістю називається здатність металу чинити опір проникненню в нього більш твердого тіла. Існує декілька методів визначення твердості металів. Найбільш широке застосування з них дістали методи Брінелля та Роквелла.

За методом Брінелля твердість визначається на спеціальному приладі вдавлуванням у випробувальний зразок сталюї загартованої кульки діаметром 10, 5 або 2,5 мм, під навантаженням від 153 до 29400 Н. В результаті на поверхні зразка утворюється відбиток у формі кульового сегмента. Твердість за Брінеллем позначають буквами HB.

За методом Роквелла твердість визначається вдавлуванням у випробувальний зразок алмазного конуса з кутом при вершині 120°, або сталюї кульки діаметром 1,58 мм. Позначається буквами HR з додаванням

найменування шкали приладу: HRA – алмазний конус з навантаженням 588 Н, HRB – стальна куля, навантаження 980 Н, HRC – алмазний конус, навантаження 1470 Н.

Абсолютні величини чисел твердості за Брінеллем і Роквеллем не збігаються. Тому для порівняння твердості металів, визначеної різними методами, користуються спеціальними перевідними таблицями.

1.6.2. Шорсткість поверхні

Шорсткість поверхні – сукупність нерівностей поверхні з відносно малими кроками на базовій довжині.

Базова довжина – довжина базової лінії, яка використовується для виділення нерівностей, що характеризують шорсткість поверхні, і для кількісного визначення її параметрів. Шорсткість характеризується мікрогеометрією поверхні. Оцінка шорсткості поверхні проводиться порівнянням з еталоном, і безпосереднім вимірюванням за допомогою спеціальних приладів.

Геометричними властивостями є шорсткість і напрямлення нерівностей поверхні, похибки форми. Цілеспрямоване формування якості поверхні при виготовленні і відновленні зношених деталей має велике значення для забезпечення довговічності і надійності.

Шорсткість поверхні деталей оцінюється за ГОСТ 2789-73 (рис. 1.3).

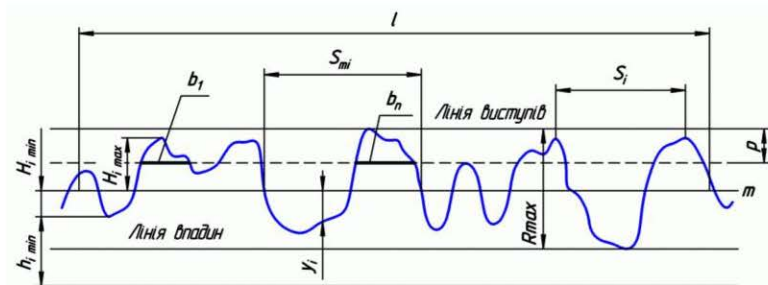


Рисунок 1.3 – Параметри якості поверхні

Існує декілька видів параметрів за якими оцінюється шорсткість поверхні: середнє арифметичне відхилення профілю R_a , висота нерівностей профілю на десяти точках R_z , найбільша висота нерівностей R_{max} .

Середнє арифметичне відхилення профілю R_a визначається як середнє арифметичне абсолютних значень відхилень профілю в межах базової довжини.

Висота нерівностей профілю на десяти точках R_z – сума середніх арифметичних абсолютних відхилень точок п'яти найбільших мінімумів і п'яти найбільших максимумів профілю в межах базової довжини.

Найбільша висота нерівностей $R_{\max}$ – відстань між лінією профілю і лінією впадин профілю в межах базової довжини.

Шорсткість призначається конструктором, виходячи з умов роботи деталі. Завищені вимоги до шорсткості ускладнюють і підвищують вартість обробки і не завжди покращують експлуатаційні властивості деталей.

1.6.3 Забезпечення якості поверхневого шару технологічними методами

У процесі обробки під впливом високого тиску інструменту і високого нагрівання структура поверхневого шару змінюється та значно відрізняється від структури основного металу. Поверхневий шар отримує підвищену твердість внаслідок наклепу, в ньому виникають внутрішні напруження. Глибина та ступінь наклепу залежать від властивостей металу деталі, способів та режимів обробки. При дуже тонкій обробці глибина наклепу складає 1... 2 мкм, при грубій – доходить до сотні мікрон.

Після механічної обробки у поверхневому шарі виникають внутрішні напруження, внаслідок спільної дії силових та теплових факторів. Внутрішні напруження справляють великий вплив на експлуатаційні властивості деталей, відновлених різними способами. Тому важливе значення має вибір видів і режимів чистової механічної обробки, які давали б мінімальний тиск інструменту і мінімальне підвищення температури при одночасному дотриманні необхідної шорсткості поверхні.

При тонкій абразивній обробці – хонінгуванні, притиранні, поліруванні – у поверхневому шарі створюються переважно стискувальні напруження, в той час при шліфуванні внутрішні напруження майже завжди розтягуючі. Фазові перетворення у металі можуть бути причиною зміни знаку напружень, оскільки вони викликають утворення стискуючих напружень. Для досягнення бажаної якості поверхневого шару, особливо відновлених деталей, з метою підвищення їх довговічності необхідно вдаватись до зміцнювальних технологій. Такі технології дозволяють формувати міцність, ступінь та глибину наклепу і зменшити залишкові напруги.

Питання для самоконтролю

1. Що таке деталь?
2. Охарактеризуйте означення технологічного процесу.
3. Що таке установ та позиція?

4. Від яких факторів залежить точність обробки?
5. Які існують відхилення форми деталі?
6. Поняття базування.
7. Що таке припуск на обробку?
8. Яким чином визначається твердість металів?
9. Поняття шорсткості поверхні.
10. Як забезпечується якість поверхневого шару деталі?

2 ТЕХНІЧНИЙ СТАН АВТОМОБІЛІВ ТА ЙОГО ЗМІНИ У ПРОЦЕСІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

2.1. Технічний стан автомобілів та його зміни у процесі експлуатації. Класифікація умов роботи. Закономірності зношування деталей, механізмів та систем

2.1.1. Ефективність використання автомобілів

Ефективність та працездатність автомобілів залежить від його якості. Якість автомобілів не залишається постійною в експлуатації, а змінюється в часі і просторі. Під якістю розуміється сукупність властивостей, що визначають ступінь придатності автомобіля (агрегату, механізму, вузла) до виконання заданих функцій при використанні за призначенням.

У зв'язку з складністю будови автомобілів, численністю різних його властивостей і особливостей конструкцій, різноманіттям різних їх поєднань, різною залежністю від умов експлуатації і виду перевезень оцінити автомобілі одним показником, що однозначно виражає його якість, дуже важко. В даний час якість автомобілів визначається комплексом окремих найбільш показових експлуатаційних якостей: місткості, використання маси, швидкості руху, прохідності, безпека (гальмівні властивості, стійкість, керованість, оглядовість, ефективність сигналізації, забруднення навколишнього середовища, безшумність), паливна економічність, довговічність, надійність, зручність використання (плавність ходу, комфортабельність, простота управління, маневреність), простота технічного обслуговування і ремонту.

Комплекс цих якостей дозволяє повно і всесторонньо дати загальну оцінку автомобілям. Технічно справний автомобіль повинен володіти певним рівнем цих експлуатаційних якостей. Проте автомобіль з різних причин (втома, корозія, зношування, некваліфіковане водіння) втрачає деякі експлуатаційні якості (швидкість руху, безпека, паливна економічність тощо); а це знижує його продуктивність, збільшує витрати на перевезення, приводить до збільшення трудомісткості та енергоємності перевезень і, кінець кінцем, до зниження безпеки для навколишнього середовища, пасажирів і водія. Автомобіль втрачає працездатність.

Працездатність – стан, при якому він може виконувати задані функції з параметрами, встановленими вимогами технічної документації.

Відмовою називається повна або часткова втрата працездатності. Вона може відбутися унаслідок руйнування, деформації або зносу деталей, порушення регулювання механізмів і систем, припинення подачі палива і мастила, а також зміни робочих характеристик автомобіля (втрата потужності, збільшення гальмівного шляху), коли вони виходять за межі допустимих за технічними умовами норм. Під несправністю розуміють такий

стан автомобіля, коли він не відповідає хоч би одній з вимог технічної документації.

2.1.2. Система технічної підготовки автомобільного транспорту

Автомобільний транспорт є складною системою, мінімальною організаційною структурною одиницею, якою є експлуатаційне автотранспортне підприємство, що розглядається у взаємодії із спеціалізованими автообслуговуючими і авторемонтними підприємствами. Дослідження ефективності роботи всього автотранспорту можна спростити, вивчаючи властивості експлуатаційного підприємства з автообслуговуючими і авторемонтними підприємствами як простішої автомобільної транспортної системи.

Автомобільну транспортну систему можна розділити на ряд функціональних самостійних систем: комерційну експлуатацію автомобілів, технічну експлуатацію автомобілів, технічну підготовку (рис. 2.1). Кожний з вказаних систем відповідає свій процес функціонування. Взаємозв'язок цих процесів визначається загальною метою і наявністю одного об'єкта експлуатації – автомобіля, який в кожній функціональній системі розглядається зі свого боку. Управління процесами функціонування систем здійснюється відповідними стратегіями: комерційної експлуатації, технічної експлуатації і технічної підготовки.

Під стратегією експлуатації розуміється сукупність правил, що забезпечують задане управління відповідним процесом експлуатації. Всі стратегії тісно пов'язані із стратегією комерційної експлуатації, що управляє використанням автомобілів за прямим призначенням.

Таким чином, автомобільна транспортна система володіє особливостями, що належать складним технічним системам: наявністю єдиної мети, керованістю системи, взаємозв'язком елементів, ієрархічною структурою.

Розгляд автомобільного транспорту як автомобільної транспортної системи дозволяє встановити її ієрархічну структуру, виявити сукупність процесів, що відображають функціонування її підсистем і підготувати необхідні умови для формалізації процесів технічної експлуатації і технічної підготовки автомобілів.

Система технічної експлуатації автомобілів (рис. 2.1) включає систему організації управління дорожнім рухом і систему управління; а саме це сукупність автомобілів, засобів організації дорожнього руху, водіїв, положень і норм, визначальний вибір і підтримку найкращих режимів роботи, а також підтримку і відновлення втраченої працездатності автомобілів у процесі виконання транспортної роботи.

Система технічної підготовки включає комплекс організаційно-

технічних заходів, направлених на підтримку високої технічної готовності рухомого складу і підвищення безпеки дорожнього руху. Основними є заходи щодо технічного обслуговування (ТО), ремонту (Р) і зберігання. Їх можна умовно розділити на дві групи:

- планові профілактичні роботи, пов'язані в основному з попередження відмов і несправностей;
- роботи по виявленню і відновленню раптових відмов і несправностей.

Між цими групами можуть існувати різні співвідношення залежно від прийнятого критерію оптимальності і методу проведення робіт. Але у будь-якому випадку основна вимога, що пред'являється до технічної підготовки в цілому, полягає в тому, що у разі обмежених витрат праці і засобів забезпечити найбільшу вірогідність того, що в необхідний момент на автомобілі можна виконати поставлене завдання.

При розробці методів технічної підготовки основна увага приділяється плановим профілактичним роботам. Правильно організована профілактика сприяє зменшенню, потоку відмов і несправностей, збільшує термін служби автомобілів.

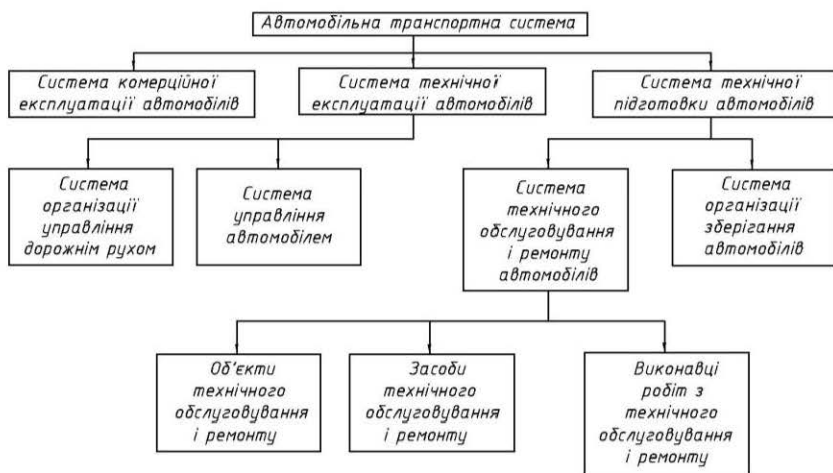


Рисунок 2.1 – Схема автомобільної транспортної системи

2.1.3. Основні означення системи ремонту машин

Під час експлуатації автомобілі зазнають різних зовнішніх впливів, в результаті чого їхня надійність знижується у зв'язку з виникненням

несправностей. Тому виникає потреба підтримувати і відновлювати роботоздатність, чого можна досягти системою Р.

Р – комплекс робіт для усунення несправностей з метою відновлення виробу (автомобіля або одного з його агрегатів).

Є два види Р: поточний (ПР) і капітальний (КР).

При ПР частково розбирають автомобіль, встановлюють несправності та усувають їх. При цьому можуть замінюватись деякі агрегати, крім базових (рама, кузов, блок циліндрів).

КР називається вид Р, при якому забезпечується справність і повний або близький до повного ресурс автомобіля відновленням і заміною агрегатів та вузлів, включаючи базові. Виконується КР на авторемонтних заводах (АРЗ). Потреба у Р визначається фактичним технічним станом, зокрема, базова деталь агрегату, а також більшість деталей спрацьовані та не можуть бути відновлені ПР.

Необхідність і доцільність Р автомобілів пояснюється тим, що різні деталі зношуються нерівномірно – 70...75 % деталей, які відпрацювали до першого КР мають залишковий ресурс і можуть використовуватись повторно. Всі деталі, які надходять у Р, можна розділити на три групи:

- деталі, які вичерпали свій ресурс (20...30 %);
- деталі, ресурс яких дозволяє їх подальше використання без ремонту (30...35 %);
- деталі, які можуть використовуватись повторно тільки після відновлення (40...45 %).

Економічний ефект КР досягається за рахунок використання залишкового ресурсу деталей 2 і 3 груп. Це, в першу чергу, стосується деталей, які мають високу вартість. Завдяки цьому собівартість КР не перевищує 60...70 % вартості нового автомобіля.

2.1.4. Причини погіршення технічного стану автомобілів під час експлуатації

У процесі виробництва автомобіля його деталі мають необхідну якість (форма, розміри, властивості матеріалів, чистоти поверхні, точності виготовлення та ін). Всі ці якісні властивості забезпечують відповідні, найбільш благополучні для даних з'єднань умови змащування, розподілення навантажень, тип посадки та ін.

Під час експлуатації автомобіля початкові властивості деталей змінюються внаслідок зношування чи виникнення дефектів.

Зношування спряжених деталей автомобілів залежить від тривалості роботи, тобто від пробігу. На рис. 2.2 показана залежність зміни зазора спряжених деталей від пробігу автомобіля. На кривій залежності є точки

різкої зміни процесу зношування, це пов'язано з тим, що у початковий період експлуатації автомобіля відбувається притирання деталей. Потім спостерігається період нормальної роботи. В цей час величина зазорів знаходиться у допустимих межах. Зношування збільшуються дуже повільно. Далі спостерігається різке збільшення зношування деталей, яке може привести до аварійних поломок.

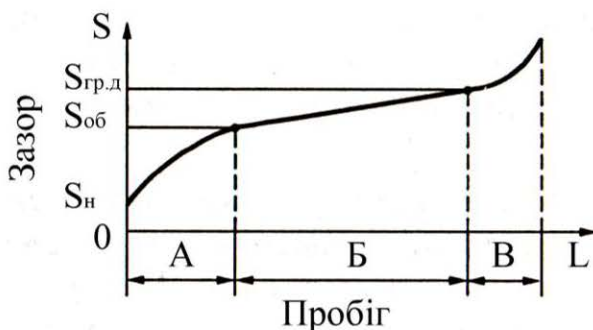


Рисунок 2.2 – Залежність зміни зазору спряжених деталей від пробігу автомобіля: А – зона притирання; Б – зона нормальної роботи; В – зона швидкого зношування та аварійних поломок; S_n – нормальний зазор; $S_{об}$ – зазор в кінці обкатки; $S_{гр.д.}$ – гранично допустимий зазор

Погіршення технічного стану автомобілів проявляється у збільшенні витрат палива та масел, зменшенні потужності, появі стуків та шумів. Це результат спрацювання робочих поверхонь деталей, корозії, старіння деталей та ін.

Внаслідок спрацювання змінюються форма та розміри деталей. Види спрацювання визначаються зовнішніми факторами і фізико-хімічними процесами в контакті деталей. До зовнішніх факторів тертя належать тиск, характер прикладання навантаження, швидкість відносного переміщення тіл тертя, температурний режим, спосіб підведення масла, якість видалення продуктів зношування із зони тертя.

Із умов експлуатації, які значно впливають на спрацювання деталей, слід віднести якість застосовуваних палив та мастил. Деталі автомобіля працюють в різних умовах тертя. В залежності від стану поверхонь тертя і наявності змащування розрізняють наступні фази тертя: сухе, напівсухе і рідинне.

При сухому терті змащування повністю відсутнє між спряженими поверхнями. Однак, сухе тертя в автомобільних деталях зустрічається дуже рідко і виникає між ідеально обробленими і чистими поверхнями. Насправді на поверхнях всіх деталей завжди присутні плівки газів, вологи та масляних

речовин. Тому тертя у присутності плівок вказаних речовин називається напівсухим.

Граничне напівсухе тертя виникає в присутності надзвичайної тонкої (до 0,1 мкм) нестійкої плівки. Дія змащування при граничному терті залежить від в'язкості масла та присутності в ньому поверхнево-активних молекул (присадок), які адсорбуються на поверхнях тертя. Під час зупинок, пусків та великих навантажень надходження масла в зону тертя утруднюється, і контакт характеризується наявністю нестійкої масляної плівки. Вона часто руйнується, і створюються умови для граничного напівсухого або сухого контакту та сприятливі умови для інтенсивного спрацювання тертьових поверхонь.

При рідинному терті поверхні деталей повністю розділені шаром мастила, внаслідок чого зношення практично не відбувається.

Погіршення умов змащування може відбуватись за рахунок низької якості використовуваних палив. При використанні палив, які важко випаровуються і відповідно сильно конденсуються, дуже швидко розріджують масло яке при цьому втрачає свою в'язкість. Явище конденсації палива особливо помітне при пуску двигуна, особливо в холодну пору року. Також палива у своєму складі мають дрібні частинки, воду, смоли та сірку, які викликають підвищену корозію деяких деталей двигуна. Робота бензинового двигуна на невідповідному паливі (з низьким октановим числом) призводить до виникнення детонації, яка не тільки руйнує масляну плівку, а й перегріває деталі двигуна.

Конденсація палива і розрідження масла особливо сильно позначається, коли живлення двигуна відбувається за наявності пилу в повітрі та наявності нагару у маслі.

Великий вплив на зношення деталей автомобіля мають і загальні умови експлуатації. Дорожні умови за яких часто змінюються режими роботи двигуна значно підвищують зношування двигуна та автомобіля в цілому. Робота на незадовільних дорогах, зберігання автомобілів на відкритих майданчиках, несвоєчасне і неякісне проведення технічного обслуговування – всі ці фактори також впливають на довговічність автомобіля та зношення його деталей. Практика показує, що достроковий вихід з ладу кожного четвертого двигуна залежить від неправильного технічного обслуговування та неграмотної експлуатації (часті перевантаження деталей автомобіля).

Також великий вплив у процесі експлуатації має температурний режим двигуна. Оптимальна температура охолоджуючої рідини часто не дотримується. Робота двигуна при підвищених або понижених температурах охолоджуючої рідини, призводить до форсованого зношення циліндро-поршневої групи. Робота автомобіля на коротких відстанях з довготривалими зупинками і частими пусками також негативно впливає на ресурс двигуна. Встановлено, що один запуск двигуна у сильний мороз за

рахунок значного погіршення змащування деталей рівний пробігу в декілька сотень і навіть тисяч кілометрів.

2.1.5. Класифікація видів спрацювання та пошкоджуваності

Класифікують види руйнування за надійністю при нормальних умовах роботи та за перебігом механічних, фізичних та хімічних процесів у зоні контакту. Класифікація видів спрацювання і пошкоджуваності деталей показана на рис. 2.3.

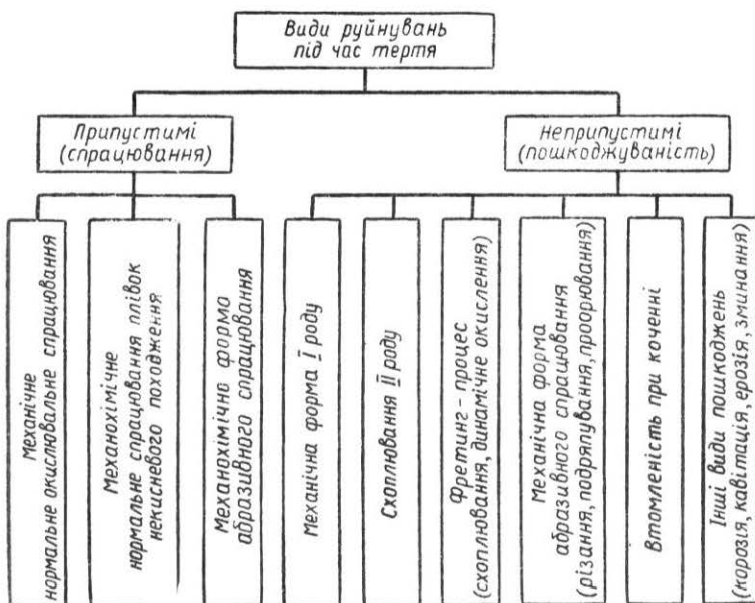


Рисунок 2.3 – Класифікація видів спрацювання і пошкоджуваності деталей

Основна ознака класифікації за причинами і механізмами руйнування поверхонь тертя – механічний, фізичний або хімічний процес, що відбувається в зоні контакту.

Механічне нормальне окислювальне спрацювання – це процес поступового руйнування поверхонь деталей під час тертя, що спричиняється взаємодією активних, пластично деформованих поверхневих шарів металу з атомами кисню, який міститься в повітрі або в мастилі. Окислювальне

спрацювання проявляється в утворенні хімічно адсорбованих плівок, плівок твердих розчинів і твердих сполук металу з киснем і видаленні їх з поверхонь тертя. Це усталений стаціонарний процес динамічної рівноваги руйнування і відновлення оксидних плівок.

Абразивне спрацювання і пошкоджуваність – процеси руйнування поверхні деталей машин, зумовлені наявністю абразивних частинок у зоні тертя. Цей вид руйнування здебільшого спричинюється також утворенням в парах тертя продуктів спрацювання. Форми і механізми руйнування визначаються взаємодією поверхонь тертя з абразивними частинками, суть якої полягає в ковзанні частинок, пластичному деформуванні металу, у проникненні їх в місцях контакту, в руйнуванні поверхневих об'ємів без відшарування металу або із зняттям мікростружки.

Схоплювання I роду – процес недопустимої пошкоджуваності поверхонь тертя, що розвивається в результаті виникнення локальних механічних зв'язків, деформації і руйнування їх з відшаруванням частинок металу або їх налипанням на поверхню контакту. Схоплювання I роду виникає під час тертя ковзання з малими швидкостями відносного переміщення і питомими тисками, які перевищують границю текучості на ділянках контакту при відсутності шару мастила.

Схоплювання II роду – процес неприпустимої пошкоджуваності поверхонь тертя, спричинений утворенням місцевих металічних зв'язків, деформацією їх і порушенням, що виражаються в утворенні тріщин, перенесенні металу і окремих частинок з поверхонь тертя. Схоплювання II роду виникає під час тертя ковзання з великими швидкостями відносного переміщення і значними тисками, що зумовлюють різке підвищення температури в поверхневих шарах тертьових металів і їх термічну пластичність. Термічна пластичність спричиняє зниження міцності металу і оплавлення. Схоплювання II роду найчастіше проявляється під час сухого тертя.

Втомленісні пошкодження виникають у деталях під час тертя кочення і є результатом інтенсивного руйнування поверхневих шарів металу, що перебувають в особливих умовах напруженого стану. Основні характеристики і розвиток втомлених пошкоджень визначаються процесами повторної пластичної деформації, зміцненням і втратою міцності металу поверхневих шарів, виникненням залишкових напружень і особливими явищами та втомленістю.

Фретинг-процеси – це руйнування поверхонь тертя деталей машин, що проявляється в різкому окисленні або схоплюванні. Процес схоплювання різко виражений і спостерігається при відносно малих тисках і контактуванні багатьох матеріалів. Ці процеси виникають під час тертя ковзання з дуже малим зворотньо-поступальним переміщенням при динамічному навантаженні.

Зминання – це мікроскопічна об'ємна пластична деформація металу деталей, яка пов'язана зі зміною форми при навантаженнях, вищих від границі текучості. Зминання виникає під час тертя і спричиняється передачею зусиль, безпосередньо пов'язаних з ковзанням або коченням поверхонь.

2.1.6. Шкідливі процеси, що спричиняють несправності

Під час експлуатації автомобілів, крім спрацювання, спостерігаються й інші процеси, що спричиняють несправності машин. До них належать: втомленісне руйнування, хіміко-теплові пошкодження, електроерозійне руйнування, зміни з часом властивостей матеріалу деталей, механічні пошкодження.

Втомленісним руйнуванням називається процес поступового нагромадження пошкоджень у матеріалі під дією повторно-змінних напружень, що призводить до зменшення довговічності, утворення тріщин і руйнування.

Процес втомленого руйнування поділяють на три стадії:

- початкова стадія дії циклічних напружень, в металі виникають спотворення кристалічної решітки;
- виникнення мікроскопічних тріщин;
- розвиток мікротріщин і руйнування деталі.

Втомного руйнування зазнають колінчасті вали, зубчасті колеса та інші деталі.

Хіміко-теплові пошкодження: корозія, накип, нагар, осад.

Корозія – довільне руйнування металів внаслідок хімічної або електрохімічної взаємодії з навколишнім середовищем. Причина виникнення – термодинамічна нестійкість металів, які намагаються перейти більш стійкий окислений стан (ржавіння сталі). Корозію металів за характером процесів, що відбуваються, можна поділити на хімічну та електрохімічну.

Також на утворення корозії та процеси старіння впливають параметри зовнішнього середовища: температура, вологість, сонячна радіація та ін.

У системах охолодження двигунів, при використанні води, утворюється накип з осаду солей кальцію і магнію, який погіршує охолодження двигуна, що призводить до його перегріву, погіршення умов змащування і, як наслідок, до підвищеного спрацювання.

На робочих поверхнях деяких деталей двигунів, що контактують з полум'ям утворюється нагар у вигляді твердих вуглецевих речовин, який призводить до погіршення теплопередачі, знижується потужність двигуна.

Осади у вигляді пастоподібної маси утворюються на стінках картерів агрегатів та розміщених у них деталях. Їх продуктами є масло, продукти

окислення, пил. Осади погіршують роботу масляних фільтрів, засмічують масляні канали, утруднюють роботу масляних насосів, забруднюють свіже масло.

До теплового пошкодження деталей належить жолоблення від дії високих температур. Таке явище характерне для головок та блоків циліндрів двигунів.

2.1.7. Деформації і руйнування деталей

Під дією навантажень у матеріалі можуть виникнути напруження, що перевищують границю міцності. В результаті виникає пластична деформація. Вона проявляється у вигляді згинів, скручувань, зминання.

Згинання зазнають вали та рами. Скручування деталі (вали, півосі) виникає під дією обертового моменту, що перевищує розрахунковий.

Зминання робочих поверхонь відбувається в результаті пластичного деформування і текучості металу. Зминаються різьбові, шпонкові та шліцеві з'єднання.

Руйнування деталі виникає при напруженнях, які перевищують границю міцності або витривалості матеріалу. Воно проявляється у вигляді повного руйнування деталі, що називається зломом або у вигляді тріщин і викришувань. Злами можуть бути спричинені статичним або динамічним навантаженням або ж виникати в результаті втомленості металу. Поява в деталях тріщин може бути наслідком різних шкідливих процесів: дія раптових значних місцевих перенапружень та ударів (рамы, корпусні деталі), втомленість металу в результаті тривалих знакозмінних навантажень, теплові напруження (у перемичках гнізд клапанів головок циліндрів). Викришування буває наслідком втомленості металу або від дії значного ударного навантаження (зуби шестерень).

2.1.8. Характерні дефекти деталей

Дефект – це кожна окрема невідповідність продукції вимогам, встановленим нормативною документацією.

За наслідками дефекти поділяються на критичні, значні і малозначні.

Критичний – дефект, при якому використовувати продукцію за призначенням практично не можна або забороняється відповідно до вимог техніки безпеки.

Значний – дефект, який істотно впливає на використання продукції за призначенням і (або) на її довговічність, але не є критичним.

Малозначний – дефект, який істотно не впливає на використання продукції за призначенням і на довговічність.

За місцем розташування всі дефекти поділяються на зовнішні і внутрішні. Зовнішні дефекти – деформація, поломки, зміна геометричної форми і розмірів, які визначаються вимірюванням або візуально. Внутрішні дефекти-тріщини від втомленості, дислокація, тріщини термічної втомленості і т. д. – виявляються різними способами структуроскопії деталей. До структуроскопії належать: магніто-дефектоскопія, рентгеноскопія, ультразвукова дефектоскопія тощо.

Отже, у процесі дефектоскопії деталей виконується комплекс робіт, що полягає у виявленні та характеристиці дефектів у деталях.

За можливістю виправлення дефекти поділяють на поправні та непоправні.

Поправні – дефекти, усунення яких технічно можливе і економічно доцільне. До них належать деформації, вм'ятини, обломи, спрацювання поверхонь, задири та інші дефекти, які не призводять до цілковитої втрати роботоздатності деталі.

Непоправні – дефекти, усунення яких технічно неможливе або економічно недоцільне. До них належать тріщини – від втомленості, термічної обробки, повзучості, контактні; корозія – місцева, кристалічна, щілинна, газова, високотемпературна та ін.

За причинами виникнення дефекти поділяють на три класи: конструктивні, виробничі та експлуатаційні.

Конструктивні дефекти – невідповідність вимогам технологічного завдання або встановлених правил розробки (модернізації) продукції. Причини таких дефектів: помилковий набір матеріалу виробу, неправильне визначення розмірів деталей, режиму термічної обробки та ін. Ці дефекти – наслідок недосконалості конструкції та помилок конструювання.

Виробничі дефекти – невідповідність вимогам нормативної документації на виготовлення (ремонт) чи поставку продукції. Такі дефекти виникають у результаті порушення технологічного процесу під час виготовлення або відновлення деталей збірних одиниць.

Питання для самоконтролю

1. Що таке працездатність?
2. Охарактеризуйте положення системи технічної підготовки автомобілів.
3. Які існують види ремонтів?
4. Яким чином визначається доцільність ремонту?
5. Причини погіршення технічного стану автомобілів під час експлуатації.
6. Яким чином відбувається зношування спряжених деталей?

7. Класифікація видів спрацювання.
8. Які існують шкідливі процеси, що спричиняють несправності?
9. Коли виникає деформація та руйнування деталі?
10. Що таке дефект?

3 ТЕХНОЛОГІЯ КАПІТАЛЬНОГО РЕМОНТУ АВТОМОБІЛІВ

3.1. Технологічний процес ремонту

Цей процес включає в себе приймання автомобіля (рис. 3.1), його підготовку до Р, миття, розбирання автомобіля на агрегати та вузли, очищення і миття деталей, дефектування деталей, Р деталей, комплектування, складання вузлів та агрегатів, обкатка вузлів агрегатів, загальне складання і обкатка та випробування автомобіля.

Перший етап КР включає в себе попереднє розбирання: зняття сидінь, кабіни, коліс, акумуляторної батареї, вантажної платформи та приладів живлення і електрообладнання. Зняті частини передають на Р. Далі автомобіль транспортується на пост миття. Після цього автомобіль повторно миють, зливають масло з картерів агрегатів і випарюють їх за допомогою водяної пари. Далі автомобіль розбирається повністю: знімається силовий агрегат, підвіски, механізми керування, мости. Зняті агрегати направляються на спеціалізовані дільниці, де вони спочатку миються, а потім розбираються. Розбирання вузлів та агрегатів – дуже важливий і відповідальний процес, оскільки від його якості залежить збереженість деталей, а отже, і обсяг робіт з їх відновлення. Після цього вони миються і очищаються від нагару, продуктів корозії, смолистих відкладень і накипу деталі. Виконується дефектування, контроль і сортування деталей на непридатні, придатні та ті, які підлягають відновленню.

Другий етап включає відновлення деталей та вузлів – основний вид робіт на ремонтному виробництві. Складання агрегатів, вузлів та механізмів є важливою умовою забезпечення необхідної якості ремонту. На складання деталі подаються комплектами. Випробування агрегатів проводять з метою перевірки якості їх складання і відповідності вихідних характеристик вимогам технічних умов на Р, а також щоб забезпечити попереднє припрацювання спряжених деталей. Відремонтовані агрегати та вузли, як правило, фарбують після випробування.

Третій етап – загальне складання автомобіля з відремонтованих агрегатів та вузлів. Після чого його заправляють паливом і випробовують пробігом або на спеціальних стендах. Під час випробувань виконують необхідні регулювання і усувають виявлені несправності. За потреби автомобіль підфарбовують або фарбують.

Слід мати на увазі, що процес Р автомобіля чергується з виконанням різних транспортних операцій і операцій технічного контролю.

Якість відремонтованих автомобілів оцінюють за їх відповідністю до вимог технічних умов. Невідповідності ремонтних робіт має виявляти технічний контроль. До завдань технічного контролю входять:

- вхідний контроль якості сировини, матеріалів, комплектуючих виробів;
- контроль технологічного устаткування, оснащення та інструментів;
- контроль зберігання сировини;
- приймальний контроль деталей, вузлів, агрегатів та автомобіля після Р;
- аналіз дефектів, що проявляються у процесі Р.

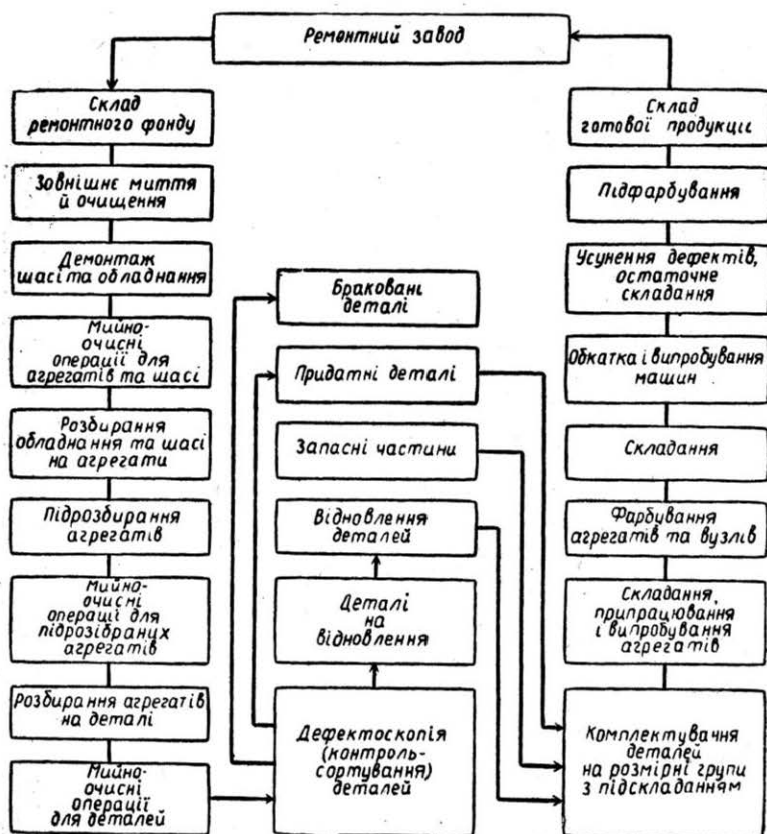


Рисунок 3.1 – Схема технологічного процесу капітального ремонту автомобіля

3.2. Прийом автомобілів у ремонт

КР автомобілів проводиться на спеціалізованих ремонтних підприємствах, як правило, знеособленим методом.

Прийом автомобіля у Р здійснює представник авторемонтного заводу. Його завдання перевірити технічний стан основних елементів і його комплектність. Є дві групи комплектності автомобілів:

- 1) повністю укомплектовані;
- 2) автомобіль без вантажної платформи.

Двигун першої комплектності – це двигун, на якому встановлені всі допоміжні агрегати (вентилятор, паливний насос високого тиску, зчеплення та ін.). Двигун другої комплектності – двигун зі зчепленням, але без паливних і масляних фільтрів, без карбюратора, компресора та інших елементів.

За результатами приймання складається приймально-здавальний акт встановленої форми. Автомобілі приймаються в Р за наявності наряду на ремонт та техпаспорта або довідки про стан складових частин і паспорта встановленої форми (при здачі агрегатів).

У КР не приймаються вантажні автомобілі, якщо їх кабіни та рами підлягають списанню. У КР не приймаються окремі агрегати, коли їх базові деталі підлягають списанню у брак. Наприклад, коли корпусні деталі мають тріщини, що проходять через посадочні отвори під підшипники.

Технічний стан автомобілів та агрегатів перевіряється на контрольно-випробувальних стендах. Результатом діагностування є висновок про технічний стан із зазначенням місця, виду та причини дефекту.

Під час приймання автомобілів в ремонт складається приймально-здавальний акт за встановленою формою.

3.3. Підготовка автомобілів до капітального ремонту

Підготовка включає зовнішнє очищення і миття автомобіля та його агрегатів. Перед цим з автомобіля знімають електричні прилади, акумуляторну батарею, гумові та інші деталі, які можна пошкодити мийними розчинами.

Спочатку виконується перший етап миття – зовнішнє миття автомобіля або агрегата з одночасним випарюванням картерів. Другий етап миття – миття частково розібраних агрегатів для видалення смолистих відкладів, накипу і вилучення з картерів залишків масел. Третій етап – миття і очищення рами і деталей після повного розбирання.

Грудочки бруду та пил, просочений нафтопродуктами, смолисті та інші забруднення знімають звичайно вручну.

Для зовнішнього миття автомобілів і агрегатів широко застосовується метод струменевого очищення під високим тиском. Механізм видалення забруднень за допомогою струменя полягає в механічному руйнуванні шару забруднення, його адгезійних зв'язків з поверхнею.

На сучасних АРЗ для механізованого миття застосовують насоси низького тиску, пересувні струминні установки високого тиску або водоструминні машини. Зовнішнє миття може здійснюватися за допомогою мийних камер. Брудна вода стікає у відстійник, очищується і використовується повторно. Для зовнішнього миття агрегатів використовується 10 %-й розчин каустичної соди або синтетичні миючі засоби МЛ-51, аерол та ін.

3.4. Технологія розбірно-очисних процесів

3.4.1. Організація розбірних процесів

У КР автомобілів важливе місце належить розбірному процесу. Кінцевим продуктом цього процесу є деталі, які потім використовуються у складанні без ремонту або після відновлення їх. Тому під час розбирання машин, їх агрегатів та вузлів треба забезпечувати максимальну збереженість деталей.

Кількість придатних деталей, трудомісткість відновлення тих, що потребують ремонту, залежать від організації і технології виконання розбірних робіт. Тріщини, пробоїни, погнутість, обломи, зрив різьби та інші дефекти у деталях часто виникають в результаті порушень технологічних прийомів розбирання.

Розбірний процес – сукупність різних операцій по роз'єднанні об'єктів ремонту до деталей в певній послідовності. Він включає мийно-очисні, розбірні, підйомно-транспортні та контрольно-сортувальні роботи. Залежно від обсягу виробництва розбирання може бути організоване на стаціонарних постах або на поточкових лініях.

Трудомісткість робіт з розбирання у процесі КР автомобілів і агрегатів складає 10–15 %.

Пост – частина виробничої площі, яка призначена для виконання певних операцій технологічного процесу. На посту може бути одне або декілька робочих місць. Робоче місце – зона трудової діяльності одного або декількох робітників. Окрема одиниця устаткування, наприклад стенд для розбирання двигуна, вважається одним робочим місцем.

Можуть використовуватись дві організаційні форми розбирання – непотокова і потокова. При непотоковій організації розбирання виконується на універсальних постах, при потоковій використовується конвеєр.

3.4.2. Технологічний процес розбирання

Розбирання автомобіля на агрегати, вузли та деталі виконується в чіткій послідовності, передбачуваним технологічним процесом (рис. 3.1), з використанням необхідного обладнання, пристосувань та інструменту.

Процес розбирання залежить від типу автомобіля і його конструктивних особливостей. Під час розбирання необхідно виконувати такі вимоги:

- виключити можливість спотворення геометричних розмірів;
- забезпечити максимальний фронт робіт із застосуванням механізованих пристроїв (рис. 3.2);
- забезпечити комплектність вузлів;
- застосовувати тимчасову консервацію для захисту від корозії незахищених поверхонь.

Деталі деяких спряжень, які під час виготовлення обробляють разом, у процесі розбирання не можна розкомплектовувати. До таких деталей належать: блок циліндрів та картер зчеплення, блок циліндрів та кришки корінних підшипників, шатуни та кришки шатунних підшипників, шестерні головної передачі. Ці деталі після розбирання знову з'єднують болтами, або зв'язують дротом.

Агрегати розбирають на деталі у два етапи. Спочатку їх частково розбирають для полегшення миття і очищення. Наприклад, у двигуні знімають піддон масляного картера, головку циліндрів, кришку розподільних шестерень. Після миття агрегат розбирають повністю.

Під час розбирання агрегатів та вузлів на деталі доводиться мати справу з рухомими та нерухомими з'єднаннями. Такі з'єднання поділяються на розбірні та нерозбірні. Розбірними називають з'єднання, які можна розібрати без пошкодження спряжених деталей. Сюди належать різьбові з'єднання, шліцеві та шпонкові з'єднання, посадки з натягом у підшипниках, втулках, шестернях. Нерозбірні з'єднання виконуються за допомогою зварювання, паяння, клепаання, склеювання та ін.

Рухомі розбірні з'єднання застосовують для деталей з гладенькою циліндричною або шліцевою поверхнею.

Найбільш масові з'єднання в конструкції автомобіля – різьбові. Вони становлять 60...70 % усіх його з'єднань, а трудомісткість їх розбирання – 25...64 % від загальної трудомісткості розбірних робіт. Можуть бути також з'єднання двох деталей із застосуванням посадок з натягом. У таких з'єднаннях найчастіше застосовують підшипники (близько 28 %), втулки (23 %), шестірні (13 %), пальці, осі, штифти (11 %), сальники (8 %) та ін.

До основних видів розбірних робіт можна віднести розбирання різьбових з'єднань і з'єднань з гарантованим натягом. Трудомісткість розбирання цих видів з'єднань становить близько 60 % усієї трудомісткості власне розбірних робіт.

Якість виконання розбірних робіт залежить насамперед від рівня їх механізації. При цьому використання високопродуктивного спеціального устаткування і підйомно-транспортних пристроїв під час розбірних і мийно-очисних процесів економічно виправдано.

В організації розбірних робіт велику увагу слід приділяти механізації пересування машин, агрегатів, вузлів і деталей. Для цього застосовуються конвеєри, гідравлічні підйомники, стенди, естакади, монорейки, підвісні кран-балки, консольно-поворотні крани, преси та ін.

Підвісна кран-балка складається з роликів візків, які за допомогою електродвигунів можуть переміщатись по рейкових коліях з балок двотаврового перерізу. По кран-балці у напрямі, перпендикулярному до рейкової колії, може переміщатись електротельфер.

Для встановлення і закріплення агрегатів та вузлів, які підлягають розбиранню, застосовують спеціальні стенди.

Застосування механізованих інструментів значно скорочує час розбирання і в 3...5 разів підвищує продуктивність праці. Крім того, застосування механізованих інструментів сприяє збереженню значної кількості кріпильних деталей, придатних до повторного використання.

Основне устаткування для розбирання посадок з натягом (шестерні, шків, підшипники) – преси та знімачі (рис 3.2). Багато знімачів є універсальними.

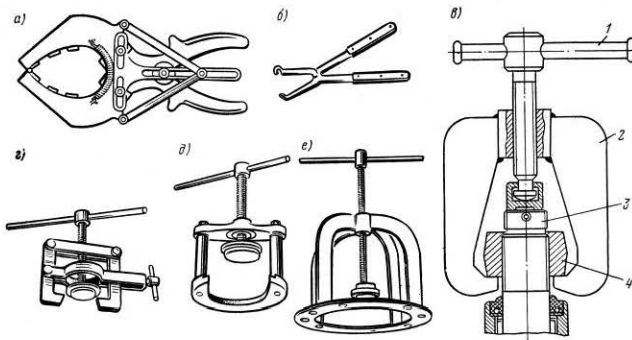


Рисунок 3.2 – Пристрої для розбирання агрегатів і механізмів автомобіля: а – для зняття поршневих кілець; б – для зняття пружин гальмівних колодок; в – для зняття сошки рульового механізму; г – для зняття підшипника проміжної опори карданного вала; д – для зняття заднього підшипника з проміжного вала коробки передач; е – для зняття маточин коліс

Розрізняють преси вертикальні та горизонтальні, стаціонарні і пересувні. Крім того, преси поділяють на універсальні та спеціальні, ручні і приводні – пневматичні, гідравлічні та пневмогідравлічні.

Наприклад, для випресування поршневих пальців, запресованих у верхню головку шатуна, використовуються крім преса, ще й різні пристосування та оправки.

Також для розбирання деяких механізмів та вузлів необхідно користуватись спеціальними пристроями. Наприклад, для розбирання газорозподільного механізму двигуна користуються пристроями для зняття та встановлення клапанів, для зняття маслосніжних ковпачків користуються пристроєм з цанговим зажимом. Для зняття та встановлення гілз у блоці циліндрів також зручно користуватись спеціальними знімачами.

Для розбирання різьбових з'єднань основним механізованим інструментом є гайковерти (електричні, пневматичні, гідравлічні).

3.4.3. Характеристика забруднень і способи їх очищення

Деталі автомобіля та його агрегатів, що надходять у КР, мають різні забруднення, які утворилися у процесі експлуатації. Недостатнє їх очищення – одна з найсерйозніших причин зниження якості ремонту. Продуктивність праці під час розбирання і складання забруднених об'єктів ремонту різко знижується. За даними досліджень, за рахунок самого тільки підвищення якості очищення можна на 25...30 % підвищити ресурс відремонтованих агрегатів і на 15...20 % продуктивність праці на розбірно-складальних роботах.

Забруднення поділяють на експлуатаційні та технологічні (пов'язані з процесом ремонту). До експлуатаційних забруднень належать:

- відпрацьовані масла і мастила;
- асфальтосмолисті відклади – мазеподібні згустки на внутрішніх стінках картерів, щоках колінчастого вала;
- лакові відклади – плівки на юбках і внутрішніх стінках поршнів;
- нагари – тверді вуглецеві сполуки, що відкладаються на стінках камери згоряння, клапанах, днищах поршнів і містять більшість нерозчинних або поганорозчинних складових;
- накипи – утворюються в системі охолодження. Утворення накипу зумовлене вмістом у воді розчинених солей кальцію та магнію;
- дорожньо-грунтові відклади, які нагромаджуються в основному у ходовій частині;
- масляно-грязьові відклади, які виникають у разі потрапляння дорожньої грязі та пилу на поверхні деталей, забруднені маслом.

Деталі після відновлення можуть бути забруднені стружкою, притиральними пастами та зернами абразиву. У разі незадовільного очищення деталей від цих забруднень відбувається їх інтенсивне спрацювання.

3.4.4. Миючі засоби

Видалення масляної плівки з деталі миючим розчином відбувається наступним чином. Під впливом гарячого миючого розчину масляна плівка швидко нагрівається і внаслідок розширення та дії сил поверхневого натягу набуває хвилястого вигляду (рис. 3.3) з кутом 90° і далі руйнується. Сила зчеплення частинок бруду з металом зменшується і вони можуть видалятися з поверхні тиском струмини розчину. Тобто, мюча дія полягає у видаленні рідких і твердих забруднень з поверхні і переведенні їх у мючий розчин.

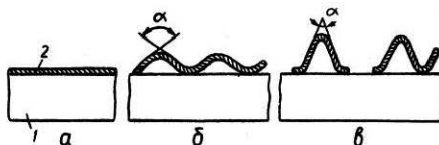
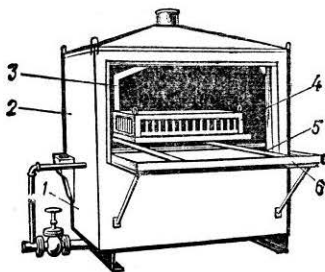


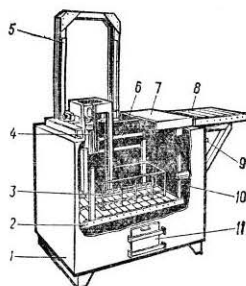
Рисунок 3.3 – Схема дії гарячого мючого розчину на масляну плівку: а – вихідний стан; б – $\alpha = 90^\circ$; в – $\alpha \leq 90^\circ$

Основні явища, що визначають мючу дію: змочування та емульгування. Змочування полягає у розтіканні краплини рідини на поверхні твердого тіла і залежить від поверхневого натягу рідини та її природи і складу. Поверхні, забруднені маслами добре змочуються вуглеводневими розчинниками і не змочуються чистою водою. Додавання до води поверхнево-активних речовин (ПАР) знижує її поверхневий натяг і забезпечує змочування. ПАР – синтетичні мючі засоби (СМЗ) (аерол, анкрас, МС-6, МС-8, МС-15, лобомід, МЛ-15, Темп-100, Термос-1, емульсін та ін). Лобомід-101, 102, МС-6 призначені для мийних машин струминного типу, а Лобомід-203 і МС-8 для машин занурювального типу. Ці речовини нетоксичні, негорючі та добре розчинні у воді, їх концентрація становить 5...20 г/л при температурі $80 \pm 5^\circ\text{C}$.

Для механізації процесів миття деталей застосовують мийні установки (рис. 3.4) різних типів: струйні, занурювальні та комбіновані мийні установки; циркуляційні установки; механічні щітки; піскоструйні установки; установки для гідроабразивної очистки; установки для очищення кістковою крихою; установки для ультразвукової очистки.



а



б

Рисунок 3.4 – Установки для миття деталей: а – тупикового типу: 1 – ванна для розчину; 2 – мийна камера; 3 – обертовий гідрант; 4 – завантажувальний візок; 5 – направляючі; б – з вібруючою платформою: 1 – ванна; 2 – вібруюча платформа; 3 – касета з деталями; 4 – пневмоциліндр; 5 – стійка; 6 – нагрівальні елементи; 7 – кришка ванни; 8 – рольганг; 9 – кран керування; 10 – упори; 11 – люк для очищення ванни

3.4.5. Очищення деталей від нагару і накипу

Нагар видаляють механічним, хімічним та ультразвуковим способами. Пристроями для механічного видалення є дротяні щітки та скребки. Хімічний спосіб полягає у виварці деталей у ванні з розчином каустичної і кальцинованої соди при температурі $90...95\text{ }^{\circ}\text{C}$ протягом 2...3 год. Також застосовують миючі рідини з найбільш високими миючими властивостями, до яких відносяться креозольні суміші – маслянисті рідини чорного кольору, які не викликають корозію металів. Після цього деталі промивають водою. При ультразвуковій очистці використовують ультразвуковий генератор з частотою більше 20000 Гц, який створює ударні хвилі та спеціальні розчини.

Накип з рубашок охолодження блоків та головок циліндрів очищують прокачуванням підігрітого до $60...80\text{ }^{\circ}\text{C}$ розчину тринатрійфосфату, або 8...10 % розчину соляної кислоти при температурі $50...60\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Лакові відкладення видаляють креозольними рідинами на протягом 15...30 хв, після чого деталь 5...10 хв промивають гарячою водою.

3.5. Технологія дефектування деталей

3.5.1. Вимірювальні прилади та інструменти

У ремонті найбільшого поширення набули універсальні вимірювальні прилади та інструменти. За принципом дії їх можна поділити на такі види:

- механічні прилади – лінійки, калібри-скоби, калібри-пробки, штангенциркулі, пружинні прилади (індикатори), мікрометричні прилади та ін. Характеризуються простотою, та високою надійністю вимірювань;
- оптичні прилади – окулярні мікрометри, вимірювальні мікроскопи, колімаційні і пружинно-оптичні прилади, інтерференційні засоби та ін. Досягається висока точність вимірювань, проте виникають складності у налаштуванні приладів, вони дорогі і часто ненадійні;
- пневматичні прилади – довжиноміри. Використовуються в основному для вимірювання зовнішніх і внутрішніх розмірів, відхилень форми поверхонь та ін. Мають високу точність вимірювань і швидкодію, проте прилади цього типу постійно потребують індивідуального тарування шкали з використанням еталонів;
- електричні прилади. Перевагами приладів є швидкодія, можливість зберігання даних вимірювань, зручність керування. Основний недолік – висока вартість приладів.

Наприклад, для точних вимірів зовнішніх діаметрів валів, поршнів та інших деталей засобом вимірювання є мікрометр. Мікрометри мають ціну поділки 0,01 мм та мають різні діапазони вимірювання (0...25 мм, 25...50 мм, 50...75 мм, 100...125 мм та ін.). Мікрометри деяких закордонних виробників мають ціну поділки 0,002 мм та навіть 0,001 мм.

Мікрометр показує абсолютні розміри деталей. Перед кожною серією вимірювань мікрометр повинен перевірятись та за необхідності встановлюватись на «нуль».

Інколи для вимірів необхідно використовувати калібри-скоби та калібри-пробки. Мають ціну поділки 0,002 або 0,001 мм. Ці інструменти показують відхилення розміру від «нуля» (розмір приладу).

У випадках, коли необхідні менш точні вимірювання, використовують штангенциркулі. Вітчизняні штангенциркулі мають ціну поділки не більше 0,05 мм, хоча деякі закордонні мають 0,02 та 0,01 мм. При чому найбільш зручні прилади з стрілковою або цифровою індикацією.

Вимірювання діаметрів отворів виконують з допомогою нутроміра. Нутромір – відносний прилад, який перед вимірюванням повинен бути

налаштований на «нуль», а при вимірюваннях показує величину відхилення розміру від нуля. Нутроміри мають різні діапазони вимірювань: 6...12, 12...25, 18...30, 25...50, 50...100 та ін. Найбільш розповсюджені нутроміри з опорою на поверхню отвору за трьома точкам (рис. 3.5 а).

Для точного вимірювання діаметра коротких отворів зручно користуватись мікрометром-нутроміром. Їх перевагами є те, що вони показують абсолютний розмір отвору деталі та ними зручно користуватись для вимірювання отворів у важкодоступних місцях.

Для вимірювання биття різних валів використовується штатив з магнітною основою та вимірювальний індикатор. Даний прилад використовується для перевірки валів, які закріплюються в центрах (токарний верстат) або на призмах.

Для дефектування та перевірки валів та інших деталей використовуються повірочні плити різних розмірів.

Деякі корпусні деталі вимагають перевірки прямолінійності та перпендикулярності поверхонь. Так, для перевірки площин головки і блоків циліндрів використовуються лекальні лінійки, «трех» або «чотирьох» гранні довжиною 350...1000 мм. Для визначення деформації лінійка встановлюється на площину, а під її середню частину підкладаються шупи із набору 0,02...0,50 мм. Для перевірки перпендикулярності слугують лекальні кутники.

Для вимірювання товщини деяких криволінійних деталей (вкладиші, втулки та ін) можна використовувати мікрометр з кулькою або спеціальні мікрометри та спеціальні прилади – товщинометри.

У деяких випадках, наприклад для вимірювання глибини отворів, зручно користуватись штангенглибиноміром. Для визначення висоти над площинами та радіуса кривошипа колінчастого вала використовується штангенрейсмас. Для визначення товщини стінок корпусних деталей використовується спеціальний прилад – стінкометр.

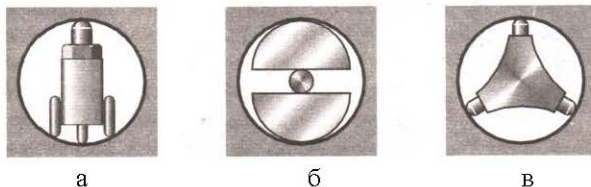


Рисунок 3.5 – Схеми вимірювання внутрішнього діаметра: а – в одній точці з опорою на три точки; б – в двох точках (для отворів малих діаметрів); в – в трьох точках

Перед складанням двигуна часто необхідно підбирати за масою однотипні деталі (поршні, шатуни та ін). Для цього зручно користуватись електронними вагами. Такі ваги, крім абсолютного значення маси деталі, показують різницю в раніше зафіксованому «базовому» значенні. Точність електронних ваг досить висока – 0,01... 0,10 г.

3.5.2. Контроль і дефектування деталей

Після мийно-очисних операцій деталі сушать і виконують їх контроль та дефектування на основі Технічних умов на контроль та сортування деталей, у яких вказані типові дефекти, способи їх виявлення, ознаки браку і способи відновлення. Дефектування – процес виявлення технічного стану деталі та порівняння фактичних показників з даними технічної документації.

Контроль деталей розпочинають із зовнішнього огляду для виявлення явно виражених дефектів (пробоїни, тріщини, вмятини, обломи, зриви різьби), а потім проводять роботи з допомогою вимірювальних інструментів: мікрометрів, індикаторів, вимірювальних пробок, скоб (рис. 3.5 та 3.6) або спеціальних пристосувань: наприклад контроль радіального та осевого люфтів у підшипниках кочення (рис. 3.8).

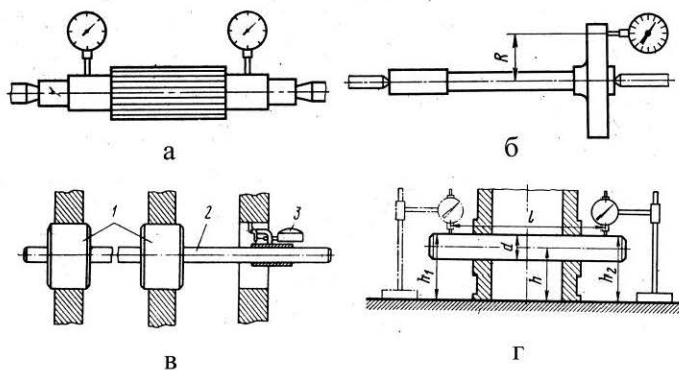


Рисунок 3.6 – Контроль взаємного розміщення робочих поверхонь: а – взаємного биття шийок вала; б – биття фланця на валу; в – неспіввідності отворів; г – непаралельності осей отворів відносно площини розділу картера

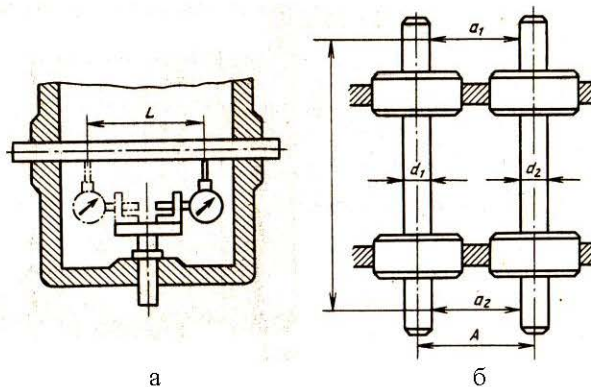


Рисунок 3.7 – Контроль взаємного розміщення робочих поверхонь: а – визначення неперпендикулярності осі отворів; б – визначення непаралельності осей отворів і їх міжосьової відстані

На основі контролю деталі сортують за групами і маркують відповідною фарбою: непридатні – червоною, придатні – зеленою, які підлягають відновленню – жовтою. До придатних відносять деталі, зношування яких лежить у межах допустимих величин, тобто деталі мають допустимий розмір. Вони надходять на склад придатних деталей і далі на складання. Але значна частина деталей має граничне зношування, яке вимагає відновлення.

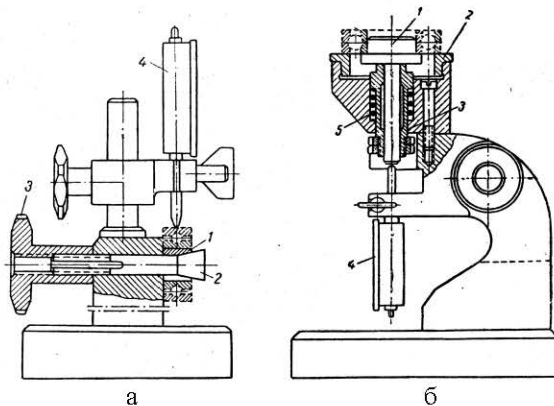


Рисунок 3.8 – Пристосування для контролю підшипників кочення: а – контролю радіального зазору; б – контролю осьового зазору

3.5.3. Способи виявлення скритих дефектів деталей

Основні методи неруйнівного контролю для виявлення внутрішніх дефектів деталі такі: магнітний, електричний вихрострумний, радіохвильовий, радіаційний, проникними речовинами та ін.

До скритих дефектів відносяться внутрішні тріщини у блокові циліндри, головки блока і інших вузлах та деталях. Їх можна виявити гідравлічною опресовкою, рідиною під тиском 0,3... 0,4 МПа. Пневматичним способом виявляють скриті тріщини у паливних баках і радіаторах.

Наступний спосіб – магнітна дефектоскопія, суть якої заключається в наступному. При пропусканні магнітного потоку через деталь магнітна проникність деталі за наявності тріщин буде різною і оцінюється за допомогою магнітного порошку, який наноситься на поверхню деталі. На цьому принципі працює магнітний дефектоскоп М-217.

З допомогою люмінесцентної дефектоскопії контролюють деталі з кольорових сплавів. Очищену і обезжирену деталь занурюють у ванну з люмінесцентним розчином, просушують, трохи нагрівають, і потім освітлюють ртутно-кварцевою лампою, яка є в дефектоскопі ЛДА-3. Тріщини починають світитися жовто-зеленим кольором.

Ультразвукова дефектоскопія ґрунтується на явищі поширення на велику глибину і відбиття ультразвукових коливань від тріщин.

Більш простим є метод фарб. На знежирену поверхню наносять фарбувальну рідину. Через 5... 10 хв її витирають насухо. Потім на оброблену поверхню наносять шар крейди. В місцях тріщин рідина виступає на поверхню, показуючи форму і розміри дефекту.

3.6. Комплектування, складання і випробовування автомобілів

3.6.1. Комплектування деталей

Деталі з цехів відновлення деталей, а також зі складу запасних частин надходять у комплектувальне відділення. Особлива увага звертається на поділ деталей на розмірні групи, яких має бути не більше п'яти. Розмірні групи маркують цифрами, фарбою відповідних кольорів. Процес комплектування включає підбір деталей за розмірами або масою та виконання припасовування окремих деталей. Для деяких відповідальних деталей (поршні, шатунні та ін.) здійснюють комплектування за розміром і масою.

Наприклад ремонтні поршні підбираються за розмірами так, щоб різниця між ними не перевищувала 0,005... 0,01 мм.

При комплектуванні ряду деталей виконують припасовування, яке включає припилювання, шабрування, притирання, полірування, розвертання, прогонку різби, зачистку задирок. Припилювання виконують на повірочній плиті для усунення короблення деталей. Також припилюють замки поршневих кілець для забезпечення в їх стиках заданих зазорів. Шабрування здійснюють для більш точної підгонки деталей, наприклад, при кінцевій підгонці площин картерів. Притирання застосовують при кінцевій обробці деяких площин або клапанів. Поліруванню піддають кулачки розподільних валів та інші деталі. Розвертання застосовують для кінцевої обробки отворів втулок з метою отримання необхідної посадки.

На роботу деталей значною мірою впливає незрівноваженість рухомих частин, тому під час сортування деякі деталі підбирають за масою (поршні), а деякі балансують. Статичним балансуванням усувається статична незрівноваженість, яка виникає у випадку, коли центр ваги деталі не співпадає з віссю обертання. Деталь 1 (рис. 3.9) форми диска встановлюють на гладеньку, точно оброблену циліндричну оправку 2 і розмішують її на двох паралельних, точно встановлених горизонтально опорах 3. Під дією незрівноваженої маси деталь сама повертається і встановлюється так, що ця маса перебуватиме у крайньому нижньому положенні. Значить потрібно у діаметрально протилежній точці на відстані R_y прикріпити тягарець масою m_y .

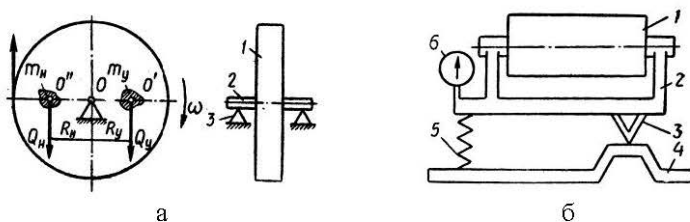


Рисунок 3.9 – Балансування деталей: а – статичне; б – динамічне

Динамічна незрівноваженість виникає у випадку, коли вісь обертання не збігається з головною віссю інерції. Динамічне балансування деталей великої довжини і малого діаметра (карданні вали) виконують на спеціальних стендах.

3.6.2. Складання типових з'єднань деталей

Процес складання є завершальним етапом під час КР. Процес має вирішальний вплив на якість відремонтованих автомобілів. Якщо під час

складання допущені похибки – неправильне розташування деталі, неточне регулювання, зайве затягування кріпильних з'єднань, і ці допущені недоліки можуть привести до швидкого виходу з ладу відремонтованої продукції. Процеси складання вирізняються високою трудомісткістю (20... 50 %).

Складання нарізних з'єднань – це постановка шпильок, болтів, гайок, винтів. Під час складання нарізних з'єднань необхідно правильно визначити послідовність затягування, щоб не було перекосів, жолоблення деталей слід затягувати спочатку середні гайки, потім сусідні справа, сусідні зліва і так до крайніх з'єднань (рис. 3.10). Щоб забезпечити певний момент затягування, застосовують динамометричні і граничні ключі. Крім того, різьбові з'єднання необхідно фіксувати за допомогою шайб, контргайок, а в деяких випадках шпінтами.

Конусні з'єднання складаються так, щоб між торцями охоплюючої і охоплюваної деталей залишився зазор, необхідний для затягування з'єднання і наступного підтягування його в період експлуатації.

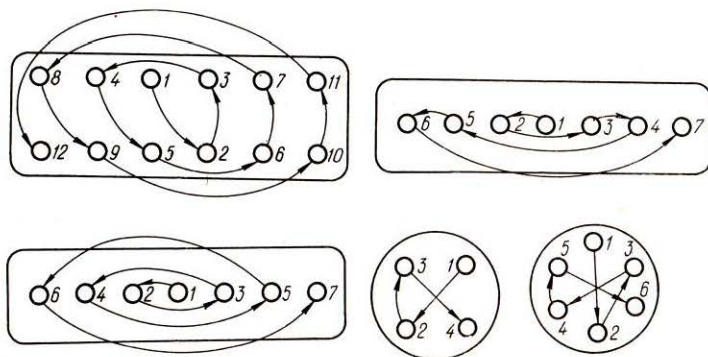


Рисунок 3.10 – Послідовність затягування різних видів з'єднань

Нерухомі з'єднання складають за допомогою гідравлічних пресів. При цьому охоплюючі деталі нагрівають до температури, яка не перевищує 500 °С в гарячому маслі або у спеціальних печах. Деколи охоплювані деталі краще охолоджувати, наприклад, у рідкому азоті.

Наприклад, перед встановленням поршневого пальця, який має посадку у шатуні, верхня головка шатуну (або весь шатун) повинен бути нагрітий до 250... 300 °С.

Підшипники кочення напресовують на вал або запресовують у корпус пресами, уникаючи ударів. Зусилля треба прикладати рівномірно по всьому кільцю. Для цього використовують підкладні кільця (рис. 3.11, а), монтажні труби (рис. 3.11, б, в), або гайки (рис. 3.11, г). Щоб запресувати підшипник у

корпус з його одночасним запресовуванням, на шийку вала застосовують спеціальні оправки (рис. 3.11, д). Правильно встановлені підшипники мають прокручуватись вільно, без заїдань. Підшипники ковзання (втулки) запресовують у гніздо, а потім розточують або розвірчують під діаметр шийки спряження. Необхідно добиватись збігу маслопровідних каналів у втулці та корпусі.

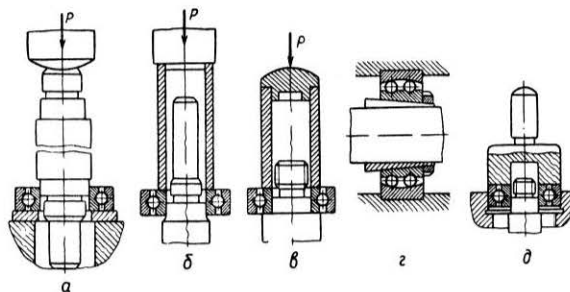


Рисунок 3.11 – Встановлення підшипників кочення на вал і корпус деталі з використанням : а – підкладного кільця; б, в – монтажно́ї труби; г – гайки; д – оправки

Шестерні напресовують на вали та осі. Якість складання оцінюють за бічним зазором, який вимірюють між зубами індикатором, або за допомогою свинцевої пластинки, яка прокатується між зубами, а потім мікрометром заміряється товщина. Прилягання робочих поверхонь зубів перевіряють на «фарбу». Робочу поверхню шестерні покривають фарбою і прокручують. Про контакт робочих поверхонь свідчить форма і розташування відбитків (рис. 3.12).

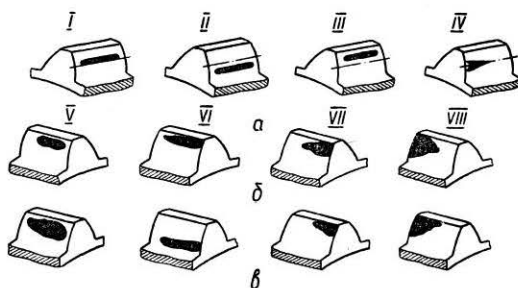


Рисунок 3.12 – Перевірка правильності контакту зубчастих коліс «на фарбу»: а – циліндричних; б – конічних (зуб ведучої шестерні); в – конічних

(зуб веденої шестерні); I – при нормальній міжцентровій відстані; II – при зменшеній; III – при збільшеній; IV – у випадку перекосу осей; V – при нормальному зачепленні; VI, VII, VIII – при неправильному зачепленні

Призматичні і сегментні шпонки встановлюють у паз з натягом (легкими ударами мідного молотка). Клиновидні шпонки мають входити в пази спряжуваних деталей з натягом по висоті.

Нерухомі шліцеві з'єднання запресовують попередньо нагріваючи охоплюючі деталі до температури, яка не перевищує 100 °С. Рухомі шліцеві з'єднання перед складанням мають бути відповідно підібрані. Після складання шпонкові та шліцеві з'єднання перевіряються на биття.

Заклепкові з'єднання виконують у холодному стані або попередньо нагрівши заклепку до 900...950 °С.

3.6.3. Складання агрегатів та автомобіля

Складання агрегатів та автомобіля є складним та відповідальним етапом ремонту. Успішне вирішення всіх завдань ремонту на етапі складання можливо тільки при дотриманні певних умов, таких як:

- висока кваліфікація слюсарів, знання ними робочих процесів та умов роботи агрегатів та вузлів автомобіля;
- наявність технічної літератури та інформації по ремонту;
- наявність необхідного інструменту та пристосувань, в тому числі вимірювальних засобів;
- спеціальні вимоги до приміщень, де виконується складання.

Наприклад, операції, які виконуються при складанні двигуна, включають:

- очищення, миття та продування всіх деталей, які встановлюються;
- контрольно-вимірювальні операції, що виконуються під час складання;
- саме складання двигуна, включаючи регульовальні роботи;
- встановлення навісного обладнання.

Очищення та миття деталей перед складанням двигуна необхідне для видалення забруднень, які можуть залишатись після відновлення деталей (стружка, абразиви, змащувально-охолоджуючі рідини, масла) та пилу і бруду, що залишається після зберігання деталей. Основну увагу необхідно приділяти очищенню внутрішніх каналів в деталях та вузлах.

Контрольно-вимірювальні операції, які виконуються під час складання дозволяють унеможливити встановлення невідремонтованих деталей, неякісно відремонтованих, виключити встановлення некондиційних нових деталей, значно зменшити помилки при складанні.

Складання двигуна та інших агрегатів і вузлів зручно виконувати на спеціальних поворотних стендах.

Під час складання двигуна спочатку встановлюють колінчастий вал з маховиком у блок циліндрів, потім з'єднують поршень з шатуном. Після остаточного затягування гайок корінних та шатунних підшипників колінвал має вільно прокручуватись. Гільзи циліндрів та блоки сортують на розмірні групи і маркують.

Поршні однієї масової групи добирають до циліндрів, узгоджуючи розмірну групу поршня з розмірною групою циліндра. Поршневі кільця перед встановленням на поршень піддають перевірці посадки у канавках. Для встановлення поршнів в циліндри необхідно користуватись спеціальними пристосуваннями, частіше стрічкового типу, для обтиску поршневих кілець. Під час складання різьбових з'єднань треба правильно визначити послідовність затягування (шпильки або болти кріплення головки циліндрів). Щоб забезпечити певний момент затягування застосовують динамометричні ключі.

Перед складанням деталей КШМ та ГРМ їх необхідно змащувати трансмісійним маслом, щоб виключити задири та пошкодження при збиранні.

Після складання агрегати передають на обкатку і випробовування. При цьому відбувається припрацювання – процес, який супроводжується формуванням оптимальної для експлуатації мікро і мікрогеометрії поверхонь деталей. Нерівності у вигляді гребінців, які утворюються на поверхні деталі під час обробки округлюються. Це призводить до зменшення роботи тертя, рівномірного розподілу навантаження тертьових поверхонь. Під час припрацювання метал деталей ущільнюється, наклепується, підвищується його твердість на 10...15 %.

Обкатка різних агрегатів триває 1...5 год. Скоротити час обкатки – важливе завдання ремонту агрегатів і машин.

Тривалість обкатки можна скоротити і при цьому поліпшити якість припрацювання:

- якістю обробки деталей і точністю складання;
- застосуванням оптимальних навантажувально-швидкісних режимів;
- введенням присадок до картерного масла під час обкатки.

Обкатка і випробування двигуна складається з холодної і гарячої стадій. Її виконують на спеціальних електрогальмових стендах (рис. 3.13). Наприклад, холодна обкатка двигуна ГАЗ-24 виконується при 500...700 об/хв 15 хв і при 850...900 об/хв 15 хв. Далі двигун оглядають і усувають виявлені дефекти. Потім виконується гаряча обкатка двигуна без навантаження при 1200...1500 об/хв 20 хв. Після цього, при потребі, підтягують кріплення та регулюють зазори у клапанах. Далі приступають до гарячої обкатки під навантаженням при різних обертах двигуна. Після обкатки проводять

випробовування: визначають потужність двигуна, годинну і питому витрати пального. Далі двигун оглядають, усувають підтікання масла і охолоджуючої рідини.

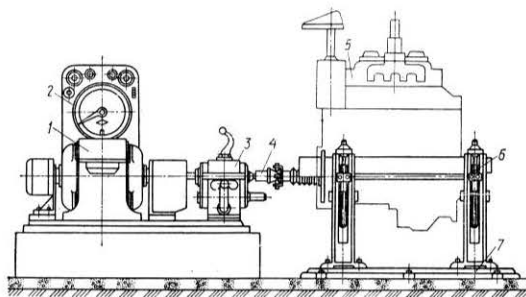


Рисунок 3.13 – Стенд для обкатки двигунів: 1 – електродвигун; 2 – ваговий механізм; 3 – редуктор; 4 – муфта; 5 – двигун; 6 – регульовані стійки; 7 – фундаментом плита

Загальне складання автомобіля виконують після складання і обкатки основних агрегатів. Процес складання автомобіля починається, як правило, з установки рами на підставки або на рухомі візки. Потім на базову складальну одиницю (раму) встановлюють у строгій технологічній послідовності всі основні вузли і агрегати: передній і задні мости, карданну передачу, рульове керування, двигун в зборі з коробкою передач, радіатор, кабіну, колеса й решту вузлів, механізмів і деталей. Під час складання потрібно звертати увагу на центрування агрегатів щодо один одного, оскільки недотримання цієї умови призводить до передчасного виходу з ладу агрегатів під час експлуатації.

Після складання автомобіля контролюють та регулюють гальма, органи керування, робочі органи, натяг пасів та ланцюгів, перевіряють надійність кріплення вузлів та агрегатів.

3.6.4. Обкатка і випробування автомобілів

Після складання автомобіль надходить на контроль і випробування. Ці заходи проводять з метою перевірки комплектності, якості складальних, регульовальних і кріпильних робіт, перевірки роботи і технічного стану усіх агрегатів, механізмів і приладів, додаткового регулювання, а також для виявлення відповідності технічних показників необхідним технічним умовам.

Випробування автомобіля проводять на стенді з біговими барабанами. Стенд дає змогу перевірити роботу двигуна, агрегатів трансмісії і ходової

частини, а також оцінити основні експлуатаційно-технічні властивості автомобіля, перевірити й відрегулювати кути встановлення керованих коліс та ін. Автомобіль обкатують на режимах згідно з ТУ. Усі виявлені несправності усуваються.

Потім автомобіль випробовують пробігом на відстань 30–40 км з вантажем, що відповідає 75 % його вантажності під час руху з певною швидкістю. Під час таких випробувань перевіряється справність та надійність роботи всіх систем та механізмів. Усі виявлені пробігом дефекти усуваються. Після цього автомобіль надходить на остаточне фарбування.

Сьогодні встановлений гарантійний термін експлуатації автомобіля після КР – 12 місяців з дня видачі при пробігах: не більше 20 тис. км – автобусами; не більше 16 тис. км – іншими автомобілями.

Випуск автомобіля та інших складових частин з КР оформляється приймально-здавальним актом.

Питання для самоконтролю

1. У чому полягає розбірний процес?
2. Яке устаткування застосовують під час розбирання?
3. Як відбувається прийом автомобілів у ремонт?
4. Як відбувається підготовка автомобілів до капітального ремонту?
5. Які бувають види забруднень?
6. Які бувають мийочні засоби?
7. Що таке дефектування?
8. Що таке дефект і які бувають дефекти?
9. Які види засобів контролю використовуються для дефектування?
10. Як відбувається комплектування деталей?
11. Як здійснюють загальне складання типових з'єднань деталей?
12. Методика обкатки і випробовування автомобілів.

4 ОСНОВНІ ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ

4.1. Класифікація способів відновлення деталей та структура технологічного маршруту відновлення

Відновити спрацьовану деталь – значить поновити її початкові геометричні, фізико-механічні, фізико-хімічні та інші властивості (розміри, геометричну форму, структуру матеріалу). Найкращий спосіб відновлення – той, який гарантує найбільший термін служби деталі при найменших затратах.

При КР техніки повторно після відновлення використовують до 70 % деталей. Трудомісткість відновлення деталей становить 45...55 % загальної трудомісткості КР. Собівартість відновлення звичайно не перевищує 60...70 % вартості нової деталі.

До відновних відносять операції, які змінюють геометричну форму або внутрішній стан матеріалу деталі (рис. 4.1).

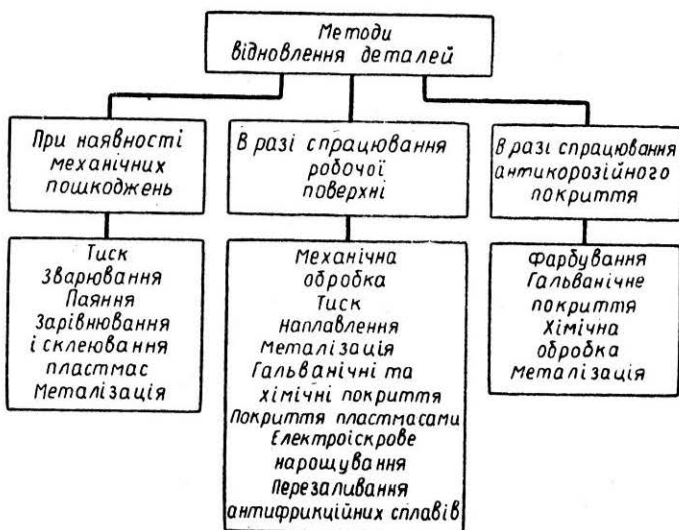


Рисунок 4.1 – Класифікація методів відновлення деталей

У ремонтному виробництві відремонтована деталь є результатом певних видів обробок. До технологічних маршрутів ремонту входять дві групи операцій: підготовка поверхні до нарощування і безпосереднє нарощування спрацьованої поверхні. Перша група операцій включає в себе слюсарну обробку, обробку на металорізальних верстатах або електрофізичну обробку. Друга – постановку додаткової деталі, пластичне деформування, наплавлення, металізацію, нанесення електролітичних або полімерних покриттів.

Загальну структуру технологічних маршрутів показано на рис. 4.2.

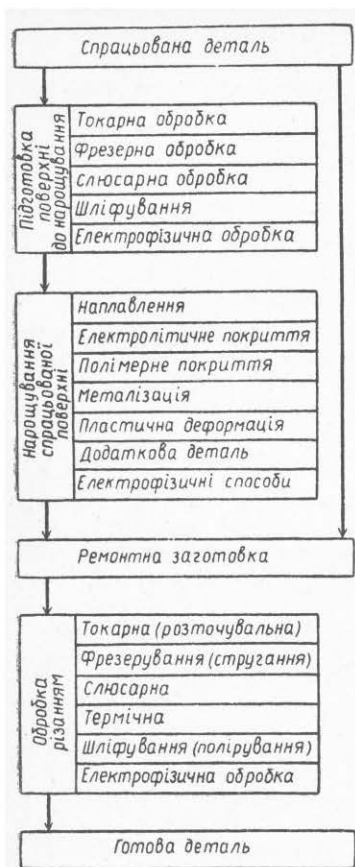


Рисунок 4.2 – Загальна структура технологічних маршрутів

Класифікація способів ремонту деталей показана на рис 4.3.

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.

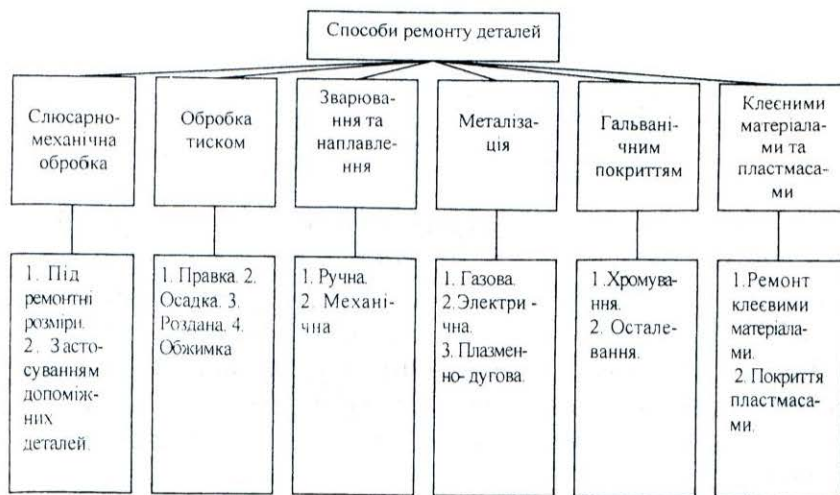


Рисунок 4.3 – Класифікація способів ремонту деталей

Ремонт деталі напилюванням полягає в тому, що на підготовлену поверхню деталі за допомогою металізатора 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.

4.2. Відновлення деталей слюсарно-механічною обробкою

Слюсарно-механічну обробку використовують під час відновлення деталей під ремонтні розміри і у разі застосування додаткових ремонтних деталей (ДРД).

Відновлення деталей під ремонтні розміри полягає в тому, що одну із спряжених деталей, яка має більшу вартість, обробляють під ремонтний розмір, а другу заміняють новою або відремонтованою відповідного ремонтного розміру. У такий спосіб забезпечується відновлення початкової посадки деталей. Цей спосіб застосовують для відновлення деталей з циліндричними поверхнями. Ремонт під ремонтний розмір ефективний тоді, коли зміна розміру не приводить до ліквідації термічної обробки поверхні деталі. Ремонтні розміри наводяться в ТУ на КР і визначаються за граничним спрацюванням деталей.

Використовуються деталі трьох видів ремонтних розмірів:

- стандартні, що випускаються промисловістю;
- регламентовані, які встановлюються ТУ на КР;
- вільні.

Стандартні ремонтні розміри використовуються для поршнів, поршневих кілець, поршневих пальців, вкладишів колінчастого вала, відновлення різьбових з'єднань та ін. Регламентовані ремонтні розміри передбачені ТУ на відновлення шийок кулачкових валів та їх втулок, клапанів і направляючих.

Відновлення деталей за допомогою ДРД застосовується для ремонту деталей, які мають зношення посадочних поверхней (картер коробки передач, маточин, балки мостів та ін.

Відновлення полягає у тому, що дефектну частину деталі видаляють (рис. 4.4), а на її місце встановлюють спеціально виготовлену деталь (зварюванням, на різьбі, посадкою).

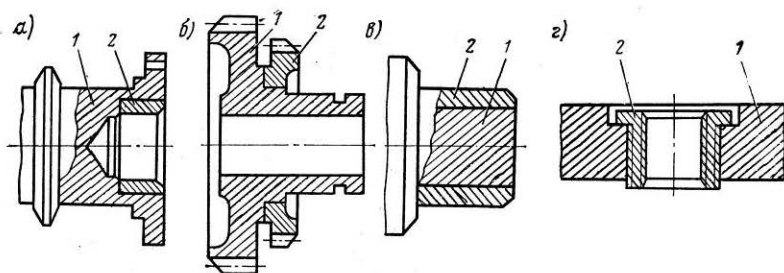


Рисунок 4.4 – Відновлення зношених деталей встановленням додаткових деталей: а – внутрішніх поверхонь отворів; б – шестерень; в – шийок цапф; г – різьбі; 1 – зношена деталь; 2 – додаткова деталь

Після цього робочу поверхню деталі обробляють під потрібний розмір. Залежно від виду відновлюваної поверхні ДРД можуть мати форму гільзи,

кільця, шайби, втулки. У разі запресовування ДРД основну деталь бажано нагрівати для підвищення міцності з'єднання (зубчастий вінець маховика).

До недоліків цього способу відновлення слід віднести його складність і високу вартість, а також зниження в деяких випадках механічної міцності основної деталі.

Слюсарно-механічну обробку застосовують практично в усіх способах відновлення деталей. За трудомісткістю вона становить 40... 80 % загальних трудових затрат на ремонт. Крім слюсарно-механічної обробки у ремонтному виробництві застосовують різні види механічної обробки: токарну, фрезерну, шліфування, розточування та ін.

4.3. Відновлення деталей пластичним деформуванням

Цей спосіб ремонту може бути застосований для деталей виготовлених із пластичних матеріалів (сталь, ковкий чавун, бронза та ін.). Ґрунтується на виростанні пластичних властивостей металу, тобто його здатності за певних умов під дією навантаження набувати залишкових деформацій без порушення цілісності. Застосовується для відновлення розмірів спрацьованих поверхонь і форми деформованих деталей. Деталі з непластичних матеріалів або складної конфігурації цим способом не відновлюються. Існують два види обробки деталей тиском: холодна і гаряча. Гарячу проводять при температурах 300... 800 °С.

На якість пластичного деформування впливає пластичність матеріалу, температура нагріву, швидкість деформації та ін.

Найбільш пластичними є хімічно чисті метали. Додавання домішок призводить до зниження пластичності.

Холодним деформуванням називається пластична деформація деталі, яка проходить при температурах менших температури рекристалізації і яка приводить до ущільнення зерен металу (наклеп). Гарячим деформуванням називається пластична деформація деталі, яка проходить при температурах вищих температури рекристалізації. Температура нагріву деталі впливає на пластичність металу, з якого вона виготовлена. Опір деформованої сталі, нагрітої до температури ковки, в 10–15 разів менша, чим опір у холодному стані.

4.3.1. Види пластичного деформування

В залежності від діючих сил і напрямів деформування відновлення деталей обробкою тиском здійснюється різними способами: виправленням, осадкою, роздачею, обтиском, витяжкою та ін (рис. 4.5).

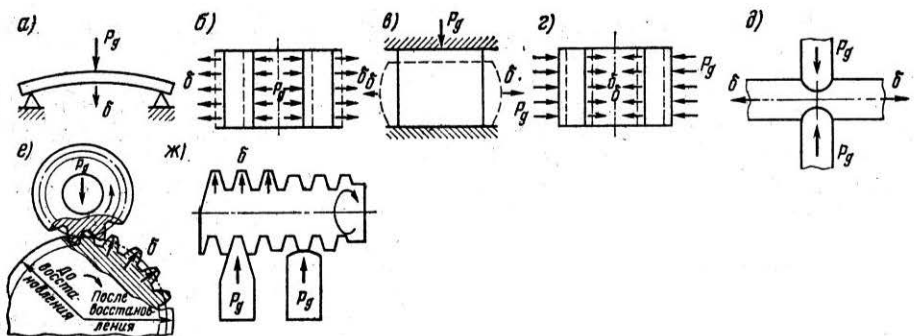


Рисунок 4.5 – Схеми відновлення деталей тиском: а – правка; б – роздача; в – осадка; г – обтиск; д – витяжка; е – накатка; ж – електромеханічна висадка і зглажування

Суть виправлення (рис. 4.5 а) полягає у тому, що під дією зовнішніх сил відновлюється первинні форми деталі. Виправлення може бути статичним вигинанням або ударом.

Статичне виправлення застосовується в холодному або в гарячому стані.

Холодне виправлення не дає належної якості відновлення деталі за рахунок небезпеки зворотньої дії і зниження втомлювальної міцності. Небезпека зворотньої дії визвана тим, що при холодній правці виникають невірноважені внутрішні напруги, які з часом врівноважуються і приводять до повторної деформації деталі.

Для покращення якості холодної правки застосовують декілька способів. Перший спосіб – це виправлення деталі під пресом на протязом довгого часу. Другий спосіб – це подвійне виправлення, яке заключається в тому, що зворотня стріла прогину отримується в 10... 15 разів більша від того прогину, що мав вал до виправлення. Третій – це стабілізація виправлення наступною термообробкою. Найкращий спосіб дає третій спосіб.

Гаряче виправлення відбувається при необхідності великих деформацій деталі. Нагрівання може відбуватись як частини, так і всієї деталі. Після правки необхідно провести термічну обробку деталі. Оптимальною температурою для гарячої правки є інтервал 600–800 °С.

При правильному виконанні технологічного процесу виправлення ударом, досягається висока якість правки. Якість визначається стабільністю виправлення за часом, високою точністю (до 0,02 мм), зниженням втомленої міцності та ін. Сам процес виправлення ударом достатньо простий і швидкий в часі. Виправлення відбувається за допомогою зворотно-поступального переміщення інструменту відносно деталі. В якості інструменту для виправлення ударом застосовується пневматичний молот.

Для вимірювання стріли прогину вала його встановлюють у центри токарного верстата. Значення стріли визначають як половину биття вала, що показує індикатор.

Пластичним перерозподілом металу відновлюються деталі при роздачі, осадці та обтиску.

При роздачі (рис. 4.5 б) напрям діючої сили збігається з напрямом потрібної деформації. Застосовується для збільшення розмірів зовнішньої поверхні порожнистих деталей при збереженні висоти. Зміна зовнішнього діаметра деталі відбувається за рахунок збільшення її внутрішнього діаметра, який змінюється за допомогою роздаваючої кульки, ролика та ін. Збільшення внутрішнього діаметра деталі залежить від її матеріалу, температури, величини зношення, розмірів деталі і не перевищує 1 мм на діаметр. До типових деталей, які можуть відновлюватись роздачею, відносяться поршневі пальці, хрестовини карданних валів, труби, чашка диференціала та ін.

При осадці (рис. 4.5 в) напрям діючої сили не збігається з напрямом потрібної деформації. Цей спосіб використовується для збільшення зовнішнього діаметра суцільних деталей, зменшення внутрішнього і збільшення зовнішнього діаметра втулок за рахунок зменшення їх довжини деталей типу «бронзові втулки», штовхачі клапанів та ін. Зміна діаметрів деталі відбувається за рахунок зменшення її висоти, тому допускається її зменшення на 5–15 %.

При обтиску (рис. 4.5 г) напрям діючої сили збігається з напрямом потрібної деформації. Спосіб використовується для відновлення порожнистих деталей, спрацьованих по внутрішньому робочому отвору. Зміна внутрішнього діаметра деталі відбувається за рахунок обтиску за допомогою матриці. До типових деталей, які відновлюються обтиском, відносяться втулки із кольорових металів (розподільних валів), сепаратори роликів підшипників, важелі та ін.

Витяжка (рис. 4.5 д) виконується для збільшення довжини деталі (важелі, тяги, стержні) за рахунок місцевої зміни поперечного перерізу на невеликій ділянці. Його виконують в гарячому стані з місцевим нагріванням деталі до температури 1070...1120 К.

Накатка (рис. 4.5 е) застосовується для збільшення зовнішніх розмірів циліндричних деталей за рахунок видавлювання металу, наприклад для відновлення нерухомих посадок під підшипники кочення. Для накатування шийки вала застосовують зубчастий циліндричний ролик, який під дією сили P втискується у тіло деталі, збільшуючи її діаметр на 0,2...0,4 мм. Накатку виконують на токарному верстаті, встановивши ролик у супорті на спеціальній державці. Іноді в якості інструменту для накатування використовують обойму з стальними кульками. Пропонуємо швидкості для накатування роликів: для сталі 8–20 м/хв, чавун 10–15 м/хв, латуні і бронзи

30–50 м/хв, алюмінію до 90 м/хв. Накатування проводять як поперечною, так і повздовжньою подачею.

На рис. 4.6 показані пристрої для роздачі, обтиску та осадки втулок.

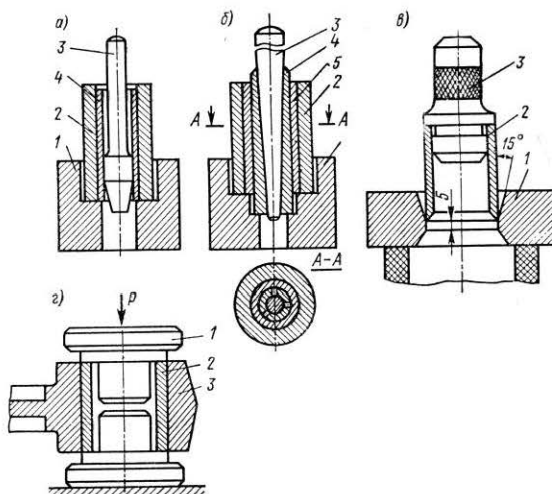


Рисунок 4.6 – Пристрої для відновлення розмірів деталей пластичним деформуванням: а – роздача пуансоном; б – роздача конічним пуансоном з втулкою (1 – основа; 2 – матриця; 3 – пуансон; 4 – палець; 5 – розрізна втулка); в – обтиск деталей (1 – матриця; 2 – деталь; 3 – пуансон); г – осадка втулок (1 – пуансон; 2 – втулка; 3 – головка шатуна)

4.4. Відновлення деталей зварюванням і наплавленням

4.4.1. Загальні відомості

Зварюванням називається процес нерознімного з'єднання металевих виробів місцевим нагріванням їх до розплавленого стану. Процес зварювання характеризується видом енергії, необхідної для зварювання: плавленням і тиском. Класифікація зварювання за групами та видами подана на рис. 4.7.

Міцне зварне з'єднання металів ґрунтується на атомній взаємодії. Зчеплення настає в результаті утворення атомно-молекулярних зв'язків між спряжуваними поверхнями, зближеними на відстань порядку 10^{-8} см.

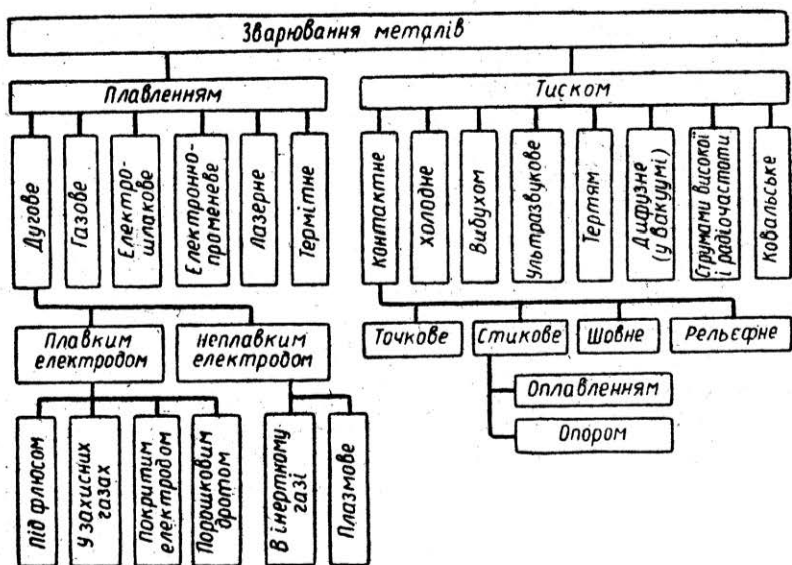


Рисунок 4.7 – Класифікація способів зварювання, які застосовуються у ремонтному виробництві

Зварювання застосовують для усунення механічних пошкоджень в деталях (тріщини, пробоїни), а наплавлення для нанесення металевих покриттів на поверхні деталей з метою компенсації їх зношування. У процесі зварювання метал нагрівається до температури плавлення, при цьому в ньому відбуваються шкідливі металургійні процеси: окислення металу, вигорання легуючих елементів, насичення наплавленого металу азотом і воднем. При цьому механічні властивості металу знижуються.

При зварюванні деталь нагрівається нерівномірно і можливі виникнення зміни в структурі металу. Це в свою чергу викликає внутрішні напруження, за рахунок чого в деталях виникають тріщини та деформації. Внутрішні напруження зменшують попереднім нагрівом деталі та термообробкою після зварювання та повільним охолодженням. Також застосуванням технологічних прийомів під час зварювання. Наприклад, тонкий листовий метал необхідно зварювати ступінчасто, наплавлення на вали проводити діаметрально, для урівноваження деформацій (рис. 4.8) та ін.

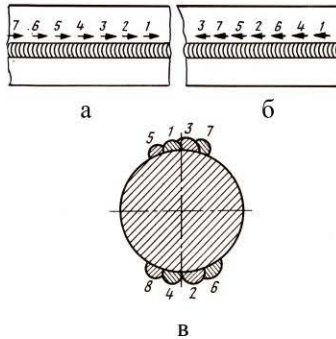


Рисунок 4.8 – Приклади технологічних прийомів під час зварювання для зменшення деформацій деталей: а – зварювання тонколистового металу ступінчасто в протилежному напрямку; б – зварювання тонколистового металу ступінчасто в напрямку зварки; в – послідовність наплавлення на вал

4.4.1.1. Зварювання плавленням

Зварювання плавленням (рис. 4.7) здійснюється сплавлюванням металів без застосування тиску з використанням у більшості випадків додаткового присадного матеріалу. Широкого застосування набули дугове, газове, електрошлакове та інші види зварювання плавленням.

За способом механізації процесу електродугового зварювання поділяється на ручне, напівавтоматичне та автоматичне.

Ручне зварювання характеризується тим, що подача електрода і переміщення дуги здійснюється вручну. При напівавтоматичному зварюванні механізовано лише подачу електродного дроту, а переміщення дуги здійснюється ручним способом. При автоматичному зварюванні подача електрода і переміщення виробу здійснюється автоматично.

Зварювання у захисних газах – вид електродугового зварювання, при якому використовується захисний газ для запобігання дії повітря на розплавлений метал. Із захисних газів найбільше застосовують аргон і вуглекислий газ. Для зварювання хімічно активних металів та легованих сталей застосовують аргон, для вуглецевих сплавів – вуглекислий газ.

Під час зварювання покритим електродом застосовують електрод з нанесеним на його поверхню покриттям з порошкоподібного матеріалу.

Газове зварювання – вид зварювання, при якому для місцевого розплавлення кромки зварювального виробу використовується теплота згоряння суміші горючих газів з киснем.

Електрошлакове зварювання – вид зварювання плавленням з використанням теплоти, що виділяється під час проходження електричного струму крізь розплавлений шлак.

Електронно-променеве зварювання – вид зварювання плавленням у вакуумі, який ґрунтується на використанні енергії сфокусованого потоку електронів в електричному полі високої напруги.

Лазерне зварювання ґрунтується на використанні енергії світлового потоку високого ступеня направленості, при якому метал нагрівається когерентним світловим променем, створюваним оптичним квантовим генератором – лазером.

Термітне зварювання – вид зварювання, під час якого використовується теплота екзотермічної реакції термітної суміші (порошкоподібна горюча суміш), а шов утворюється за рахунок металу – продукту реакції.

Зварювання під флюсом – дугове автоматичне зварювання, із застосуванням плавкого електродного дроту і флюсу. Флюс надходить у зону дуги для захисту металу шва від повітря, а також з метою легування наплавленого металу. Розплавляючись, флюс створює навколо дуги оболонку з шлаку. На рис. 4.9 показано схему зварювання під флюсом. Електрична дуга горить під шаром флюсу 2 між електродним дротом 1 і шаром флюсу, який створює шлаковий захист. Кромки зварюваного металу, електродний дріт і частково флюс у зоні дуги плавляться, утворюючи зварювальну ванну 4.

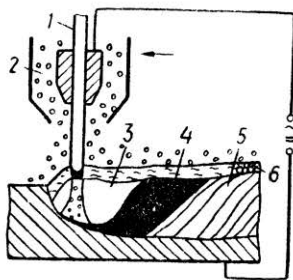


Рисунок 4.9 – Схема зварювання під флюсом

Флюси поділяються на плавлені та керамічні.

Плавлені флюси одержують сплавленням шихти у печах з наступною грануляцією. До складу плавлених флюсів входять тільки шлакоутворюючі компоненти. Так, наприклад, до складу флюсу ОСЦ-45 входять 38...44 % SiO_2 , 34...47 % MnO , 3,5...9 % CaF_2 та інші домішки. До складу керамічних флюсів, крім шлакоутворюючих компонентів, входять також розкислювачі і різні легуючі елементи.

4.4.1.2. Відновлення деталей наплавленням

Наплавлення представляє собою технологічний процес нанесення плавленого шару металу на поверхню металевої деталі за допомогою зварювання.

За допомогою наплавлення можна відновити втрачені розміри спрацьованої деталі та нанести шар металу з певними властивостями. Наплавленням можна багаторазово відновлювати спрацьовані деталі. Часто відновлена деталь наплавленням набагато дешевша за нову і при цьому не поступається перед нею роботоздатністю.

Наплавляють зовнішні і внутрішні поверхні деталей циліндричної форми (рис. 4.10), а також плоскі поверхні. При невеликому діаметрі деталі наплавлення виконують по гвинтовій лінії. На деталях великих розмірів наплавлення здійснюють валиками завдовжки 60...80 мм вздовж твірної. Плоскі поверхні деталей наплавляють валиками на всю довжину поверхні.

Для ремонту і відновлення деталей наплавленням широко використовують розглянуті традиційні способи зварювання: дугове, газове.

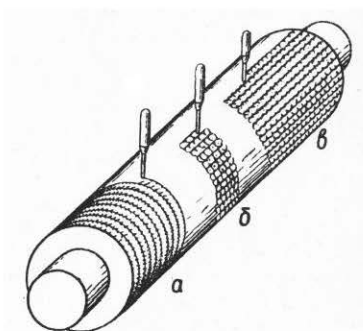


Рисунок 4.10 – Схема наплавлення тіла обертання: а – по гвинтовій лінії; б – вздовж твірної; в – вздовж твірної окремими валиками

Орієнтовна схема технологічного процесу відновлення деталей методами напилювання і наплавлення наведено на рис. 4.11.

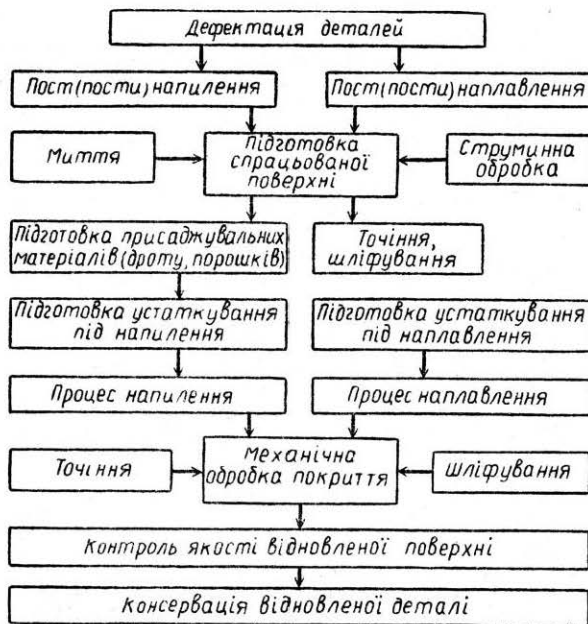


Рисунок 4.11 – Схема технологічного процесу відновлення деталей методами напилення і наплавлення

4.4.1.3. Зварювання тиском

Зварювання тиском – це зварювання з місцевим пластичним деформуванням з'єднуваних частин під дією статичного або динамічного зусилля з нагріванням або без нього (рис. 4.12). Основні види зварювання тиском: контактне, холодне, вибухом, ультразвукове та ін.

Контактне зварювання – зварювання тиском, при якому деталі нагріваються теплом, що виділяється під час проходження струму у з'єднуваних частинах, які контактують.

Холодне зварювання тиском проводиться без нагрівання.

Зварювання вибухом ґрунтується на використанні енергії вибуху.

Ультразвукове зварювання проводиться без нагрівання і ґрунтується на з'єднанні частин деталі під дією ультразвукових коливань.

Залежно від виду зварного з'єднання контактне зварювання поділяється на стикове, точкове, рельєфне і шовне (рис. 4.12).

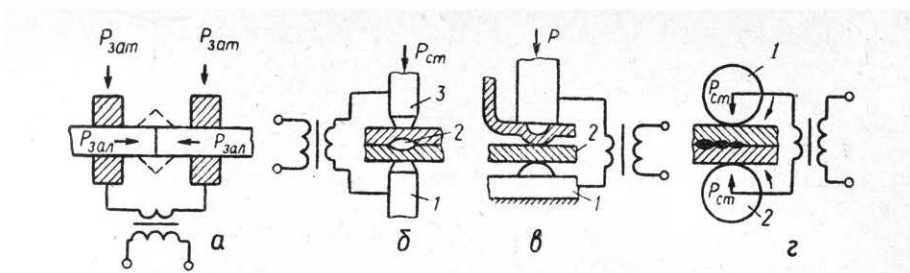


Рисунок 4.12 – Схема контактної зварювання: а – стикового; б – точкового; в – рельєфного; г – шовного

4.4.2. Ручне електродугове зварювання

Електродугове зварювання – зварювання плавленням, при якому нагрів та розплавлення кромки з'єднуваних частин відбувається електричною дугою.

Схеми основних видів дугового зварювання показані на рис. 4.13.

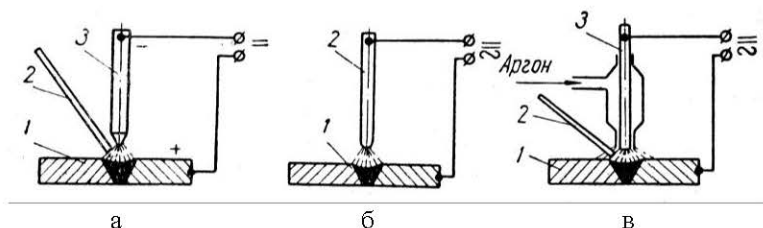


Рисунок 4.13 – Схеми основних видів дугового зварювання: а – зварювання за методом Бенардоса; б – зварювання за методом Слав'янова; в – аргондугове зварювання

Найбільш поширеним є ручне електродугове зварювання і наплавлення електродом, що плавиться (спосіб Слав'янова) (рис. 4.14).

Для місцевого розплавлення кромки зварювальних деталей використовується тепловий ефект електричної дуги. Дуга постійного або змінного струму горить між металевим електродом і зварюваними виробами, які включені в електричне коло. Температура дуги більше 6000 К. Розплавляючись дугою електрод одночасно є присадним матеріалом. В якості електрода застосовують сталевий стержень з вуглецевого дроту з покриттям (обмазкою). Електродні покриття діляться на тонкі і товсті. Більш поширені

тонкі покриття призначені для стабілізації горіння електричної дуги, вони складаються з 80... 85 % крейди і 15... 20 % рідкого скла.

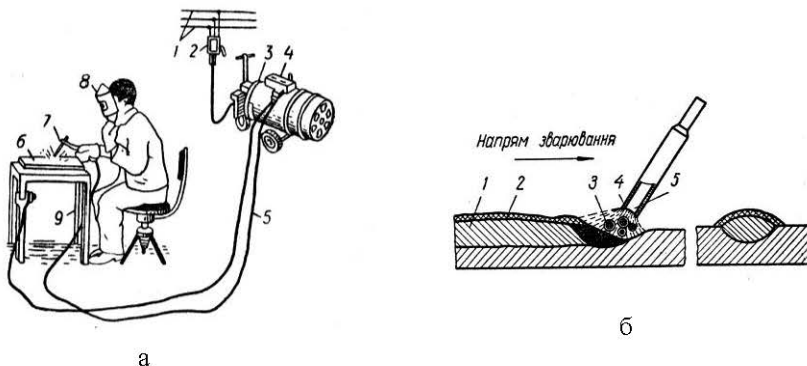


Рисунок 4.13 – Ручне електродугове зварювання: а – пост ручного електродугового зварювання: 1 – мережа трифазного змінного струму; 2 – вимикач; 3 – зварювальний перетворювач; 4 – регулятор зварювального струму; 5 – кабелі; 6 – відновлювана деталь; 7 – електродотримач; 8 – щиток зварювальника; 9 – зварювальний стіл; б – схема утворення наплавного валика: 1 – наплавлений валик; 2 – шлак; 3 – краплини металу; 4 – покриття електрода; 5 – електродний стержень

Під час ремонту деталей автомобіля застосовують електроди з дротом діаметром від 1,2 до 5 мм. Для зварювання сталених деталей застосовують електроди наступних марок УОНИ-13/45, УОНИ 13/55. Цифри у знаменнику вказують міцність шва при розтягу відповідно 450, 550 МПа. За призначенням є електроди для зварювання вуглецевих та низьколегованих конструкційних сталей, а також спеціальних сталей, чавуну, кольорових сплавів. Є два види електродугового зварювання: змінним та постійним струмом. Електрична дуга постійного струму більш стабільна, крім того, таке зварювання можна проводити на прямій та зворотній полярності, приєднуючи у першому випадку до деталі плюс джерела струму, а до електрода мінус, а в другому випадку – навпаки. Для зварювання переважно застосовують змінний струм. Наплавлення, як правило проводять постійним струмом при зворотній полярності. Деталь з'єднують з від'ємним полюсом джерела струму, що забезпечує найменший її нагрів.

Якість зварювання і наплавлення залежить від режиму, основними параметрами якого є діаметр електрода і сила зварювального струму. Діаметр електрода (3... 5 мм) залежить від товщини зварюваного металу. Сила струму

залежить від діаметра електрода і встановлюється рівною 40...50 А на міліметр діаметра електрода.

Перед зварюванням виконують підготовку поверхонь: зачищають поверхню від бруду, мастила та корозії, якщо товщина металу більше 5 мм розробляють тріщину шліфувальним кругом з допомогою ручної шліфувальної машини.

4.4.3 Напіваавтоматичне зварювання у середовищі вуглекислого газу

Напіваавтоматичне зварювання застосовується дуже часто для ремонту тонколистових деталей. Характеризується високою продуктивністю праці, незначним нагрівом деталі. Захист розплавленого металу від шкідливої дії кисню і азоту повітря здійснюється струменем вуглекислого газу CO_2 , який при виході з пальника (рис. 4.15) витісняє повітря з зони зварювання. У балон об'ємом 40 л заливається 25 кг вуглекислоти, з якої утворюється вуглекислий газ, достатній для 12–15 год безперервної роботи. Під час зварювання у вуглекислому газі дуга горить між електродним дротом, який є електродом і безпосередньо подається в дугу. Для механізованого зварювання і наплавлення застосовують сталевий зварювальний та наплавлювальний дріт із сталі 30ХГСА діаметром 2,0 мм.

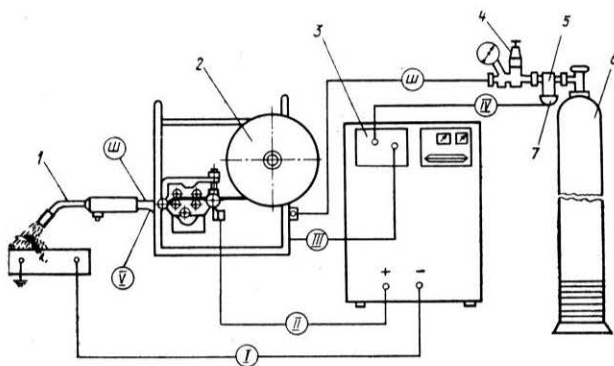


Рисунок 4.15 – Схема установки для напіваавтоматичного зварювання і наплавлення в середовищі вуглекислого газу: 1 – пальник зварювальний; 2 – механізм подаючий; 3 – джерело живлення; 4 – редуктор; 5 – осушувач; 6 – балон з вуглекислим газом; 7 – підігрівач; I-IV – з'єднувальні кабелі; III – шланги

Використовується зварювальний напівавтомат, який складається із зварювального випрамляча, подаючого механізму, держака з шлангом. Подача дроту здійснюється автоматично, а переміщення дуги – вручну. Зварювальний дріт подається до виробу по спеціальному шлангу.

Зварювання виконують на постійному струмі зворотної полярності. Сила струму залежить від діаметра і швидкості подачі електродного дроту. Зварювальнику достатньо видержати певний виліт електродного дроту і переміщувати пальник з певною швидкістю.

4.4.4. Газове зварювання

Газове зварювання в авторемонтному виробництві має широке застосування, за рахунок простоти та універсальності, можливості виконувати різноманітні зварювальні роботи.

Для місцевого розплавлення кромки використовується теплота згоряння суміші горючого газу з киснем. Кромки зварюваних деталей розплавляють полум'ям газового пальника, а зазор заповнюється присадним дротом з маловуглецевої сталі Св-08, Св-10ГА. Діаметр дроту вибирається у залежності від товщини зварюваного металу.

Найбільшого застосування набуло ацетилено-кисневе зварювання з температурою полум'я 3100...3300 °С. Кисень зберігають в 40-літрових балонах (рис. 4.16) під тиском 15 МПа, тому для його зниження до тиску трохи більшого за атмосферний застосовують газові редуктори. Ацетилен C_2H_2 це хімічна сполука вуглецю з воднем. Основним способом одержання ацетилену є розкладання карбіду кальцію водою в ацетиленових генераторах:

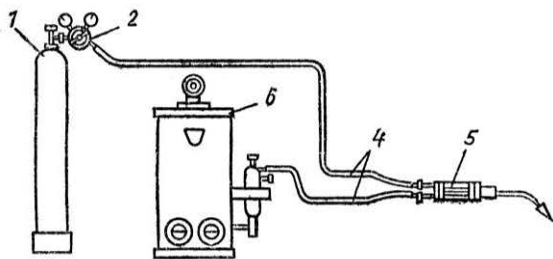
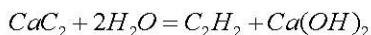


Рисунок 4.16 – Схема поста газового зварювання: 1 – балон з киснем; 2 – кисневий редуктор; 3 – затвор; 4 – шланги; 5 – пальник; 6 – ацетиленовий генератор

При газовому зварюванні широко використовуються флюси, застосування яких є необхідним для зварювання чавуну, кольорових металів і деяких марок сталей. Флюси додаються у зварювальну ванну для розчинення окислів і утворення легкоплавних шлаків. В якості флюса часто використовується технічна бура (ГОСТ 8429-69).

Основним інструментом зварювальника є газові пальники переважно інжекторного типу (кисень подається під тиском 2...4 атм і засмоктує ацетилен). Вони служать для змішування у потрібних пропорціях горючого газу і кисню.

Під час газового зварювання застосовують два способи переміщення пальника: лівий і правий. При лівому способі (рис. 4.17) полум'я пальника переміщується справа наліво і направлене на холодний метал, при правому – навпаки. В першому випадку присадний дріт рухається попереду пальника, а в другому – позаду. При товщині зварюваних деталей до 3 мм більш продуктивним є лівий спосіб.

До недоліків газового зварювання відноситься висока вартість кисню і ацетилену та глибока зона термічного впливу.

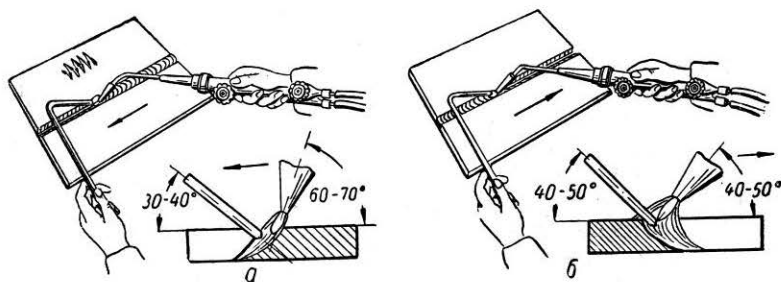


Рисунок 4.17 – Способи газового зварювання: а – лівий; б – правий

4.4.5. Зварювання чавунних деталей

При виготовленні багатьох деталей автомобілів застосовують сірий і ковкий чавуни. З сірого чавуну виготовляють блоки циліндрів, картери зчеплення і коробок передач, випускні колектори. Ковкий чавун застосовують при виготовленні маточин коліс і картерів головних передач. Характерні дефекти: тріщини, пробоїни, обломи фланців. Чавун має ряд хімічних та фізичних властивостей, які утруднюють його зварювання: він крихкий і малопластичний. При місцевому нагріві та швидкому охолодженні виникають великі внутрішні напруження, які призводять до виникнення тріщин.

Для зварювання чавунів можуть використовуватись різні способи зварювання: ручне електродугове зварювання, газове зварювання, низькотемпературна та високотемпературна пайка чавуну.

Одним з найбільш надійних способів зварювання чавуну є газове зварювання з загальним рівномірним нагрівом деталі та повільним охолодженням. Але це процес малопродуктивний і трудомісткий, тому застосовується рідко. Більш поширене ручне електродугове зварювання без загального підігріву деталі. До технологічних заходів, спрямованих на покращення зварювання відносяться застосування електродів малого діаметра та зварювання малим струмом.

Перед зварюванням деталь зачищають. Для попередження подальшого поширення тріщини, її засвердлюють. Зварювання тріщин у тонких ненавантажених стінках (рис. 4.18, а) проводять без розробки кромки. Якщо товщина металу більше 5 мм, то тріщину розробляють (рис. 4.18), наприклад електричною шліфувальною машинкою. Зварювання рекомендується виконувати постійним струмом зворотної полярності електродом типу ОЗЧ. Стержень цих електродів виготовлений з міді, яка надає шву високі пластичні властивості. Непогані результати дають електроди типу МНЧ, у яких стержень виготовлений на основі нікелю. Після накладання зварювального шва рекомендується проводити проковку, яка зміцнює метал, знімає внутрішні напруження та збільшує герметичність зварного з'єднання.

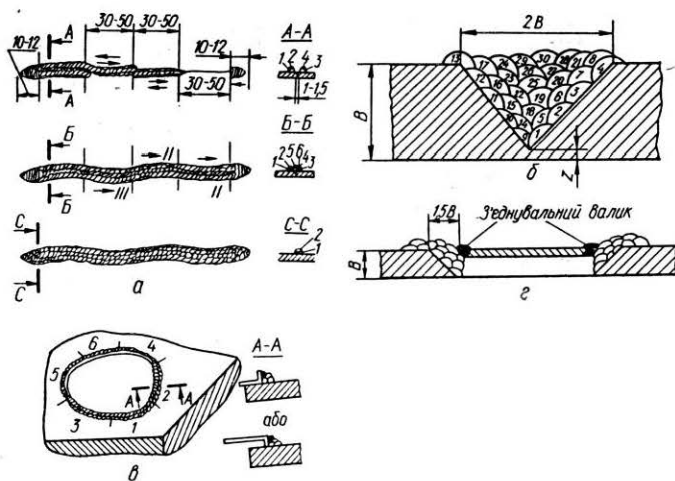


Рисунок 4.18 – Схема накладання швів при зварюванні чавунних корпусних деталей: а – тріщин у тонкостінних деталях без наступної механічної обробки; б – тріщин у товстостінних деталях з наступною

механічною обробкою; в – підготовка пробоїн і порядок зварювання при накладанні латки внапуск; г – вварювання вставки у пробоїну деталі

4.4.6. Зварювання деталей з алюмінієвих сплавів

Для виготовлення автомобільних деталей широкого розповсюдження набули алюмінієві сплави на основі алюмінію та кремнію – силуміни.

Алюмінієві сплави мають ряд специфічних властивостей, які утруднюють їх зварювання. На їх поверхні постійно знаходиться окисна плівка, температура плавлення якої 2000°C , в той час як температура плавлення основного металу $650\ldots 670^{\circ}\text{C}$. Теплопровідність цих сплавів у три рази вища, ніж у сталі, тому тепло швидко відводиться від місця нагріву. Це вимагає застосування потужних джерел тепла. Алюмінієвий сплав не змінює свого кольору у розплавленому стані і залишається сріблястим, зварювальник може не помітити початку розплавлення.

При охолодженні місця зварювання в деталі можуть виникати значні внутрішні напруження. Причинами виникнення напружень є великі коефіцієнти усадки (1,8 %) і лінійного розширення (0,24 на 1 м) алюмінієвих сплавів. В результаті напружень можуть виникати тріщини.

Перед зварюванням деталі із алюмінієвого сплаву рекомендується підігрівати до температури $200\text{--}300^{\circ}\text{C}$.

Основними методами зварювання алюмінієвих сплавів є: ручне аргонодугове зварювання (рис. 4.19), газове зварювання та електродугове.

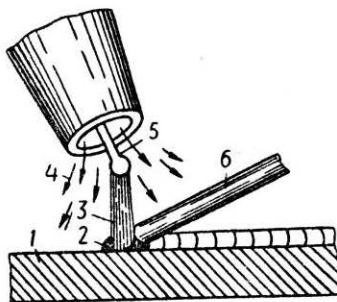


Рисунок 4.19 – Схема аргонодугового зварювання

Пошкодження в деталях з алюмінієвих сплавів найкраще усувати ручним аргонодуговим зварюванням (рис. 4.20) вольфрамовим електродом із застосуванням присадного алюмінієвого дроту, який перед зварюванням очищають від окисної плівки зануренням у слабкий розчин ортофосфорної

кислоти. Діаметр вольфрамового електрода вибирається залежно від зварювального струму.

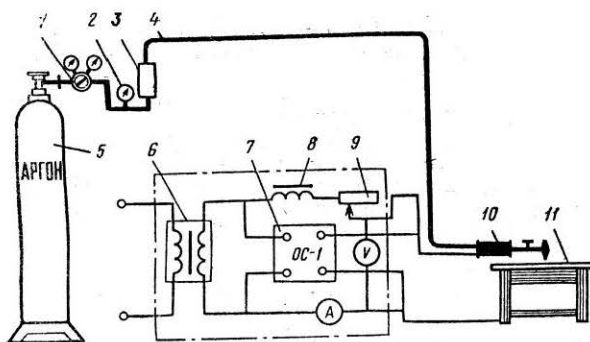


Рисунок 4.20 – Схема поста ручного аргонно-дугового зварювання неплавким електродом змінним струмом: 1 – редуктор; 2 – манометр; 3 – ротаметр; 4 – шланг подачі аргону; 5 – балон; 6 – зварювальний трансформатор; 7 – осцилятор; 8 – дросель; 9 – реостат; 10 – пальник; 11 – стіл зварювальника

4.4.7. Види наплавлення при відновленні деталей

В авторемонтному виробництві використовуються наступні способи наплавлення: електродугове під флюсом, в середовищі вуглекислого газу, електродугова в середовищі аргону, вібродугове, плазменно-дугове, лазерне та ін.

4.4.7.1. Електродугове наплавлення під шаром флюсу

Широко використовується для відновлення циліндричних і плоских поверхней деталей. При цьому способі механізовані два основні рухи електрода – подача його до деталі та переміщення вздовж зварювального шва.

В умовах авторемонтного виробництва наплавлення під шаром флюсу застосовують для відновлення шийок колінчастих валів, шліцевих поверхней валів та інших деталей.

Суть процесу електродугового наплавлення під шаром флюсу показана на рис. 4.21. Деталь 5, яка встановлена на токарному верстаті, контактує через наплавочну головку 1 з електродним дротом 2. Флюс 4 подається

автоматично із бункера 3. Під дією високої температури утворюється зона газового горіння, в якому дуга плавить метал і частину флюсу. Флюс утворює навколо дуги еластичну оболонку із рідкого флюсу, яка захищає метал від окислення і розбризгування.

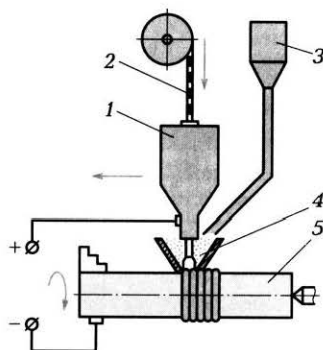


Рисунок 4.21 – Схема електродугового наплавлення циліндричної поверхні деталі під флюсом

Електродугове наплавлення під флюсом забезпечує легування металу через дріт і флюс з отриманням покриття, рівномірного за хімічним складом і властивостям, захист зварювальної дуги, відвід розчинених газів і шлакових включень із зварювальної ванни. Це економічний і найменш енергозатратний спосіб наплавлення, який дозволяє отримати шар наплавленого металу великої товщини (1,5...5,0 мм).

До недоліків можна віднести: значний нагрів деталі, неможливість наплавлення на деталі діаметром менше 40 мм, труднощі видалення шлакового покриття, виникнення тріщин і утворення пор в наплавленому металі.

4.4.7.2 Наплавлення в середовищі вуглекислого газу

Наплавлення в середовищі вуглекислого газу (рис. 4.22) принципово мало відрізняється від електродугового наплавлення під флюсом. В якості захисного середовища використовується вуглекислий газ.

Струм підводиться до електродного дроту 2 через мундштук 1 і наконечник 4, які розташовані всередині газоелектричного пальника 3. При наплавлюванні метал електродного дроту 2 і деталі 5 перемішуються, а в зону горіння електричної дуги 6 під тиском 0,05...0,2 МПа подається

вуглекислий газ. При русі сопла 5 пальника вздовж деталі 9 за зварювальною ванною 7 утворюється шар наплавленого металу 8.

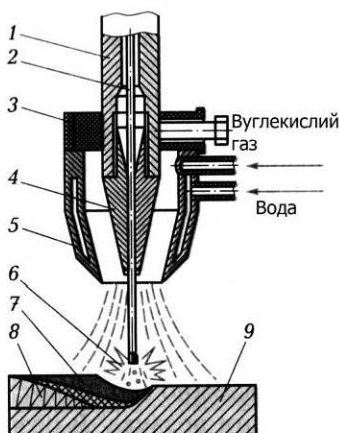


Рисунок 4.22 – Схема наплавлення в середовищі вуглекислого газу

При напавленні в середовищі вуглекислого газу спостерігається менший нагрів деталі, є можливість обробки деталей будь-яких розмірів, наплавлення відбувається при будь-якому положенні деталі. Продуктивність процесу на 20... 30 % вища.

Недоліками є збільшене розбризгування металу та відкрите світлове випромінювання.

4.4.7.3 Вібродугове наплавлення

Вібродугове наплавлення застосовується при відновленні автомобільних деталей із вуглецевих і низьколегованих сталей, сірого, ковкого та високоміцного чавуну.

Наплавлення характеризується коливанням зварювального дроту з частотою 50...100 Гц і низькою напругою. Обладнання: переобладнаний токарний верстат, який забезпечує повільне обертання деталі, наплавочна головка і джерело зварювального струму. Наплавлення виконується у середовищі рідини (10...20 % розчин гліцерину) зварювальним дротом 1,2...3 мм. Суть процесу вібродугового наплавлення заключається у періодичному замиканні та розмиканні електродного дроту, який знаходиться під струмом і поверхні деталі (рис. 4.23).

Перевагами вібродугового наплавлення в рідині є відсутність нагріву і деформації деталі, можливість загартовування наплавленого шару, що часто виключає необхідність в наступній термічній обробці, менше вигорання вуглецю.

Недоліками наплавлення є значне зниження втомної міцності деталей, нерівномірна твердість наплавленого шару, неоднорідність мікроструктури металу.

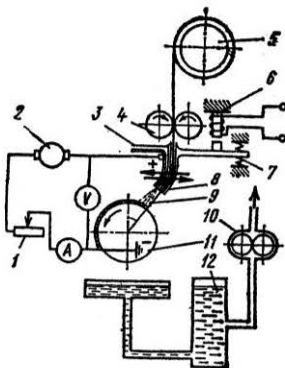


Рисунок 4.23 – Схема установки для автоматичної вібродугової наплавки: 1 – котушка; 2 – генератор; 3 – трубка для подачі охолоджуючої рідини; 4 – ролик подачі електродного дроту; 5 – касета з дротом; 6 – електромагнітний вібратор; 7 – пружина; 8 – наконечник; 9 – електродний дріт; 10 – насос для перекачування охолоджуючої рідини; 11 – відновлювана деталь; 12 – бачок для збирання охолоджуючої рідини

4.4.7.4. Плазменне та лазерне наплавлення

Плазмове і лазерне наплавлення – вид наплавлення, при якому джерелом теплоти є плазмова дуга або лазерний промінь, а присадними чи електродними матеріалами – суцільні чи порошкові дроти, нерухома присадка у вигляді литих чи спечених кілець або гранульовані порошки.

Способами подачі присадних матеріалів на деталь можуть бути:

- за допомогою дозатора;
- попереднім нанесенням порошків на клеючі суміші;
- у вигляді колоїдних розчинів.

Дані методи забезпечують необхідну твердість і заданий хімічний склад наплавленого металу вже на відстані 0,3...0,5 мм від поверхні наплавлення,

що дає можливість обмежитись одношаровим наплавленням там, де електродуговим способом необхідно наплавляти 3–4 шари.

Перевагами плазмового та лазерного наплавлення є: висока концентрація теплової потужності й мінімальна ширина зони термічного впливу, можливість отримання товщини наплавленого шару від 0,1 мм до декількох міліметрів, можливість наплавлення різноманітних зносостійких та антифрикційних матеріалів (мідь, латунь, пластмаса) на сталеву деталь.

Плазменним та лазерним наплавленням відновлюють тарілки клапанів, кулачки розподільчих валів та інші деталі.

4.4.8. Різання металів

Під час ремонту автомобілів застосовують різання листового металу. Різанням видаляють окремі ділянки, які пошкоджені корозією та іншими дефектами.

На сьогоднішній час застосовується газокиснева, електрокиснева, повітрянодугова та електродугова різка металів. Найбільш розповсюджена газокиснева різка. Основана на властивості деяких металів згоряти у струмені чистого кисню.

Процес газокисневої різки складається з попереднього нагріву металу полум'ям, після нагріву подається струмінь кисню, який спалює метал і одночасно видуває розплавлений шлак із зони різки.

Чавун, кольорові метали і хромовані сталі кисневій різці не піддаються. Для їх розрізання використовують киснево-флюсову різку.

4.5. Відновлення деталей паянням

Відновлення деталей паянням полягає у з'єднанні двох металевих поверхонь, що знаходяться у твердому стані, за допомогою припою (розплавленого проміжного металу чи сплаву), що має температуру плавлення меншу, ніж в основного металу. Розплавлений припой змочує з'єднувані поверхні та, затвердіваючи при охолодженні, скріплює ці поверхні. На міцність пайки впливає взаємна дифузія припою і матеріалу з'єднання. Ступінь дифузії залежить від властивостей припою і основного металу, від чистоти поверхонь з'єднуваних деталей, від температури пайки і часу витримки при цій температурі.

В якості припоїв застосовують як чисті метали так і їх сплави. До припоїв висуваються наступні вимоги:

- температура плавлення припою повинна бути нижчою температури плавлення металів, з яких виготовлені деталі, що ремонтуються;
- при паянні припой повинен добре змочувати поверхні і заповнювати з'єднувальні зазори;
- припой повинен забезпечувати з'єднання з необхідними механічними властивостями;
- коефіцієнт термічного розширення припою повинен бути близьким до термічного розширення металу з яких виготовлені деталі, які ремонтуються;

В якості припоїв застосовують м'які припої – сплави на олов'яній та свинцевій основах з температурою плавлення 235–280 °С, які мають високу корозійну стійкість і високі технологічні властивості та тверді, переважно мідно-цинкові припої з температурою плавлення вище 450 °С.

М'які припої дають можливість вести паяння паяльником (рис. 4.24), який нагрівають паяльною лампою або газовим пальником. Для безперервної роботи до паяльників можуть бути прилаштовані газові або бензинові пальники. Найбільш поширеними є припої ПОС-40 і ПОС-30, які випускаються у вигляді прутків.

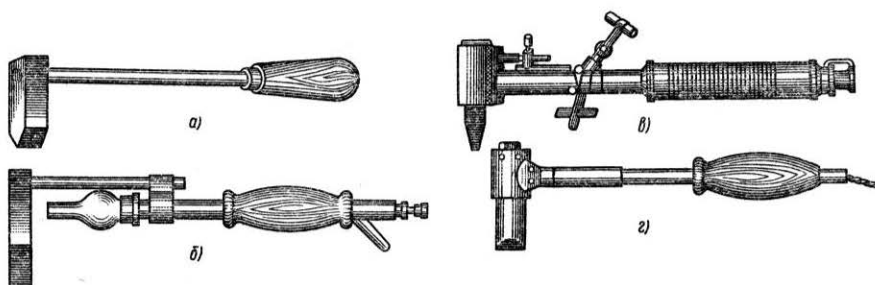


Рисунок 4.24 – Паяльники: а – звичайний; б – газовий; в – бензиновий; г – електричний

Для очищення поверхні від окислів і захисту від подальшого окислення у процесі паяння застосовують рідкі та тверді флюси. До флюсів висуваються наступні вимоги:

- вони повинні вступати в хімічну взаємодію або розчиняти окисли;
- зменшувати сили поверхневого натягу рідкого припою;
- добре змочувати поверхні металів;
- не здійснювати корозійної активності на з'єднувальні деталі та припої. Добре видаляться з поверхні під час паяння.

При паянні олов'яносвинцевими припоями застосовуються, в якості флюсів, водні розчини хлористого цинку ($ZnCl_2$), хлористий амоній (нашпатель) (NH_4Cl) та каніфоль. При паянні мідними, мідноцинковими і срібними припоями застосовують флюси на основі з'єднань бору. При паянні алюмінієвих сплавів застосовують спеціальні флюси, які складаються з суміші хлористих та фтористих з'єднань металів. Ці флюси активно розчиняють тугоплавкі з'єднання оксидних плівок.

Підготовка до паяння полягає у механічному очищенні поверхні від бруду, окислів та іржі та в її знежиренні розчинником. Потім поверхню протравлюють рідким флюсом, а жало паяльника залуджують припоєм з використанням нашпателью. Після паяння деталі повільно охолоджуються до температури повного затвердіння припою, потім паяльний шов промивають гарячою водою від залишків флюсу і зачищають від напливів припою.

Під час паяння міді, сталей та чавунних деталей в якості флюсу використовують каніфоль та буру. Пайку деталей проводять полум'ям зварювальних пальників та індукційним нагрівом.

Пайка застосовується при ремонті радіаторів, паливних баків, паливопроводів. Для цього є спеціальне мідницьке відділення.

4.6. Зварювання пластмас

Зварювання пластмас є технологічний процес одержання нероз'ємного з'єднання деталей або елементів конструкції з пластмас, оснований на дифузійно-реологічних або хімічних процесах, що протікають у зоні поверхонь, які з'єднуються, при їхньому нагріванні або без нагрівання та механічному впливі. В результаті зварювання між поверхнями зникає початкова границя розділу, перетворюючись у міжфазний шар з однорідною або різномірною хімічною структурою.

Для відновлення пластикових матеріалів деталей автомобілів застосовують ручні нагрівачі стиснутого повітря та присадні матеріали із термопластичних пластмас (рис. 4.25).

Всі апарати для зварювання дозволяють точно регулювати температуру та змінювати насадки для подачі присадного матеріалу. Присадні матеріали виготовляються у вигляді прутків або стрічки різних розмірів.

Такі зварювальні апарати також застосовуються для видалення декоративних та інших елементів автомобіля.

Для відновлення пластикових деталей використовується спеціальне оснащення: шебери для очищення поверхні; прокаточні ролики; різноманітні насадки.

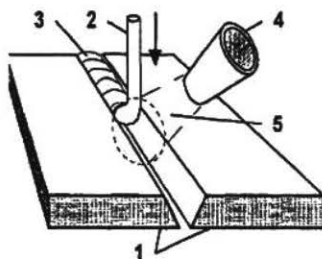


Рисунок 4.25 – Зварювання пластмас: 1 – зварювальні деталі; 2 – присадний матеріал; 3 – зварний шов; 4 – насадка нагрівача; 5 – струмінь нагрітого стиснутого повітря

4.7. Відновлення деталей гальванічними покриттями

Для відновлення деталей автомобілів широке розповсюдження отримали хромування і залізнення. Великою їх перевагою є нанесення на зношені поверхні деталей осадів високої твердості і зносостійкості без порушення структури основного металу.

Процес електролітичного осадження металу заснований на законах електролізу, тобто проходженні постійного струму через електроліт, який знаходиться у ванні (рис. 4.26).

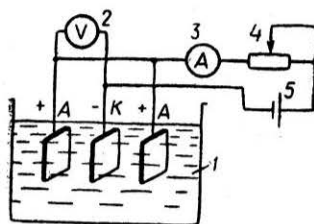


Рисунок 4.26 – Схема установки для нанесення гальванічних покриттів: 1 – електроліт; 2 – вольтметр; 3 – амперметр; 4 – реостат; 5 – джерело живлення

В якості електролітів використовуються розчини кислот і солей тих металів, які потрібно нанести на деталь. Струм надходить в електроліт від джерела через провідники, що називаються електродами. Електрод, під'єднаний до позитивного полюса джерела струму називається анодом, а під'єднаний до негативного полюса – катодом. При проходженні постійного

струму через електроліт відбувається дисоціація його солей на позитивно заряджені іони металу і негативно заряджені іони кислотного залишку. Негативно заряджені іони рухаються до анода. Якщо у якості катода використати відновлювану деталь, а в електроліті будуть іони металу, то останні будуть осаджуватися на поверхні деталі.

Для відновлення деталей використовують комплект гальванічного обладнання (рис. 4.27): ванни насталювання або хромування, знежирювання, травлення, ванни гарячої та холодної промивки, ванна нейтралізація, джерела постійного струму, пульти керування.

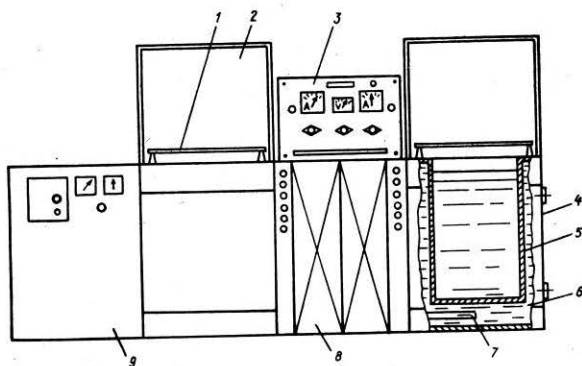


Рисунок 4.27 – Установа для хромування деталей: 1 – штанги; 2 – кришка; 3 – пульт керування; 4 – корпус; 5 – внутрішня ванна; 6 – мінеральне масло; 7 – нагрівальний елемент; 8 – шафа з вентиляційною установкою; 9 – джерело живлення

Технологічний процес електролітичного наросування включає в себе наступні операції:

- попередня механічна обробка поверхонь, якщо деталь має конусність, овальність, риски та задирки;
- ізоляція поверхонь, які не підлягають відновленню;
- очистка від окислів і обезжирювання;
- монтаж деталей на підвіски;
- анодна обробка (декапування) для видалення окисних плівок;
- нанесення покриття;
- промивка і сушка.

Хромування дозволяє отримати високу твердість покриття, але має низьку продуктивність, тому товщина шару до 0,3 мм, його процес дорогий. Розрізняють тверде і пористе хромування.

Насталювання виконують у гарячому електроліті, використовують розчинні електроди з маловуглецевої сталі 08 або 10. У порівнянні з хромуванням насталювання має такі переваги: високий вихід металу по струму (в 5...6 раз вищий, ніж при хромуванні); більша швидкість нанесення покриття (в 10...15 раз вище, ніж при хромуванні); можливість отримання покриття значної товщини (до 1,5 мм) з достатньо високою твердістю; можливість використання дешевого електроліту.

Для відновлення зношених внутрішніх поверхонь крупних деталей іноді застосовують спосіб позаванного проточного насталювання.

4.8. Відновлення деталей металізацією

Суть відновлення деталей металізацією полягає у напиленні розплавленого металу на попередньо підготовлену зношену поверхню деталі. Матеріал, який наноситься на поверхню деталі, у вигляді дроту або порошку подається у металізатор, розплавляється у джерелі тепла і розпилюється швидкісним потоком стиснутого повітря або струменем газу. При ударі в шорстку поверхню деталі, розплавлені дрібні частинки деформуються і, вторгаючись у пори та нерівності деталі, утворюють покриття.

Основними перевагами металізації є: висока продуктивність процесу, невеликий нагрів деталі (120–180 °С), простота технологічного процесу, можливість нанесення покриттів товщиною від 0,1 до 10 мм і більше із практично будь-яких металів та сплавів. До недоліків процесу слід віднести знижену механічну міцність покриття.

В залежності від способу розплавлення металу розрізняють газополуменеву, електродугову, високочастотну та плазмову металізацію.

Газополуменева металізація здійснюється шляхом плавлення металу ацетилено-кисневим полум'ям. Електродугову металізацію виконують апаратами, в яких метал плавиться електричною дугою. Високочастотна металізація основана на використанні принципу індукційного нагріву нанесеного металу. Недоліками цих способів є низька міцність зчеплення покриття з поверхнею деталі та значна пористість, крихкість і низька механічна міцність. Ці недоліки відсутні у способі нанесення покриттів з допомогою плазмового струменя, який представляє собою стан речовини з високим ступенем іонізації. Плазмовий струмінь отримують, нагріваючи плазмоутворюючий газ в електричній дузі плазмового пальника (плазмотрона) (рис. 4.28). Плазмотрон складається з охолоджуваного водою катода, виготовленого з вольфраму і мідного анода (сопла), також охолоджуваного водою.

Щоб отримати плазмовий струмінь між катодом і анодом збуджують електричну дугу від джерела постійного струму 60...70 В. Температура

плазмового струменя досягає 10000...30000 °С, а швидкість витікання 1000...1500 м/с. В якості плазмуутворюючих газів використовують азот, аргон або їх суміші. В якості вихідного матеріалу використовують дріт або порошкові сплави на основі нікелю, хрому або заліза з високим вмістом вуглецю.

Перед нанесенням покриття поверхня деталі має бути очищена від бруду, масла, вологи, ржавчини. Міцність зчеплення досягається за рахунок шорсткостей на поверхні деталі, які отримують нарізанням рваної різби, дробоструйною обробкою, обробкою електроіскрою, накаткою рифленням роликком.

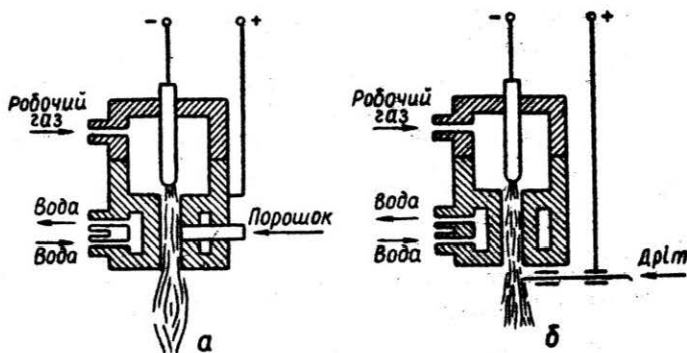


Рисунок 4.28 – Схема плазмових пальників для нанесення покриттів: а – з порошоків; б – з дроту або стержнів

Обробка деталей після металізації включає в себе наступні операції: повільне охолодження деталей до температури навколишнього середовища, механічну обробку поверхонь деталей до потрібного розміру. В залежності від твердості покриття, необхідної точності і шорсткості поверхней деталей застосовують токарну обробку, розточування і шліфування.

4.9. Відновлення деталей синтетичними матеріалами

Синтетичні матеріали (пластмаси, клеї, пасти) застосовують для усунення механічних пошкоджень на деталях (тріщин, пробоїн, відколів), для компенсації зношувань робочих поверхонь деталей, для з'єднання деталей склеюванням.

Для усунення дефектів деталей використовуються полімерні матеріали у вигляді: тонкопомелених порошоків, гранул та багатокомпонентних композицій.

Тріщини і пробоїни після відповідної підготовки частіше всього заробляють епоксидними композиціями. Наприклад, приготування композиції на основі епоксидних смол виконуються в наступній послідовності: підгрів епоксидної смоли ($40\text{--}50\text{ }^{\circ}\text{C}$), відбір необхідної дози смоли, введення пластифікатора при ретельному перемішуванні, введення при перемішуванні наповнювача. Перед використанням композиції – введення у склад смоли затверджувач. Термін придатності композиції 15–20 хв. Інші композиції полімерних матеріалів готуються за своїми індивідуальними рецептурами або купуються готовими до використання (холодна зварка, холодна молекулярна зварка).

Для склеювання металів (сталь, чавун, алюмінієві сплави) використовуються клеєві композиції на основі синтетичних смол. Такі композиції володіють високою механічною міцністю, адгезією до металів та можуть витримувати достатньо високі температури (до $300\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Усунення дефектів деталей полімерними матеріалами виконується в наступній послідовності: загальна підготовка деталі, спеціальна підготовка, усунення дефекта, обробка деталі після усунення несправності.

Існує декілька способів нанесення полімерних матеріалів на деталі: намазуванням, газополум'яним напиленням, вихревим та струйним способами, напресуванням, литтям під тиском та ін.

Широкі тріщини великої довжини армують накладанням декількох шарів скотканини (рис. 7.29). На пробоїну також накладають латку з тканини. В авторемонтному виробництві широко застосовуються різні синтетичні клеї. Вони застосовуються, наприклад, для наклеювання фрикційних накладок на гальмівні колодки.

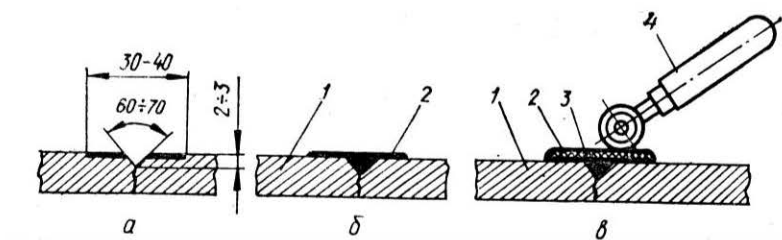


Рисунок 4.29 – Ремонт тріщин епоксидними композиціями: а – підготовка поверхні; б – нанесення епоксидної суміші; в – покриття епоксидної суміші накладкою з тканини; 1 – деталь; 2 – шар епоксидної суміші; 3 – накладка з тканини; 4 – ролик поліетиленовий

Також для усунення тріщин в деталях, які не несуть великих навантажень використовують кам'яну пасту. Кам'яна паста готується за своєю рецептурою. Паста може зберігатись довгий час, тому її готують з

розрахунком використання протягом 2–3 місяців. Перед нанесенням пасти поверхню деталі навколо дефекта зачищають та обезжирюють. При необхідності тріщини розроблюють зубилом та засвердлюють. Пасту наносять шпателями, добре втираючи її в поверхню до повного змочування. При температурі 18–20 °С паста затвердіває на протязі 18–20 год, при 40–50 °С – 8–10 год.

Однак більшість синтетичних матеріалів мають ряд недоліків: відсутність адгезії до забруднень рідкими (масло, паливо, антифриз, вода) та твердими включеннями, високе значення температурного коефіцієнта процесу полімеризації та ін.

Питання для самоконтролю

1. Що таке відновлення деталей?
2. Які існують способи відновлення деталей?
3. Які існують методи відновлення деталей?
4. У чому полягає відновлення під ремонтні розміри?
5. Відновлення за допомогою додаткових ремонтних деталей.
6. У чому полягає суть відновлення деталей пластичним деформуванням?
7. Що таке «зварювання металів»?
8. Суть процесів наплавлення.
9. Які існують види наплавлення при відновленні деталей?
10. Ручне електродугове зварювання.
11. Що таке напівавтоматичне зварювання і наплавлювання в середовищі вуглекислого газу?
12. Яка методика газового зварювання?
13. Особливості зварювання чавунних деталей.
14. Особливості зварювання деталей з кольорових сплавів.
15. Суть процесу різання металів.
16. Що називається паянням?
17. Процес зварювання пластмас.
18. Суть методу відновлення деталей гальванічними покриттями.
19. Охарактеризуйте процес металізації.
20. Застосування синтетичних матеріалів при ремонті автомобілів.

5 ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ОБРОБКОЮ РІЗАННЯМ

5.1. Загальні відомості

Обробкою металів різанням називається процес відокремлення різальними інструментами шару металу із заготовки з метою одержання деталі необхідної форми, точних розмірів і відповідної шорсткості поверхонь.

Обробку різанням поділяють на обдирочну, чорнову, напівчистову та чистову. Для отримання точних розмірів та мінімальної шорсткості поверхні застосовують тонку обробку. Обдирці підлягають великі поковки та відливки 3-го класу точності. Чорнову обробку застосовують для заготовок, що піддаються обдирці.

Напівчистову обробку застосовують, коли при чорновій обробці не може бути видалений весь припуск чи коли до точності геометричних форм заготовки висуваються підвищені вимоги. При напівчистовій обробці отримують 9...10-й квалітет точності та шорсткість поверхонь $Ra\ 50...12,5$ мкм.

Чистову обробку застосовують як кінцеву, так і проміжну під наступну обробку. Вона забезпечує 9...8-й квалітет точності та шорсткість поверхні $Ra\ 12,5...2,5$ мкм.

Тонку обробку різцями застосовують як метод завершальної обробки зовнішніх та внутрішніх циліндричних поверхонь, що заміняє шліфування, та здійснюють при високих швидкостях різання, малих глибинах різання (0,05...0,5 мм) та малих подачах (0,05...0,15 мм/об.) на спеціальних верстатах.

5.2. Робочі та допоміжні рухи у верстатах

Для здійснення обробки різанням заготовка і різальний інструмент повинні виконувати один відносно другого певні рухи, які поділяються на основні (робочі) і допоміжні. Основні рухи служать для зняття стружки, а допоміжні для підготовки цього процесу (підведення інструменту).

Основні рухи поділяються на головний рух і рух подачі. За допомогою головного руху здійснюється зняття стружки, а рух подачі дає змогу розпочатий процес різання поширити на необроблені ділянки заготовки.

У металорізальних верстатах використовують два основні види головного руху – обертальний і зворотно-поступальний. Головний рух може надаватись заготовці (токаріні верстати) або різальному інструменту (фрезерні, свердлильні).

5.3 Основні способи обробки металів різанням

1) Точіння (рис. 5.1). Головним рухом зі швидкістю v є обертання заготовки навколо своєї осі, а рухом подачі – поступальне переміщення різця 1 відносно заготовки 2 (вздовж осі останньої, перпендикулярно або під кутом до неї). Точінням можна обробляти циліндричні, конічні зовнішні та внутрішні поверхні, торцеві поверхні, а також нарізати різьбу.

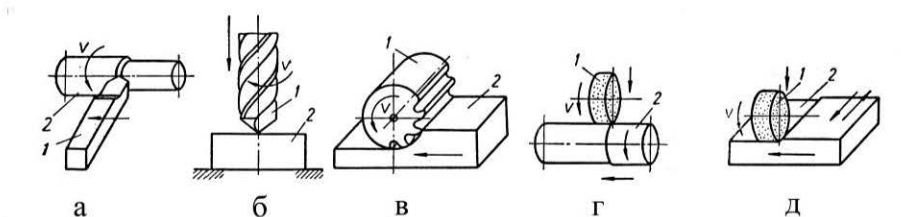


Рисунок 5.1 – Схеми основних способів обробки металів різанням

2) Свердління. При свердлінні отворів головним рухом є обертання інструменту 1, а рухом подачі – переміщення інструменту вздовж своєї осі. Використовують цей спосіб для утворення отворів у суцільному матеріалі або для збільшення розміру наявного отвору. Він може здійснюватись на свердлильних, токарних, фрезерних верстатах.

При свердлінні отворів на токарних верстатах головним рухом є обертання заготовки, а рухом подачі – переміщення свердла вздовж осі. Для одержання більш точних отворів після свердління вони можуть бути оброблені зенкуванням, розточуванням і розвертанням.

3) Фрезерування. При фрезеруванні головним рухом служить обертання фрези 1, а рухом подачі – поступальне переміщення заготовки 2 або фрези. Застосовуючи різноманітні фрези і верстати, можна обробляти різні поверхні: площини, криволінійні поверхні, пази та ін.

4) Шліфування. Головним рухом при шліфуванні є обертання шліфувального круга 1. Рух подачі при шліфуванні комбінований, що складається з кількох рухів. Наприклад, при круглому зовнішньому шліфуванні він складається з обертання деталі 2, поздовжнього переміщення деталі відносно шліфувального круга і періодичного поперечного переміщення шліфувального круга відносно деталі. Найбільш поширені способи шліфування: кругле зовнішнє шліфування; кругле внутрішнє шліфування і плоске шліфування.

5.4 Матеріали, що застосовуються для виготовлення різальних інструментів

5.4.1. Основні інструментальні матеріали

Різальний інструмент у процесі зняття стужки перебуває під дією високих тисків і температур. Тому до матеріалів, з яких виготовляється різальна частина інструментів, пред'являються дуже високі вимоги. Ці матеріали повинні мати такі властивості:

- твердість, що перевищує твердість оброблювального матеріалу;
- високу стійкість проти спрацювання;
- високу теплостійкість;
- значну механічну міцність і достатню в'язкість.

Основні інструментальні матеріали:

- вуглецева інструментальна сталь;
- леговані інструментальні сталі;
- швидкорізальні сталі;
- тверді сплави;
- мінералокерамічні матеріали.

Вуглецеві інструментальні сталі (У7, У8, У10, У12) мають від 0,7 до 1,2 вуглецю. Загартована і відпущена вуглецева інструментальна сталь досягає твердості HRC 60-63. Ці сталі втрачають свою твердість при нагріванні до температури 200... 250 °С, з них виготовляють напилки, ножівкові полотна.

Леговані інструментальні сталі (9ХС, ХВГ та ін). Виготовлені з легованих сталей інструменти мають більш високі різальні властивості. З них виготовляють свердла, розвертки, мітчики, плашки та ін.

Швидкорізальні сталі (Р9, Р18) – леговані інструментальні сталі, які містять в собі значну кількість вольфраму та хрому. Після загартування і відпуску твердість швидкорізальної сталі досягає HRC 65-67. Мають більш високі різальні властивості, ніж попередні сталі. З них виготовляють різці, свердла, фрези. Для обробки важкооброблюваних матеріалів застосовують сталі, які містять в собі кобальт (Р9К5, Р9К10) або ванадій (Р9Ф5, Р18Ф2).

Ріжучу частину найбільш продуктивних сучасних різальних інструментів оснащують металокерамічними твердими сплавами. Використовуються для оснащення ріжучої частини різальних інструментів у вигляді пластинок. Це сплави, вихідними матеріалами для яких є металеві порошки (вольфраму, титану, танталу та ін), а технологія виробництва схожа з технологією виготовлення керамічних виробів. Поділяються на три групи:

- вольфрамові (ВК2, ВК4, ВК6, ВК8) складаються з зерен карбідів вольфраму, зцементованих кобальтом, використовуються для обробки чавуну і кольорових сплавів;

- титановольфрамові (Т30К4, Т15К6, Т14К8, Т5К10) складаються з зерен карбідів вольфраму і титану, зцементованих кобальтом; використовують для обробки сталей;

- титанотанталовольфрамові (ТТ7К12) використовуються для чорної обробки сталей.

Сплави типу ВК призначені для виготовлення інструменту, що призначається для обробки чавуну, кольорових сплавів, пластмас, а сплави типу ТК – для обробки сталі. Сплави ТТК призначені для чорної обробки сталей.

Мінералокерамічні матеріали мають найкращі різальні властивості, більш високу твердість, теплостійкість та інші властивості. Основою цих матеріалів є окис алюмінію, з порошку якого методом пресування з наступною термообробкою виготовляють пластинки необхідних розмірів і форми. Основною перевагою мінералокераміки є висока теплостійкість (близько 1200 °С) і стійкість проти спрацювання. В той же час мінералокераміка має велику крихкість і слабкий опір згинаючим навантаженням.

5.4.2. Абразивний інструмент

Для виготовлення абразивного інструменту використовують штучні матеріали: електрокорунд (кристалічний оксид алюмінію Al_2O_3), карборунд (карбід кремнію SiC), синтетичний алмаз, ельбор та ін.

Електрокорунд одержують з глинозему плавкою в електропечах. Інструмент з цього матеріалу використовується головним чином для обробки загартованої і термічно необробленої сталі, ковкого чавуну, бронзи та ін.

Карборунд одержують в електропечах із суміші антрацити та кварцевого піску. Порівняно з електрокорундом цей матеріал володіє більш високою твердістю і меншою в'язкістю. Чорний карбід кремнію, що має у своєму складі не менше 95 % SiC , застосовують при шліфуванні чавуну, латуні, бронзи, алюмінієвих сплавів. Зелений карбід кремнію, що містить не менше 97 % SiC , використовується для обробки інструментів з металокерамічних сплавів.

Після виплавки електрокорунд і карборунд подрібнюють і одержують шліфпорошки, шліфзерна і мікропорошки.

Синтетичні алмази одержують з графіту при температурі близько 2500 °С і тисках більше 10^4 МН. Інструмент з цього матеріалу застосовується для остаточного шліфування та тонкої чистової обробки. Для доводочних робіт використовують також порошки і пасти з синтетичних алмазів.

Ельбор є кубічним нітридом бору, що отримують при тиску більше 10^5 МН/м² і температурі, близькій до 1700 °С. Твердість його наближається до

твердості алмаза, але за деякими властивостями ельбор перевищує його. Деякі види металів краще обробляються ельбором у порівнянні з штучним алмазом.

Важливою характеристикою абразивного інструменту, від якої залежить продуктивність і якість обробки, є зернистість абразивного матеріалу, що характеризує величину зерен абразиву. За розмірами абразивні зерна поділяють на 26 номерів зернистості. Більш крупні зерна, позначені номерами зернистості від 200 до 16, називаються шліфзернами, дрібніші – від 12 до 3 – шліфпорошками і найдрібніші – М 40 до М 5 – мікропорошками. Інструмент, виготовлений з абразиву більш крупної зернистості, використовують для чорнового і грубого шліфування, середньої зернистості – для чистого шліфування і дуже дрібної зернистості – для особливо тонких робіт.

5.5. Охолодження і змащування при обробці різанням

Змащувально-охолоджуючі рідини (ЗОР) мають великий вплив на різання і якість обробленої поверхні. В ЗОР іноді додають тверді речовини: порошки мила і парафіну, бітум, віск, графіт, дисульфід молібдену, соду та ін.

ЗОР мають такий вплив на процес різання:

- змащують та охолоджують різальний інструмент, шар, що обробляється і поверхню заготовки;
- зменшують деформацію оброблювальної деталі;
- перешкоджають схоплюванню інструменту зі стружкою, утворенню наростів, що призводить до зменшення шорсткості поверхні.

ЗОР поділяють на охолоджувальні і змащувальні.

Охолоджуючі повинні володіти високою теплопровідністю, теплоємністю і низькою в'язкістю. Кращі охолоджуючі здатності мають рідини на водній основі – емульсії. Емульсії одержують розчиненням у воді розчинів мила і органічних кислот у мінеральних маслах. Охолоджуючі ЗОР використовують при чорновій обробці металів.

При чистовій обробці, коли потрібно одержати точну поверхню з низькою шорсткістю застосовують рідини з високими змащувальними властивостями (мінеральні і рослинні масла, гас).

5.6. Роботи, що виконуються на металообробних верстатах

5.6.1. Основні роботи, що виконуються на токарно-гвинторізних верстатах

На токарно-гвинторізних верстатах виконуються наступні роботи: обробка циліндричних поверхонь; обробка конічних поверхонь; обробка площин, прорізування канавок і відрізнання; обробка фасонних поверхонь. Крім цього, можна нарізати різцем різьби і точити плоскі спіральні канавки. Для виконання цих робіт використовують різні види різців: ліві і праві, прямі та відігнуті, прохідні, підрізні, відрізні, розточні, різбові, фасонні, канавні. Типи токарних різців показані на рис. 5.2.

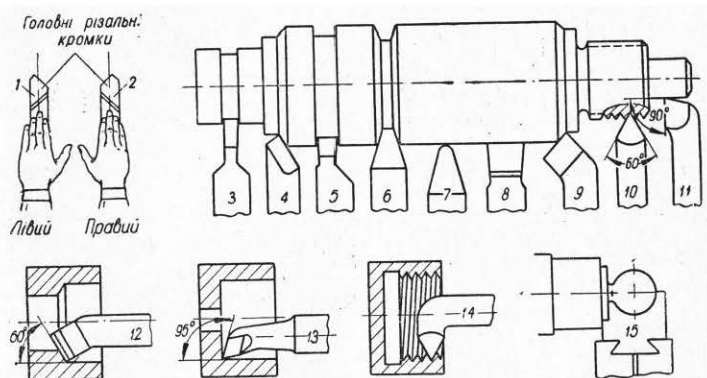


Рисунок 5.2 – Типи токарних різців: 1 – лівий різець; 2 – правий різець; 3 – відрізний; 4 – прямий прохідний; 5 – канавковий прямокутного профілю; 6 – канавковий трапецеїдного профілю; 7 – чистовий з заокругленою вершиною; 8 – чистовий з прямолінійною кромкою; 9 – відігнутий прохідний; 10 – різбовий для нарізання зовнішньої різьби; 11 – упорний прохідний; 12 – розточувальний для наскрізних отворів; 13 – розточувальний для глухих отворів; 14 – різбовий для нарізання внутрішньої різьби; 15 – різець для обробки фасонних поверхонь

Циліндричні поверхні обробляють при поздовжньому переміщенні супорта (рис. 5.3). Зовнішні циліндричні поверхні обробляють прохідними різцями, а внутрішні – розточувальними. Пристосування для закріплення заготовок вибирають залежно від їх форми і розмірів.

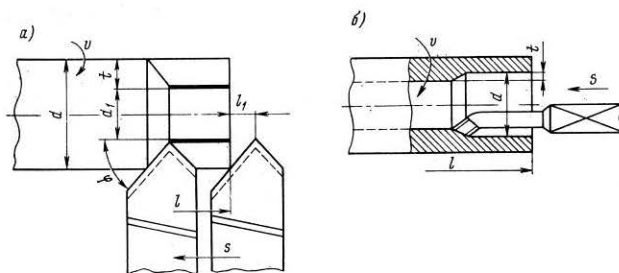


Рисунок 5.3 – Основні види токарних робіт: а – обточування зовнішніх поверхонь; б – розточування отворів

Обробку площин, прорізування канавок і відрізання проводять, надаючи різцям поперечної подачі. Площини обробляють прохідними (рис. 5.4 а, б) або підрізними (рис. 5.4 в) різцями. При підрізанні торця деталі, встановленої в центрах, часто користуються заднім центром з вирізом (рис. 5.4 в). Канавки проточують канавковими різцями. Відрізування проводять відрізними різцями (рис. 5.2).

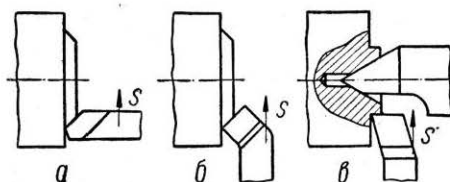


Рисунок 5.4 – Схеми обробки площин на токарному верстаті різцем: а, б – прохідним прямим; в – підрізним

Обробка кінцевих поверхонь може бути виконана одним з таких методів:

- різцем з похило розташованою різальною кромкою (рис. 5.5 а);
- за допомогою повороту верхньої каретки супорта (рис. 5.5 б);
- зміщенням задньої бабки;
- за допомогою копіювальної лінійки.

Для закріплення заготовок на токарних верстатах і надання їм обертального руху застосовують різні пристосування: патрони, центри планшайби, люнети та ін (рис. 5.6).

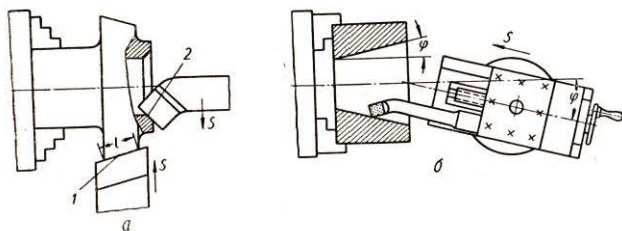


Рисунок 5.5 – Схеми обробки конічних поверхонь на токарному верстаті

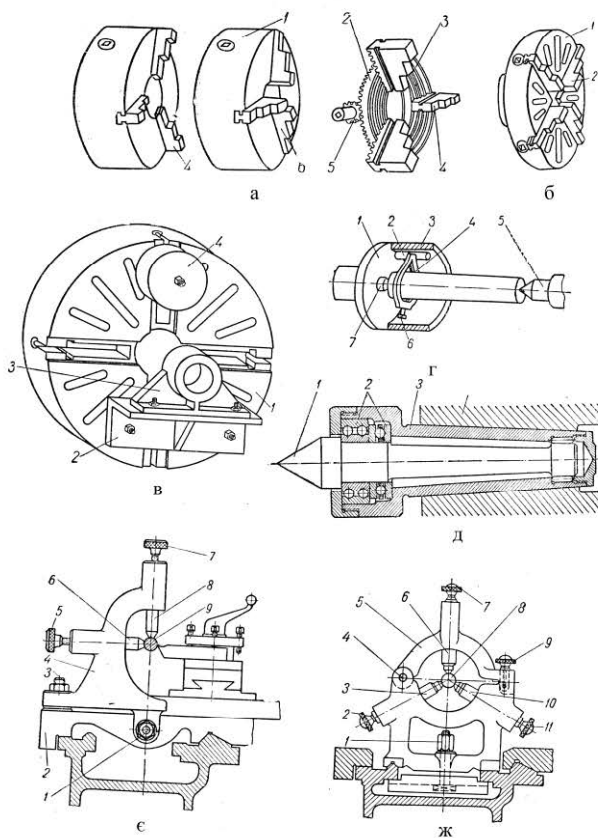


Рисунок 5.6 – Пристрої для закріплення деталей: а – трикулачковий самоцентруючий патрон; б – чотирикулачковий несамоцентруючий патрон;

в – планшайба; г – повідковий патрон; д – обертовий центр; є – рухомий лонет; ж – нерухомий лонет

5.6.2. Основні роботи, що виконуються на свердлильних верстатах

Під час роботи на свердлильних верстатах різальний інструмент – свердла, зенкери, розвертки – обертаючись навколо своєї осі, здійснює головний рух а переміщення цього інструменту вздовж осі є рухом подачі.

На свердлильних верстатах виконується свердління, розсвердлювання та розточування отворів, зенкерування, розвертання, зенкування, цекування та нарізання різьби (рис. 5.7).

Свердління – один з найбільш поширених способів одержання циліндричних отворів у суцільному матеріалі за допомогою свердла як по розмітці, так і по кондуктору (рис. 5.7 а). Свердління як закінчена операція виконується тоді, коли точність не перевищує 4–5-го класів.

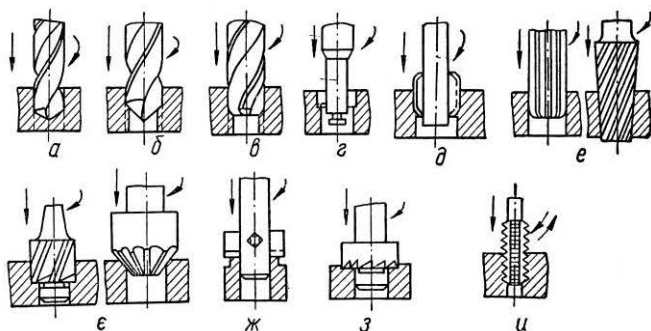


Рисунок 5.7 – Основні види свердлильних робіт: а – свердління; б – розсвердлювання; в – зенкерування; г, д – розточування отворів; е – розвертання; є – зенкування; ж, з – цекування; и – нарізання різьби

Розсвердлювання – процес збільшення свердлом діаметра наявних отворів (рис. 5.7 б).

Зенкерування – процес обробки циліндричних отворів зенкером для надання їм правильної геометричної форми, потрібних розмірів і необхідної чистоти поверхні (рис. 5.7 в). Забезпечує велику точність обробки (до 10-го класитета) і шорсткість поверхні в межах Ra 3,2... 6,2 мкм.

Розточування отворів – здійснюється різцями у тих випадках, коли осі їх повинні бути розташовані за точними координатами (рис. 5.7 г, д).

Розвертання – процес остаточної обробки отворів розвертанням з метою надання їм точних розмірів і високої чистоти поверхні (рис. 5.7 е). Забезпечує точність обробки до 5-7-го квалитета і шорсткість поверхні в межах $Ra\ 1,25 \dots 0,63$ мкм.

Зенкування – процес одержання циліндричних або конічних заглиблень у попередньо просвердлених отворах під головки болтів, гвинтів, і інших деталей за допомогою циліндричних і конічних зенкерів (рис. 5.7 є).

Цекування – обробка торцевих поверхонь під гайки, шайби, кільця пластинками або торцевими зенкерами (рис. 5.7 ж, з).

Нарізання різьби в отворах здійснюється мітчиками (рис. 5.7 и). У процесі нарізання різьби в глухих отворах верстат повинен мати пристрій для реверсивного обертання шпинделя для викручування мітчика з отвору.

Крім цих робіт, на свердлильних верстатах виконують розвальцювання отворів (зглажування шорсткостей) спеціальними роликowymi оправками після чистової обробки, проточування внутрішніх канавок різної форми, обробку многогранних отворів та ін.

Розрізняють такі основні типи свердел (рис. 5.8):

- перові, застосовують для свердління отворів в деталях з твердих сплавів і для обробки ступінчастих отворів;
- спіральні;
- свердла для глибокого свердління, що використовуються при свердлінні отворів діаметром до 80 мм, глибина яких перевищує діаметр в 5 і більше разів;
- центрувальні, які служать для одержання центрових отворів, що обробляються в центрах на токарних верстатах;
- свердла для кільцевого свердління, що застосовуються під час свердління глибоких отворів діаметром від 90 до 200 мм.

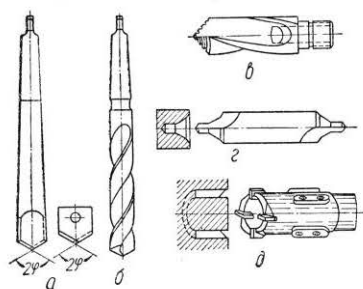


Рисунок 5.8 – Свердла: а – перові; б – спіральні; в – свердла для глибокого свердління; г – центрувальні; д – свердла для кільцевого свердління

Залежно від призначення розрізняють такі основні типи зенкерів (рис. 5.9):

- спіральні, що застосовуються для обробки наскрізних циліндричних отворів;
- циліндричні, слугують для обробки торцевих площин або отворів під циліндричні головки гвинтів;
- конічні, що застосовуються для зенкування конічних заглиблень, центрових отворів, зняття фасок у циліндричних отворах.

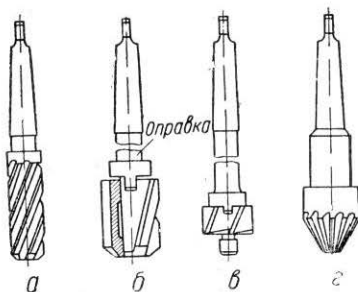


Рисунок 5.9 – Типи зенкерів: а, б – спіральні; в – циліндричні; г – конічні

В якості пристроїв для закріплення деталей використовуються притискні планки, призми, машинні лещата, кутники (рис. 5.10).

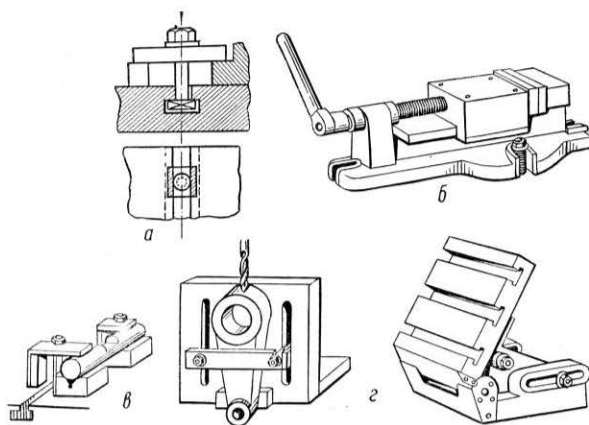


Рисунок 5.10 – Універсальні пристрої для встановлення і закріплення деталей: а – притискна планка; б – машинні лещата; в – призми; г – кутники

5.6.3. Основні роботи, що виконуються на фрезерних верстатах

Фрезерування – процес обробки різанням, при якому різальний інструмент (фреза) виконує обертальний рух, а заготовка, що обробляється – поступальний або рух подачі. Фреза – різальний інструмент, що представляє собою тіло обертання, на твірній або торцевій поверхні якого, або на обох цих поверхнях розташовані різальні зубці.

Залежно від напрямку обертання фрези і напрямку подачі розрізняють зустрічне фрезерування, коли оброблювальна заготовка подається назустріч обертанню фрези, і попутне – коли напрям обертання фрези і напрям подачі збігаються.

Залежно від форми і призначення фрези поділяються на (рис. 5.11):

- циліндричні;
- торцеві;
- кінцеві;
- дискові;
- відрізні і шліцеві;
- кутові;
- фасонні.

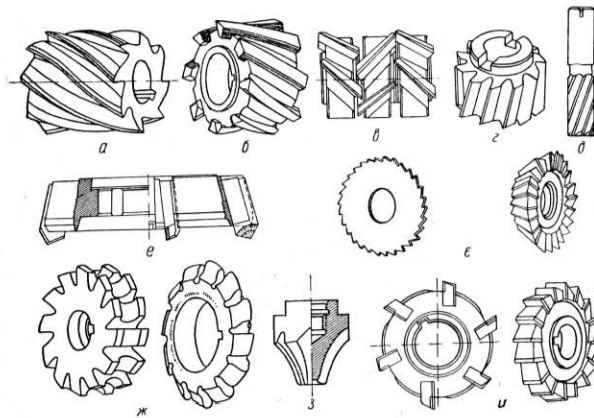


Рисунок 5.11 – Основні типи фрез: а – циліндрична; б – циліндрична із вставними ножами; в – комплект фрез; г – торцева; д – кінцева; е – торцева з вставними ріжучими пластинками; є, и – дискові; ж, з – фасонні

На фрезерних верстатах обробляють горизонтальні (рис. 7.23), вертикальні та похилі площини, фасонні поверхні, фрезерують пази, шпонкові канавки, зуби зубчатих коліс.

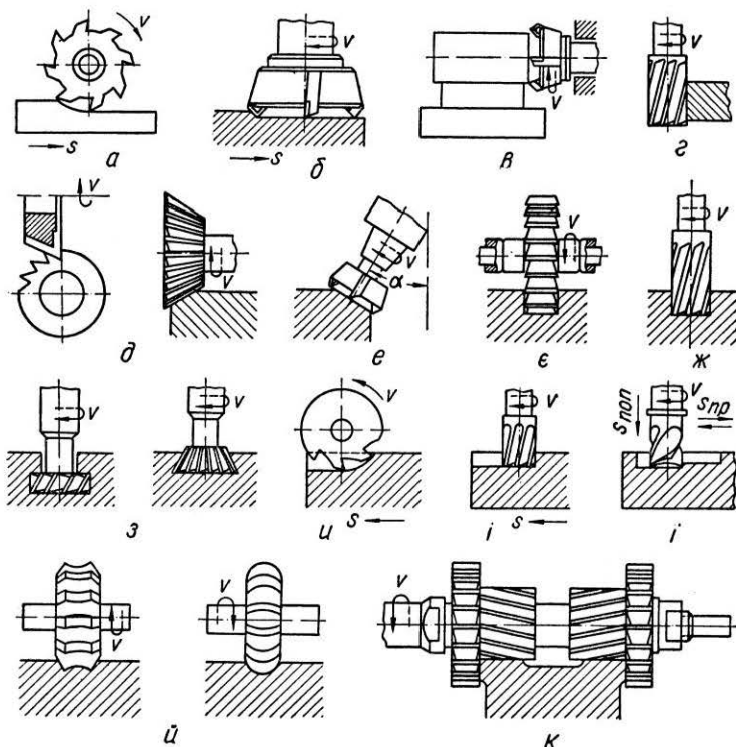


Рисунок 5.12 – Приклади робіт, які виконуються на фрезерних верстатах: а,б – обробка горизонтальних площин; в,г – обробка вертикальних площин; д,е – обробка похилих площин; ж – виконання прямокутних пазів; з – виконання Т-подібних пазів та пазів типу «ластівчиний хвіст»; и, i, i' – фрезерування шпонкових канавок; й – обробка фасонних поверхонь; к – фрезерування складних поверхонь

Горизонтальні площини обробляють циліндричними фрезами на горизонтально-фрезерних верстатах або торцевими фрезами на вертикально-фрезерних і поздовжньо-фрезерних верстатах. Найбільш продуктивною є обробка площин торцевими фрезами, оснащеними пластинками з твердих сплавів (рис. 5.12 а, б).

Вертикальні площини обробляють на горизонтально-фрезерних верстатах торцевими або дисковими фрезами, на поздовжньо-фрезерних – торцевими і на вертикально-фрезерних – кінцевими фрезами (рис. 5.12 в, г).

Похилі площини обробляють на горизонтально-фрезерних верстатах кутовими фрезами (рис. 5.12 д), або на вертикально-фрезерних – торцевими (рис. 5.12 е).

Прямокутні пази фрезерують дисковими фрезами на горизонтально-фрезерних верстатах або кінцевими фрезами – на вертикально-фрезерних (рис. 5.12 є, ж).

Пази Т-подібні і типу «ластівчиного хвоста» фрезерують на вертикально-фрезерних верстатах фрезами відповідного профілю (рис. 5.12 з).

Шпонкові канавки прямокутного перерізу обробляють на вертикально-фрезерних верстатах кінцевими (рис. 5.12 і) або спеціальними шпонковими фрезами (рис. 5.12 і), або на горизонтально-фрезерних верстатах – дисковими фрезами (рис. 5.12 и).

Фасонні поверхні обробляють фасонними фрезами відповідного профілю на горизонтально-фрезерних верстатах (рис. 5.12 к).

Для закріплення деталей використовують такі ж пристрої, як і для свердлильних верстатів.

5.6.4. Основні роботи, що виконуються на шліфувальних верстатах

Шліфуванням називається процес обробки поверхонь абразивним (шліфуючим) інструментом, найчастіше шліфувальними кругами. Використовуються також шліфувальні бруски, шкурки, а іноді – шліфувальні матеріали у вигляді порошків і паст.

При шліфуванні досягається точність обробки 5–7-го квалітетів і шорсткість поверхні $Ra\ 1,25 \dots 0,08\ \mu\text{м}$.

Застосовується шліфування найчастіше для остаточної чистової обробки і є основним методом одержання високої точності і незначної шорсткості оброблювальних поверхонь. Шліфуванням можна обробляти різні, як дуже м'які, так і найбільш тверді матеріали.

На круглошліфувальних, безцентрово-шліфувальних, внутрішньошліфувальних та плоскошліфувальних верстатах шліфуються зовнішні (рис. 5.13) та внутрішні циліндричні поверхні, а також плоскі поверхні. Як інструмент використовують шліфувальні круги, основними характеристиками яких є вид абразивного матеріалу, зв'язка, твердість, зернистість та структура.

Шліфувальний круг вибирають залежно від матеріалу оброблювальної деталі і твердості її поверхневого шару. Для сталейних деталей в основному використовують корундові круги на керамічній зв'язці. Для жароміцних, жаростійких матеріалів частіше застосовують алмазні круги на металевій основі. Зерно абразиву в крузі залежить від потрібної шорсткості поверхні, і

добирають його за довідниками. Режими різання залежать від виду шліфування (кругле, плоске, безцентрове та ін.) та вимог до шорсткості поверхні.

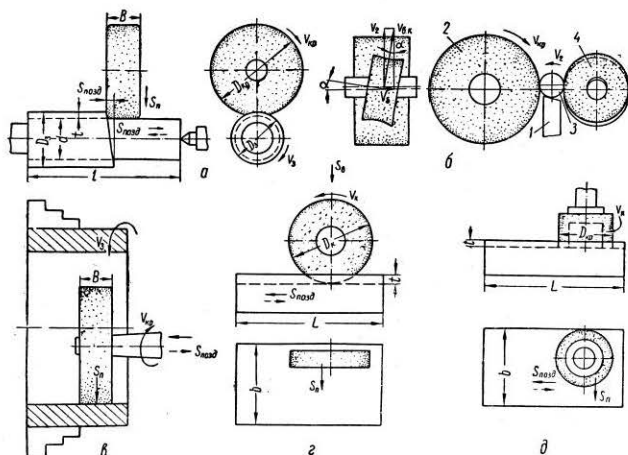


Рисунок 5.13 – Схеми круглого та плоского шліфування: а – кругле зовнішнє шліфування; б – зовнішнє безцентрове шліфування; в – внутрішнє шліфування; г, д – плоске шліфування периферією та торцем круга

Шліфування може бути попереднім, остаточним та тонким. При попередньому шліфуванні поцес може відбуватись за декілька операцій. Припуск при одноопераційному шліфуванні становить 0,2...0,6 мм, при двоопераційному – 0,6...0,8 мм. Під час тонкого шліфування може зніматись малий припуск – до 0,04...0,08 мм.

Для забезпечення надійності процесу шліфування важливе значення має інтенсивне охолодження з добре профільованою рідиною, додержання рекомендованих режимів різання, та своєчасне правлення і балансування абразивного круга.

5.6.5. Основні роботи, що виконуються на розточувальних верстатах

На розточувальних верстатах обробляють отвори, а також виконують такі роботи, як точіння торців, фрезерування плоских і фасонних поверхонь та ін.

Розточувальні верстати поділяють на:

- універсальні горизонтально розточувальні;
- координаційно-розточувальні;
- алмазно-розточувальні;
- спеціальні розточувальні.

На горизонтально-розточувальних верстатах можуть бути виконані такі операції: свердління, зенкерування, і розвертання отворів (рис. 5.14 а), розточування отворів великого діаметра (рис. 5.14 б), розточування одночасно кількох отворів різцями, закріпленими у бортштанзі (обробка корінних підшипників блока циліндрів) (рис. 5.14 в), обточування і фрезерування торцевих поверхонь (рис. 5.14 г, д), фрезерування площин і фасонних поверхонь набором фрез (рис. 5.14 е).

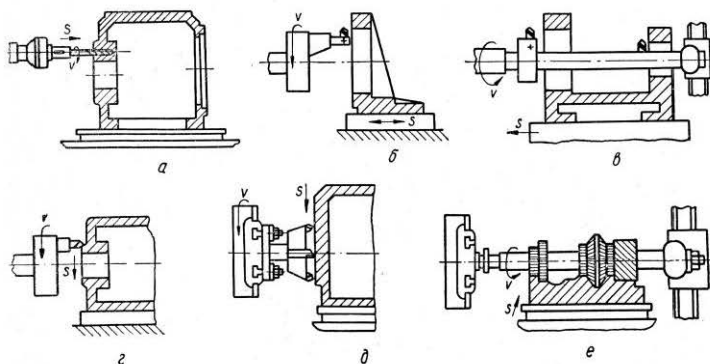


Рисунок 5.14 – Роботи, які виконуються на розточувальних верстатах

Алмазно-розточувальні верстати призначені для тонкого розточування отворів алмазними або твердосплавними різцями в деталях. При обробці деталей на цих верстатах застосовують великі швидкості різання (100...1000 м/хв), малі подачі (0,01–0,1 мм/об) і невеликі глибини різання (0,1–0,01 мм). При цьому досягають точність 0,003–0,005 мм.

Розточувальні різці оснащені твердосплавними, алмазними, ельборовими та іншими ріжучими пластинками з високою зносостійкістю.

Тонке розточування широко застосовується для обробки точних отворів під підшипники ковзання та кочення, отворів коробок передач, задніх мостів, отворів шатунів, гільз циліндрів та ін.

При відновленні гільз циліндрів двигуна автомобіля використовують вертикально алмазно-розточувальні верстати (рис. 5.15).

Основними труднощами при розточуванні гільз циліндрів є правильне базування блока ча гільзи на верстаті. Ще одним недоліком розточування є утворення дефектного шару – зім'яті та дроблені зерна чавуну (поверхня

гільзи набуває матового світло-сірого кольору). Тому після розточування ресурс двигуна стає меншим в декілька разів. Цей недолік в деякій мірі виправляє операція хонінгування.

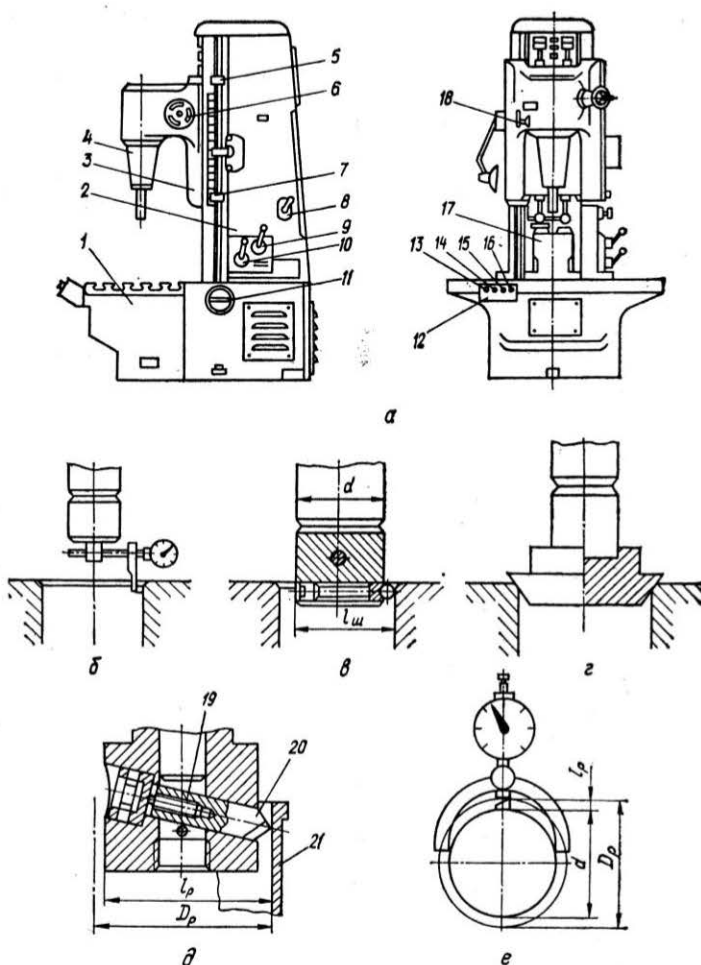


Рисунок 5.15 – Розточування гільз циліндрів: а – загальний вигляд верстата 2А78Н; б, в, г – центрування гільзи індикаторною головкою, кулькою, конусом; д – виставлення різця; е – контроль вильоту різця наїзником; 1 – основа; 2 – колона; 3 – шпиндельна бабка; 4 – шпиндель; 5, 7 – кулачки вимикання ходу шпиндельної бабки; 6 – привод; 8 – перемикач

швидкості; 9 – рукоятка переключення подач; 10 – рукоятка переключення обертів шпинделя; 11 – вхідний вимикач

5.6.6. Тонка остаточна обробка

5.6.6.1 Хонінгування

Як остаточну операцію при ремонті гільз циліндрів та деяких інших деталей застосовують хонінгування (рис. 5.16), яке представляє собою спосіб остаточної обробки отворів абразивними брусками, закріпленими у спеціальній головці (рис. 5.16, а). Цей спосіб використовують після розточування або шліфування.

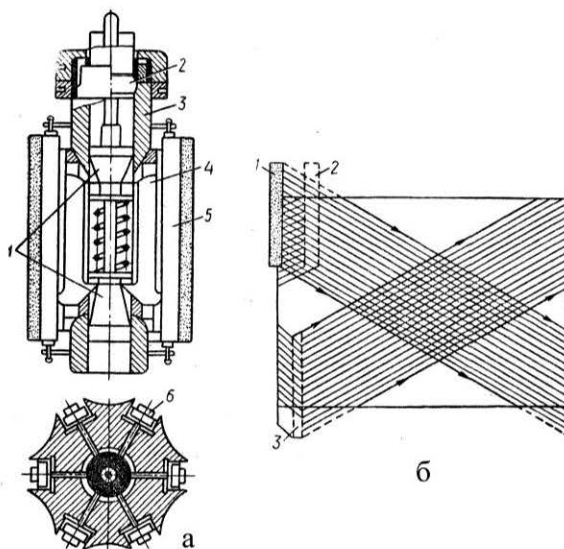


Рисунок 5.16 – Хонінгування гільз циліндрів: а – схема хонінгувальної головки: 1 – розсувні конуси; 2 – шарнір; 3 – корпус; 4 – упорна пластина; 5 – тримач бруска; б – сліди обробки після хонінгування за один подвійний хід головки на розгорнутій поверхні циліндра

У ремонтному виробництві застосовують різні схеми хонінгування (рис. 5.17). Гнучке підпружинене кріплення брусків на хонінгувальній головці дає хорошу чистоту поверхні, але не виправляє відхилень від циліндричності та не дозволяє знімати великий (більше 0,1 мм) припуск (рис. 5.17 а).

Хонінгувальні головки з жорсткою подачею брусків забезпечує знімання більших шарів металу, кращу якість поверхні і можливість виправлення форми поверхні деталі (рис. 5.17 б).

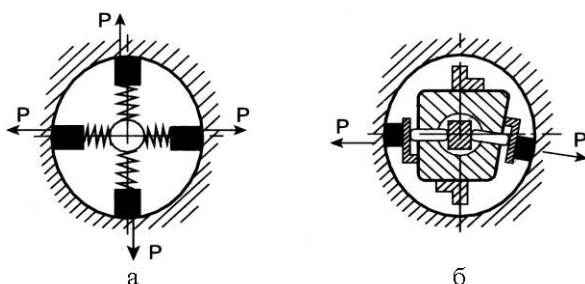


Рисунок 5.17 – Основні схеми хонінгування: а – з підпружиненими брусками; б – з жорсткою подачею брусків

Під час хонінгування зрізаються гребінці, що залишились від попередньої обробки і видаляють припуск (0,01...0,12 мм). Головка з брусками обертається, одночасно рухаючись зворотно-поступально вздовж своєї осі. В результаті додавання двох рухів хонінгувальна головка переміщується по гвинтовій лінії і на оброблюваній поверхні утворюється характерна сітка (рис. 5.16, б), що представляє собою сліди абразивних зерен (риски), у заглибинах яких добре тримається масло, для кращого припрацювання деталей, після ремонту.

Глибина рисок має складати 10...20 мкм. В деяких випадках необхідно прагнути створювати, під час хонінгування, навіть більш глибокі риски. Тим самим у разі збільшення витрати масла, будуть значно покращені умови змащування.

Важливе значення для утримання масла має кут розкриття рисок (заглибина) (рис. 5.18). При великому куті розкриття рисок масло може відходити або погано втримуватись на поверхні гільзи циліндра, а при малому за рахунок сил поверхневого натягу виступати над поверхнею, тим самим забезпечуючи краще змащування поверхней. Профіль кута розкриття рисок в більший мірі залежить від характеристик абразивних брусків.

Також важливим параметром поверхні гільзи є кут хонінгування, тобто кут між рисками (рис 5.16 б). Малий кут між рисками збільшує сухе терття і зношення, а великий кут збільшує витрату масла. Оптимальним кутом хонінгування є 60...75°.

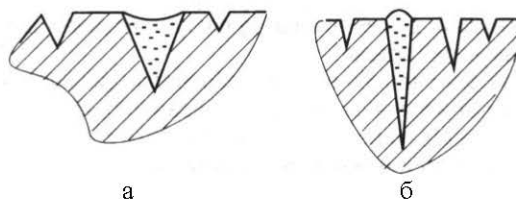


Рисунок 5.18 – Вплив кута розкриття рисок на змащувальні властивості:
а – при великому куті розкриття; б – при малому куті

Також експериментальними даними встановлено, що опорна поверхня гільзи циліндра повинна становити 50...70 % від площі рисок. У впадинах рисок повинно утримуватись не менше 0,02 мм³ масла на 1 см².

Риски на поверхні циліндра отримуються хонінгувальними брусками на етапі початкової та фінішної обробки (рис. 5.19 а). Але така поверхня ще має багато гострих виступів. Тому, щоб зменшити зношення циліндрів та кілець необхідно додатково обробити циліндри дрібнозернистими брусками або спеціальними щітками, при цьому після обробки залишаться опорні плоскі площини (рис. 5.19 б). Такий спосіб хонінгування називається плосковершинним.

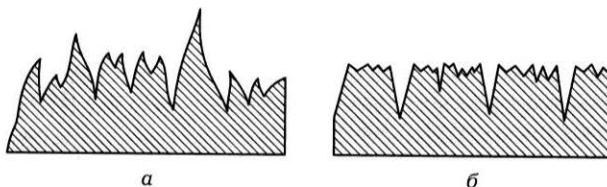


Рисунок 5.19 – Мікропрофіль поверхні циліндра після хонінгування:
а – традиційного; б – плосковершинного

Під час хонінгування оброблювальна поверхня інтенсивно поливається мастильно-охолодною рідиною, яка не тільки охолоджує поверхню, а й сприяє видаленню з неї металевої стружки та продуктів спрацювання брусків. Як мастильно-охолодну рідину під час хонінгування застосовують гас або суміш гасу з мінеральним маслом.

Бруски для хонінгування повинні бути із електрокорунда або карборунда. Алмазні бруски використовувати не бажано, так як вони дають найбільше проникнення частинок абразиву в гільзу, які дуже погано видаляються при промиванні.

Також замість абразивних брусків широко застосовуються спеціальні абразивні щітки. Вони виготовляються з сталюго дроту або нейлонових ниток покритих керамічним матеріалом (карбід кремнію), та щітки з дрібними сталюми кулями на кінцях волокон. Вони виконують плосковерхинне хонінгування, очищують гільзу від залишків хонінгувального абразива, суттєво збільшують вихід зерен графіту на поверхню циліндра, при цьому суттєво підвищується ресурс двигуна.

Верстат хонінгувальний ЗМ833 (рис. 5.20) призначений для хонінгування отворів у гільзах двигунів.

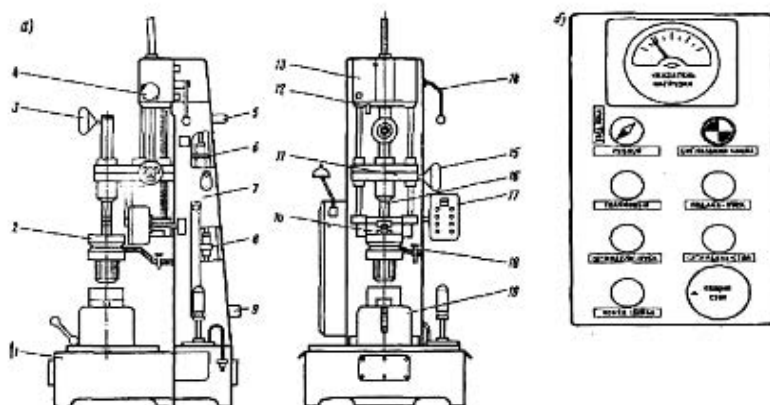


Рисунок 5.20 – Хонінгувальний верстат ЗМ833: а) – будова; б) – пульт керування. 1 – основа; 2 – шпиндель; 3 – маховик механізму розтиснення хона; 4 – кулачки регулювання ходу повзуна; 5 – електродвигун зворотно-поступального руху шпинделя; 6 – привод зворотно-поступального руху хонінгувальної головки; 7 – колона; 8 – привід обертання шпинделя; 9 – електродвигун привода обертання шпинделя; 10 – редуктор; 11 – повзун; 12 – штовхач кінцевого вимикача; 13 – коробка подач; 14 – рукоятка реверса; 15 – маховик ручного введення хона; 16 – повідць хонінгувальної головки; 17 – пульт керування; 18 – кран охолодження; 19 – пристосування для обробки гільз чи блоків.

Важливою особливістю хонінгувальних верстатів є можливість нахилу блоків циліндрів, що необхідно для V-подібних двигунів, або можливість використання спеціальних пристроїв для цієї задачі.

У деяких випадках можна відмовлятися від розточування циліндрів. Наприклад коли ремонтний розмір не перевищує 0,5 мм. Для цього існують спеціалізовані хонінгувальні головки з жорсткою подачею абразивних

брусків на розтиск. Такі хонінгувальні головки забезпечують виправлення овальності та конусності циліндра.

Хонінгування застосовується і для відновлення зовнішніх поверхонь тіл обертання наприклад шийок колінчастого вала. Хонінгувальний пристрій (рис. 5.21) складається із розтискних скоб 4 та 5 інструменту – абразивної головки, колодок 3 і 6, вздовж яких прикріплені абразивні бруски 1, 2, 7 та 8. При обертанні колінчастого вала оброблювальна поверхня обхватується розтискними скобами, які притискають колодки з брусками до шийки вала, тим самим здійснюючи обробку.

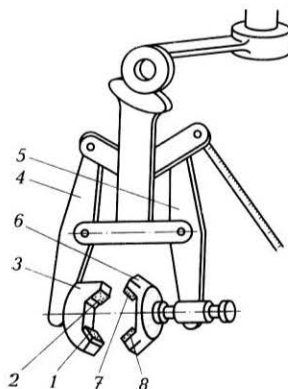


Рисунок 5.21 – Хонінгувальний пристрій для обробки шийок колінчастих валів

Промивати деталі після хонінгування краще в гарячому содовому розчині або в гасі.

5.6.6.2. Суперфініш та мікрофініш

Ще однією з остаточних доводочних операцій є суперфініш та мікрофініш.

Суперфініш – процес доведення після шліфування деталей типу валів за допомогою спеціальної головки з алмазними або абразивними брусками (рис. 5.22).

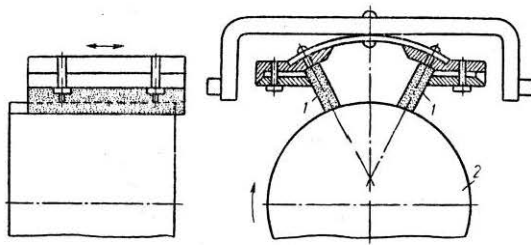


Рисунок 5.22 – Схема процесу суперфінішу

У процесі суперфінішу метал знімається з поверхні обертової деталі 2 алмазними або дрібнозернистими абразивними брусками 1 (зернистість M20), які безперервно рухаються зворотньо-поступально уздовж твірної оброблювальної поверхні. Амплітуда коливань брусків 3...6 мм, частота коливань 500... 800 хв⁻¹, швидкість різання не перевищує 2,5 м/хв.

Сутність процесу суперфінішу полягає у мікрорізанні оброблювальної поверхні одночасно великою кількістю дрібних абразивних зерен (100... 1000 зерен/мм²). Зняття металу відбувається у вигляді тонкої стружки (0,1... 0,5 мкм).

Роботи ведуть при інтенсивному змащенні. На початку, коли на поверхні є гострі гребінці, масляна плівка під тиском абразивних брусків проривається і гребінці зрізаються. Коли ж вони згладжуються мастило утворює безперервну плівку, тиск бруска не має сили її прорвати і різання припиняється.

Мастильно-охолодна рідина, яка застосовується під час суперфінішу, суміш гасу з веретенним маслом (20...30 %). Під час обробки знімається дуже тонкий шар металу (0,005...0,02 мм) і забезпечується мінімальна шорсткість.

Крім підвищення точності та зменшення шорсткості процес суперфінішу деформує поверхневий шар металу (1,0...1,5 мкм), зміцнює його на 15... 30 %.

Мікрофініш є різновидом суперфінішу та його розвитком і характеризується великими тисками на брусок і жорсткою їх фіксацією, що значно покращує процес обробки. Цей спосіб застосовується при обробці шийок колінчастих та розподільчих валів, плунжерних пар, валів коробок передач та ін.

5.6.6.3. Полірування та притирання

Як остаточну доводочну операцію застосовують також полірування та притирання для зменшення шорсткості поверхні. Ці процеси забезпечують найменшу шорсткість поверхні (Ra 0,012 мкм). Геометрична форма оброблювальних поверхонь при цьому не змінюється. Полірують повстяними, фетровими чи тканинними кругами застосовуючи пасту. Найчастіше користуються пастою ДОІ, (розробник Державний оптичний інститут (роки розробки пасту: 1931–1933 рр.)) яка складається з оксиду хрому, олеїнової кислоти, гасу, стеарину. Під час полірування під впливом активного оксиду хрому метал швидко окислюється, коли рухається полірувальний круг він багаторазово знімає оксидну плівку, при цьому знімаються гребінці з поверхні деталі, що характеризують шорсткість поверхні.

Притирання використовують, щоб мати точні розміри деталей за рахунок зняття дуже малого припуску або досягти щільного прилягання поверхонь, що забезпечує гідравлічну непроникність з'єднання. Притирання – це процес різання абразивними зернами, які знаходяться між поверхнями притира та деталі. Обертаючись у процесі притирання, зерна абразиву зрізають з поверхонь мікронерівності. Точність розмірів під час притирання – 0,1 мкм. Як притиральні матеріали застосовують: корундовий, карбокорундовий, або наждачний порошок, карбід кремнію та ін. Використовуються абразивні порошки з різною зернистістю: крупні – M28, M20 з розміром зерен 28...14 мкм і дрібні – M10, M7 з розміром зерен 10...5 мкм. Щоб прискорити притирання, його починають з крупнозернистих порошоків, а щоб досягти необхідної шорсткості поверхні, обробку закінчують дрібнозернистими порошками. Під час притирання застосовують машинне масло, гас, бензин та інші мастильні рідини та їх суміші.

5.7. Електрохіміко-механічні методи обробки

Існують методи механічної обробки в основу яких покладено механо-хімічні ефекти. Це різання з анодним травленням поверхні під дією постійного струму (електрохімічне шліфування, хонінгування, полірування), пластичне деформування з дією електричного струму (електромеханічна обробка), різання з дією магнітного поля (магнітоабразивне полірування) та ін. Ці методи обробки застосовуються для обробки важкооброблюваних, крихких, твердих сплавів та матеріалів.

Електрохімічна обробка застосовується як метод електрохімічного полірування. Вона оснований на явищах анодного розчинення при проходженні постійного струму через розчин електроліту. Деталь

встановлюють на аноді електролітичної ванни і при проходженні струму на її поверхні утворюється захисна плівка солей. У зв'язку з тим, що на вершинах гребінців густина потоку електронів більша, розчинення їх відбувається швидше, ніж металу у западинах, завдяки чому поверхня деталі згладжується.

Електроіскрова та електроімпульсна обробка заснована на руйнуванні матеріалу під дією іскрового розряду. При зближенні металевих електродів виникає короткочасний потужний іскровий розряд з температурами 4000–11000 °С. При цьому відбувається концентроване виділення енергії. Електроіскрова обробка застосовується для обробки отворів у важкооброблюваних матеріалах.

Анодно-механічна обробка заснована на одночасній дії електромеханічного і електроіскрового процесів, що проходять у середовищі електроліту. При пропусканні через ванну постійного струму на поверхні деталі – анода утворюється плівка продуктів розчинення металів, які видаляються механічним шляхом при русі інструмента – катода. Цей метод ефективно використовується при різанні важкооброблювальних металів.

При ультразвуковій обробці заготовка зазнає ударів завислих у рідині частинок абразиву, що дістають великих швидкостей від вібратора, який коливається з ультразвуковою частотою (20000–40000 Гц). Рідина під впливом ультразвукових коливань внаслідок явища кавітації руйнує матеріал, на який вона потрапляє. Дія абразиву відбувається з великою швидкістю і процес обробки здійснюється досить інтенсивно. Застосовується цей метод для обробки деяких крихких важкооброблювальних матеріалів.

Питання для самоконтролю

1. Суть процесу обробки металів різанням.
2. Які існують способи обробки деталей різанням?
3. Які існують матеріали для виготовлення різальних інструментів?
4. Які роботи виконуються на металообробних верстатах?
5. Роботи, що виконуються на токарно-гвинторізних верстатах.
6. Які основні роботи, що виконуються на свердильних верстатах?
7. Роботи, які проводяться на фрезерних верстатах.
8. Особливості проведення робіт по шліфуванню.
9. Охарактеризуйте роботи на розточувальних верстатах.
10. Суть процесу хонінгування.
11. Що таке суперфініш та мікрофініш?
12. Суть процесів полірування і притирання.
13. Види пристосувань, які використовуються на металорізальних верстатах при проведенні механічної обробки?

6 ЗМІЦНЕННЯ ДЕТАЛЕЙ У ПРОЦЕСІ ЇХ ВІДНОВЛЕННЯ ТА КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ

6.1. Загальні відомості

Довговічність відновлених деталей значною мірою може бути підвищена зміцненням їх поверхневого шару. Цей захід дозволяє підвищувати втомну міцність, зносостійкість та довговічність відновлених деталей різними способами.

Підвищення експлуатаційних властивостей деталей, можна досягти декількома методами: зміцнення деталей поверхневим пластичним деформуванням, зміцнення деталей термічною або хіміко-термічною обробкою, поверхневим гартуванням, електромеханічною обробкою, лазерним та плазмовим зміцненням та ін.

Зміцнення можна поділити на поверхнєве та об'ємне. Об'ємне зміцнення виконують по всьому перерізу металу, а поверхнєве – лише зміною властивостей поверхневого шару.

Зміцнення може здійснюватись одним або кількома способами. Якщо обробка проводиться кількома способами одночасно, її можна назвати суміщеною обробкою: хіміко-термічна, деформаційно-термічна та ін. Розрізняють також комбіновану зміцнювальну обробку.

6.1.1. Зміцнення деталей поверхневим пластичним деформуванням

За час експлуатації, а також при відновленні деталей різними способами вони втрачають свою початкову міцність. Для збільшення міцності застосовується спосіб поверхно-пластичного деформування (ППД) або наклеп. Найкращі результати отримуються при обробці методом ППД деталей, які працюють при знакозмінних навантаженнях. Застосування ППД часто приводить до відновлення втрачених властивостей деталей (відновлення жорсткості клапанних пружин), підвищує втомлісну довговічність та ін.

На даний час під час ремонту автомобілів використовуються наступні способи обробки деталей методом ППД: накатування і розкатування; зміцнюючий наклеп; обробка дробом; центробіжна обробка, алмазне виглажування.

Накатування і розкатування (рис. 6.1) застосовується для обробки зовнішніх і внутрішніх поверхней обертання, галтелей, площин та різних фасонних поверхней. В якості інструменту застосовують ролики або кульки, які встановлюються у спеціальних пристосуваннях. Накатування і розкатування виконують на токарних, токарно-револьверних і радіально-

свердильних верстатах. Точність обробки залежить від режимів обробки, матеріалу деталі, її конструкції, форми і якості поверхні. Зміна розміру поверхні становить в межах 0,005–0,06 мм. Шорсткість поверхні знаходиться в межах 7–9 класів. Швидкість обробки становить 30–150 м/хв.

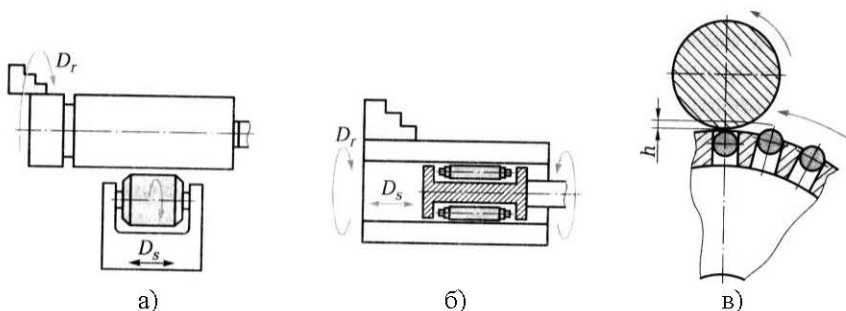


Рисунок 6.1 – Схеми основних процесів відновлення механічних властивостей деталей поверхнево-пластичним деформуванням: а – обкатування; б – розкатування; в – центробіжна обробка

При зміцнюючому наклепі за допомогою спеціальних пристосувань з бойками по поверхні деталі наносяться удари, які викликають пластичне деформування поверхневого шару. Цей спосіб ППД застосовується для зміцнення зварних швів. Глибина наклепу досягається 35 мм, твердість поверхні збільшується на 15–30 %. Після цього способу відновлення застосовують механічну обробку. Інструментом є пневматичне пристосування, яке створює перемінне ударне навантаження і бойок.

Обробкою дробом піддаються деталі типу спіральних пружин, ресор, торсійних валів, шатунів, зубчатих коліс та ін. Наклеп поверхневого шару деталі, який виникає при обробці, дозволяє збільшувати довговічність деталей. Основним дефектом при обробці дробом є небезпека перенаклепу, яка веде до розриву поверхні металу і до появи тріщин. В якості обладнання застосовують механічні та пневматичні дробомети. Глибина наклепа, як правило, не перевищує 1 мм.

Центробіжна обробка (рис. 6.1 в) застосовується для зміцнення колінчастих валів, гільз циліндрів, поршневих пальців та ін. При центробіжній обробці розмір деталі практично не змінюється, а твердість поверхні збільшується для сталі на 25–45 %, а для чавуна – на 30–60 %. Суть процесу заключається в тому, що кульки або ролики, які знаходяться в радіальних пазах диска, що швидко обертається, наносять удари по оброблювальній поверхні.

Метод алмазного виглажування полягає в обкатці поверхні сферичними алмазами. Висока твердість алмазів дає можливість обкатувати поверхні з високою твердістю. Алмазне виглажування створює зміцнюючий шар до 0,2 мм.

6.1.2. Зміцнення деталей хіміко-термічною обробкою

Хіміко-термічна обробка полягає у дифузійному насиченні поверхневих шарів сталей виробів різними хімічними елементами. Найбільш поширеними видами такої обробки є цементація, азотування, нітроцементація, алітування, силіціювання, борування та ін.

Цементація – процес насичення поверхневого шару сталей виробів вуглецем. Цементації підлягають маловуглецеві сталі (0,2...0,3 % C). Розрізняють цементацію у твердому та газоподібному стані вуглецевмісної суміші. Для насичення вуглецем сталі деталі досить нагріти до 900–950 °С і прогріти протягом тривалого часу при цій температурі в атмосфері вуглецевмісної суміші.

Азотування – процес насичення поверхневих шарів сталі азотом. Азотуванню піддають шестерні, втулки, вали, гільзи циліндрів, що виготовляються з легированих сталей. Для азотування деталі видержують в атмосфері аміаку при температурі 430–600 °С.

Нітроцементація – процес одночасного насичення поверхневих шарів сталі вуглецем та азотом. Нітроцементація застосовується для підвищення твердості і зносостійкості деталей, які працюють при невеликих навантаженнях.

Алітування – насичення поверхневого шару сталі алюмінієм для підвищення окислостійкості.

Силіціювання – поверхнєве насичення сталі кремнієм для підвищення стійкості до спрацювання.

Борування – поверхнєве насичення бором для підвищення твердості, стійкості проти спрацювання та корозійної стійкості.

Хіміко-термічна обробка є досить ефективна, однак застосування її в ремонтному виробництві часто обмежується через високе нагрівання відновлювальних деталей, технологічний процес такої обробки складний та дорогий.

6.1.3. Зміцнення деталей термічною обробкою

Залежно від режимів нагрівання і охолодження термічна обробка поділяється на такі основні види: відпал, нормалізацію, гартування і відпуск.

Відпал – вид термічної обробки, при якій деталь нагрівають до певної температури, а потім повільно охолоджують, щоб позбутися внутрішніх напружень, знизити твердість і збільшити в'язкість металу.

Нормалізація – вид термічної обробки, при якій деталь нагрівають до червоного жару з подальшим охолодженням на повітрі для зняття внутрішніх напружень і утворення дрібнозернистої структури.

Гартування – вид термічної обробки, при якій деталь нагрівають до певної температури, а потім швидко охолоджують у воді, маслі або іншій речовині.

Відпуск – термічна обробка, при якій загартовану деталь нагрівають до температури 100–700 °C, а потім охолоджують, щоб зняти напруження, яке метал набув у процесі гартування.

6.1.4. Зміцнення деталей поверхневим гартуванням

Якщо відновлені деталі повинні мати високу твердість тільки в поверхневих шарах, а в серцевині залишатися в'язкими, їх піддають поверхневому гартуванню.

При високочастотному гартуванні деталь нагрівають в індукторі (соленоїді), яким проходить струм високої частоти (СВЧ). Нагрівання з допомогою СВЧ ґрунтоване на тому, що у вміщеній в індукторі деталь індукуються так звані вихрові струми, які супроводяться виділенням тепла. Оскільки вихрові струми концентруються у поверхневих шарах, вони викликають поверхневе нагрівання деталі. Необхідної глибини і температури нагріву поверхневого шару деталі досягають зміною частоти струму і швидкості переміщення індуктора. Потім нагрітий шар швидко охолоджується водою, яка подається через внутрішні отвори в індукторі.

6.1.5. Зміцнення деталей електромеханічною обробкою

Електромеханічне зміцнення засновано на поєднанні термічного й силового впливу на поверхневий шар оброблюваної деталі. Сутність цього способу полягає в тому, що у процесі обробки через місце контакту інструмента з виробом проходить струм великої сили й низької напруги, внаслідок чого виступаючі гребінці поверхні піддаються сильному нагріванню, під тиском інструмента деформуються й згладжуються, а поверхневий шар металу зміцнюється. Обкатування і розкочування при цій обробці здійснюють, як правило, роликami, що чинять тиск на поверхню оброблюваної деталі. При певному (робочому) зусиллі в зоні контакту деформуючих елементів і деталі інтенсивність напружень перевищує межу

текучості, внаслідок чого відбувається пластична деформація мікронерівностей, змінюються фізико-механічні властивості і структура поверхневого шару (наприклад, збільшується мікротвердість або виникають залишкові напруження у поверхневому шарі). Об'ємна деформація деталі зазвичай незначна.

6.1.6. Лазерне та плазмове зміцнення

Лазерне зміцнення ґрунтується на використанні поверхневого розігріву лазерним променем до температур, які перевищують температуру фазових перетворень, і подальшого охолодження.

Лазерне зміцнення має ряд переваг порівняно з іншими методами обробки: локальність, відсутність деформацій, можливість зміцнення важкодоступних місць. Цей метод застосовують як найефективніший для підвищення роботоздатності деталей АТЗ. Доцільно використовувати лазерну обробку для зміцнення отвору прямої втулки клапана, сидла клапана, кулачків розподільчого вала, канавок поршневих кілець та ін.

Плазмове зміцнення полягає у загартуванні з використання плазмового нагрівання або в утворенні зміцнювального покриття іонно-плазмовим способом.

Зміцнювальне покриття можна утворити методом осадження з газової фази при термічному випаровуванні або ж способом катодно-іонного бомбардування. Покриття, утворені даним методом, складаються з нітридних або карбідних сполук тугоплавких металів (карбід титату або нітрид титану).

6.2. Контроль якості відновлення деталей

Якість відновлення деталей оцінюють ступінню відповідності отриманих фізико-механічних властивостей та геометричних параметрів заданим технічним умовам на відновлення деталей.

При відновленні деталей виконують вибірковий, проміжний та кінцевий контроль. Вибірковий контроль проводять вибірково як на окремих операціях технологічного процесу, так і на готових деталях. Проміжний контроль виконують окремо по операціях. Перевірку виконують виконавці ремонтних робіт, а також майстри та керівники виробництва. Кінцевий контроль всіх відновлених деталей здійснюють працівники технічного контролю підприємства.

При обробці різанням перевіряють відповідність розмірів, форми, взаємного розміщення оброблених поверхней та їх шорсткість. Для цих цілей використовують універсальні вимірювальні інструменти, спеціальні прилади

та ін. Періодично необхідно перевіряти стан технологічного обладнання, пристосувань, ріжучого та вимірювального інструменту на робочих місцях, а також режими обробки (швидкість різання, подача, припуски на обробку).

Під час контролю шийок валів і отворів вимірюють в декількох площинах та поясах. Шліцеві частини валів контролюють по зовнішньому і внутрішньому діаметру шліців, товщині кожного зуба. Різьбові частини валів і отворів перевіряють контрольними пробками по всій довжині різьби, взаємне розташування поверхней – приладами та пристосуваннями з індикаторами.

При зварюванні та наплавлюванні перевіряють якість швів, товщину наплавленого металу, його твердість та ін. Напливи, тріщини, кратери, непровари, пори, раковини, шлакові включення виявляють зовнішнім оглядом і через лупу. Відповідальні деталі після ремонту підлягають магнітній або люмінесцентній дефектоскопії. Герметичність контролюють керосином або стиснутим повітрям, а за потреби гідравлічною опресовкою. Твердість наплавленого металу визначають твердомірами.

Гальванічні покриття контролюють за зовнішнім виглядом осадженого металу. У процесі контролю виявляються тріщини, пори, відшарування та ін. Міцність осаджених металів перевіряють гострим шабером. Відслоювання в місцях перевірки свідчать про неякісну гальванічну обробку. Твердість контролюють твердомірами.

Для забезпечення високої надійності контрольно-вимірювальних операцій всі вимірювальні інструменти повинні періодично перевірятись через встановлені проміжки часу, що буде гарантувати їх точність.

Питання для самоконтролю

1. Суть процесу зміцнення деталей поверхневим пластичним деформуванням.
2. Охарактеризуйте основні способи відновлення механічних властивостей деталей поверхнево-пластичним деформуванням (обкатування, розкатування та центробіжна обробка).
3. Особливості зміцнення деталей хіміко-термічною обробкою.
4. Зміцнення деталей поверхневим гартуванням.
5. Зміцнення деталей електро механічною обробкою.
6. Лазерне та плазмове зміцнення.
7. Які існують види контролю якості відновлених деталей?

7 ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ КАПІТАЛЬНОГО РЕМОНТУ АВТОМОБІЛІВ

7.1. Відновлення основних деталей автомобіля

Деталі автомобіля мають найбільше відновлювальних елементів у вигляді внутрішніх циліндричних поверхонь (приблизно 30 %). Зовнішні циліндричні поверхні складають приблизно 15 %, поверхні складного профілю – приблизно 5 %, на внутрішні й зовнішні різьбові з'єднання припадає 10 %. Внутрішні порожнини – 3 % деталей повинні бути герметичними. На торці, що є поверхнями тертя, доводиться 15 % поверхонь, а на стики – 18 %.

Деталі сучасних автомобільних двигунів – блок циліндрів, головка блока, колінчастий та розподільчий вали, шатуни виготовляються з високою точністю. Допустимі відхилення розмірів, взаємного розташування і форми робочих поверхней, як правило, не перевищують 0,01 мм. Відповідно і вартість таких деталей висока. При всій складності відновлення ці деталі вигідно ремонтувати, а не міняти на нові. З другої сторони, обладнання для ремонту повинно забезпечувати велику точність обробки.

7.1.1. Відновлення корпусних деталей

До корпусних деталей належать блоки циліндрів, головки блоку циліндрів, картери зчеплення, коробки передач, заднього моста та ін.

Механічна обробка корпусних деталей призначена для видалення пошкоджених елементів, надання відновлювальним елементам правильної геометричної форми, оброблення і засвердлювання кінців тріщин, виконання підготовчих операцій під установку ДРД.

Тріщини обробляють за допомогою шліфувальних машин з абразивними кругами. У кінцях тріщин висвердлюють отвори діаметром 3–5 мм. Тріщини у чавунних стінках заварюють газовим або електродуговим способом. Зварювальні роботи на деталях з алюмінієвих сплавів виконують аргонодуговим способом. На місце обломаних приливів корпусних деталей приварюють ДРД.

У несилових стінках тріщини герметизують нанесенням епоксидних композицій.

Пороїни ремонтують накладанням заплат із склотканини або листового металу.

Основні відновлювальні елементи корпусної деталі – це отвори під підшипники. Найрозповсюдженим способом відновлення поверхонь опор під підшипники – установка ДРД, насталування, плазмова металізація та ін.

Зношені різби відновлюють нарізуванням різблення ремонтного розміру, або постановкою різбової спіральної вставки.

Контрольні операції в кінці процесу відновлення полягають у перевірці герметичності, геометричних розмірів, взаємного розташування поверхонь, шорсткості. Особливу увагу слід приділяти контролю чистоти та герметичності масляних каналів.

7.1.2. Відновлення блоків циліндрів та робочої поверхні гільз

Найскладніші корпусні деталі – це блоки циліндрів. Їх виготовляють з сірого, легованого чавуну та алюмінієвих сплавів.

Ці деталі забезпечують конструктивну жорсткість двигуна. У процесі роботи вони зазнають інтенсивних механічних, теплових, хімічних, кавітаційних та інших впливів. Характерні види несправностей – спрацювання робочих поверхонь, утворення тріщин та пробоїн, деформування базових поверхонь, руйнування різб, корозія та ін.

Блоки циліндрів є дорогавартісними, тому необхідно прагнути відновити їх незалежно від складності ремонту.

Специфіка відновлення блока пов'язана головним чином з технологічними властивостями їхнього матеріалу. Більшість блоків циліндрів виготовляють з сірого чавуну.

Чавун, як відомо, має підвищену схильність до ламкого руйнування під дією динамічних навантажень і високотемпературних впливів. Це особливо проявляється під час зварювання, де поряд із зазначеними факторами впливу відбувається утворення ще й структурних фаз підвищеної ламкості.

Можливі дефекти блока циліндрів та способи їх усунення наведено в таблиці 7.1.

Таблиця 7.1 – Дефекти блока циліндрів та способи їх усунення

№	Дефекти	Способи усунення
1.	Пробоїни на блоці	Постановка заплат. Бракувати при пробоїнах, які не піддаються ремонту
2.	Тріщини на блоці	Заварювання або заклеювання тріщин епоксидними смолами. Бракувати при тріщинах, які не підлягають ремонту
3.	Обломи на блоці	Наплавлення. Приварювання. Бракувати при обломах, які не підлягають ремонту
4.	Неспіввісність гнізд вкладишів корінних підшипників	Розточування гнізд до номінального розміру або напилення

5.	Деформація або зношення гнізд вкладишів корінних підшипників	Розточування гнізд до номінального розміру або напilenня
6.	Деформація отворів під гільзи циліндрів	Наплавлення. Встановлення втулок
7.	Жолоблення площини стику з головою циліндрів	Фрезерування, шліфування або притирання

Поопераційну послідовність технологічного процесу і маршрути відновлення блока циліндрів показано на рис. 7.1.

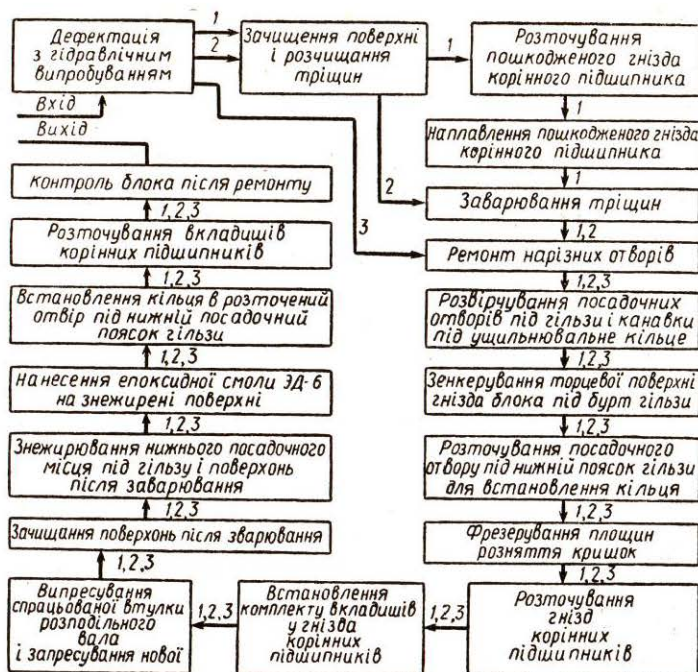


Рисунок 7.1 – Схема технологічного процесу відновлення блока циліндрів

Тріщини в чавунних та алюмінієвих блоках заварюють електродуговим чи газовим способом або заклеюють епоксидними клеями. Пробоїни ремонтують накладанням заплат.

Жолоблення площини стику з головкою циліндрів може становити 0,03...0,05 мм. Цей дефект ремонтується фрезеруванням, шліфуванням або притиранням абразивними пастами на плиті. При цьому рекомендується знімати шар металу не більше 0,1...0,2 мм.

Зношені або деформовані гнізда корінних підшипників відновлюють розточуванням під ремонтний розмір та наступним хонінгуванням. Рекомендований припуск на слюсарні роботи не більше 0,03...0,05 мм. Розточування необхідно проводити із змонтованими кришками корінних підшипників. Обов'язковим при розточуванні корінних підшипників є використання спеціальних пристроїв – борштанг, які дають гарантію отримання однакових діаметрів, співвісність та геометрію отворів. При хонінгуванні необхідно користуватись жорсткою подачею брусків.

Гнізда корінних підшипників також відновлюють плазмовим напиленням металу, після чого розточують під потрібний розмір.

Гільзи циліндрів виготовляють з сірого чавуну. Внутрішню поверхню гільз після попередньої обробки загартовують СВЧ з подальшим низьким відпуском. Гільзи з легованого чавуну не загартовують.

Сукупність можливих дефектів гільзи циліндрів і необхідних для усунення цих дефектів технологічних способів наведено в табл. 7.3.

Таблиця 7.3 – Дефекти гільзи циліндрів та способи їх усунення

№	Дефекти	Способи усунення
1.	Тріщини або обломи різного характеру і положення	Бракувати
2.	Зношення або задири робочої поверхні	Розточування до ремонтного розміру
3.	Деформації або зношення посадочної поверхні	Насталювання з наступною обробкою до номінального розміру

Спрацювання внутрішньої поверхні, а також її овальність визначають за допомогою індикаторного нутроміра; риски, задири та кавітаційні руйнування виявляють візуально.

Серед способів усунення дефектів внутрішньої поверхні гільз циліндрів найпоширеніша обробка під ремонтний розмір, що відповідає розмірам ремонтних поршнів та кілець. Найбільш часто застосовуються ремонтні розміри: 0,25 мм, 0,50 мм та ін. Однак можливі і інші розміри: 0,2 мм, 0,4 мм або 0,3 мм, 0,6 мм. Після розточування на вертикально-розточувальному верстаті або шліфування на спеціальному відцентровому внутрішньо

шліфувальному верстаті гільзи хонінгують на вертикально-хонінгувальному верстаті.

Загальний цикл технологічних операцій відновлення гільз показано на рис. 7.2.

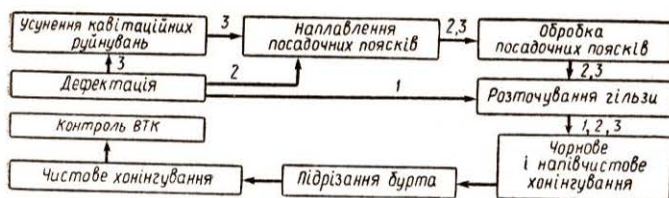


Рисунок 7.2 – Схема технологічного процесу відновлення гільзи циліндра

Крім основного способу відновлення внутрішньої поверхні гільзи під ремонтний розмір, застосовують вставку сталеної стрічки у попередньо розточену гільзу, а також розроблено різні способи нарощування спрацьованої поверхні гільзи з подальшою механічною обробкою. До цих способів належить: електроконтактне приварювання сталеної стрічки, індукційне відцентрове наплавлення, проточне хромування та ін (рис. 1111).

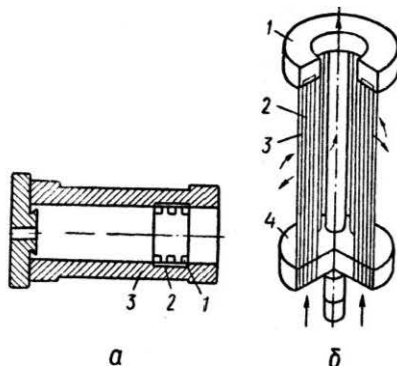


Рисунок 7.3 – Способи відновлення гільз циліндрів: а – індукційне відцентрове наплавлення; б – проточне хромування

Під час ремонту робочої поверхні гільзи крім розточування і хонінгування часто використовується спосіб постановки ДРД (гільзування).

При гільзуванні велике значення має натяг, з яким гільза буде встановлена у блок. Натяг 0,05...0,07 мм забезпечує надійну посадку гільзи і

допустимі напруження в ній після запресування. Не слід встановлювати гільзи товщиною стінки більше 2 мм.

При встановленні гільзи необхідно забезпечувати різницю температур деталей: гільзу охолоджувати, а блок нагрівати. Тільки в такому випадку між деталями утворюється зазор, який забезпечує легке монтування гільзи у блок. Для охолодження використовується рідкий азот (-140°C) або вуглекислий газ (-80°C) а для нагрівання спеціальна піч ($150\ldots 180^{\circ}\text{C}$). Різниця температур деталей в $60\ldots 70^{\circ}\text{C}$ дає нульовий натяг.

При розточуванні гнізд під гільзи необхідно забезпечити їх перпендикулярність до осі колінчастого вала та співвісність до кожного циліндра. Шорсткість поверхні гнізд повинна бути якнайменша, для надійного контакту гільзи з блоком та майбутнього достатнього охолодження при експлуатації двигуна.

Важливим моментом у технології гільзування також є фіксація гільзи в осьовому напрямку, яка може здійснюватись наступними способами: з бортиком, в упор та натягом гільзи у гнізді (рис. 7.4).

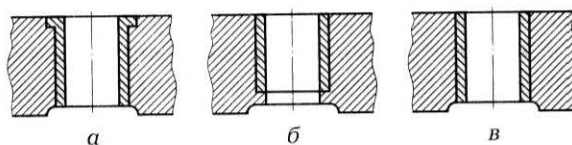


Рисунок 7.4 – Способи фіксації гільзи у блоці циліндрів в осьовому напрямі

7.1.3. Особливості відновлення блоків циліндрів, які виготовлені з алюмінієвих сплавів

У конструкції сучасних автомобільних двигунів також часто застосовуються блоки циліндрів із алюмінієвих сплавів. Основною перевагою використання таких блоків є низька вага (приблизно в 2,7 раза) у порівнянні з чавунними. Заходи щодо ремонту цих деталей відрізняються від ремонту блоків, які виготовлені із чавуну.

Алюмінієві блоки циліндрів можуть бути без гільз, зі вставними «мокрими» гільзами, з «сухими» чавунними гільзами та з гільзами із алюмінієвих сплавів з вмістом кремнію або кремнію та нікелю.

Відносно простий традиційний ремонт циліндрів з вставними чавунними гільзами. Такі гільзи підлягають розточуванню та хонінгуванню або заміні новими.

Набагато складніший ремонт блоків циліндрів, які виготовлені за технологією Alusil (Silumal), Lokasil (Silitec) та Nicasil (Galnical).

Виготовлення блоків за технологією Alusil (Silumal) передбачає лиття алюмінієвого сплаву з вмістом кремнію більше 18 %. Швидке охолодження блока в зоні гільз приводить до направленої кристалізації кремнію на дзеркалі циліндра. Далі дзеркало циліндра додатково оброблюється хімічним травленням. В результаті кислоти, взаємодіючи тільки з алюмінієвим сплавом, витравлюють певний шар (1–2 мкм), залишаючи на поверхні тільки кристали кремнію. Зносостійкість та довговічність таких блоків вища ніж в чавунних. Ремонтні поршні, як і стандартні, мають залізне покриття (технологія Ferrostan) для унеможливлення schoшловання, при встановленні та експлуатації, також необхідно застосовувати поршневі кільця з хромованим покриттям.

Блоки виготовлені за технологією Lokasil (Silitec) мають деякі відмінності. На стадії лиття у блок встановлюють вже готові гільзи із збільшеним вмістом кремнію до 30 %.

Блоки циліндрів технології Nicasil (Galnical) за твердістю перевищують всі відомі поверхні гільз циліндрів. Ці покриття представляють собою шар нікелю товщиною 0,1...0,2 мм з вмістом надтвердих частинок карбіду кремнію SiC розміром 3 мкм.

Для блоків циліндрів, які виготовлені за технологією Alusil (Silumal) та Lokasil (Silitec) заводами-виготівниками передбачені ремонтні комплекти поршнів (збільшені на 0,5 та 1,0 мм або 0,35 та 0,7 мм та навіть 0,1 (Nissan)). А для Lokasil (Silitec) ще й ремонтними алюмінієвими гільзами.

Операція розточування відбувається традиційно, але процес хонінгування має особливості: використовуються спеціальні абразивні бруски з карбіду кремнію, процес хонінгування проходить в три етапи, завершальним процесом є полірування гільзи з використанням спеціальної силіконової пасту та войлочних кругів, які встановлюються на хонінгувальну головку (рис. 7.5, б).

При хонінгуванні алюмінієвих циліндрів абразивні бруски повинні одночасно зрізати м'який алюмінієвий сплав і тверді зерна кремнію (рис. 7.5, а).

Після ремонту структура поверхні представляє собою виступаючі зерна кремнію з алюмінієвим сплавом, який розташований нижче рівня кремнію на 1,0... 1,5 мкм.

Технологія запресування алюмінієвих гільз практично така сама як для чавунних. Різниця полягає в тому, що перед запресуванням необхідно створити максимально можливу різницю температур між гільзою і блоком, а запресування виконувати вручну та досить швидко, щоб гільза не встигла нагрітись. ДРД необхідно встановлювати з натягом 0,08... 0,10 мм.

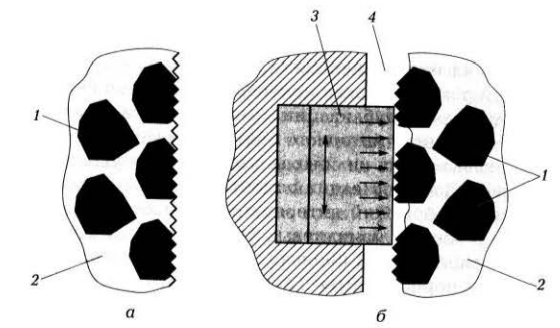


Рисунок 7.5 – Процес одночасного зрізання абразивними брусками алюмінієвого сплаву і твердих зерен кремнію: а – при хонінгуванні; б – при поліруванні

Блоки циліндрів, які виготовлені за технологією Nicasil, які характеризуються надтвердістю гільзи циліндра, також зношуються. Для більшої кількості двигунів ремонтні поршні не передбачені та виробники не дають рекомендацій щодо їх ремонту. За необхідності ремонту таких блоків єдиним способом є постановка ДРД (гільза з чавуну). У блоках циліндрів Nicasil не має значення по якій поверхні рухаються поршні, тому ресурс таких відремонтованих двигунів може перевищувати 150 тис. км.

7.2 Відновлення головки циліндрів

Головки циліндрів виготовляють в основному із алюмінієвих сплавів, рідше із чавуну.

Головки блоків відновлюють за технологічним процесом, який схожий до процесу відновлення блока циліндрів. Сукупність можливих дефектів головок циліндрів і способи усунення цих дефектів наведено в табл. 8.2.

Таблиця 6.3 – Дефекти головки блока циліндрів та способи їх усунення

№	Дефекти	Способи усунення
1.	Жолоблення і корозія поверхні прилягання до блока циліндрів	Шліфування або фрезерування поверхні для усунення нещільності
2.	Спрацювання робочих фасок клапанних гнізд	Шліфування і розточування гнізд, запресування кілець. Наплавлення гнізд з наступним зенкеруванням фаски до потрібних розмірів.
3.	Спрацювання і пошкодження	Встановлення нарізних спіральних

	нарізних отворів	вставок
4.	Вигоряння кромки вставки камери згоряння	Видалення дефектної вставки та встановлення нової
5.	Тріщини на перемичці між клапаними гніздами	Заварювання або зарівнювання тріщин встановленням фігурних вставок

Тріщини в головках циліндрів з алюмінієвих сплавів заварюють аргонно-дуговим способом.

Жолоблення поверхні прилягання до блока циліндрів, частіше не більше 0,1 мм, усувають обробкою на вертикально-фрезерному верстаті торцевими фрезами або шліфують крупнозернистими кругами, для отримання потрібної шорсткості.

Зношення отворів в направляючих втулках клапана усувають заміною втулки (запресуванням) з наступним розвертанням під ремонтний розмір. При зношення отворів під направляючі втулки їх відновлюють також розвертанням.

Дефектні фаски в сидлах клапанів шліфують, фрезерують або притирають під потрібний кут (частіше 30°, 45° та 60°). Для притирання використовують абразивну корундову пасту.

Заміну сидла виконують при ослабленні посадки його в гнізді головки циліндрів (тріщини, обломи, викришування сидла). При цьому отвір під сидло розточують під ремонтний розмір і запресовують сидло ремонтного розміру (допуск 0,01...0,02 мм). При запресуванні сидел головку рекомендується нагрівати до температури 150 °С, а сидла охолоджувати в середовищі зрідженого азоту при температурі –140 °С.

При відновленні гнізд підшипників розподільчих валів застосовують операції розточування та наступного хонінгування, такі самі як при ремонті корінних підшипників блоків циліндрів. Під час розточування для покращення якості поверхні необхідно застосовувати пересувні центри, люнети або бортштанги. При хонінгуванні допустимо використовувати ручний інструмент.

Якщо зношення гнізд дуже велике, то необхідно встановлювати спеціальні вкладиші із застосуванням клеїв типу «холодна зварка» з наступним розточуванням та хонінгуванням.

7.3. Відновлення шатунів

Шатун належить до числа високонавантажених деталей двигуна. Шатуни виготовляють зі сталей 45, 40Х, 45Г2 та ін. У процесі тривалої експлуатації у шатунів спостерігаються деформації у вигляді вигину і

скручуваності, а також у зміні конфігурації отвору кривошипної головки (табл. 6.4).

Дефектують шатуни за допомогою універсальних засобів вимірювання і пристроїв. Діаметр отворів, овальність і конусність верхньої та нижньої головок шатуна контролюють нутромір.

Внутрішні циліндричні поверхні головок можна нарощувати електроконтактним приварюванням сталеної стрічки на спеціальній установці.

Таблиця 6.4 – Дефекти шатуна та способи їх усунення

№	Дефекти	Способи усунення
1.	Спрацювання внутрішньої верхньої головки	Розточування отвору до ремонтного розміру
2.	Спрацювання внутрішньої поверхні нижньої головки	Хонінгування до нормального розміру або насталювання з наступною обробкою до номінального розміру
3.	Спрацювання внутрішньої поверхні втулки верхньої головки	Заміна втулки
4.	Спрацювання опорних поверхонь кришки під гайки шатунних болтів	Зенкерування опорних поверхонь

Деформовані шатуни в більшості випадків необхідно бракувати. Хоча в деяких випадках можливе їх відновлення методом правки.

Для відновлення міжосьової відстані між головками шатуна, зокрема, можна використати пристрій (рис. 6.6), в якому шатун розтягують між нерухомою 9 та рухомою 5 опорами, прогріваючи деформовану частину шатуна полум'ям газового пальника 7 до температури 1070...1270 К. У розтягнутому стані (до міжосьової відстані, яку встановлено обмежувачем 3) шатун охолоджують до температури 670 К, після чого його звільняють від механічних зусиль. Щоб мати однорідну структуру металу і однакову твердість по довжині стержня, розтягнуті шатуни загартовують з подальшим відпуском, нагріваючи в газових або електричних печах і охолоджуючи в маслі.

Ремонт поршневої головки полягає у розточуванні та хонінгуванні або нанесенні електрохімічного покриття на поверхню отвору та запресуванням нової втулки в отвір головки. При цьому натяг по зовнішньому діаметру отвору шатуна становить 0,06...0,08 мм. Втулку необхідно запресовувати при різниці температур. Також рекомендується остаточно обробити отвір розкатуванням.

Кінцева обробка отворів полягає у розточуванні і хонінгуванні отвору нижньої верхньої головки. Площини роз'єму шатуна і кришки фрезерують. Замочні пази під вкладиш поглиблюються дисковою фрезою.

Після ремонту шатунів необхідно контролювати їх масу. Так як після механічної обробки вони можуть зменшуватись за вагою на 5...15 г. Тому масу всіх шатунів перед складанням необхідно підганяти під одну вагу.

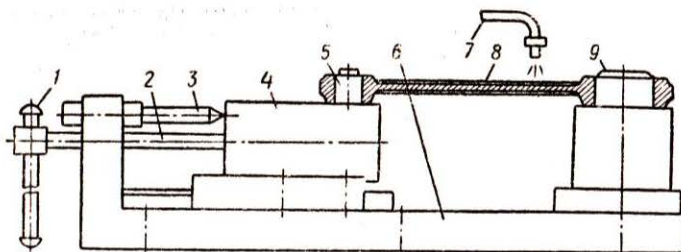


Рисунок 6.6 – Схема пристрою для розтягування шатунів: 1 – рукоятка; 2 – ходовий гвинт; 3 – обмежувач ходу; 4 – повзун; 5 – рухома опора; 6 – основа; 7 – газовий пальник; 8 – шатун; 9 – нерухома опора

7.4. Відновлення та ремонт поршнів

Поршні сучасних автомобільних двигунів виготовляються із алюмінієвих сплавів.

Під час експлуатації поршні можуть отримувати різні пошкодження, більшість яких вимагає заміни. Однак в деяких випадках несправні поршні можуть бути відновлені. До таких випадків належать:

- зношення або задири в отворах під пальці;
- деформація юбки поршня;
- зношення канавок під кільця;
- пробоїни невеликих розмірів у днищі.

Можливість ремонту у другому та четвертому випадках умовна і є крайнім заходом. Не підлягають ремонту поршні з тріщинами, прогарями, поломками юбки та бобишок.

Пошкодження поверхні отворів бобишок ремонтуються в залежності від складності пошкоджень. Якщо площа пошкоджень не велика, то можливо отвори відремонтуються хонінгуванням під ремонтний палець. В деяких випадках ремонтних пальців заводи-виготівники не реалізують, тому виникає необхідність виготовлення пальців. Найкращим матеріалом є хромнікелева сталь 12ХН3А. При цьому отвір не повинен збільшитись на 2...4 мкм.

Зменшення розміру юбки або деформації може ремонтуватись обтиском поршня. Цей спосіб використовується для невеликих деформацій – не більше 0,10...0,25 мм. Остаточною операцією після обтиску є нагрів поршня до температури 200 °С та відпуск.

При зношенні канавок під кільця вони можуть бути розточені на токарному верстаті під вищі кільця.

Пробойни невеликих розмірів у днищі можна відремонтувати аргонно-дуговим зварюванням.

7.5. Відновлення колінчастих та інших валів

Колінчасті вали виготовляють із сталі 45Х, 45Г2, 50Г, 40ХНМА, 18ХНВА.

Колінчастий вал – найбільш навантажена деталь двигуна. На нього діють перемінні за величиною і напрямком значні навантаження, викривлюючи вал одночасно в різних січеннях. Поверхні шийок вала повинні бути стійкими проти зношування протягом багатьох тисяч годин роботи.

Основні дефекти колінчастого вала: вигин, спрацювання канавок під шпонки, спрацювання отворів у фланці, спрацювання корінних та шатунних шийок та ін. (табл. 6.5).

Таблиця 6.5 – Дефекти колінчастого вала та способи їх усунення

№	Дефекти	Способи усунення
1.	Обломи і тріщини різного характеру та положення	Бракувати
2.	Вигин вала	Ремонтувати. Правка
3.	Зношення шатунних шийок	Ремонтувати. Шліфування до ремонтного розміру або наплавлювання
4.	Зношення корінних шийок	Ремонтувати. Шліфування до ремонтного розміру або наплавлювання
5.	Зношення шпоночної канавки під шпонку шестерні	Ремонтувати. Заварювання
6.	Биття шийки під шестерню колінчастого вала.	Ремонтувати. Заварювання
7.	Зношення шийки під шестерню колінчастого вала	Ремонтувати. Наплавлювання або накатування
8.	Зношення шийки під маточину шків	Ремонтувати. Наплавлювання або накатування
9.	Биття фланця по торцю	Ремонтувати. Наплавлювання

		або накатування
10.	Зношення отворів на фланці під болти кріплення маховика	Пробка пластинчаста
11.	Зношення отвору під підшипник направляючого кінця ведучого вала коробки передач	Пробка пластинчаста

Ремонт колінчастих валів виконується у три етапи:

- правка колінчастого вала;
- шліфування корінних та шатунних шийок;
- балансування вала.

Вигин колінчастого вала (биття середніх корінних шийок відносно осі крайніх шийок) звичайно усувають виправленням на гідравлічному пресі або наклепуванням у пристрої. Для виправлення на пресі вал встановлюють на призми крайніми корінними шийками (рис. 6.7). Після цього через мідну прокладку тиснуть пуансоном на одну з середніх корінних шийок вала, вигинаючи у бік, протилежний виявленому вигину. Прогин вала у зворотній бік під час натискування штока має в 10...15 разів підвищувати вигин, який усувають. При цьому навантаження на вал зберігають протягом 120...240 с. Після випрямлення вал знову перевіряють на биття доти, поки воно впишеться у допустимі межі. Для контролю користуються індикатором 3 та індикаторною скобою 6.

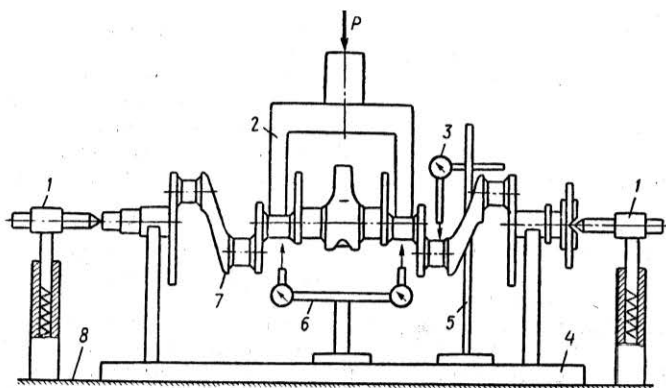


Рисунок 6.7 – Схема усушення вигину колінчастого вала: 1 – контрольні центри; 2 – пуансон; 3 – індикатор; 4 – призми; 5 – стояк індикаторний; 6 – скоба індикаторна; 7 – колінчастий вал; 8 – стіл преса

Для шліфування корінних та шатунних шийок використовують шліфувальні верстати з приспособами, які дозволяють зміщувати вісь корінних шийок відносно осі обертання вала у верстаті.

Для динамічного балансування колінчастого вала використовують балансувальні машини з ручним або механізованим усуненням дисбалансу.

На рис. 6.8 показана схема рамної машини для динамічного балансування колінчастих та розподільних валів. Рама 2, зв'язана зі станиною 1 шарніром 11 і пружиною, може здійснювати коливальні рухи навколо шарніра. Колінчастий вал 4 встановлюють в опорах 3 рами так, щоб одна із площин, наприклад I-I, проходила через вісь шарніра. Валу надають обертання, яке перевищує частоту власних коливань всієї системи, потім привід вимикають. При зниженні швидкості обертання вала величина коливання рами збільшується і досягає найбільшої величини при резонансному числі обертів деталі. За резонансними амплітудами знаходять величину і напрям розміщення врівноважених мас.

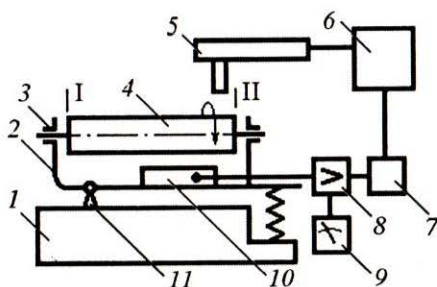


Рисунок 6.8 – Схема рамної машини для динамічного балансування: 1 – станина; 2 – рама; 3 – опори; 4 – колінчастий вал; 5 – виконавчий механізм; 6 – комп'ютер; 7 – перетворювач сигналів; 8 – підсилювач; 9 – блок приладів; 10 – акселерометр; 11 – шарнір; I-I, II-II – площини центра мас зрівноважених вантажів

Шатунні і корінні шийки колінчастого вала, спрацювання яких перевищує встановлені для них ремонтні розміри відновлюють наплавлюванням.

Існує кілька варіантів відновлення колінчастих валів дуговим зварюванням і наплавлюванням:

- автоматичне наплавлювання шийок валів пружинним дротом НП-68 під флюсом АН-348А із застосуванням до нього ферохрому та графіту без термічної обробки після наплавлювання;

- автоматичне наплавлювання шийок валів пружинним дротом НП-65Г під флюсом АН-348А із застосуванням після наплавлювання термічної обробки;
- автоматичне наплавлювання шийок валів дротом НП-30 ХГСА під флюсом АН-348А із застосуванням після наплавлювання термічної обробки;
- автоматичне наплавлювання пружинним дротом марки НП-65Г під керамічним флюсом АНК-18 без застосування термічної обробки;
- автоматичне широкошарове наплавлювання валів з високоміцного чавуну зварювальним дротом Св-08А відкритою дугою з феромагнітною порошковою присадкою, яка гарантує одержання синтетичного чавуну і відсутність у зоні сплавлювання смуги відбілювання і сітки тріщин;
- автоматичне багатоелектродне багатодугове наплавлювання легованим зварювальним дротом із застосуванням флюсу та вуглекислого газу.

Тому завдання полягає у виборі найсприятливіших способів та режимів дугового наплавлювання, які забезпечують ресурс роботи відновленого колінчастого вала не менше 80 % від ресурсу роботи нового.

Розподільні вали виготовляють із сталі 45, 40Х, 40ХНМ.

Основні дефекти розподільних валів: вигин вала, зношення опорних шийок, зношення впускних та випускних кулачків та ін.

Вигин вала усувають виправленням на пресі. Вигин визначають та проводять правку при встановленні його на крайні опорні шийки. Технологія виправлення розподільного вала така сама як і для колінчастих валів.

Зношені опорні шийки шліфують до одного із ремонтних розмірів. Або якщо ремонтні розміри відсутні – наплавляються. Після шліфування шийки полірують абразивною стрічкою або пастою ДОО.

При порушенні профілю кулачків їх шліфують а потім полірують так само як шийки. У разі великого зношення кулачків їх наплавляють. Основним недоліком наплавляння є деформування вала. Відновлення кулачків розподільного вала рекомендується тільки тоді, коли купити новий вал неможливо.

Зношені різьби обточують з наступним вібродуговим наплавленням та нарізанням нової різьби.

Інші вали, які використовуються в агрегатах автомобіля відновлюються за такими самими технологіями як колінчасті та розподільні вали.

7.6. Відновлення клапанів

Клапани виготовляють з легованих сталей: впускні зі сталей 40X10C2M, 40X9C2; впускні – зі сталей 40X14HB2M, 55X20Г9АН4. Робочі фаски наплавлені жаростійким сплавом В2К, В34.

Основні пошкодження клапанів: тріщини, короблення, викришування наплавленого шару фаски клапана, зношення стержня і фаски; деформація стержня.

При деформації стержнів клапани у більшості випадків підлягають заміні. Хоча в деяких випадках можливе їх відновлення методом правки.

Зношення, риси і раковини на робочій фасці усувають шліфуванням на спеціальному верстаті.

Зношені стержні відновлюють хромуванням або насталюванням шліфуванням з наступним шліфуванням під потрібний розмір.

Відновні покриття також наносять на фаску клапана аргонодуговим наплавленням дроту, плазмовим та газопорошковим наплавленням порошків на основі кобальту, нікелю та ін.

7.7. Відновлення зубчастих коліс

Зубчасті колеса виготовляють з легованих сталей 40X, 30ХГТ, 20ХНМ та ін. Необхідну твердість зубів коліс забезпечують хіміко-термічною або термічною обробкою (цементация, ціанування, гартування та ін.)

Характерними дефектами зубчастих коліс є: руйнування робочих поверхонь зубів у вигляді раковин; зменшення товщини зубів; пошкодження з'єднань.

Елементи зубчастих коліс відновлюють заміною вінців і пластичною деформацією.

Зношений вінець відпалюють і відрізають, а новий вінець напресовують і фіксують гвинтами або зварюванням. Зуби нарізаються після напресування ДРД.

Пластичну деформацію (обтиск) застосовують для відновлення зубчастих коліс, зношених за товщиною, і які мають на вінці запас металу. Пластичною деформацією відновлюють як блокові, так і одинарні колеса. Процес пластичної деформації ведуть з нагрівом. Потім деталь обробляють слюсарно-механічною обробкою, гартують, відпускають та шліфують зуби.

7.8. Відновлення пружних елементів

До пружних елементів відносяться пружини, ресорні листи і торсіони. Матеріали пружних елементів – сталі 60С2А, 60СА, 60С2ГФ, 65Г, 50ХГФ та ін.

Характерними пошкодженнями пружних елементів є втрата жорсткості.

Пружні елементи відновлюють дробоструйною, термічною та термомеханічною обробкою.

Дробоструйна обробка застосовується для відновлення жорсткості в пружних елементах за рахунок утворення у поверхневих шарах деталі наклепу. Зміцнення такою обробкою збільшує термін експлуатації пружин більше ніж в два рази, а ресор – у 6 разів.

Термічною обробкою відновлюють пружини, пропускаючи через деталь струм силою 420 А протягом певного часу. При цьому пружина нагрівається приблизно до 850 °С. Після нагріву пружину повільно розтягують, щоб її довжина збільшилась на 3,5 мм у порівнянні з довжиною нової пружини. Потім пружину закалюють в маслі.

Термомеханічна обробка пружин заключається в тому, що пружину деформують роликком з зусиллям 2...4 кН і пропускаючи через деталь струм густиною 430 А/мм². Завершальною операцією є закалювання пружини в маслі.

Після відновлення проводять контроль деталей на жорсткість.

7.9. Відновлення радіаторів, баків та трубопроводів

Радіатори виготовляють з кольорових сплавів: алюмінієвих та мідних. Основні пошкодження радіаторів: деформації, руйнація трубок та швів, тріщини в бачках та відкладення накипу (для водяних радіаторів).

Накип з рубашок охолодження блоків та головок циліндрів очищають прокачуванням підігрітого до 60...80 °С розчину тринатрійфосфату, або 8...10 % розчину соляної кислоти при температурі 50...60 °С. Після очищення радіатор необхідно промити водою.

Нещільності перевіряють подачею стиснутого повітря під тиском 0,12...0,15 МПа в радіатор, який занурюють у воду.

Пошкоджені місця відновлюються паянням, пошкоджені трубки замінюються, деформовані – правляться. Після відновлення радіатори перевіряються на герметичність.

Ремонт масляних радіаторів аналогічний ремонту радіаторів системи охолодження.

Паливні баки вантажних автомобілів виготовляють зі сталі, легкових автомобілів частіше з композиційних пластиків.

Пошкодження: тріщини, вм'ятини, тріщини в місцях кріплення кранів та заливної горловини та ін.

Паливний бак перед ремонтом необхідно ретельно очистити з середини миючим розчином Лобоміда.

Перед ремонтом металевих баків їх необхідно випарювати протягом не менше трьох годин для повного видалення парів палива. Ремонт нещільностей виконується паянням та заварюванням.

Паливні баки, які виготовлені з пластиків ремонтують за допомогою клеїв та епоксидних композицій.

Трубопроводи виготовляють із мідних, латунних або сталевих трубок з антикорозійним покриттям.

Трубопроводи мають наступні пошкодження: деформації, тріщини, переломи, вм'ятини, зрив різби та ін.

Трубопроводи перед ремонтом ретельно промиваються. Вм'ятини усуваються правленням. Трубопроводи низького тиску ремонтуються встановленням на пошкоджене місце муфти із трубки більшого діаметра з подальшим спаюванням. Трубопроводи високого тиску заварюються встик.

7.10. Відновлення рами автомобіля

Рами виготовляють із вуглецевих або легованих сталей: 30Т, 12ГС, 14ХГС та ін.

Пошкодження рам: деформація лонжеронів, пошкодження кронштейнів, зношення отворів, тріщини та ін.

Раму ремонтують у разі капітального ремонту автомобіля. Перед ремонтом раму очищають. За необхідності раму правлять в холодному стані на пресі. Тріщини та інші пошкодження заварюються. Пошкоджені ділянки рам замінюються на ДРД. Рами збирають за допомогою гідравлічної установки для клепаання.

7.11. Відновлення кузова та кабін автомобіля

Для виготовлення кузовів легкових автомобілів і кабін застосовують тонколистову якісну маловуглецеву сталь марок 08, 10, 15, 20 та ін.

Пошкодження кузова та кабін: корозійні пошкодження, тріщини, механічні пошкодження, просторові відхилення розміщення елементів конструкції та ін.

Відновлення аварійного кузова полягає у відновленні геометричних координат його контрольних точок у відповідності із довідковими даними на конкретний автомобіль.

Після дефектування та розбирання виконують ремонт та відновлення кузова. Розрізняють наступні способи ремонту:

- правка механічним впливом (рихтування, витягування) в холодному стані або із застосуванням місцевого нагрівання;
- ремонт за допомогою вирізання дефектної частини деталі з виготовленням ДРД;
- ремонт способом заміни покупними або такими, що були у використанні деталями кузова.

В залежності від виду ремонту розбирання кузова виконується частково або повністю. Відновлення можуть виконуватись на універсальних або спеціальних стендах різними методами.

Основою рамного стенду є міцна та масивна рама, яка може бути пересувною або стаціонарною. До рами кріпиться деформований кузов і необхідні для відновлення пристосування. Це можуть бути гідравлічні тягові пристосування або елементи вимірювальних систем. Наявність вимірювальної системи є обов'язковим, так як відновлення просторової конфігурації кузова неможливо без періодичних замірів і перевірок.

Прикладом об'ємного рамного універсального стенду може бути напольна рама (рис. 7.9).

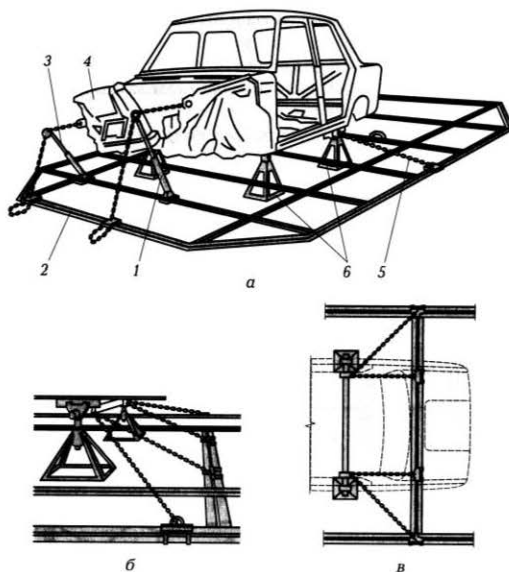


Рисунок 7.9 – Напольна рама для правки кузова автомобіля: а – загальний вигляд; б – схема закріплення за пороги кузова; в – схема закріплення ланцюгів

Змонтована у підлогу рама слугує основою стенду 2 і призначена для кріплення на стійках 6 кузова, силових стійок, натяжних пристосувань – гідроциліндрів з зусиллям 10 т. Зусилля розтягування створюються за допомогою силових стійок або гідродомкратів 1 та 3. Кузов 4 кріпиться до рами пристосуваннями 5. Після закріплення на пошкодженій ділянці кузова з допомогою струбцини через опору силової стійки закріплюються ланцюги, один кінець яких з'єднується з деформованим кузовом, інший – з фундаментною рамою.

Значну роль в успішному використанні будь-яких стендів для правки грає технологічне оснащення (рис. 7.10).

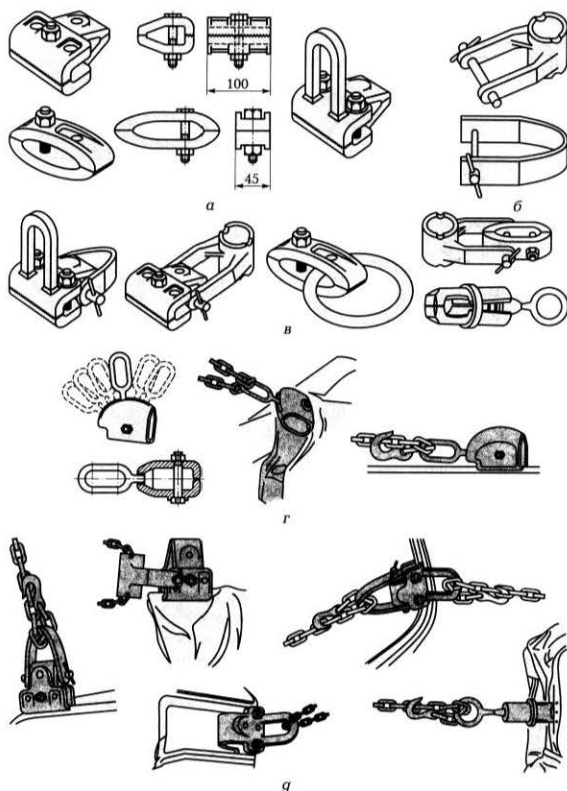


Рисунок 7.10 – Технологічне оснащення стендів для відновлення кузовів: а – замкові зажими; б – з'єднувальна скоба; в – замкові зажими в зібраному стані; г – універсальні зажими; д – приклади застосування замкових зажимів

На даний час для оснащення стендів для правлення кузовів використовуються контрольно-вимірювальні системи двох типів: механічні та електронні.

Операції з розбирання та видалення окремих пошкоджених елементів кузова повинні бути такими, щоб деталі, які ремонтуються не отримали додаткових деформацій. Найбільші труднощі виникають під час розбирання деталей кузова, які є частинами зварного кузова.

Для усунення пошкоджень кузова застосовуються різні способи зварювання, хоча найбільш поширений це напівавтоматичне зварювання в середовищі вуглекислого газу. Незалежно від виду зварювання існує два способи з'єднання кузовних панелей: внапуск та встик. В залежності від конструктивних елементів, їх розташування, доступності зварювання та товщини металу зварювання ведеться суцільним, переривчастим та точковим швами, а також по отворах.

При ремонті кузовів значні труднощі виникають під час усунення пошкоджень лицевих поверхней, коли доступ до зворотньої сторони панелі утруднений або неможливий. При цьому, традиційні методи правки не дають позитивних результатів. Тому необхідно застосовувати спеціальні пристосування, які забезпечують витягування металу із зовнішньої сторони кузовної деталі.

Такі пристосування дозволяють витягувати вмятини великої площини і правити складні ділянки кузовів. В основі принцип прикладання плавного та точного зусилля тільки ззовні деталі. Комплект обладнання показаний на рис. 7.11.

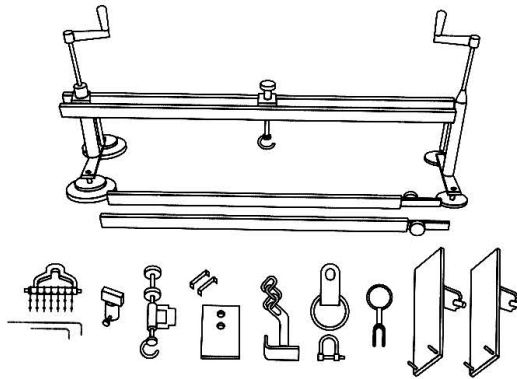


Рисунок 7.11 – Типовий комплект для витягування з прихватом

Для обмежених ділянок витягування пропонуються важільні пристосування, які опираються на кузов автомобіля через оправку, яка править певну площу (рис. 7.12).

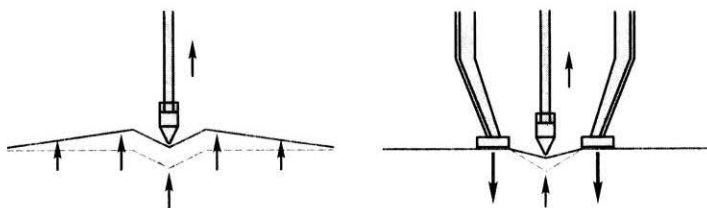


Рисунок 7.12 – Варіанти використання важільного пристосування, який обмежує ділянку витягування

Також під час ремонту кузовів часто застосовуються полімерні матеріали. Застосування цих матеріалів дозволяє значно зменшити трудомісткість робіт (на 20...30 %). При кузовному ремонті полімерні матеріали застосовуються для заварювання тріщин і пробоїн, вирівнювання панелей і герметизації швів, ремонту бамперів та молдингів.

Після завершення ремонтно-відновлюваних робіт та перед фарбуванням виконується контроль якості ремонту за геометричними параметрами кузова, лінійними розмірами та по зазорам між деталями.

Підготовка поверхні до фарбування полягає у знятті старої фарби, видаленні слідів корозії, зачищенні і знежиренні деталей. Для цього застосовують механічні, хімічні методи та ін. Для механічного очищення застосовують ручний та механізований інструмент, піско- та дробоструминний, дробометальний методи. Ручний механізований (пневматичний або електричний) інструмент – це щітки, шарошки, машинки з наждачними кругами. Для видалення старої фарби ефективно використовувати змивки у вигляді хімічних розчинів. Під їх дією фарба набухає і зморщується.

Технологічний процес ремонтного фарбування кузова складається із наступних операцій:

- підготовка поверхні;
- ґрунтування;
- шпатлювання;
- нанесення фарби, емалі та лаку;
- сушіння покриттів.

При відновлювальному фарбуванні приблизно 90 % трудозатрат припадають на підготовчі роботи. Підготовка поверхней до фарбування

включає в себе зняття старих фарбованих покриттів, видалення продуктів корозії, шліфування, ґрунтування та шпатлювання поверхні.

Для зняття старих фарбованих покриттів та корозії застосовуються два способи – механічний та хімічний.

Ґрунтування – це нанесення шару фарбувального матеріалу, який буде контактувати з металом. Ґрунтовки відрізняються від фарб підвищеним вмістом антикорозійних пігментів.

Шпатлювання – це обробка вм'ятин, невеликих раковин, царапин та інших дефектів. Шпатлювка наноситься на поверхню декількома тонкими шарами. Кожен наступний шар наноситься тільки після висихання попереднього.

Шліфування – це видалення із шпатльованої поверхні шорсткостей, нерівностей, а також пилу та інших забруднень. Для шліфування використовуються порошкові абразиви, абразивні шкурки та стрічки. Застосовується сухе та мокре шліфування.

Фарбу наносять в декілька шарів. На першому шарі емалі чітко виявляються всі дефекти зашпатльованої поверхні. Кожен наступний шар фарби наноситься на добре висушену поверхню.

Основним методом нанесення лакофарбових матеріалів є пневматичне розпилювання пульверизаторами. Нанесену фарбу сушать при нормальній або підвищеній температурі. Для цього застосовують сушильні камери.

Питання для самоконтролю

1. Характерні дефекти головки та блока циліндрів?
2. Яким чином усуваються дефекти гільзи циліндра?
3. Особливості відновлення блоків циліндрів, які виготовлені з алюмінієвих сплавів?
4. Яким чином відновити шатун?
5. Відновлення та ремонт поршнів?
6. Характерні дефекти колінчастого вала?
7. Яким чином усувається вигин колінчастого вала?
8. Відновлення шийок колінчастого вала, в яких спрацювання перевищує встановлені для них ремонтні розміри?
9. Відновлення шатунів?
10. Особливості відновлення зубчастих коліс?
11. Відновлення пружних елементів?
12. Характерні дефекти радіаторів, баків та трубопроводів?
13. Відновлення кузова автомобіля?

Список літератури

1. Божидарнік В.В. Основи технології виробництва і ремонту автомобілів / В.В. Божидарнік, А.П. Гусев – Луцьк: Надстир'я, 2007. – 314 с.
2. Виноградов В.М. Техническое обслуживание и текущий ремонт автомобилей. Механизмы и приспособления / В.М. Виноградов, И.В. Бухтеева, А.А. Черепакин – М.: Форум, 2010. – 272 с.
3. Власов В.М. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей / В.М. Власов, С.В. Жанказиев, С.М. Круглов и др. – М.: «Академия», 2003. – 480 с.
4. Гусев А.П. Технологічні основи машинобудування / А.П. Гусев. – Луцьк: Надстир'я, 2008. – 248 с.
5. Дехтяринский Л.В. Технология ремонта автомобилей / Л.В. Дехтяринский – М.: Транспорт, 1979. – 489 с.
6. Есенберман Р.Е. Капитальный ремонт автомобилей / Р.Е.Есенберман – М.: Транспорт, 1989. – 470 с.
7. Иванов В.П. Ремонт автомобилей: учебное пособие / В.П. Иванов, В.К. Ярошевич, А.С. Савич. – Минск: Выш. школа, 2009. – 383 с.
8. Канарчук В.Є. Основи технічного обслуговування і ремонту / Канарчук В.Є., Лудченко О.А., Чигринець А.Д. – К.: «Вища школа», 1994. – 599 с.
9. Левитский И.С. Технология ремонта машин и оборудования / И. С. Левитский – М.: Колос, 1975. – 523 с.
10. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів / О.А. Лудченко. – К.: Знання – Прес, 2003. – 511 с.
11. Малышев Г.А. Справочник технолога авторемонтного производства / Г.А. Малишев. – М. Транспорт, 1977. – 430 с.
12. Румянцев С.И. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей / С.И. Румянцев, А.Ф. Синельников, Ю.Л. Штоль. – М.: Машиностроение, 1989. – 272 с.
13. Рютман Х.Я. Ремонт легковых автомобилей / Х.Я. Рютман. – М.: Патриот, 1992. – 320 с.
14. Технологія металів / [М.А. Горпенюк, П.П. Єднерал, К.О. Іпатов та ін]. – К.: «Техніка», 1967. – 374 с.
15. Туревский И.С. Техническое обслуживание автомобилей. Часть 1. Техническое обслуживание и текущий ремонт автомобилей / И.С. Туревский – М.: ИД «Форум» - ИНФРА-М, 2011. – 432 с.
16. Форнальчик Є.Ю. Технічна експлуатація та надійність автомобілів / Є.Ю. Форнальчик, М.С. Олісевич, О.Л. Мاستикаш, Р.А. Пельо. – Львів «Афіша», 2004. – 492 с.
17. Хрулев А.Э. Ремонт двигателей зарубежных автомобилей / А.Э. Хрулев. – М.: «За рулем», 1999. – 440 с.

Навчальне видання

Захарчук Олег Вікторович

Основи технології виробництва та ремонту автомобілів

Навчальний посібник

Інформаційно-видавничий відділ
Луцького національного технічного університету
Свідectво Держкомінформу України ДК № 4123 від 28.07.2011 р.

Редактор В. Костюхіна

Підписано до друку __. __. 2017. Формат 60х84/16. Папір офс.
Гарн. Times New Roman. Ум. друк. арк. 9,0. Обл.-вид. арк. 8,5.
Наклад 300 прим. Зам. 70.

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