

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
Факультет механічний
Кафедра будівельних та дорожніх машин

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ
Частина 3

навчальна дисципліна	Обслуговування та ремонт підйомно-транспортних, будівельних, дорожніх, меліоративних машин і обладнання. Змістовий модуль 3. Організація ремонтного виробництва на підприємствах.
рівень вищої освіти	другий (магістерський)
спеціальність	133 «Галузеве машинобудування»
освітньо-професійна програма	Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні, меліоративні машини та обладнання

Затверджено радою
механічного факультету,
протокол № 1
від «28» серпня 2026 р

Харків 2026

Конспект лекцій з дисципліни «Обслуговування та ремонт підйомно-транспортних, будівельних, дорожніх, меліоративних машин і обладнання. Змістовий модуль 3. Організація ремонтного виробництва на підприємствах» для студентів денної та заочної форм навчання за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування» / Укл. доц. к.т.н. І.П.Смирнов.-Харків: ХНАДУ, 2026 – 161 с.

ЗМІСТ

Змістовий модуль 3. Організація ремонтного виробництва на підприємствах

Лекція 13 Об'єкти, типи, форми і методи організації планового та поточного ремонту машин. Система планового та поточного ремонту. Планування та облік ремонту	4
Лекція 14-15 Технологія ремонту підйомно-транспортних, будівельних, дорожніх, меліоративних машин і обладнання. Загальні положення. Ремонт агрегатів, систем, типових деталей складальних одиниць. Технологічна схема демонтажу-монтажу агрегатів, систем, вузлів, механізмів, муфт, редукторів, двигунів	25
Лекція 16 Дефектування деталей при проведенні ремонту. Неруйнівні методи дефектування деталей. Різновиди неруйнівного контролю	80
Лекція 17 Застосовувані інструменти і прилади: візуально-оптичний контроль, капілярний метод, ультразвуковий метод, вихрострумний метод, магнітопорошковий метод, метод Хола, радіаційні методи, тепловізійний метод, тензометрія, акустико-емісійний метод. Оформлення результатів випробувань. Аналіз технічної документації з результатами неруйнівного контролю та технічного огляду	100
Лекція 18 Загальні відомості про технологію та методи відновлення деталей. Очищення і промивання деталей і вузлів. Ручне, напівавтоматичне та автоматичне зварювання під флюсом. Зварювання електродом, що не розплавлюється. Зварювання елементів великої товщини і правила обробки торців. Наплавлення	114
Лекція 19 Ремонт тріщин, пробоїн, відколів і усунення інших механічних пошкоджень. Усунення деформацій тиском. Ремонтні і проектні розміри. Відновлення проектних розмірів. Відновлення посадок в сполученнях. Відновлення зубчатих передач, шпонкових та шліцьових з'єднань. Налаштування гальм	139

ЛЕКЦІЯ 13 Об'єкти, типи, форми і методи організації планового та поточного ремонту машин. Система планового та поточного ремонту.

Планування та облік ремонту.

Форми і структура організації ремонтної служби

У процесі роботи транспортні засоби втрачають свої робочі якості головним чином через зношування і руйнування окремих деталей, тому знижуються точність, потужність, продуктивність та інші параметри.

Для компенсації зношування й підтримки обладнання в нормальному працездатному стані потрібні системне технічне обслуговування й виконання ремонтних робіт, а також проведення заходів щодо технічної діагностики.

Спираючись на поняття і термінологію, сформульовані в науці про надійність, легко визначити відповідні терміни, які застосовуються в галузі ремонту підйомно-транспортної, будівельної, дорожньої, меліоративної техніки.

Ремонт – ремонт - відновлення пошкоджених, спрацьованих або таких, що стали непридатними з будь-якої причини, складових частин обладнання (металевих конструкцій, механізмів, гідроприводу, електроприводу, приладів і пристроїв безпеки тощо) з доведенням обладнання до працездатного і справного стану, у тому числі проведене відповідно до системи планово-попереджувальних ремонтів.

Розрізняють два види ремонту техніки: капітальний і поточний.

Капітальний ремонт – вид ремонту, який виконується для відновлення справності і повного (або близького до повного) відновлення ресурсу виробів із заміною або відновленням будь-яких складових частин, у тому числі базових. Відповідно розрізняють капітальний ремонт машини і складових частин (агрегатів).

Поточний ремонт – вид ремонту, який виконується для забезпечення або відновлення працездатності машини із заміною або відновленням окремих складових частин. Під час цього ремонту складові частини, що

досягли граничного стану, підлягають капітальному ремонту, а які не досягли – поточному (у випадку необхідності).

Поточний ремонт може виконуватись як на місці використання машини, так і у відповідних майстернях або на станціях ТО. Планові поточні ремонти техніки проводять за результатами ресурсного діагностування через певний, передбачений нормативними документами, період наробітку.

Організація планового, поточного та капітального ремонту машин базується на сукупності заходів із технічного обслуговування та ремонту, що проводяться за графіком для підтримки працездатності. Вона включає щоденне обслуговування, періодичні ТО (ТО-1, ТО-2), поточні ремонти (заміна до двох базових агрегатів) та капітальні ремонти, що забезпечують надійність та безпеку експлуатації техніки.

ДСТУ 9050:2020 — це національний стандарт України, що встановлює терміни та визначення понять у сфері технічного обслуговування (ТО) та ремонтування техніки. Стандарт унормовує технічну термінологію, визначаючи технічне обслуговування як комплекс операцій із підтримки працездатності, а ремонт — як відновлення справності, охоплюючи поняття експлуатації, монтажу, налагодження та діагностування.

Основні положення ДСТУ 9050:2020:

Сфера застосування: Стандарт є обов'язковим для використання у нормативній, науковій, навчальній та технічній документації.

Основні поняття:

Технічне обслуговування (ТО): Комплекс заходів, спрямованих на підтримання справності або працездатності виробу під час використання, очікування, зберігання або транспортування (наприклад, миття, змазування, контроль стану, регулювання).

Ремонт: Комплекс операцій, спрямованих на відновлення справності або працездатності виробу, а також відновлення його ресурсу.

Експлуатація: Сукупність етапів використання техніки за призначенням, включаючи підготовку, технічне обслуговування, ремонт, транспортування та зберігання.

Структура ремонту: Стандарт класифікує ремонти на поточні (заміна окремих частин) та капітальні (повне відновлення).

Види технічного обслуговування: щоденне (ЩТО), періодичне, сезонне (СО) та регламентоване обслуговування.

Стандарт застосовується разом із ДСТУ 2860-94 «Надійність техніки».

Ремонт будівельних машин - це комплекс робіт, що відновлюють ресурс і забезпечують працездатність та справність будівельних машин в процесі експлуатації. Ремонт включає контрольно-діагностичні, розбірно-складальні, слюсарні, зварювально-наплавні та інші роботи.

Встановлюється два види планового ремонту будівельних машин: поточний і капітальний.

Поточний ремонт призначений для підтримання працездатності та справності машин шляхом відновлення або заміни окремих складальних одиниць і деталей, крім базових; їх обсяг визначається технічним станом машин.

Капітальний ремонт призначений для відновлення справності та повного чи близького до нього ресурсу машин шляхом заміни або відновлення складальних одиниць і деталей, включаючи базові.

Порядок виконання робіт і контроль якості капітального ремонту регламентуються ремонтною документацією.

Здавання будівельних машин в капітальний ремонт і приймання їх з ремонту здійснюється у відповідності з ДБН В.2.8-4-96 «Система технічного обслуговування та ремонту будівельних машин. Загальні вимоги». Відповідно до Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту (№ 268/2708 від 28 квітня 1998 р), капітальний ремонт передбачає заміну не менш як трьох базових агрегатів.

Крім планових ремонтів проводяться непланові ремонти, необхідність в яких виникає внаслідок відказів у роботі будівельних машин або аварій.

Основні методи та складові організації ремонту:

Система ППР (Планово-попереджувальний ремонт): Базується на виконанні запланованих операцій (чищення, змащування, регулювання) через певні проміжки часу, що запобігає передчасним поломкам.

Методи організації ремонту:

Вузловий метод: Заміна несправних вузлів та агрегатів на нові або відремонтовані (з обмінного фонду), що значно скорочує час простою машин.

Індивідуальний метод: Ремонт здійснюється безпосередньо на машині, з відновленням або заміною конкретних деталей без заміни агрегату цілком.

Потоковий метод: Ремонтні роботи виконуються на спеціалізованих робочих місцях (постах) у певній послідовності.

Поточний ремонт: Здійснюється для забезпечення або відновлення працездатності, полягає в заміні окремих частин (окрім базових), що забезпечує безперебійну роботу.

В процесі експлуатації будівельних машин їх деталі та складальні одиниці зношуються, виникає стан втоми, старіння металів, порушується взаємне розташування деталей, що призводить до втрати машиною її початкових характеристик. Підтримання будівельних машин у працездатному стані залежить від своєчасного проведення заходів, які забезпечують справність та працездатність машин.

З цією метою в будівництві використовується система планово-попереджувального технічного обслуговування та ремонту будівельної техніки (система ППР), яка є комплексом організаційно-технічних заходів, що мають попереджувальний характер, виконуються в плановому порядку та спрямовані на забезпечення справності та працездатності будівельної техніки, поліпшення її технічного стану та зниження витрат на експлуатацію.

Власники будівельних машин розроблюють і здійснюють систему керування якістю експлуатації будівельних машин у відповідності зі стандартами і нормативними, а також заходи системи ППР, що забезпечують високий рівень технічної готовності парку машин і попереджують відкази машин в процесі використання за призначенням.

Організаційно-технічні заходи системи ППР виконуються з урахуванням вказівок, що містяться в експлуатаційно-ремонтній документації, вимог до технічного стану машин і правил безпечної експлуатації, що встановлені Держнаглядом, Держнаглядом праці, Державною інспекцією і діючими державними та галузевими стандартами.

Система ППР на практиці реалізується шляхом:

- розробки планів технічного обслуговування і ремонту;
- розробки та здійснення організаційно-технічних заходів, що забезпечують своєчасне та якісне виконання робіт по технічному обслуговуванню і ремонту;
- організації систематичного обліку наробки машин;
- контролю за реалізацією планів технічного обслуговування і ремонту, якістю виконання робіт.

На основі накопиченого досвіду експлуатації будівельної техніки в Україні встановлені єдині правила технічної експлуатації основних будівельних машин і вимоги до нормування періодичності, трудомісткості і тривалості виконання технічного обслуговування і ремонту, які закріплені державними будівельними нормами ДБН В.2.8-95.

Ці ДБН містять у собі дані про види технічного обслуговування і ремонту, періодичності, трудомісткості та тривалості їх виконання, які розроблені на підставі вимог, що містяться в експлуатаційній і ремонтній документації, а також накопиченого досвіду експлуатації будівельної техніки в Україні. Вимоги цих норм обов'язкові для всіх власників будівельної техніки незалежно від форм власності та відомчої належності.

Ремонт - це комплекс робіт, що відновлюють ресурс і забезпечують працездатність та справність будівельних машин в процесі експлуатації.

Ремонт включає контрольно-діагностичні, розбірно-складальні, слюсарні, зварювально-наплавні та інші роботи.

Планування ремонту будівельних машин

Власники будівельних машин складають річний план і місячний план-графік технічного обслуговування і ремонту будівельних машин. Річним планом встановлюється кількість технічних обслуговувань і ремонтів для кожної машини, групи однотипних машин і парку машин в цілому.

На підставі річного плану визначається потреба в матеріальних і трудових ресурсах на виконання технічних обслуговувань і ремонтів, а також потреба в виробничих площах ремонтних майстерень, технологічному обладнанні, пересувних засобах технічного обслуговування і ремонту.

Для розробки річного плану необхідні по кожній машині такі дані:

- фактична наробка на початок року;
- запланована наробка на рік;
- періодичність технічних обслуговувань і ремонтів.

При визначенні складу парку машин слід враховувати списання та надходження машин, що передбачаються в розрахунковому році.

Фактична наробка на початок року визначається з часу проведення останнього відповідного виду технічного обслуговування, ремонту або з початку експлуатації, якщо таке технічне обслуговування і ремонт не проводились.

Організація проведення ремонту будівельних машин

Власники машин забезпечують проведення технічного обслуговування і ремонту у відповідності з річним планом і місячним планом-графіком.

Операції технічного обслуговування та ремонту мають виконуватися у відповідності з вимогами технологічних карт, технічних описів і інструкцій по експлуатації будівельних машин.

Організація технічного обслуговування та ремонту будівельних машин забезпечується завчасною інженерно-технологічною підготовкою виробництва, що включає:

- забезпечення експлуатаційною та ремонтною документацією;
- оснащення технологічних процесів спеціальним обладнанням, оснасткою та інструментом;
- матеріально-технічне забезпечення запасними частинами, комплектуючими виробами та ремонтно-експлуатаційними матеріалами;
- підготовку та підвищення кваліфікації робітників, які зайняті технічним обслуговуванням та ремонтом, і машиністів будівельних машин;
- удосконалення ремонтно-експлуатаційної бази;
- контроль якості робіт по технічному обслуговуванню та ремонту.

Розмір виробничих площ баз механізації, їх призначення та оснащення технологічним обладнанням визначаються структурою та кількісним складом парку машин, умовами його експлуатації і прийнятою формою організації технічного обслуговування та ремонту.

Власник будівельних машин доводить замовнику місячний план-графік технічного обслуговування і ремонту за три дні до початку місяця, на який його розроблено. При виробничій необхідності і погодженні з замовником власник машин може змінювати строки проведення технічного обслуговування, але не більш як на три дні. При виході будівельної машини на плановий ремонт вона, як правило, повинна бути замінена іншою машиною того ж призначення.

Технічне обслуговування та поточний ремонт будівельних машин доцільно виконувати централізовано спеціалізованими бригадами (ланками), що входять до складу підрозділів або організацій по технічному обслуговуванню та ремонту будівельних машин.

В залежності від складу та структури парку машин, умов його експлуатації визначається кількість бригад (ланок) технічного обслуговування, їх кваліфікаційний склад. Для проведення технічного

обслуговування складається заявка, в якій міститься інформація про види та строки проведення технічного обслуговування, місце знаходження будівельної машини, її технічний стан і додаткові операції, які необхідно провести в процесі технічного обслуговування.

Обсяг фактично виконаних бригадою (ланкою) робіт фіксується в журналі обліку технічного обслуговування і ремонту або в журналі обліку усунення несправностей і відказів будівельних машин.

Технічне обслуговування та поточний ремонт будівельних машин виконуються як в умовах стаціонарних майстерень, так і безпосередньо на місцях роботи за допомогою пересувних засобів технічного обслуговування та ремонту.

Поточні ремонти будівельних машин повинні виконуватись, як правило, агрегатним методом, при якому складальні одиниці, що відпрацювали свій ресурс, замінюються на нові або з оборотного фонду.

Оборотний фонд створюється власниками будівельних машин за рахунок нових складальних одиниць або завчасно відремонтованих. Найбільш ефективним методом проведення поточних ремонтів будівельних машин слід вважати метод періодичної заміни ремонтних комплектів, при якому замінюються не окремі складальні одиниці, а їх комплекти з однаковим або близьким ресурсом. Потреба в оборотному фонді визначається залежно від структури та складу парку машин, умов експлуатації, ресурсу та часу оборотності складальних одиниць і їх комплектів.

Доцільність постановки будівельної машини в ремонт, передбачений планом-графіком, визначається комісією, очолюваною головним інженером (головним механіком) власника. Якщо будівельна машина за своїм технічним станом не потребує ремонту в строки, що передбачені планом-графіком, комісія дає дозвіл на подальше її використання за призначенням і встановлює нову дату огляду. Висновки комісії оформляються відповідним актом.

Для визначення технічного стану будівельних машин їх власники проводять сезонні огляди, які виконуються спеціальною комісією. За результатами огляду дається оцінка рівню експлуатації техніки, визначаються недоліки, усунення яких регламентується відповідним наказом.

Приймання машин після технічного обслуговування та поточного ремонту здійснюється механіком власника за участю машиніста (оператора). Результати зовнішнього огляду будівельної машини та її випробування на холостому ходу та під навантаженням фіксуються в акті проведення технічного обслуговування, в журналі обліку технічних обслуговувань і ремонтів і підписуються особами, які здають і приймають будівельну машину.

Капітальний ремонт будівельних машин, їх складових частин та складальних одиниць, як правило, здійснюється централізовано на ремонтних і ремонтно-механічних підприємствах, а також на базах механізації агрегатним методом відповідно до вимог ремонтної документації (рис.13.1).



Рис.13.1 - Капітальний ремонт крану

Комплексна система керування якістю ремонтного виробництва

Створення сучасної автоматизованої системи управління ремонтно-технічним обслуговуванням — одне з першочергових завдань будь-якого підприємства, яке думає про майбутнє і збирається працювати на ринку довго і успішно.

Сучасної автоматизована система управління ремонтно-технічним обслуговуванням (рис.13.2-13.4):

- створює бази даних, що містять інформацію про устаткування, його технічні, технологічні і ремонтні характеристики;
- створює бази даних нормативної ремонтної документації (норми часу, техніко-економічні нормативи та ін.);
- створює бази даних графічної технологічної і конструкторської документації (технологічні схеми, креслення та ін.);
- контролює стан машин, реєструє відмови і дефекти, контролює їх усунення і аналізує причини виникнення і розвитку;
- підтримує виконання функцій різних видів ремонту і технічного обслуговування;
- визначає потребу в матеріальних ресурсах на ремонти, аналіз і контроль їх використання.
- формує архіви ремонтів і відмов устаткування.

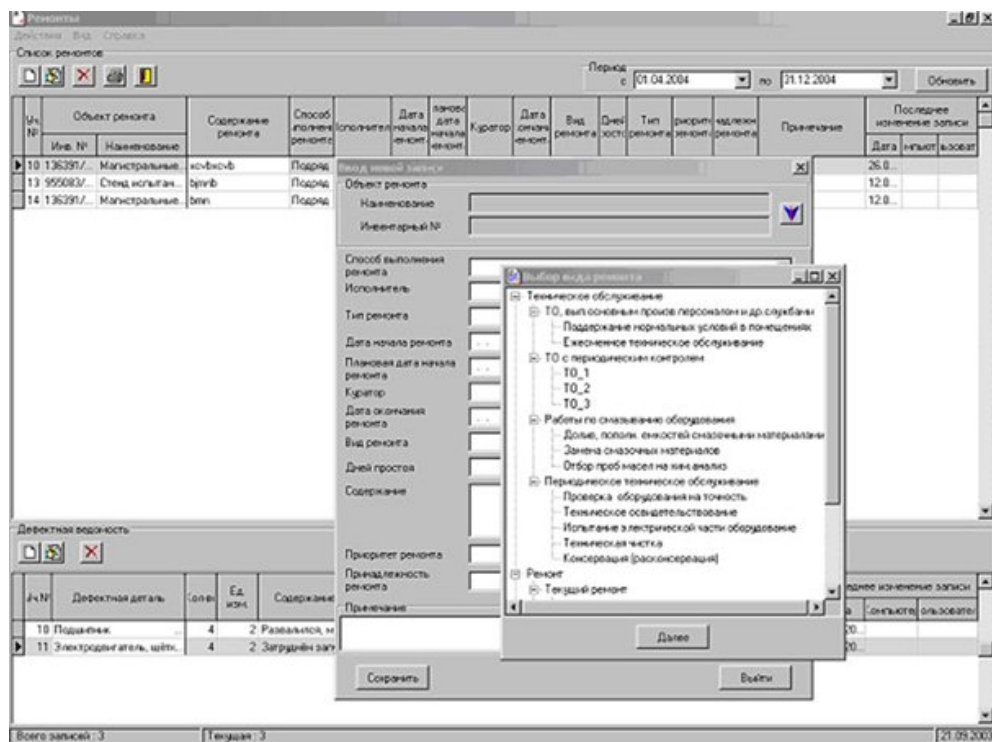


Рис.13.2 - Модуль формування бази проведених ремонтних робіт



При проведенні технічного обслуговування та всіх видів ремонту будівельних машин як на місцях їх роботи, так і в стаціонарних умовах, необхідно здійснювати заходи щодо запобігання забруднення навколишнього середовища (землі, повітряного та водного басейнів).

Організація та проведення робіт по технічному обслуговуванню та ремонту мусить здійснюватись у відповідності з правилами безпеки виконання цих робіт і протипожежної безпеки, що викладені в експлуатаційній та ремонтній документації.

Система планового та поточного ремонту. Планування ремонту будівельних машин

Власники будівельних машин складають річний план і місячний план-графік технічного обслуговування і ремонту будівельних машин.

Річним планом встановлюється кількість технічних обслуговувань і ремонтів для кожної машини, групи однотипних машин і парку машин в цілому. На підставі річного плану визначається потреба в матеріальних і трудових ресурсах на виконання технічних обслуговувань і ремонтів, а також потреба в виробничих площах ремонтних майстерень, технологічному обладнанні, пересувних засобах технічного обслуговування і ремонту.

Для розробки річного плану необхідні по кожній машині такі дані:

- фактичне напрацювання на початок року;
- заплановане напрацювання на рік;
- періодичність технічних обслуговувань і ремонтів.

При визначенні складу парку машин слід враховувати списання та надходження машин, що передбачаються в розрахунковому році.

Фактичне напрацювання на початок року визначається з часу проведення останнього відповідного виду технічного обслуговування, ремонту або з початку експлуатації, якщо таке технічне обслуговування і ремонт не проводились.

Кількість технічних обслуговувань і ремонтів кожного виду для окремої машини (**К**) розраховується за формулою:

$$K = \frac{(T_{\text{ф}} + T_{\text{пл}})}{T_{\text{п}} * K_{\text{р}} * K_{\text{к}}} - K_{\text{о}}$$

де **Тф** - фактичне напрацювання машини на початок року, після проведення останнього, відповідному тому, що розраховується, мото-години;

Тпл - заплановане напрацювання на рік, мото-години;

Тп - періодичність виконання відповідного технічного обслуговування або ремонту, мото-години;

Ко - кількість усіх видів технічних обслуговувань і ремонтів, що перевищує періодичність даного виду (при визначенні кількості капітальних ремонтів $K_{\text{о}}$ дорівнює нулю);

Кр коефіцієнт коригування показників періодичності в залежності від рельєфу місцевості та висоти над рівнем моря;

Кк – коефіцієнт коригування показників періодичності в залежності від природно - кліматичних умов (див. додатки 2, 3).

Розрахунок за цією формулою виконується в такій послідовності: капітальний ремонт, поточний ремонт, технічні обслуговування ТО-2, ТО-1.

Якщо **Тф** перевищує **Тп**, що має місце при порушенні строків проведення відповідного технічного обслуговування чи ремонту, в формулі слід замінити **Тф** на **Тп**.

Примітка. Результати розрахунків потрібно округляти в менший бік.

Порядковий номер місяця року $n_{\text{м}}$, в якому повинен проводитись капітальний ремонт, визначається за формулою:

$$n_{\text{м}} = 12 \frac{T_{\text{п}} * K_{\text{р}} * K_{\text{к}} - T_{\text{ф}}}{T_{\text{пл}}} + 1$$

Капітальний ремонт машини переноситься на наступний рік, якщо номер місяця виявиться більше 12. Допускається коригування строків капітального ремонту в межах найближчих місяців з урахуванням технічного стану машини.

На основі розрахунків слід визначити сумарну потребу в технічних обслуговуваннях і ремонтах для груп однотипних машин і для парку машин в

цілому. Для великих парків машин кількість технічних обслуговувань і ремонтів для груп однотипних машин доцільно визначати за формулою:

$$K = M \frac{T_{пл}}{T_n * K_p * K_k} - K_o$$

де **М** - кількість однотипних машин у групі.

Затрати праці **З** на виконання робіт по технічному обслуговуванню та ремонту визначаються за формулою:

$$З = K * z,$$

де **z** - затрати праці на певний вид робіт при виконанні одного технічного обслуговування чи ремонту, людино-години.

За цією формулою розраховуються затрати праці на слюсарні, верстатні та інші види робіт для кожної машини парку. За результатами цих розрахунків визначаються сумарні затрати праці на виконання необхідних видів робіт для груп однотипних машин і для парку машин в цілому.

Місячний план-графік визначає строки постановки машини на технічне обслуговування та ремонт. Для розробки місячного плану-графіка необхідні по кожній машині такі дані:

- фактичні напрацювання на початок місяця, після проведення відповідного ТО або Р;
- заплановане напрацювання на місяць;
- періодичність технічних обслуговувань і ремонтів;
- тривалість технічних обслуговувань і ремонтів.

Порядковий робочий день місяця постановки машини на технічне обслуговування чи ремонт **Д** визначається за формулою:

$$Д = N \frac{m * T_n * K_p * K_k - T_{фм}}{T_{пл.м}} + 1,$$

де **N** – кількість робочих днів у місяці;

Тфм - фактичне напрацювання на початок місяця після проведення однойменного ТО або ремонту, мото-години;

Тпл.м – заплановане напрацювання на місяць, мото-години;

m - номер чергового одноіменного технічного обслуговування (**m** = 1,2...). Для ремонтів **m** = 1.

Якщо розрахункова величина **Д** виявиться більшою ніж кількість робочих днів у місяці, відповідний вид технічного обслуговування чи ремонту переноситься на наступний місяць.

Для визначення дати проведення технічного обслуговування і ремонту необхідно до розрахункової величини порядкового робочого дня додати відповідну кількість попередніх святкових і вихідних днів.

Організація проведення технічного обслуговування та ремонту будівельних машин

Власники машин забезпечують проведення технічного обслуговування і ремонту у відповідності з річним планом і місячним планом-графіком. Операції технічного обслуговування та ремонту мають виконуватися у відповідності з вимогами технологічних карт, технічних описів і інструкцій по експлуатації будівельних машин.

Організація технічного обслуговування та ремонту будівельних машин забезпечується завчасною інженерно-технологічною підготовкою виробництва, що включає:

- забезпечення експлуатаційною та ремонтною документацією;
- оснащення технологічних процесів спеціальним обладнанням, оснасткою та інструментом;
- матеріально-технічне забезпечення запасними частинами, комплектуючими виробами та ремонтно-експлуатаційними матеріалами;
- підготовку та підвищення кваліфікації робітників, які зайняті технічним обслуговуванням та ремонтом, і машиністів будівельних машин;
- удосконалення ремонтно-експлуатаційної бази;
- контроль якості робіт по технічному обслуговуванню та ремонту.

Розмір виробничих площ баз механізації, їх призначення та оснащення технологічним обладнанням визначаються структурою та кількісним складом

парку машин, умовами його експлуатації і прийнятою формою організації технічного обслуговування та ремонту.

Власник будівельних машин доводить замовнику місячний план-графік технічного обслуговування і ремонту за три дні до початку місяця, на який його розроблено.

При виробничій необхідності і погодженні з замовником власник машин може змінювати строки проведення технічного обслуговування, але не більш як на три дні. При виході будівельної машини на плановий ремонт вона, як правило, повинна бути замінена іншою машиною того ж призначення.

Технічне обслуговування та поточний ремонт будівельних машин доцільно виконувати централізовано спеціалізованими бригадами (ланками), що входять до складу підрозділів або організацій по технічному обслуговуванню та ремонту будівельних машин. В залежності від складу та структури парку машин, умов його експлуатації визначається . кількість бригад (ланок) технічного обслуговування, їх кваліфікаційний склад.

Для проведення технічного обслуговування складається заявка, в якій міститься інформація про види та строки проведення технічного обслуговування, місце знаходження будівельної машини, її технічний стан і додаткові операції, які необхідно провести в процесі технічного обслуговування. Обсяг фактично виконаних бригадою (ланкою) робіт фіксується в журналі обліку технічного обслуговування і ремонту або в журналі обліку усунення несправностей і відказів будівельних машин.

Технічне обслуговування та поточний ремонт будівельних машин виконуються як в умовах стаціонарних майстерень, так і безпосередньо на місцях роботи за допомогою пересувних засобів технічного обслуговування та ремонту. Поточні ремонти будівельних машин повинні виконуватись, як правило, агрегатним методом, при якому складальні одиниці, що відпрацювали свій ресурс, замінюються на нові або з оборотного фонду.

Оборотний фонд створюється власниками будівельних машин за рахунок нових складальних одиниць або завчасно відремонтованих. Найбільш ефективним методом проведення поточних ремонтів будівельних машин слід вважати метод періодичної заміни ремонтних комплектів, при якому замінюються не окремі складальні одиниці, а їх комплекти з однаковим або близьким ресурсом.

Потреба в оборотному фонді визначається залежно від структури та складу парку машин, умов експлуатації, ресурсу та часу оборотності складальних одиниць і їх комплектів.

Доцільність постановки будівельної машини в ремонт, передбачений планом-графіком, визначається комісією, очолюваною головним інженером (головним механіком) власника. Якщо будівельна машина за своїм технічним станом не потребує ремонту в строки, що передбачені планом-графіком, комісія дає дозвіл на подальше її використання за призначенням і встановлює нову дату огляду. Висновки комісії оформляються відповідним актом. Для визначення технічного стану будівельних машин їх власники проводять сезонні огляди, які виконуються спеціальною комісією. За результатами огляду дається оцінка рівню експлуатації техніки, визначаються недоліки, усунення яких регламентується відповідним наказом.

Приймання машин після технічного обслуговування та поточного ремонту здійснюється механіком власника за участю машиніста (оператора). Результати зовнішнього огляду будівельної машини та її випробування на холостому ходу та під навантаженням фіксуються в акті проведення технічного обслуговування, в журналі обліку технічних обслуговувань і ремонтів і підписуються особами, які здають і приймають будівельну машину.

Капітальний ремонт будівельних машин, їх складових частин та складальних одиниць, як правило, здійснюється централізовано на ремонтних і ремонтно-механічних підприємствах, а також на базах механізації агрегатним методом відповідно до вимог ремонтної документації.

При проведенні технічного обслуговування та всіх видів ремонту будівельних машин як на місцях їх роботи, так і в стаціонарних умовах, необхідно здійснювати заходи щодо запобігання забруднення навколишнього середовища (землі, повітряного та водного басейнів). Організація та проведення робіт по технічному обслуговуванню та ремонту мусить здійснюватись у відповідності з правилами безпеки виконання цих робіт і протипожежної безпеки, що викладені в експлуатаційній та ремонтній документації (РД).

Вимоги до змісту РД

РД, в загальному випадку, розробляють на основі:

- робочої конструкторської документації на виготовлення виробів за ДСТУ 3008:2015;
- експлуатаційної документації за нормативними документами;
- технічних умов на виріб (за наявності);
- технологічної документації на виготовлення виробу (за наявності);
- матеріалів по дослідженню несправностей, що виникають під час випробування і експлуатації виробів реального типу або аналогічних виробів інших типів;
- аналізу показників безвідмовності, ремонтпридатності, довговічності і зберезуваності виробу під час експлуатації до ремонту і в міжремонтні періоди;
- матеріалів по ремонту аналогічних виробів.

Відомості про виріб в РД мають бути мінімальними за обсягом, але достатніми для забезпечення правильного виконання ремонту. За необхідності в РД наведені вказівки про необхідні рівні підготовки обслуговуючого персоналу.

Перелік конкретних документів, на основі яких розробляють РД, вказується в технічному завданні на розробку РД:

Код	Вид	Визначення
-----	-----	------------

	документа	
РК (капітальног о) РС (середнього)	Настанова щодо ремонтування	Ремонтний документ, що містить вказівки щодо організації ремонту, правила та порядок капітального (середнього) ремонту виробу, контролювання, регулювання, випробовування, консервування, транспортування і зберігання виробу після ремонту, монтування і випробовування виробу на об'єкті, визначення показників і норм, яким повинен відповідати відремонтований виріб
	Загальна настанова щодо ремонту	Ремонтний документ, що містить загальні вказівки щодо організації і технології ремонту певної групи однотипних виробів, правила і порядок готування та виконання ремонту, значення показників і норми, яким повинні відповідати вироби після ремонту, правила та порядок випробовування, консервування, транспортування і зберігання після ремонту
УК (капітальног о) УС (середнього)	Технічні умови на капітальний та (чи) середній ремонт	Документ на ремонт, який містить технічні вимоги, показники і норми, яким повинен відповідати даний виріб після капітального та (чи) середнього ремонту, вимоги до контрольних випробувань, комплектування, упакування, транспортування і зберігання виробу після ремонту
	Загальні технічні умови на капітальний та (чи) середній ремонт	Документ на ремонт, який містить загальні технічні вимоги, показники і норми, яким повинні відповідати всі вироби після капітального та (чи) середнього ремонту
	Ремонті кресленики	Кресленики, що містять тільки ті зображення виробу, розміри, граничні відхили і додаткові дані, згідно з якими його ремонтують та контролюють у процесі після ремонту
ЗК (капітальног о) ЗС (середнього)	Норми витрат запасних частин на ремонт	Документ на ремонт, що містить номенклатуру запасних частин виробу та їх кількість, потрібну, щоб підготувати ремонтне виробництво унормованої

		кількості виробів, відремонтувати виріб та проконтролювати його під час ремонту і після нього
МК (капітальног о) МС (середнього)	Норми витрат матеріалів на ремонт	Ремонтний документ, що містить номенклатуру матеріалів і їх кількість, потрібну, підготувати ремонтне виробництво унормованої кількості виробів, відремонтувати виріб та проконтролювати його під час ремонту і після нього
ЗИК (капітальног о) ЗИС (середнього)	Відомість (розпис) комплекту запасних частин, інструментів та приладдя (ЗІП) на ремонт	Ремонтний документ, що містить номенклатуру та відомість про призначення, кількість і місце зберігання запасних частин, інструменту, приладдя та матеріалів, потрібних, щоб ремонтувати виріб
	Технічна документація на засоби оснащення ремонт	Документація, що містить інформацію для виготовлення, випробування та приймання ремонтно-технологічного та імітаційно-стендового оснащення ремонту. У її склад включають: ☛ робочу конструкторську документацію на виготовлення, випробування та приймання (за необхідності); ☛ технічні умови (за необхідності); ☛ експлуатаційні документи
ВРК (капітальног о) ВРС (середнього)	Відомість документів на ремонт	Документ, яким встановлено склад комплекту конструкторських документів для виконання ремонту виробу

Документи, що складаються для виконання КР

1. Положення з ТО і Р
2. Графік ППР
3. Ремонтна відомість
4. Кошторис витрат
5. Проект організації робіт (ПОР)

6. Акт прийому-здачі у ремонт

При проведенні технічного обслуговування та всіх видів ремонту будівельних машин як на місцях їх роботи, так і в стаціонарних умовах, необхідно здійснювати заходи щодо запобігання забруднення навколишнього середовища (землі, повітряного та водного басейнів).

Організація та проведення робіт по технічному обслуговуванню та ремонту мусить здійснюватись у відповідності з правилами безпеки виконання цих робіт і протипожежної безпеки, що викладені в експлуатаційній та ремонтній документації

ЛЕКЦІЯ 14-15 Технологія ремонту підйомно-транспортних, будівельних, дорожніх, меліоративних машин і обладнання. Загальні положення. Ремонт агрегатів, систем, типових деталей складальних одиниць. Технологічна схема демонтажу-монтажу агрегатів, систем, вузлів, механізмів, муфт, редукторів, двигунів і т.д.

Технологія ремонту підйомно-транспортних, будівельних, дорожніх, меліоративних машин і обладнання. Загальні положення.

Ремонт - це комплекс робіт із відновлення працездатності будівельних машин у процесі експлуатації. До складу ремонту входять контрольно-діагностичні, розбірно-складальні, слюсарні, верстатні, зварювально-наплавні та інші роботи.

Система планово-попереджувального ремонту передбачає планові поточний і капітальний та, згідно з ДСТУ БА.1.1-65-95, позаплановий ремонт.

Поточний ремонт виконують для забезпечення працездатності машин способом заміни або відновлення окремих складових частин і деталей, крім базових. Обсяг робіт з поточного ремонту залежить від технічного стану машини і визначається під час діагностування.

Капітальний ремонт виконують для відновлення справності та повного чи наближеного до повного ресурсу машини способом заміни або відтворення будь-яких її частин, у тому числі й базових. Порядок виконання робіт і контроль за якістю капітального ремонту регламентують ремонтною документацією. Під час капітального ремонту машину повністю розбирають і ремонтують усі складальні одиниці. Вибраковані деталі заміняють новими або відремонтованими.

Поточний і капітальний ремонти, як правило, виконують за попередньо розробленим планом, тому вони називаються плановими. Крім планових, проводяться також позапланові ремонти, потреба в яких виникає через раптові відмови в роботі або після аварій.

Ремонт, який виконується з періодичністю та в обсязі, що встановлені технічною документацією незалежно від технічного стану машини, називається регламентним, а ремонт, періодичність і обсяг якого визначаються технічним станом машини, —ремонтом за технічним станом.

Організаційні методи: ремонт спеціалізованою організацією та фірмовий метод ремонту.

Технологічні методи ремонту: знеособлений, незнеособлений, потоковий, агрегатний, ремонт з періодичною заміною ремонтних комплектів.

Знеособлений метод - це виконання ремонту, при якому складові частини машин, які ремонтують, знеособлюються і можуть бути встановлені після відновлення на іншу машину.

Незнеособлений метод — виконання ремонту на спеціалізованих постах з певною технологічною послідовністю та ритмом.

Агрегатний метод - виконання ремонту, при якому несправні складові частини замінюються новими або заздалегідь відремонтованими.

Метод ремонту з періодичною заміною ремонтних комплектів — виконання ремонту, при якому проводиться заміна ремонтного комплекту, що складається з декількох складальних одиниць і деталей з однаковими або близькими термінами служби.

Основне завдання, яке стоїть перед ремонтними підприємствами, - зниження собівартості ремонту машин та агрегатів при забезпеченні гарантій споживачів, тобто гарантії післяремонтного ресурсу.

Ремонт підйомно-транспортного обладнання (ПТМ).

На підприємствах застосовують найрізноманітніше підйомно-транспортне обладнання: мостові крани загального призначення вантажопідйомністю 5 і 10 т, однобалкові мостові крани з електроталіями вантажопідйомністю 1-5 т, монорейки з електроталією типу ТЗ, консольні поворотні крани вантажопідйомністю 0,125-3,2 т, підвісні і вантажонесучі конвеєри, гідравлічні та електромеханічні підйомники, домкрати,

транспортні візки, підйомно-транспортні пристрої тощо.

Кранове обладнання після ремонту має відповідати правилам Держтехнагляду.

Підйомно-транспортне обладнання найчастіше ремонтують комплексним знеособленим і агрегатним методом.

За придатністю до ремонту деталі ПТМ діляться на дві групи: ті, які неможливо або не дозволяється ремонтувати, і ті, які можна і дозволяється ремонтувати.

До першої групи відносяться сталеві канати, підшипники кочення, гаки (за зносу у зіві понад 10 %), петлі, пружини з тріщинами і зломами, гальмівні накладки, клинові паси, скручені вали і вали з тріщинами.

До другої групи належить решта типових і нетипових механізмів та деталей ПТМ.

Ремонт валів і осей. Основні дефекти валів і осей ПТМ типові для всіх видів машин, їх усувають загальноприйнятими методами. У зв'язку з наявністю у конструкціях ПТМ довгомірних валів, характерним дефектом є прогин, який усувають правленням. За частоти обертання валу менше 500 хв⁻¹ допустимий прогин становить 0,15 мм на 1 м, але не більше 0,3 мм на всю довжину; понад 500 хв⁻¹ – 0,1 мм на 1 м, але не більше 0,2 мм на всю довжину. Прогин валів і осей менше 0,5мм усувають механічною обробкою, понад 0,5 мм – правленням без нагрівання. Застосовують також правку нагріванням з боку випуклості. Вал випрямляється під дією внутрішніх напружень.

Ремонт барабанів і блоків. Вказані деталі ПТМ не ремонтують у випадках:

- зменшення початкової товщини стінки барабана понад 25 %;
- зносу поверхні ручаю (жолоба) блока понад 50 % діаметра каната;
- наявності тріщин на циліндричній поверхні або маточині барабана і блока;
- зменшення початкової товщини стінки ручаю блока понад 10%.

У решті випадків вантажні барабани і блоки кранів відновлюють проточуванням ручаїв. Такий ремонт має за мету відновлення кута прилягання каната до ручаю α_n (рис. 14.1), оскільки зменшення кута до α_3 підвищує питоме навантаження, що негативно впливає на роботу каната.

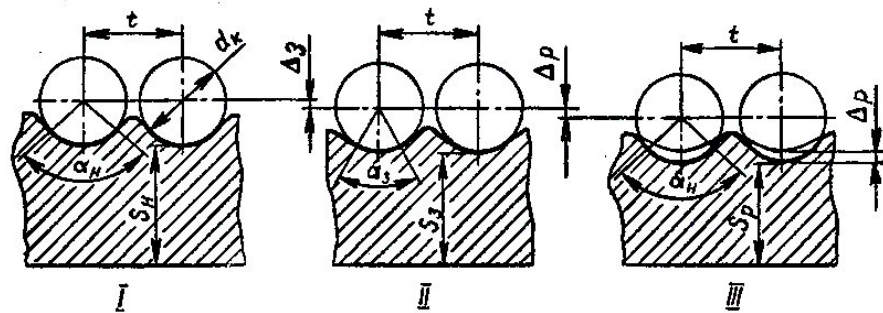


Рис. 14.1 – Схеми ремонту ручаїв барабану підйомно-транспортних замашин:

I – новий; II – зношений

У разі проточування міцність барабана перевіряють розрахунком у зв'язку із зменшенням товщини S_p стінки на $Dz + Dp$.

Допускають заварювання місцевих відколів і ненаскрізних тріщин у блоках. Зварювання циліндричної частини барабана лебідки дозволяється за наявності на ній однієї тріщини.

Наплавлення чавунних блоків і барабанів та зварювання у них тріщин не дозволяється.

Ремонт металевих конструкцій. Характерними їх дефектами є руйнування зварних і заклепочних з'єднань, деформації і тріщини в елементах, послаблення болтових з'єднань. Тріщини, раковини та інші дефекти зварних швів усувають їх вирубанням з повторним заварюванням.

Ослаблені заклепки замінюють новими збільшеного діаметра. Тріщини у листових елементах металоконструкцій ремонтують заварюванням пошкодженої ділянки. У відповідальних місцях заварені тріщини підсилюють накладками товщиною 0,6-0,7 товщини елемента (рис. 14.2).

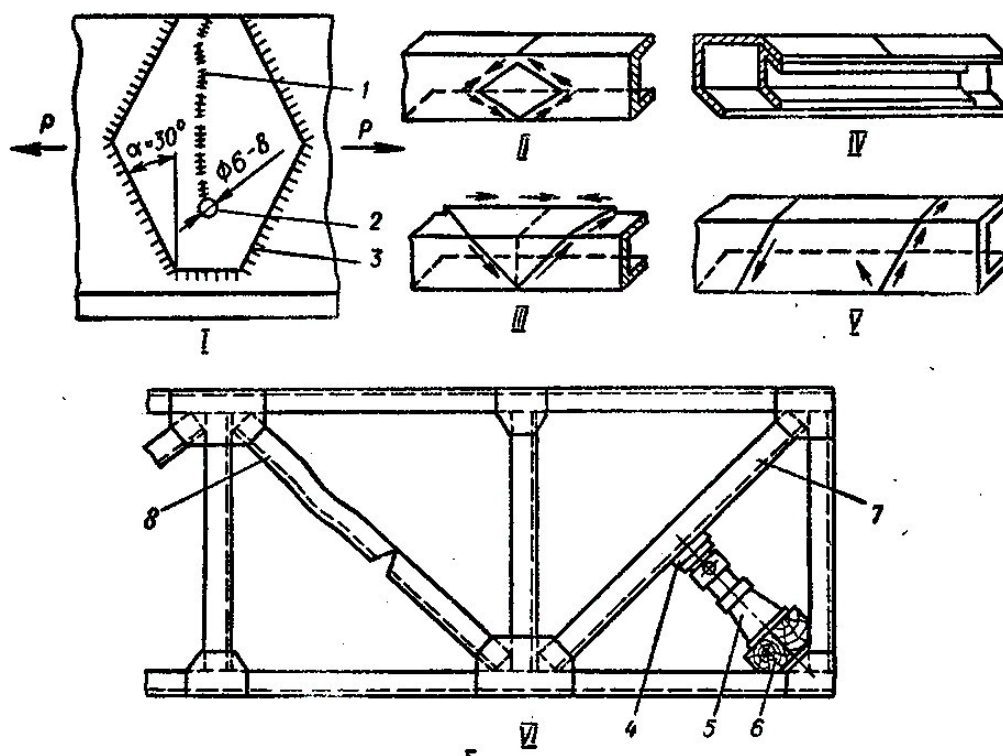


Рис. 14.2 – Схеми до ремонту металоконструкцій підйомно-транспортних машин: 1 – ремонт елемента з тріщиною; II, III, IV – накладання відповідно ромбоподібної, трикутної і жолобчастої накладок; V – заміна дефектної ділянки; VI – правка і заміна стрижньових елементів з дефектами: 1 – тріщина; 2 – отвір-деконцентратор; 3 – накладка; 4 – підкладка; 5 – домкрат; 6 – бруси; 7 – елемент, який підлягає правленню; 8 – елемент, який підлягає заміні

Шви накладок не можна розміщувати перпендикулярно до зусилля, яке викликає появу тріщини. Вони мають йти похило до нього. Стрижньові елементи ремонтують заварюванням тріщин, вирізанням їх з одночасним накладанням ромбоподібних, трикутних, коробчастих клепаних накладок, вирізанням дефектного і зварюванням у стик нової ділянки.

Приварювання стрижньових елементів виконують у холодному стані і з підігріванням. Незначні прогини елементів конструкції виправляють правленням без підігрівання, за значної деформації або тріщині дефектного елемента, його замінюють новим.

Болтові з'єднання елементів металоконструкцій відновлюють

свердлінням зношених отворів на збільшений розмір і установленням болтів з відповідним діаметром.

Випробування і здавання після ремонту ПТМ - це те саме, що й випробування і здавання в експлуатацію після монтажу нових машин. Після опробування кожного механізму, усунення несправностей і регулювання гальм мостових кранів переходять до технічного освідчення, статичних і динамічних випробувань і здавання крана замовнику.

Дослідження ремонтного фонду показали, що в середньому близько 20% деталей є непридатними, 25 ... 40% - придатних, а інші 40 ... 55% - підлягають відновленню. Більше того, відсоток непридатних деталей можна значно знизити на ремонтному підприємстві, якщо воно буде володіти ефективними способами їх дефектації та відновлення.

Технології відновлення деталей відносяться до розряду найбільш ресурсозберігаючих, тому що порівняно з виготовленням нових деталей витрати скорочуються до 70%. Основним джерелом економії ресурсів є витрати на матеріали. Середні витрати на матеріали при виготовленні деталей становлять 38%, а при відновленні - 6,6% від загальної собівартості. Для відновлення працездатності зношених деталей потрібно в 5 ... 8 разів менше технологічних операцій порівняно з виготовленням нових.

Трудомісткість відновлення окремих деталей ще невиправдано висока і навіть на великих ремонтних підприємствах у середньому в 1,7 разів більше трудомісткості виготовлення однойменних деталей на заводах - виробниках.

Основна кількість відмов деталей машин викликана зношенням робочих поверхонь - до 50%, близько 17% пов'язано з ушкодженнями і майже 8% викликане тріщинами. Основне місце серед всіх відмов машин займає двигун - до 43%. Приблизно 85% деталей відновлюють при їх зношенні не більше 0,3 мм, тобто їх працездатність відновлюється при нанесенні покриття незначної товщини. Нанесення металу на несучі поверхні з наступною механічною обробкою дозволяє багаторазово використовувати деталь.

Частка відновлюваних зовнішніх і внутрішніх циліндричних поверхонь складає близько 53%, різбових -13%, шліцьових -10%, зубчатих -10%, плоских -6%, всі інші -8% (рис. 14.3).

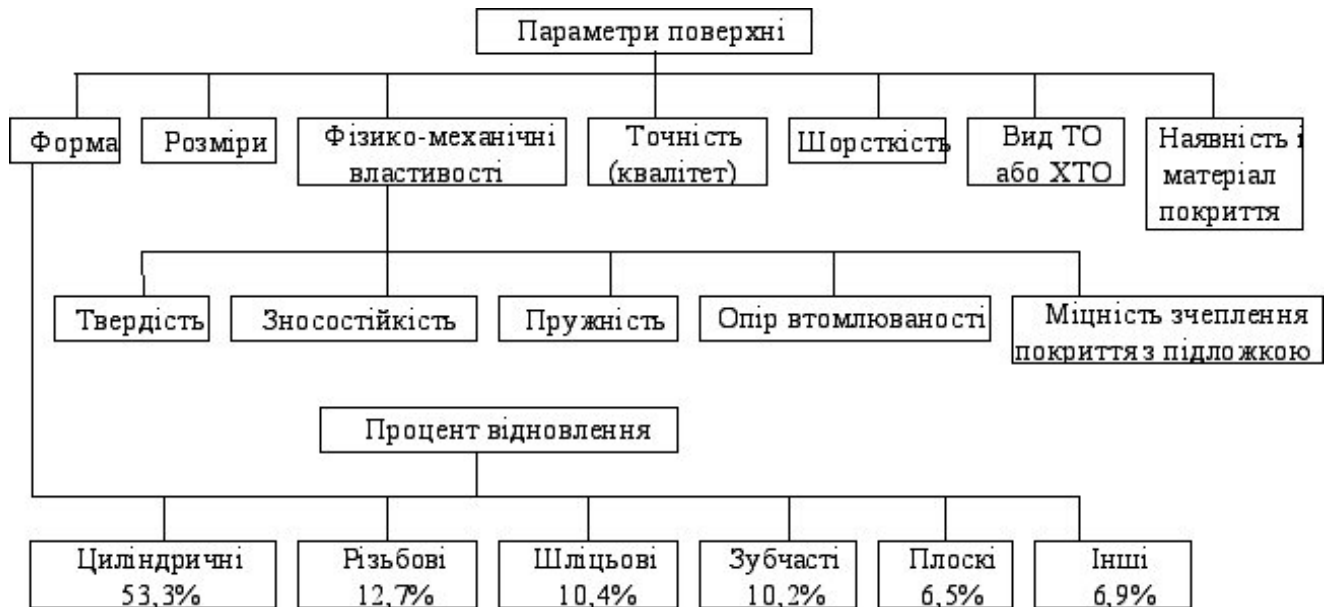


Рис. 14.3 – Частка відновлювальних поверхонь

Машини, що здають в ремонт, мають бути чисті, укомплектовані вузлами та деталями, передбаченими конструкторською документацією. Допускається відсутність кріпильних (до 10 %) і деяких дрібних деталей (кришок баків, дверних ручок, головок важелів, запорів, канатів та ін.).

У машинах, які направляють у ремонт, зливають охолоджувальну рідину та паливо. З картерів складових частин, що здають у ремонт окремо, зливають оливу. В ремонт дозволяється здавати машини, двигуни та інші складові частини, які відпрацювали встановлений нормативно-технічною документацією ресурс до першого або чергового ремонту і досягли граничного стану.

Допускається здавати в ремонт машини, які ще не відпрацювали ресурс, але досягли граничного стану, а також у разі аварійних пошкоджень.

У першому випадку замовник разом з представником незацікавленої організації складають акт про технічний стан машини, а в другому - аварійний акт.

Машини та складові частини не приймають у ремонт, якщо не усунені дефекти базових деталей, що зазначені в нормативно-технічній документації, наявні складальні одиниці та деталі, відремонтовані раніше способом, що унеможливилює наступне їх використання чи ремонт (наприклад, зварювання місця, де має бути кріплення болтами).

Разом з машиною замовник направляє виконавцю формуляр (паспорт) та акт про технічний стан або аварійний акт.

Здаючи в ремонт окремі складові частини, замовник направляє паспорт або довідку про технічний стан.

При прийманні машини, що надійшла в ремонт, чи її складової частини виконавець перевіряє комплектність зовнішнім оглядом, використовуючи засоби технічного діагностування або розбираючи окремі складові частини, а також наявність документації та правильність її оформлення.

На машину (складову частину), що потрапила в ремонт, виконавець складає акт. Комплектність складових частин машин, що здають в ремонт:

- турботрансформатор - у зборі, без трубопроводів;
- силовий генератор - у зборі, зі шківом, без паса і електропроводів;
- електродвигун - у зборі, без електропроводів;
- акумуляторна батарея - у зборі, без проводів, з наконечниками;
- автотракторний генератор - у зборі, зі шківом, без кронштейнів кріплення і привідного паса;
- стартер - у зборі, з реле і захисним кожухом, без щитка та електропроводів;
- магнето - у зборі, з муфтою випередження запалення, без електропроводів;
- компресор - у зборі, зі шківом і повітряним фільтром, без трубопроводів (але з трубопроводами між ступенями);
- гідронасос і гідродвигун - у зборі, зі штуцерами, без трубопроводів;
- гідророзподільник - у зборі, зі штуцером і запобіжними клапанами, без трубопроводів;

- гідроциліндр - у зборі, зі штоком, кришками і штуцерами, без трубопроводів;
- головна лебідка - у зборі, з пневмокамерами та поворотними з'єднаннями;
- стрілова лебідка - у зборі, з гальмом, електродвигуном або гідродвигуном;
- горизонтальний вал реверсивного механізму - у зборі, з пневмокамерами та поворотними з'єднаннями;
- реверс головної лебідки екскаватора і його модифікацій - у зборі, з муфтою ввімкнення, циліндром ввімкнення та поворотними з'єднаннями;
- головний редуктор екскаваторів і їх модифікацій - у зборі, з гальмами, фрикційними та поворотними з'єднаннями;
- механізм повороту платформи екскаваторів з гідравлічним приводом - у зборі, з зубчастим колесом приводу і гальмом;
- механізм повороту - у зборі, з гальмовим шківом, гальмом, кулачковою муфтою і пристроєм ввімкнення;
- опорно-поворотний круг - у зборі, з сепарувальними та ущільнювальними пристроями;
- коробка передач - у зборі, з фланцем вторинного вала і центральним стоянковим гальмом (якщо воно закріплене на коробці передач), без тяг керування;
- коробка відбору потужності - у зборі, з фланцем карданних валів і гідронасосами (якщо вони встановлені на коробці);
- задній і передній мости - у зборі, зі всією розташованою на них арматурою - гальмівними барабанами, дисками кріплення колодок, гальмівними колодками і приводом, маточинами та шпильками коліс, фланцем ведучого зубчастого колеса, без ресор, амортизаторів, дисків і колісних гайок;
- ведуче і натяжне колеса - у зборі, з осями, корпусами підшипників і втулками;

- опорний коток (ролик) - у зборі, з віссю, корпусами підшипників і втулками;
- редуктор ходу гусеничних екскаваторів з гідравлічним приводом - у зборі, з гальмами та гідродвигунами;
- стріла - у зборі;
- рукоять - у зборі;
- наводка драглайна - у зборі, з кронштейном, роликами та блоками;
- ківш (прямої, зворотної лопат та драглайна) - у зборі, з вушками та зубами.

Відремонтовані машини та їх складові частини мають відповідати вимогам нормативно-технічної документації на їх ремонт.

Показники призначення, надійності, ергономіки, технологічності, транспортабельності та безпеки повинні бути на рівні нових машин за винятком післяремонтного ресурсу, який встановлюється в стандартах чи технічних умовах на ремонт конкретних типів машин (найчастіше він не повинен бути меншим за 80 % ресурсу нової машини).

Відремонтовану машину та складову частину випробовують відповідно до технічних умов на ремонт. Їх приймає служба технічного контролю виконавця, а у формулярах (паспорті) машини (складової частини) робиться відповідний запис і наноситься знак (тавро) служби технічного контролю.

Лічильник обліку напрацювання машини встановлюється при монтажі виконавцем на початок відліку та пломбується.

На відремонтованій машині виконавець відновлює всі написи, передбачені конструкторською документацією на нову машину. Він також закріплює табличку, яка вміщує на ній такі дані:

- назву й товарний знак ремонтного підприємства;
- назву та індекс машини; штамп відділу технічного контролю;
- рік і місяць проведення ремонту;
- позначення технічних умов, згідно з якими виконано ремонт.

Відремонтовані машини мають бути повністю заправлені оливою (мастилом) та робочою рідиною. Відповідно до вимог інструкції з експлуатації таку машину виконавець консервує і пломбує. Тиск у шинах повинен бути знижений до 70...80 % номінального.

Комплектність машин після ремонту повинна відповідати вимогам конструкторської документації заводу-виробника (крім комплекту запасних інструментів і приладдя), а вид консервації - ремонтним документам на машини конкретних марок залежно від терміну зберігання (з урахуванням тривалості транспортування). Документація має бути запакована й опломбована. Видачу машин і складових частин з ремонту оформляють актом.

До машини, що видається з ремонту, виконавець додає:

- паспорт з відповідними записами в ньому про проведений ремонт, а для вантажопідіймальних машин і компресорів - із записом про перше технічне обстеження;
 - акт на видачу машини (складової частини) з ремонту;
 - паспорти окремих складових частин, що надані замовником разом з машиною;
 - документ про консервацію та пакування машини (складової частини).
- Отримуючи машину (складову частину) з ремонту, замовник перевіряє:
- наявність формуляра (паспорта) та записів у ньому про проведений ремонт і перше післяремонтне обстеження машини, технічний стан якої контролює Державна служба України з питань праці (Держпраці);
 - комплектність і технічний стан машини;
 - правильність оформлення акта про видачу машини з ремонту.

Виконавець гарантує відповідність якості відремонтованої машини (складової частини) вимогам нормативно-технічної документації на її ремонт при дотриманні правил експлуатації. Конкретні гарантійні терміни встановлюються стандартами або іншою нормативно-технічною документацією.

Гарантійний термін відраховують з моменту отримання відремонтованої машини замовником, а гарантійне напрацювання - з моменту введення тієї чи іншої машини в експлуатацію. Якщо в період гарантійного терміну машина перебуває в ремонті з вини виконавця, то гарантійний термін відповідно продовжується.

Ремонт агрегатів, систем, типових деталей складальних одиниць

Підшипники кочення і ковзання. Основними ознаками несправності підшипників кочення є підвищений шум і нерівномірність їх обертання внаслідок ушкодження тіл кочення, зносу посадочних місць на валу та в корпусі, защемлення тіл кочення.

Ремонт починають із розбирання підшипникового вузла за допомогою пневматичних, гідравлічних та гвинтових зйомників. Зусилля при випресовуванні прикладають до кільця, що посаджене з натягом, а напрямок цього зусилля має збігатися з віссю вала і не передаватися через тіла кочення. Необхідне зусилля залежить від розміру підшипника, стану вузла і натягу. Для зняття підшипника, що тривалий час знаходився в експлуатації, та змонтованого зі значним натягом, його необхідно підігріти мастилом або електропідігрівачами до 90 ... 100°C.

При дефектації підшипники оглядають і вимірюють зазори. Підшипники, що мають дефекти (втомне зношення та вищерблювання бігових доріжок і тіл кочення, іржу на робочих і посадочних поверхнях, деформацію сепаратора), замінюють новими (такими ж, або з покращеними технічними характеристиками). Ступінь зношення підшипника визначається зазором між біговою доріжкою і кулькою. Перевіряються також правильність геометричної форми (конусність та овальність) і співвісність місць посадки.

Посадочні поверхні деталей, що сполучаються з підшипниками, відновлюються наплавленням, нанесенням полімерних матеріалів і установкою компенсуючих втулок.

Процес зборки опор з підшипниками кочення складається з наступних операцій: підготовки деталей до збирання, контролю підшипників,

попереднього моделювання опор, контролю взаємного положення деталей опор, остаточного складання опор і контролю якості збирання. Підготовка деталей до складання включає в себе розконсервацію та промивку підшипників. Підшипники закритого типу з робочим мастилом, закладеним на заводі-виробникові, не підлягають розконсервації.

Попередній монтаж опор з підшипниками кочення проводиться з метою підбору регулювальних кілець (компенсаторів), контролю осьових і радіальних зазорів, забезпечення правильного взаємного розташування кілець підшипника.

Посадку внутрішнього кільця підшипника на вал здійснюють за системою отвору, а зовнішнього кільця в корпус - по системі вала. Неправильна посадка кілець підшипника обумовлює їх деформацію. Це призводить до руйнування, зниження жорсткості вузла, збільшення вібрації, прискорення зносу посадочних поверхонь.

При посадці кілець з натягом посадочні місця змащують мастилом. Для полегшення запресування внутрішнє кільце підшипника нагрівають у масляній ванні до 90 ... 100°C. При посадці зовнішнього кільця нагрівають корпус або охолоджують підшипник.

При пресуванні використовують різні оправки, що забезпечують центрування, рівномірний розподіл зусилля і плавність запресовування. Зусилля при запресовуванні прикладають виключно до торця кільця. Напресований на вал або запресований в корпус підшипник повинен обертатися рівно, без заїдань і з незначним шумом. При цьому індикаторами вимірюють радіальний і осьовий зазори зовнішнього кільця. Остаточний монтаж опор з регульованими підшипниками проводиться після підбору компенсаторів та перевірки утворених зазорів.

Зношені вкладиші та втулки підшипників ковзання випресовують з корпусу підшипника або маточини колеса за допомогою наставок і пристроїв на пресі. Стан підшипників ковзання визначають за величиною і характером зношення антифрикційних втулок або вкладишів, станом мастильних

пристроїв, наявності тріщин тощо. Ремонт зношених втулок підшипників ковзання може полягати в розточуванні та постановці втулок і вкладишів ремонтних розмірів. При зношенні шийки вала сам вал шліфують і виготовляють нову втулку відповідного розміру.

Пружини та манжети. Дефектацію пружин проводять візуально. Пружини підлягають заміні при наявності тріщин, розшарувань металу, поломок, корозійних раковин глибиною більше 10% діаметра дроту, а також при втраті пружності і викривленні. Пружини, що використовуються у регулювальних механізмах, крім того, міряють та випробовують на залишкову деформацію та міцність спеціальними пристроями. Вимірювання дозволяє визначити вільну довжину пружини, її внутрішній і зовнішній діаметри, перпендикулярність торцевих поверхонь до осі.

Манжети, кільця і ущільнення, як правило, вибраковують незалежно від їх стану і при складанні вузлів замінюють. На поверхнях ущільнень і прокладок не повинно бути подряпин, рисок, пухирців та інших дефектів. Мастило, що виконує функцію консервування, нанесене на пружину манжети заводом-виробником, при комплектації не видаляють. Для підвищення зносостійкості гумових армованих манжет при ремонті допускається покриття їх робочої поверхні антифрикційним розчином.

При монтажі ущільнень необхідно виконати наступні вимоги:

- попередньо поверхні валів і манжет очистити від абразиву та інших забруднень, кільця і прокладки протерти і змастити робочим мастилом або ущільнювальним матеріалом (наприклад, мастилом, зазначеним у документації, або гумово-графітною пастою);
- кромки штоків, золотників, валів, інших деталей, які вставляють і просовують через кільця, покрити мастилом;
- гумові кільця встановити без перекосів і скручувань;
- канавки і отвори, через які просовують манжети, заглушити кільцями і пробками з полімерних матеріалів;

- за відсутності на деталях фасок, а також при просуванні манжет через різьбові поверхні, шліци та інші перешкоди, необхідно застосовувати спеціальні оправки і монтажні втулки, виготовлені з пластмаси, алюмінію, латуні, інших м'яких матеріалів, які забезпечують постановку манжет без перекосів і ушкоджень;

- якщо потрібно, при монтажі кілець і манжет допускається проводити короткочасне їх розтягування за діаметром до 25% від номінального розміру.

Пасові та ланцюгові передачі. Основними дефектами пасових передач є розтягання або розрив пасу, зношення шківів, непаралельність їх торцевих площин, попадання мастила на поверхню пасу, зношення посадкового отвору і шпонкового паза, порушення балансування шківів. При ремонті, зазвичай, замінюють несправні деталі пасових передач новими. При зношенні шківів можлива їх механічна обробка. Для забезпечення сталості передавального числа проточують обидва шківів. При зношенні отвору в маточині розточують отвір під ремонтну втулку, яку потім запресовують і додатково стопорять.

При монтажі пасових передач потрібно контролювати паралельність валів і співвісність шківів. Шківів пасових передач, що працюють при високих швидкостях, попередньо врівноважують (балансують). Після збирання перевіряють їх радіальне і торцеве биття. Для передач з кількома пасами на одному шківі необхідно комплекти ременів підбирати по довжині.

Основними дефектами ланцюгових передач є зношення і зминання робочих поверхонь втулок, роликів та пластин, а також руйнування пластин, зріз пальців і витяжка ланцюга, що призводить до збільшення його кроку.

Для зняття ланцюга (а також при його збиранні) застосовують прості пристосування, що дозволяють виконувати роботи без переміщення натяжного механізму або робочої зірочки.

Зірочки ланцюгових передач замінюють через злам або зношення їх зубів по товщині, а також при зношенні посадочних поверхонь під вісь, вал або підшипник. У нереверсивних передачах допускається перевертати

зірочку незношеною стороною зубів. Після ремонту перевіряють зсув зірочок в осьовому напрямку, їх радіальне і торцеве биття.

Ланцюги, в яких понад 50% дефектних ланок, вибраковують повністю. Після зовнішнього огляду перевіряють подовження ланцюга (зазвичай, по 10 ланках). Граничне збільшення кроку складає 3...5% від номінального розміру. Окремі несправні втулки, ролики і пластини замінюють новими. Для цього ланцюг розбирають на спеціальному пристрої за допомогою відповідних інструментів.

Максимально допустиме провисання ланцюга визначається умовами його роботи. Здебільшого воно не повинно перевищувати 2% від міжосьової відстані при горизонтальних передачах і 0,2% - при вертикальних.

Трубопроводи. Основними дефектами трубопроводів (жорстких і гнучких) для подачі рідини і повітря є тріщини, вм'ятини та розриви. Можливі також корозійні руйнування, пошкодження різьби штуцерів, муфт, руйнування обплетення, відшарування і здуття гумового шару, сповзання рукавів із наконечників.

Перш ніж демонтувати трубопроводи, повністю розвантажують систему від тиску (у тому числі ділянки, від'єднані гідрозамками, розподільниками), а при необхідності зливають мастило.

При знятті трубопроводів (особливо при ремонті машин на будівельних об'єктах) повинні вживатися заходи, що не допускають попадання в них піску, бруду і води. Тому у трубопроводи, отвори та інші порожнини встановлюють заглушки. Роблять це поопераційно, а знімають безпосередньо перед монтажем.

Дефектація трубопроводів проводиться візуально, засобами неруйнівного контролю, за допомогою вимірювань та гідравлічних випробувань. Штуцери, муфти, гайки при наявності ушкоджень (тріщин, зірваної різьблення, погнутостей) замінюють.

При ремонті і виготовленні жорстких трубопроводів, а також їх деталей та вузлів виконують наступні операції: заготовку, різання, згинання,

механічну обробку труб, зварювання і паяння деталей і з'єднань, очищення, випробування.

Згинання труб виконують у холодному або гарячому стані на спеціальних верстатах та пристосуваннях. Паяння і зварювання трубопроводів виконуються тільки після їх промивання і просушування. Поздовжні тріщини на трубах низького тиску запаюються латунними припоями. Ділянки трубопроводів з великими дефектами вирізають і на їх місце вварюють перехідні муфти. При виготовленні і складному ремонті трубопроводів використовують багатоступеневе очищення, що передбачає знежирення, травлення, нейтралізацію та інші операції.

При закладенні рукавів використовують нероз'ємні і роз'ємні наконечники. У першому випадку застосовують спеціальні муфти (сталеві або з алюмінієвого сплаву) з подальшим обтисненням їх у оправці на спеціальному стенді. Роз'ємні наконечники розраховані на багаторазове використання. Для зрощування розірваних шлангів застосовують подвійний штуцер або двоступеневу муфту.

Після ремонту або виготовлення проводять гідравлічні випробування трубопроводів на стенді на щільність і міцність при тискові 1,25 Рроб і 1,5 Рроб.

Ніпельні гайки затягують спеціальним динамометром або тарованими ключами. Занадто туге затягування викликає руйнування розвальцьованої частини, а недостатнє - втрату герметичності.

Контролюють співвісність трубопроводу та штуцерів приєднання агрегатів, при цьому вісь розвальцьованої частини труби повинна збігатися з віссю штуцера, а пряма ділянка труби складати не менше подвійного значення її зовнішнього діаметра. Неправильний монтаж трубопроводів викликає місцеві внутрішні напруження, які можуть призвести при вібрації до руйнування.

Поточний ремонт агрегатів і систем машин

Двигун та його системи. Основними ознаками необхідності ремонту двигуна є зниження його потужності або збільшення питомої витрати палива, погіршення пускових якостей, збільшення витрати мастила на утворення кіптяви, знижений тиск мастила, окремі відмови і пошкодження деталей і механізмів.

Характерні види ремонтних робіт, що вимагають доступу до внутрішніх порожнин двигуна, - це заміна деталей газорозподільного механізму, циліндро-поршневої групи, а також корінних і шатунних підшипників. Можлива також заміна прокладок випускних колекторів і прокладки головки блоку. Допустима одноразова заміна гільз і поршнів не більше 25% циліндрів (або двох циліндрів шестициліндрового дизеля) при залишковому ресурсі дизеля не менше 1000 мото-год (при меншому залишковому ресурсі дизельний двигун, як правило, відправляють у капітальний ремонт). До операцій поточного ремонту двигуна відносять також роботи з відновлення працездатності водяного насоса, гідромуфти приводу вентилятора, турбокомпресора і паливної апаратури.

Багато ремонтних робіт проводять з частковим розбиранням двигуна, але без зняття його з машини. Складний ремонт двигуна доцільно проводити в спеціалізованих відділеннях на розбирально-складальному стенді (рис. 14.4).



Рис. 14.4 – Ремонт двигуна екскаватора Caterpillar 6090 FS

Обкатка та випробування двигуна після ремонту виконуються на обкатувально-гальмівному стенді, характеристики якого повинні відповідати номінальній частоті обертання та максимальному крутному моменту колінчастого вала. Обкатка, яка повинна виконуватися відповідно до нормативної документації, включає в себе три стадії: холодну обкатку, обкатку на холостому ході і обкатку під навантаженням. При контрольних випробуваннях двигуна визначають частоту обертання колінчастого вала, потужність, витрату палива і токсичність.

Головку циліндрів знімають з двигуна для відновлення щільності прилягання клапанів до сідла, усунення заїдання їх в направляючих втулках, а також для заміни пружин клапана або прокладки головки циліндрів і деяких інших деталей, наприклад, кілець ущільнення гільз циліндрів.

При знятті головки циліндрів необхідно дотримуватися встановленої послідовності відкручування гайок кріплення. Індивідуальні головки циліндрів двигунів нумерують.

Очистивши від нагару та накипу, заміряють викривлення головки циліндрів на повірочній плиті та ховання тарілок клапанів. Максимально допустиме викривлення складає 0,12 ... 0,20 мм (номінальне 0,05 ... 0,10 мм) залежно від марки двигуна.

Клапанний механізм розбирають за допомогою спеціального пристрою, при цьому зняті клапани маркують, тому що розкомплектування сполучення «клапан - сідло клапана» недопустиме.

При заміні направляючих втулок або наявності задирів і раковин на поверхні клапанних гнізд їх обробляють за допомогою набору фрез у встановленій послідовності або шліфують за допомогою спеціального пристрою. Ширина робочої фаски гнізда для впускних клапанів повинна бути 2,0 ... 2,5 мм, для випускних - 1,5 ... 2,0 мм. При шліфуванні заміряють ступінь ховання нового клапана.

При наявності слідів прогорянь та раковин на фасці клапанів їх робочу поверхню шліфують на спеціальних шліфувальних верстатах, під певним

кутом, залежно від марки двигуна, після чого ширина циліндричної частини тарілки клапана повинна бути не менше 0,5 мм, інакше клапан замінюють.

Після обробки тарілки клапана і його гнізда, їх взаємно притирають на верстаті або за допомогою пневматичного пристрою. Притирання проводиться до появи на фасці клапана та сидла рівномірної матової (притертої) смуги шириною не менше 1,5 мм.

При монтажі головки циліндрів клапани встановлюють у направляючі відповідно до наявного маркування деталей і гнізд. Після збирання контролюють герметичність клапанів, заливаючи гас в їхні вікна, або за допомогою пристосування, що підводить стиснене повітря у впускний і випускний канали головки циліндрів.

Перед установкою головки циліндрів на двигун протирають приєднувальні площину картера і головки, а також змащують чистим моторним мастилом гільзи циліндрів. Прокладки головки циліндрів попередньо змащують герметиком або графітною пастою.

Затягування гайок шпильок (або болтів) кріплення виконують у кілька прийомів відповідно до наявної схеми. Момент і схема затягування залежать від марки дизеля і зазвичай складає 16...24 Н·м. Необхідно також перевірити і відрегулювати зазори клапанів і механізмів декомпресора.

Основними дефектами циліндропоршневої групи є зношення та задирки поверхні гільз циліндрів і поршнів, зношення канавок під поршневі кільця, зношення та пошкодження поршневих кілець. При поточному ремонті циліндропоршневої групи допускається заміна однієї гільзи циліндра, якщо зношення гільз інших циліндрів не перевищує допустиме.

При ремонті двигуна необхідно враховувати наступне:

- гільзи циліндрів по внутрішньому діаметру сортуються на групи;
- на двигун встановлюють поршні, підібрані за масою і розмірною групою до гільз;
- кришки корінних підшипників, а також шатун і його нижня кришка не взаємозамінні;

- шатуни сортують на групи за масою;
- шатунні підшипники замінюють комплектом однієї розмірної групи відповідно з діаметром шатунних шийок колінчастого вала.

Для заміни циліндропоршневої групи двигун, зазвичай, знімають з машини. Потім з нього знімають головку циліндрів, піддон картера двигуна, мастилопроводи і масляний насос. Поршні в зборі з шатунами виштовхують дерев'яним штовхачем.

Обов'язково перевіряють виступ торця буртиком гільзи над поверхнею блоку, який для більшості дизелів має становити 0,04 ... 0,05 мм (номінальне значення 0,065 ... 0,165 мм). Несправні гільзи випресовують за допомогою знімача.

Поршневі кільця міняють, якщо зазор у замку кільця більший допустимого. Для зняття і встановлення поршневих кілець використовують спеціальні щипці.

Після дефектації деталей проводиться їх попередня комплектація для складання. Поршні та поршневі пальці підбирають однієї розмірної групи для комплекту деталей одного двигуна. Поршневий палець запресовують у поршень тільки після його попереднього нагрівання в мастилі до 70 ... 80 ° С. Правильно встановлені поршневі кільця повинні вільно переміщатися в канавці поршня від легкого зусилля руки. Замки кілець повинні бути розведені в протилежні сторони, але не розташовуватися проти отворів для поршневого пальця.

Установку поршня з поршневими кільцями роблять за допомогою обойми відповідно до вимог документації. Момент затягування шатунних болтів встановлено в документації (зазвичай, 14 ... 22 Н-м).

Розбирання *кривошипно-шатунної групи* включає зняття піддона картера двигуна, мастилопроводів, масляного насоса і кришок шатунних підшипників, після чого вимірюють діаметри шатунних шийок колінчастого вала. Якщо овальність шийок перевищує допустимі значення або їх діаметри

виходять за межі нижнього допуску, колінчастий вал підлягає перешліфовці на наступний ремонтний розмір.

Придатність корінних і шатунних вкладишів визначають за відсутністю на них слідів задирів і викришування, а також за діаметральним зазором підшипників, що визначається різницею діаметрів шатунної шийки колінчастого вала і отвору підшипника в шатун. Нормальний зазор повинен бути в межах 0,05 ... 0,12 мм, а максимально допустимий для більшості дизелів - 0,3 мм.

При заміні деталей кривошипно-шатунного механізму вкладиші підшипників замінюють без підгоночних операцій і тільки попарно.

Ремонт *масляного і водяного насосів, гідромуфти приводу вентилятора, турбокомпресора, пускового двигуна*. Основними причинами виходу з ладу масляного насоса є зношення нагнітальних шестерень, кришок та корпусів у сполученнях з шестернями. При поточному ремонті найчастіше замінюють комплекти шестерень і ущільнень, регулюють клапани.

Характерними несправностями водяного насоса є руйнування ущільнень, зношення та руйнування підшипників вала. Перед розбиранням водяного насоса перевіряють осьове переміщення валика і радіальний зазор в підшипниках. Якщо їх значення перевищують допустимі, то валик замінюють у зборі з підшипниками. Гумову манжету, як правило, замінюють на нову. Правильно зібране ущільнення повинно мати плавне, без заїдань, осьове переміщення.

Основні несправності гідромуфти приводу вентилятора - протікання мастила, осьовий люфт і заїдання веденого і ведучого валів при обертанні. При осьовому люфті ведучого і веденого валів у підшипниках або радіальному зазорі в них більше 0,1 мм підшипники замінюють. Замінюють також ущільнення ведучого і веденого валів.

Основними причинами відмови турбокомпресора є відкладення нагару або смолистих речовин, зношення підшипників, контактування ротора з нерухомими деталями, залягання кілець ущільнювачів. Після зняття

турбокомпресора з дизеля перевіряють обертання ротора, повертаючи його в різні боки. Якщо контактування крильчатки коліс компресора або турбіни не спостерігається і обертання ротора є важким, проводять розбирання турбокомпресора для очищення його порожнин від нагару та відкладень, а також проведення технічної експертизи деталей.

Корпуси компресора, турбіни та середній корпус з підшипником розбирають тільки у разі потреби. При заміні ущільнювальних кілець виконується повне розбирання турбокомпресора. Всі картонні й гумові прокладки, гумові ущільнювальні кільця і стопорні шайби при ТР замінюють без дефектації. Після ремонту турбокомпресор обкатують на дизелі, перевіряючи герметичність з'єднань, відсутність сторонніх шумів, стуків і слідів мастила на виході з компресора.

Роботи, які виконуються при поточному ремонті пускового двигуна, аналогічні роботам, що виконуються на основному двигуні машини. Для пускового двигуна також характерні зношення та викривлення дисків зчеплення, пробуксовка обгінної муфти та інші несправності механізму ввімкнення.

Після збирання пусковий двигун і редуктор обкатують без і під навантаженням. При цьому перевіряють роботу редуктора і зчеплення, чи немає втрати палива, мастила і води або прориву газів.

Ремонт системи живлення. Характерною відмовою паливного насоса високого тиску є нерівномірність подачі палива, яка усувається заміною нагнітальних клапанів і підбором їх пружин. Попередньо технічний стан деталей паливного насоса високого тиску перевіряється візуально через люки та на стенді.

Розбирають паливний насос високого тиску на спеціальному пристосуванні – кантувачі і тільки до необхідного рівня. Розбирання тримачів вантажів регулятора паливного насоса високого тиску допускається тільки при великому їх зношенні чи руйнуванні якихось деталей.

Не підлягають розкомплектації плунжерні секції паливного насоса високого тиску, вантажі регулятора частоти обертання, а також зв'язані деталі насоса низького тиску (поршень, шток, втулка тощо).

У насосі плунжерні пари та нагнітальні клапани повинні бути однієї групи щільності, а в регуляторі - вантажі однієї групи за масою або статичним моментом.

Після ремонту продуктивність і герметичність насоса перевіряють на спеціальному стенді КИ-15711 (рис. 14.5). Також перевіряють і регулюють у певних режимах різні параметри паливного насоса високого тиску: кількість і рівномірність подачі палива, початок подачі палива секціями насоса, дію регулятора та автоматичної муфти випередження впорскування палива, інші параметри, передбачені технічною документацією. Гвинт, що регулює подачу палива, після регулювання насоса закривають пробкою і пломбують.

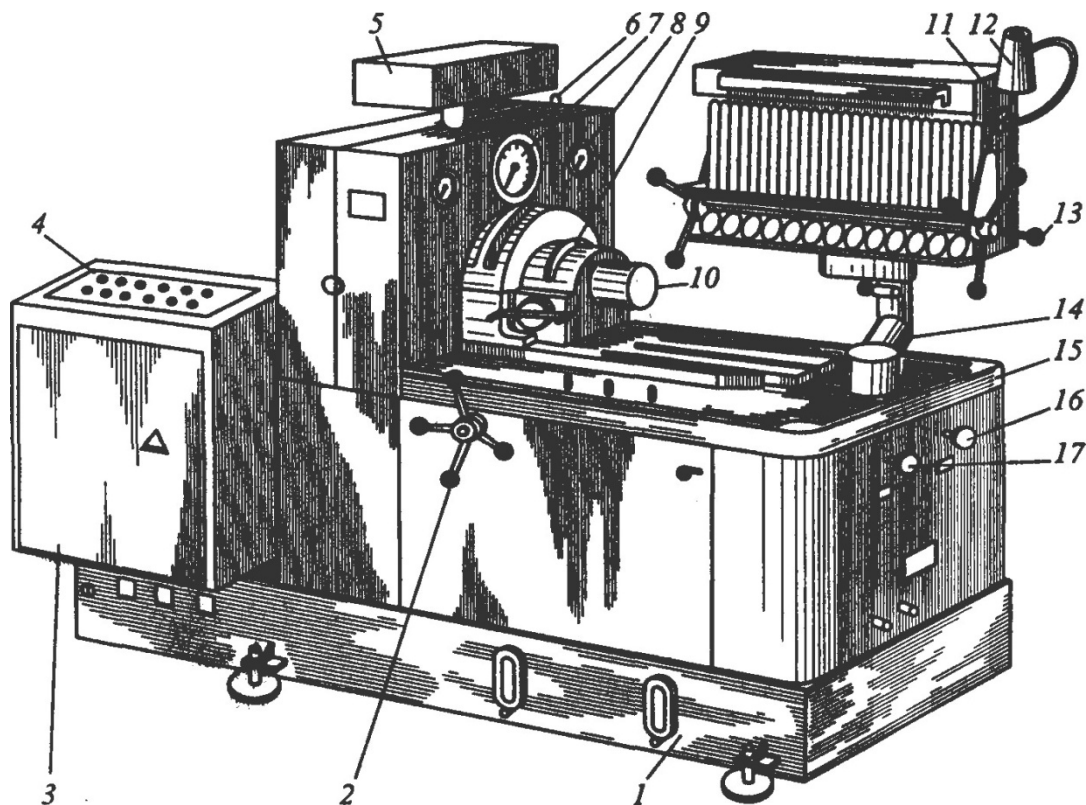


Рис.14.5 - Стенд для випробування дизельної паливної апаратури КИ-15711 (1 – підставка; 2 –штурвал; 3 – електрошафа; 4 - пульт керування; 5 - блок електроніки; 6, 8 –манометри; 7 –термометр; 9 –маховичок; 10 - сполучна

муфта; 11 –мірний блок; 12 – світильник; 13 – рукоятка; 14 - поворотний кронштейн; 15 – плита; 16, 17 – дроселі)

У форсунці можливі наступні дефекти: поломка пружини, засмічення і зношення соплових отворів, заїдання голки і зношення її ущільнювачів. Для зняття форсунок з двигуна застосовують спеціальні знімачі.

При закоксовуванні розпилювача форсунку розбирають, очищають і промивають отвори. При підтіканні пального по конусу або заїданні голки замінюють прецизійну пару «голка - корпус розпилювача», причому перед складанням корпус розпилювача та голку промивають профільтованим дизельним паливом. Голка розпилювача повинна вільно, без заїдань, переміщатися.

Відремонтовані форсунки проходять обкатку на стенді. При цьому регулюють тиск початку підйому голки, оцінюють їх герметичність і якість розпилення палива. Тиск початку підйому голки розпилювача має перебувати в межах 12,5 ... 21 МПа залежно від марки дизеля, а розпилення палива повинно відбуватися без утворення помітних на око струменів, крапель і згущень. Підтікання палива через соплові отвори неприпустиме. Вприскування палива повинно бути чітким і супроводжуватися характерним звуком.

На дизель встановлюють форсунки однієї пропускної здатності. При поточному ремонті паливної апаратури дизельних двигунів рекомендується використовувати систему еталонування, тобто створення еталонного комплекту насоса з форсунками та паливопроводами, застосування якого дозволяє зменшити витрату палива.

Агрегати та механізми трансмісії. Основними причинами порушення працездатності зчеплення є зношення чи руйнування витискного підшипника; поломка або втрата пружності пружин демпфера; зношення чи деформація натискного диска тощо. Необхідність поточного ремонту зчеплення, зазвичай, виникає в результаті зношення фрикційних накладок веденого диска та гальма муфти зчеплення.

Перед зняттям і розбиранням зчеплення наносять мітки на корпусі, дисках і маховику для збереження балансування деталей при наступному монтажі.

При товщині веденого диска, що менша за допустиму, фрикційні накладки замінюють на нові або ж міняють диск у зборі. Накладки повинні бути рівними, без тріщин і пошкоджень, міцно приклеєні або приклепані до дисків.

Витискний комплект розбирають при необхідності заміни або ремонту його деталей із застосуванням пристосування, що складається з силового гвинта та прижиму корпусу.

Витискний та середній провідний диски замінюють при викривленні, наявності задирів, глибоких канавок або тріщин на поверхні. Робочу поверхню диска виправляють шліфуванням. Зношені пальці, ролики, опорні вилки, зламані або деформовані пружини замінюють.

При установці зчеплення на машину використовують технологічний вал для центрування ведених дисків. Одночасно з ремонтом головної муфти зчеплення ремонтують гальмівний механізм, регулюють тяги, відновлюють різьбові з'єднання. Гальмо муфти зчеплення повинно зупиняти обертання її деталей та коробки передач після вимкнення зчеплення при номінальній частоті обертання колінчастого вала двигуна.

Основними несправностями карданних валів є тріщини в трубі та зварних швах, вигини і скручування вала та опор, порушення балансування, зношення шліцьових з'єднань і карданних шарнірів. При поточному ремонті карданні шарніри, зазвичай, міняють. Перед розбиранням валів наносять позначки для збереження заводського балансування при монтажі. У процесі поточного ремонту необхідно контролювати зазор у шліцьовому з'єднанні та осьовий зазор у хрестовині.

Після ремонту карданні вали перевіряють на биття. Хрестовини карданів і подвійних вилок повинні легко провертатися в голчастих

підшипниках, вилки ковзання - переміщатися в шліцах без заїдань і заклинювання, вали опор - обертатися в підшипниках без заїдань.

Основні несправності коробок передач: порушення зачеплення шестерень, зубчастих муфт; вихід з ладу синхронізаторів та інших деталей (вилки перемикавання, фіксаторів, підшипників, валів, манжет і сальників).

Ряд несправностей коробки передач можна усунути безпосередньо на машині. Наприклад, замінити несправні деталі механізму перемикавання передач (фіксатори, вилки тощо). Для визначення стану підшипників валів і шестерень знімають верхню і при необхідності бокові кришки. При виявленні пошкоджень та руйнувань підшипників і шестерень, а також значних переміщень валів коробки передач знімають з машини та розбирають за допомогою знімачів. Зношені деталі міняють, керуючись вимогами технічної документації.

Після ремонту коробки передач обкатують на спеціальному стенді послідовно на всіх передачах, починаючи з нейтральної.

Основні відмови заднього моста та кінцевої передачі полягають у порушенні зачеплення зубів шестерень, пошкодженні підшипників, ущільнювальних кілець, руйнуванні кришок корпусів. Зубчасті передачі розбирають при підвищеному шумі чи стукоті в місці головної та кінцевої передач, а також за наявності металевих частинок у мастилі. Багато відмов задніх мостів і кінцевих передач, гальм і механізмів керування можна усувати безпосередньо на машині. При цьому розбирання виконують у межах, необхідних для усунення несправності. Так, при поточному ремонті кінцевих передач і у разі заміни деталей гальм тракторів з планетарними механізмами повороту виконують неповне розбирання заднього моста. При поточному ремонті гусеничних тракторів кінцеві передачі від'єднують від заднього моста, попередньо від'єднавши гусеничну стрічку та знявши ведучу зірочку.

За наявності відколів зубів шестерень і руйнувань сепараторів підшипників проводять технічну експертизу всіх деталей кінцевої передачі.

При монтажі головної передачі ведучу та ведену шестерні встановлюють тільки в комплекті.

При поточному ремонті трансмісії основні роботи полягають у відновленні працездатності шестерень. Так, при поточному ремонті зубчастих передач перевіряють стан і оцінюють ступінь зносу зубів, а також центрування зубчастих пар, правильність встановлення зубчастих коліс на валах, стан елементів мастильної системи, різьбових і фланцевих з'єднань. Необхідність ремонту або заміни деталей встановлюють після вимірювання бокових і радіальних зазорів у зачепленні.

Зубчасті колеса підлягають заміні при зношенні зубів товщиною більше як на 20% (при кутовій швидкості до 5 м/с), а прямозубі колеса - при зношенні більше, ніж 15% (при кутових швидкостях більше 5 м/с). Мінняють також зубчасті колеса, у яких більше 30% площі робочої поверхні зубів викришені. Зубчасті колеса з цементованими зубами мінняють при зношенні шару цементациї. Заміну зношених зубчастих коліс, які працюють з кутовими швидкостями більше 8 м/с, найчастіше проводять у парі.

Ремонт черв'ячного колеса, зазвичай, полягає в заміні вінця. У нереверсивних передачах періодично перевертають черв'ячне колесо, зміщуючи черв'як уздовж осі валу та вводячи в контакт незношені зуби.

Після монтажу зубчастих передач перевіряють плавність ходу шляхом повороту зібраного механізму від руки динамометричним ключем.

Правильно зібрана циліндрична зубчаста передача повинна забезпечувати задані значення міжосьової відстані, радіального та торцевого биття зубчастих коліс, радіального та бічного зазорів у зачепленні. Радіальний і бічний зазори визначають щупом або за допомогою вузької пластини свинцю, що накладається на зуби шестерні і розплющується між зубами при повороті колеса. Допустимі значення цих зазорів наводяться у відповідних інструкціях.

Якість зачеплення перевіряють за плямою контакту. У більшості зубчастих коліс розмір плями контакту зуба по висоті повинен бути не менше

45%, а по ширині - не менше 60%. При монтажі конічних передач додатково перевіряють перпендикулярність осей шестерень.

Після регулювання зубчастих передач, їх обкатують і випробовують на стендах. Шум від працюючого редуктора повинен бути незначним, рівним, без стуків і потріскувань.

Гальма і рульове керування. Основними причинами відмов муфт повороту та гальм гусеничних машин є злам і деформація важелів і тяг керування; порушення регулювання гальм; зношення та руйнування гальмівних стрічок, накладок і шківа.

Муфти повороту розбирають і ремонтують при значному скупченні мастила в їх картерах. При поточному ремонті міняють несправні та зношені накладки. В гусеничних машинах, як правило, регулюють вільний хід важелів механізму керування муфтами повороту та тяг сервомеханізму; зазор між гальмівної стрічкою і веденим барабаном муфти повороту; стоянкові гальма.

При поточному ремонті гальм машин на пневмоколісному ході усувають задирки, спрацювання на робочій поверхні барабана, замінюють зношені накладки, втулки осей колодок і розтискних кулачків та інших деталей залежно від типу їх приводу. При великому замасленні гальма розбирають, стрічки, колодки та диски промивають у бензині, перевіряють стан барабана, накладок гальма і деталей приводу. Гальмівний барабан з тріщинами і поломками замінюють. Зношені поверхні відновлюють розточенням і шліфуванням. Після проточки гальмівного барабана перевіряють биття робочої поверхні. Нові накладки приклепують або приклеюють до колодок, потім шліфують до потрібного розміру. Після заміни накладок і монтажу гальм виконують їх повне регулювання. Для гальмівної системи з гідравлічним приводом характерні такі несправності: руйнування гумових манжет головного і колісних циліндрів; зношення поршнів і отворів у корпусі; поломка або втрата жорсткості пружин клапанів; засмічення отворів гідроциліндрів і трубопроводів. Манжети головного

циліндра замінюють при кожному розбиранні. Рекомендується також міняти пилозахисні ковпачки. Деталі головного циліндра промивають чистою гальмівною рідиною. Після ремонту, для видалення повітря, гальмівну систему прокачують.

Несправності гальмівної системи з пневмоприводом часто обумовлені розгерметизацією пневмоагрегатів. Місце витoku повітря визначають на слух або за допомогою мильної піни.

Несправності та операції ремонту компресора такі ж, як у двигуна. Відремонтований компресор випробовують на стенді, перевіряючи герметичність ущільнення плунжера. Для регулятора тиску, клапанів, гальмівних кранів характерні несправності пружин, сідел клапанів, поршня, а також порушення ущільнення поршня та дроселів. Зазвичай, ці деталі замінюють на нові.

Якщо регулятор тиску відрегулювати на машині не вдається, його знімають і частково розбирають для оцінки стану деталей, тобто перевіряють поясок сидла клапана та стан кулькового клапана. Сідло клапана притирають.

Клапани регулятора тиску розбирають при витoku повітря через них, або, якщо тиск в системі нижче 6 кгс/см², запобіжний клапан регулюють на максимальний тиск 9 кгс/см² (для деяких машин на 9 ... 10,5 кгс/см²).

При збиранні гальмівного крана поверхні тертя його деталей покривають тонким шаром мастила. У процесі випробувань перевіряють регулювання і герметичність крана та роботу стоп – сигналу.

Гальмівні камери виходять з ладу найчастіше через прорив діафрагми. Після заміни діафрагм перевіряють герметичність і дію гальмівних камер під тиском 9 кгс/см². При зміні тиску повітря шток повинен плавно переміщатися.

Відповідно до встановлених вимог робоча гальмівна система повинна утримувати колісну машину (навантажувач, автогрейдер, екскаватор тощо) на схилі 25%, а її гальмівний шлях повинен відповідати нормативним значенням. У машин, не призначених для руху дорогами загального

користування, дозволяється збільшення гальмівного шляху на 50%. Стоянкова гальмівна система повинна утримувати оптимально завантажену машину на схилі 15%, а машину без вантажу - на 18%.

Характерними несправностями рульового механізму машин на пневмоколісному ходу є збільшення зазору в шарнірах рульових тяг, зношення та викришування робочих поверхонь черв'яка, ролика і підшипника черв'яка, зношення деталей гідропідсилювачів. Для визначення технічного стану рульового механізму перевіряють вільний хід (люфт) рульового колеса і зусилля, необхідне для його обертання.

При поточному ремонті рульового керування перевіряють також кріплення керованих коліс та кути їх повороту, шворень поворотних кулаків, рульовий вал, інші деталі.

Безпосередньо на машинах усувають витік мастила, міняють клапан у зборі та ущільнення кришок рульового механізму. При заїданні в з'єднанні шарового пальця і сухарів тяг їх знімають, розбирають і замінюють зношені деталі.

Рульовий механізм у зборі міняють при пошкодженні корпусу та заїданні черв'ячної пари. Розбирання виконують на стенді або в лещатах, не розкомплектовуючи сполучення «черв'як – ролик», «ведуча шестерня – сектор», «вал рульової сошки - рульова сошка», «гайка – рейка», а також деталі клапана керування та насоса гідропідсилювача. Зазвичай, спряжені деталі замінюють у комплекті. Правильність складання перевіряють за величиною моменту провертання гвинта (гайки) рульового механізму. Гідророзподільник рульового механізму випробовують на стенді при різних режимах його роботи, перевіряючи зусилля на динамометричному рульовому колесі, тиск на вході в гідропідсилювач, вільний хід рульового колеса, тиск спрацювання запобіжного клапана та герметичність.

Електрообладнання та акумуляторні батареї. При поточному ремонті електрообладнання перевіряють технічний стан електричної та

механічної частин, виконуючи монтажні – демонтажні роботи, ізоляційні, паяльні та намотувальні операції.

Роботу генераторів, стартерів та інших агрегатів електроустаткування попередньо, не знімаючи з машини, перевіряють за допомогою вольтамперметрів і знімають їх при неможливості ремонту на місці.

Агрегати, як правило, частково розбирають, позначаючи основні деталі, щоб не порушити балансування. Попередньо перевіряють стан обмоток. Міжвиткові замикання, зазвичай, визначають за допомогою дефектоскопів або вимірюванням опору обмоток. Замикання на корпус обмоток перевіряють контрольною лампою або вольтамперметром. Після ремонту обмотки просочують електроізоляційним лаком.

Візуально визначають стан щітково – колекторного вузла. Щітки повинні вільно переміщатися в щіткотримачах. Щітки висотою менше мінімально допустимої підлягають заміні (висота залежить від типу генератора і стартера). Пружини, що втратили пружність, замінюють. Поверхня колектора повинна бути чистою та гладенькою. Підгоряння з колектора видаляють дрібною шкіркою. Якщо підгоряння значне, колектор проточують. Після проточки фрезерують (поглиблюють) ізоляцію між секціями колектора на 0,5 ... 0,8 мм.

Генератори змінного струму піддаються поточному ремонту в таких випадках: при підгорянні та зношенні контактних кілець; зношенні шпонкової канавки вала, посадкового отвору і шпонкового паза шківа; зношенні гнізда під шарикопідшипник; обриві контактів усередині випрямляча тощо. Перед розбиранням генератора оцінюють стан кріплень і перевіряють його електричні параметри. Після часткового розбирання перевіряють діоди випрямного блоку, биття ротора та контактних кілець, стан електроізоляції (рис. 14.6), переконуються у відсутності міжвиткового замикання ротора і котушок статора.

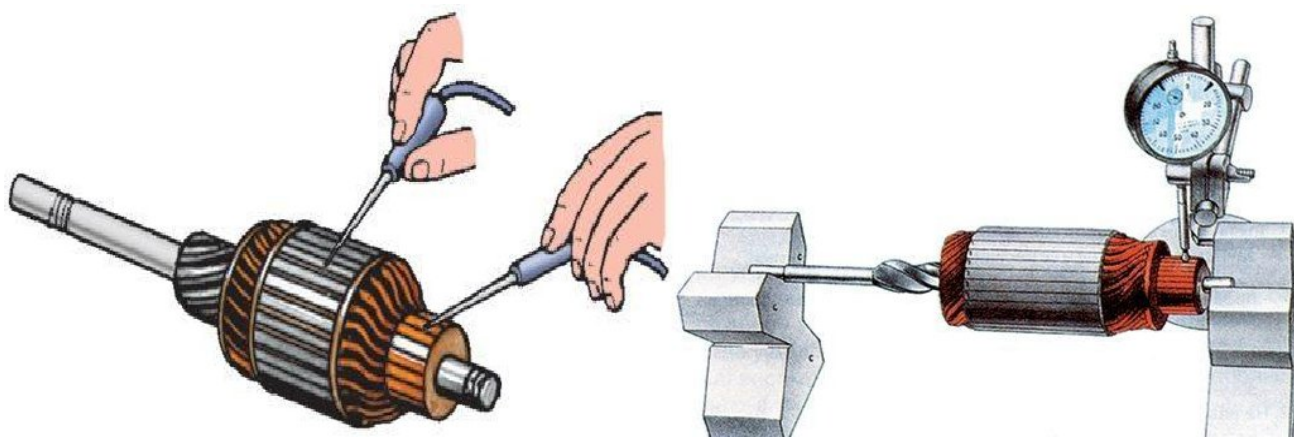


Рис. 14.6 – Перевірка замикання обмотки якоря генератора на «масу» та наявності биття колектора

Генератори постійного струму перевіряють і ремонтують аналогічно, усуваючи при цьому пошкодження вивідних болтів, замаслення і підгоряння поверхні колектора, поломку або ослаблення пружин щіткотримача та відновлюючи робочу поверхню і шпонкові пази шківів.

Після ремонту генератор перевіряють на спеціальному контрольно-випробувальному стенді, що дозволяє визначити його характеристики.

Стартери, зазвичай, ремонтують у разі замикання обмоток статора або якоря, при забрудненні або замасленні колектора та щіток, несправності зчіпного механізму, підгорянні контактів електромагнітного реле, а також при контакті якоря з башмаками статора внаслідок зношення втулок підшипників. Попередньо візуально визначають стан вивідних затискачів стартера, електромагнітного реле, робочих поверхонь контактної диска, контактних болтів реле, колектора, щіток і шестерні приводу.

В нормальному стані привід стартера повинен вільно, без заїдань, переміщатися по валу та повертатися у вихідне положення під дією поворотної пружини. Якщо при випробуваннях стартера на машині було відзначено проковзування шестерні приводу, замінюють зчіпний механізм у зборі. Стрічкову різьбу та шліци вала очищають від бруду і змащують графітним мастилом. Забоїни на торцевих поверхнях зубів шестерні зачищають напилком. Регулюють зазор між шестернею приводу та упорним кільцем. Він повинен бути 2...4 мм.

При незначному підгорянні контактні поверхні реле стартера зачищають. При великому зношенні або значному підгорянні диск перевертають, а болти повертають на 180°.

При значному люфті вала якоря замінюють втулки в кришках. При збиранні стартера шліцьову частину та шийки якоря під вкладиші змащують, а осьове переміщення регулюють (допустимий осьовий люфт 0,15 ... 0,20 мм).

Стартери в зборі випробовують на контрольно-випробувальному стенді.

Магнето пускового двигуна піддають ремонтним діям при розмагніченості ротора, підгорянні або замасленні контактів механізму переривання струму, пробоям або міжвитковому замиканні обмоток трансформатора, потраплянні струму на «масу», наявності тріщин у високовольтному виводі. Спочатку перевіряють стан ротора. При зношенні місць посадки під підшипники або зношенні шийки вала під кулачок ротор замінюють. При намагніченості ротора менше 220 мкВ його підмагнічують спеціальним приладом. Після складання магнето, на контрольно-випробувальному стенді, перевіряють іскроутворення і стан високовольтної ізоляції.

Поточний ремонт регуляторів напруги та реле-регуляторів полягає в заміні перегорілих резисторів, пошкоджених обмоток і якорів, з'єднувальних проводів та ізолюючих прокладок. При необхідності виготовляють резистори з ніхромового дроту відповідного перетину. Пошкоджені контакти зачищають надфілем або шкіркою. Дуже пошкоджені контакти замінюють новими. Елементи електронних регуляторів напруги, що відмовили, в основному міняють. Після ремонту електричні параметри реле-регуляторів і регуляторів напруги перевіряють на відповідність вимогам, як правило, в комплекті з тими генераторами, з якими вони працюють в електросхемі машини.

Розподільник запалювання, зазвичай, ремонтують, не знімаючи з машини, тобто замінюють важіль переривника та стійку нерухомого контакту. Після поточного ремонту встановлюють початковий кут випередження запалювання відповідно до вказівок з експлуатації.

Технологія поточного ремонту інших елементів електрообладнання (тахометра, склоочисника, звукового сигналу тощо), контрольно-вимірювальних приладів, спільних комутаційних засобів і приладів освітлення та світлової сигналізації визначається їх конструкцією.

Несправності акумуляторних батарей: порушення контакту у виводах, борні та перемичках; відшарування мастики від стінок моноблока; механічні пошкодження моноблоків і кришок (сколення, тріщини); деформація або розплавлення полюсних виводів тощо.

При поточному ремонті акумуляторної батареї виконують такі операції: заміну моноблока і окремої (чарункової) кришки, наплавлення (відновлення) полюсних виводів і приварювання борна, заміну мастики, усунення невеликих тріщин моноблока і кришок, промивку банок нейтральним розчином.

Візуально визначають наступні характерні несправності:

- тріщини в стінках ебонітових моноблоків. При роздільних кришках можливі деформації та відставання від стінок мастики, тріщини кришок біля вивідних клем і заливних горловин;
- стан вивідних клем і заливних горловин батарей, що мають поліпропіленові напівпрозорі моноблоки.

Навантажувальною вилкою визначають напругу кожного акумулятора. Якщо вона нижче 1,3 В, акумулятор вважається несправним і підлягає заміні або ремонту. За результатами зовнішнього огляду та випробувань визначають необхідність розбирання і вид ремонту з урахуванням конструкції батареї.

Зазвичай, моноблоки з тріщинами, що порушують герметичність акумулятора, вибраковуюють. Батареї на моноблоках із синтетичних матеріалів із загальною кришкою практично не підлягають ремонту.

На експлуатаційних підприємствах найчастіше ремонтують батареї з окремими кришками і зовнішніми міжаккумуляторними з'єднаннями.

Тріщини та відшаровування мастики від стінок моноблока усувають, розплавляючи її за допомогою спеціального нагрівача. При великих тріщинах або суцільному відшаруванні мастики її знімають, а після розігріву знову заливають.

Оплавлені або зношені полюсні виводи перед відновленням очищають від оксидів і промивають теплим розчином кальцинованої соди. Додатковий свинець наплавляють з використанням шаблону.

Дефекти моноблоків усувають з урахуванням їх матеріалу, тобто для закладення тріщин ебонітових моноблоків, зазвичай, застосовують клеї на основі епоксидної смоли, а ремонт батарей з термопласту або поліпропілену проводять методом заклеювання або приварюванням латок з аналогічного матеріалу.

Після ремонту в акумуляторну батарею заливають електроліт і заряджають її. На кожному акумуляторі зарядженої батареї ЕРС має становити 2,1 В, а напруга при перевірці навантажувальною вилкою має бути не нижче 1,7 В протягом 5 с. Ємність акумуляторної батареї після ремонту повинна становити не менше 80% від її номінальної ємності.

Ходова частина, підвіска, шини. Основними несправностями ходової частини гусеничних машин є зношення і пошкодження деталей гусеничної стрічки, а також каретки підвіски, підтримуючих роликів, опорних котків, напрямних і ведучих коліс. Несправності, що виникають, зазвичай, усувають заміною деталей безпосередньо на машині (рис. 14.7). Як правило, міняють торцеві ущільнення. Розбирання механізмів виконують тільки у випадку, якщо відмову неможливо усунути регулюванням. Деталі відновлюють за

допомогою бандажів або накладок, а також наплавленням, рідше - пластичною деформацією.



Рис. 14.7 – Ремонт ходової частини гусеничного екскаватора в польових умовах

Ряд складальних одиниць ходової частини з одностороннім зношенням деталей можна переставляти місцями або перевертати. Наприклад, при помітному зношенні ободів опорних котків каретки підвіски переставляють місцями за перехресною схемою.

В гусеничних стрічках найчастіше зношуються вушка ланок і пальці гусеничних стрічок. Для зняття гусеничної стрічки випресовують палець ланки на ділянці біля ведучого колеса і змотують її на спеціальний барабан (для зручності подальшого транспортування і складування). Якщо крок гусеничної стрічки перевищує встановлене значення, при поточному ремонті рекомендується втулки повернути на 180° або замінити в комплекті з пальцями. Зношені вушка відновлюють наплавленням або приварюванням вкладишів. При встановленні на машину гусеничний ланцюг з'єднують за допомогою спеціального стягуючого пристрою.

Направляюче колесо, зазвичай, демонтують при зношенні втулок опори і спряжених з ними поверхонь колінчастої осі, а також при зриві різьби болтів кріплення. При зношенні обода колеса по ширині і товщині його наплавають під шаром флюсу або міняють. Торцеві ущільнення найчастіше замінюють. Колінчасті вісі направляючого колеса демонтують при зношенні

посадочних поверхонь під підшипники і втулки, а також при поломці натяжного пристрою. Погнуту колінчасту вісь міняють. Зношені поверхні шийок колінчатих осей під втулки і підшипники можна відновлювати наплавленням. Зібране направляюче колесо з відрегульованим осьовим зазором у підшипниках має провертатися вільно, без заїдань.

Опорні котки зношуються по зовнішньому діаметру, в результаті чого спотворюється їх геометрична форма і відбувається заклинювання, захисний ковпак мнеться, зношується розмір отвору і поверхня під сальник.

Каретки підвіски відмовляють внаслідок зношення ущільнення цапфи, втулок і осі балансірів, а також ущільнювальних кілець та підшипників опорних котків. При поточному ремонті машину встановлюють на підставки і роз'єднують гусеничну стрічку, знімаючи каретку підвіски в зборі. Монтаж і демонтаж каретки виконують на спеціальному стенді. Відремонтована каретка повинна вільно обертатися на цапфі рами.

Підтримуючі ролики зношуються по ободу, внаслідок чого відбувається їх заклинювання на осях і витік мастила через зазори ущільнювальних кілець. У осі підтримуючого ролика зношуються шийки під підшипники.

При поточному ремонті ходової частини колісних машин (із залежною підвіскою) усувають ушкодження балки передньої осі, відновлюють радіальний зазор між шворнем і його втулками, замінюють ущільнення і роликові підшипники маточин передніх коліс.

Циліндричні гвинтові пружини практично не ремонтують. Пошкоджені або з ознаками втоми пружини вибраковують.

Для листових ресор характерні поломка та тріщини одного з листів, втрата пружності та зношення листів ресор по товщині, поломка хомутів, зрізання або обрив центрального болта тощо. При заміні хомутів і вушок демонтують заклепки. Нові кріплення виконують за допомогою заклепок, нагрітих до 800 ... 1000° С.

Монтаж і демонтаж ресор виконують на спеціальних стендах або гвинтових пристроях. Ремонт ресор полягає в розбиранні та заміні зношених і поламаних деталей. Перед складанням листи ресори змащують графітним мастилом. Збирання ресори вважається правильним, якщо її листи торкаються один до одного кінцями. У середній частині ресори максимально допустимий зазор без навантаження становить 1 мм. Він повинен зменшуватися до кінців і центрального болта.

Основними несправностями шин (рис. 14.8) і камер є прориви, проколи, зношення протектора, обрив і відшарування корду, втрата пружності, тріщини тощо. При знятті коліс використовують підйомники для вивішування машини, гайковерти для відгвинчування гайок, візки для зняття, встановлення та перевезення. Демонтаж коліс виконують на спеціальних установках.

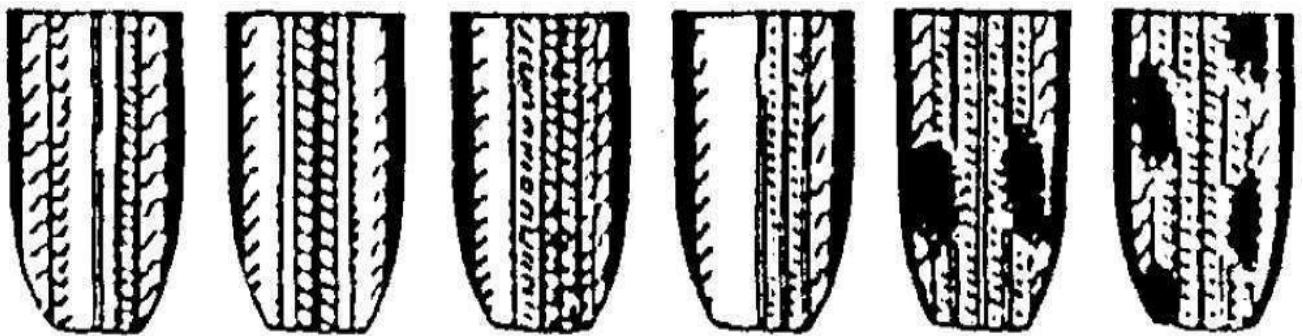


Рис. 14.8 – Види нерівномірного зношування коліс та їх причини (з ліва на право): підвищений тиск, недостатній тиск, неправильне сходження, неправильний розвал коліс, підвищене биття гальмівного барабана, кутове коливання передніх коліс.

Проколи камери та невеликі пошкодження покриття усувають гарячою вулканізацією при температурі $140...150^{\circ}\text{C}$ і тискові $0,6...1,2\text{ МПа}$, що створюється в прес-формах, струбцинами, а також за допомогою іншого спеціального обладнання. В експлуатаційних підприємствах при поточному ремонті, зазвичай, застосовують електровулканізатори.

Для виявлення пошкоджень камеру, наповнену повітрям, занурюють у резервуар з водою. Місця, що підлягають ремонту, піддають шорохуванню,

очищають від пилу і покривають два рази клеєм (просушуючи кожен шар). Одночасно з цим готують латку, яка повинна перекривати прорив по колу на 20 ... 30 мм. Після повного висихання клею латку накладають на пошкоджене місце, наочують роликком і встановлюють у вулканізаційний апарат на 15 ... 20 хв. При ремонті камер можуть використовуватися матеріали з властивостями самовулканізації.

Своєчасний ремонт місцевих пошкоджень покриттів (пробоїв, порізів, тріщин) попереджає подальше руйнування шин в експлуатації, підвищуючи їх пробіг на 5 ... 10%. Спосіб ремонту визначається ступенем пошкодження і властивостями матеріалів, що використовуються при цьому. Обробка пошкоджених місць може виконуватися різними способами. Для зручності доступу до внутрішньої частини покриття при вирізанні наскрізних пошкоджень застосовують борторозширювачі. Ділянки покриття, підготовлені до ремонту, піддають шорохуванню відповідно до наміченого способом. Підготовлені поверхні покриття і латку промащують два рази клеєм, потім закладають ушкодження і вулканізують. Розміри латок і число шарів корду в них вибирають залежно від характеру та розміру пошкоджень, норми шарів покриття і матеріалів, що застосовуються. Вулканізацію покриттів проводять на спеціальному обладнанні при односторонньому або двосторонньому нагріванні пошкодженого місця.

Відновлення шин накладанням (наросуванням) нового протектора виконують спеціалізовані ремонтні підприємства.

Практика показує, що більше 10% ушкоджень шин відбувається в результаті порушення технології монтажно-демонтажних операцій. Монтажу підлягають тільки справні, чисті, сухі, відповідні за розмірами та типами шини, камери, обідкові стрічки, ободи та їх елементи. Нові шини та шини відновлені методом накладання протектора повинні укомплектовуватися новими камерами і обідковими стрічками.

Ободи та їх елементи повинні бути правильної форми, без механічних пошкоджень (погнутостей, гострих країв тощо) і очищені від іржі.

Рекомендується перевіряти осьове (торцеве) і радіальне биття обода, значення яких не повинні перевищувати відповідно 2,0 ... 2,5 мм і 2,5 ... 3,0 мм (залежно від розміру обода).

Перед монтажем покришку всередині, камеру й обідкову стрічку припудрюють тальком по всій поверхні. При монтажі шини на обід необхідно враховувати напрямок малюнку протектора та місце установки колеса. Колеса машин, що рухаються з великими швидкостями, балансують на спеціальних стендах.

Гідрообладнання. Ремонт гідрообладнання машин проводять відповідно до вимог технічної документації. Найчастіше при поточному ремонті в експлуатаційних підприємствах замінюють манжети і ущільнення. Після ремонту систему перевіряють на відсутність протікання по 3 хв на холостому ходу і при максимальному тискові. Також звертають увагу на спрацювання аварійної сигналізації, показники вимірювальних приладів, шум, стукіт, вібрації. Після гідравлічних випробувань перевіряють герметичність усіх з'єднань. Елементи систем та пристроїв, від яких залежить стан машини, після регулювання пломбують.

Ремонт гідроциліндрів На частку гідроциліндрів припадає 17 ... 30% усіх відмов гідросистеми. Основні відмови полягають у порушенні внутрішньої та зовнішньої герметичності через зношення ущільнень поршня і штока, а також вузлів «поршень - гільза циліндра», «шток - направляюча втулка або кришка». Можливе самовільне послаблення кріплень поршнів, деформації штоків, інші несправності.

Розбирання гідроциліндрів виконують на спеціальному стенді, що забезпечує центрування і висунення штока з поршнем із гільзи.

Пошкодження, задирки на робочій поверхні поршня усувають зачисткою і проточкою. Робочу поверхню поршня для відновлення номінальних розмірів допускається наплавляти (переважно - латунню). Шток із тріщинами і розшарованим металом замінюють. Згин штока можна усувати правкою на пресі з застосуванням місцевого підігріву та наступною

механічною обробкою. При значних дефектах допускається розточування вушка та встановлення нової втулки.

При збиранні гідроциліндрів замінюють ущільнювальні кільця, манжети та прокладки, перевіряють центрування поршня щодо робочої поверхні корпусу циліндра. Поршень повинен вільно, без заїдань, пересуватися по всій довжині циліндра.

Після збирання гідроциліндри промивають на стенді переміщенням штока (10 ... 15 циклів). Потім їх випробовують, визначаючи тиск спрацювання і холостого ходу, перевіряючи міцність, а також зовнішню і внутрішню герметичність. Міцність гідроциліндрів перевіряють тиском, який становить $1,5 P_{\text{раб}}$, з витримкою 30 с в крайніх положеннях поршня. При цьому не повинно бути витіку робочої рідини через нерухомі ущільнення, а на поверхнях, що переміщаються, можлива поява масляної плівки. При монтажі гідроциліндрів на машині необхідно контролювати відхилення його геометричної осі, яке не повинно бути більше 2° .

Ремонт насосів і гідродвигунів. Найчастішою несправністю насосів і гідродвигунів є протікання масла через манжетні ущільнення. Для заміни манжет їх знімають із машини.

Розбирання і складання шестернчатих насосів виконують на спеціальній підставці або на верстаті в лещатах з мідними губками. Розукомплектування втулок і шестерень не допускається. Перед складанням насосів комплектують пари втулок і шестерень за розмірними групами, наведеними у технічній документації. При складанні необхідно враховувати напрямок обертання ведучої шестерні. Гумові ущільнювальні кільця та манжети міняють. Якість збирання насоса контролюють за обертанням вала ведучої шестерні. Він повинен провертатися від руки вільно, без заїдань.

Вал гідродвигуна замінюють при ослабленні посадки підшипників, скручуванні та корозійному руйнуванні, а також при зношенні сферичних гнізд. Пластини й вкладиші при зношенні робочої поверхні та збільшенні сферичних гнізд також міняють.

Тарільчаті пружини міняють при зменшенні їх довжини понад 0,1 мм порівняно з номінальною.

При значних дефектах робочої поверхні блок циліндрів та поршні замінюють. Незначні подряпини, нерівномірність виробки торцевої поверхні усувають притиранням робочих поверхонь блоку циліндрів і розподільника. Притирання виконують і при заміні блоку. Притерті поверхні повинні бути рівномірно матовими, без рисок та подряпин. При зношенні та викришуванні поверхні поршня, збільшенні зазору, а також при збільшенні люфту в з'єднанні «поршень-шатун» їх найчастіше міняють. При збиранні контролюють стан з'єднаних поверхонь корпусу та задньої кришки: при необтисненому з'єднанні (і без прокладки) щуп розміром 0,05 мм не повинен проходити на глибину більше 5 мм. Після збирання гідродвигун обкатують на стенді та випробовують на режимах, передбачених технічною документацією.

При установці гідродвигуна на машину контролюють неспіввісності осей з'єднання валів (не більше 0,2 мм) і кут перекосу осей (не більше $1^\circ 30'$). Обертання валів гідродвигуна та приводного механізму повинно бути легким, рівномірним, без заїдання.

Ремонт гідромуфти і гідротрансформатора. Найбільш характерними причинами відмов гідромуфти і гідротрансформатора є заклинювання золотника керування, а також зношення насоса та робочих поверхонь лопаток (рис. 14.9), ущільнень і шпонкових з'єднань, підшипникових пристроїв і цапф валів. На експлуатаційних підприємствах можливе часткове розбирання агрегатів, заміна ущільнень і елементів системи керування. Ремонт із розбиранням і розкриттям внутрішніх порожнин гідромуфт та гідротрансформаторів, як правило, виконують на ремонтному заводі.



Рис. 14.9 - Зношення робочих поверхонь лопаток гідротрансформатора

Якість поточного ремонту перевіряється у два етапи. Спочатку обкатку гідропередачі проводять в режимі холостого ходу при мінімальній частоті обертання, після чого її промивають і заправляють новою робочою рідиною. Потім на спеціальних стендах проводять контроль параметрів гідродинамічної передачі, порівнюючи її паспортні та фактичні характеристики - крутний момент, ККД, коефіцієнт трансформації тощо.

Ремонт гідроапаратури. При поточному ремонті значна частка робіт припадає на відновлення працездатності гідроапаратури керування напрямком, витратою і тиском робочої рідини - гідророзподільників, гідроклапанів, гідрозамків, колекторів тощо. Характерними несправностями гідроклапанів є зношування гнізда, запірних тарілок і конусів, а також кульок, стінок і внутрішніх поверхонь корпусів, пружин, ущільнень.

На частку гідророзподільників припадає 23 ... 42% всіх відмов гідросистеми. Найчастіше зношуються робочі поверхні та отвори в корпусах, робочі поверхні золотників, пружини, штифти, фіксатори, ущільнення і електромагніти.

Для виявлення дефектів і місць протікання гідророзподільник, що надійшов у ремонт, випробовують під тиском. Розбирають його в спеціальному пристосуванні, не допускаючи розкомплектування прецензійної пари «золотник – корпус». При дефектах прецизійних поверхонь деталі замінюють на нові.

Для золотника перевіряють групу щільності і розбирають його, як правило, частково. При необхідності регулюють тиск спрацювання клапана. При відмові автоматичного спрацювання клапана перевіряють стан його гнізда. При зношенні кульки її замінюють новою. Перепускний клапан розбирають при його зависанні в направляючій. Якщо на конусній поверхні клапана є значні сліди зношення, перевіряють і, якщо необхідно, випресовують сідло клапана, використовуючи спеціальну оправку. Перепускні клапани та їх направляючі підбирають так, щоб клапан вільно, без заїдань, переміщався в направляючій та корпусі розподільника.

Перед складанням гідророзподільника золотники комплектують за діаметрами поясків, корпусу розподільників і внутрішньому діаметру камери. Якщо отвори в корпусі не ремонтувалися, золотники встановлюють в їх колишні отвори. При необхідності золотники підбирають і притирають, змастивши мастилом (без притиральних паст). Золотники повинні щільно входити в отвори корпусу розподільника і плавно, без заїдань, пересуватися по всій довжині отвору.

Відремонтований гідророзподільник випробовують та регулюють на спеціальному стенді, при цьому перевіряють запобіжний клапан, спрацювання гідророзподільника, точність фіксації золотників у всіх положеннях. Запобіжний клапан, який встановлено в напірній секції, після випробувань пломбують.

Випробовування більшості видів гідроапаратури (рис. 14.10) включає в себе наступні перевірки: функціонування, зовнішньої та внутрішньої герметичності, плавності регулювання та діапазону налаштування. Перевірка функціонування проводиться в два етапи: спочатку при мінімальному тискові, а після перевірки зовнішньої герметичності та міцності - при мінімальному та максимальному тисках керування і номінальному тиску в основних гідромагістралях.



Рис. 14.10 – Перевірка гідроапаратури на сучасному стенді HYDAC

Зовнішню герметичність перевіряють під тиском не менше $1,5 \cdot P_{ном}$, а також при інших значеннях тиску, зазначених у технічній документації. При цьому запотівання зовнішніх поверхонь, підтікання з різьбових та інших з'єднань неприпустимі.

Перевірку внутрішньої герметичності проводять при тискові, зазначеному в технічних умовах на конкретну гідроапаратуру, в кожному з положень її робочого елементу. Витікання (крім дозволених значень) вимірюють.

Запобіжний клапан перевіряють, повільно підвищуючи дроселем-витратоміром тиск у нагнітальному трубопроводі та фіксуючи значення спрацювання клапана (воно не повинно перевищувати 3 ... 7% від номінального).

При випробовуваннях визначають також інші параметри, що залежать від виду гідроапаратури та встановлені відповідними технічними умовами.

Бракування сталевих канатів

Вибраковка сталевих канатів проводиться спеціально навченим персоналом на основі візуального огляду та вимірювань (мікрометром) згідно з нормативними документами. Ушкодження: обриви дротів, знос, корозія,

зменшення діаметра дротів, зміна розміру діаметра канату, деформації або термічні пошкодження (рис.14.11, 14.12).

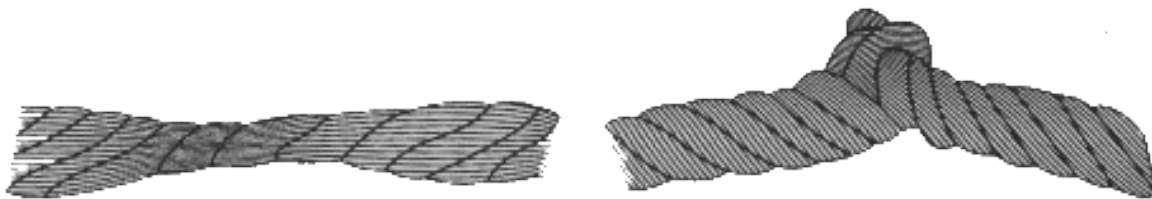


Рис.14.11 - Роздавллювання та перекручування канату



Рис.14.12 - Заломлювання та перегин канату

Основні критерії вибраковки сталевих канатів:

- Обриви дротів: перевищення допустимої кількості обірваних дротів на одному кроці звивання (вказано в таблицях норм бракування).
- Знос та корозія: зменшення діаметра дротів через механічний знос або корозію на 40% і більше від початкового розміру (рис.14.13).
- Деформації:
 - Видимий сердечник (виступання пасм).
 - Пошкоджені ділянки (перебиті пасма).
 - Локальне зменшення або збільшення діаметра каната.
- Термічні пошкодження: зміна кольору дроту, наявність слідів від електрозварювання.
- Зменшення діаметра: зменшення діаметра каната (через знос або корозію) більше ніж на 7% від номінального.

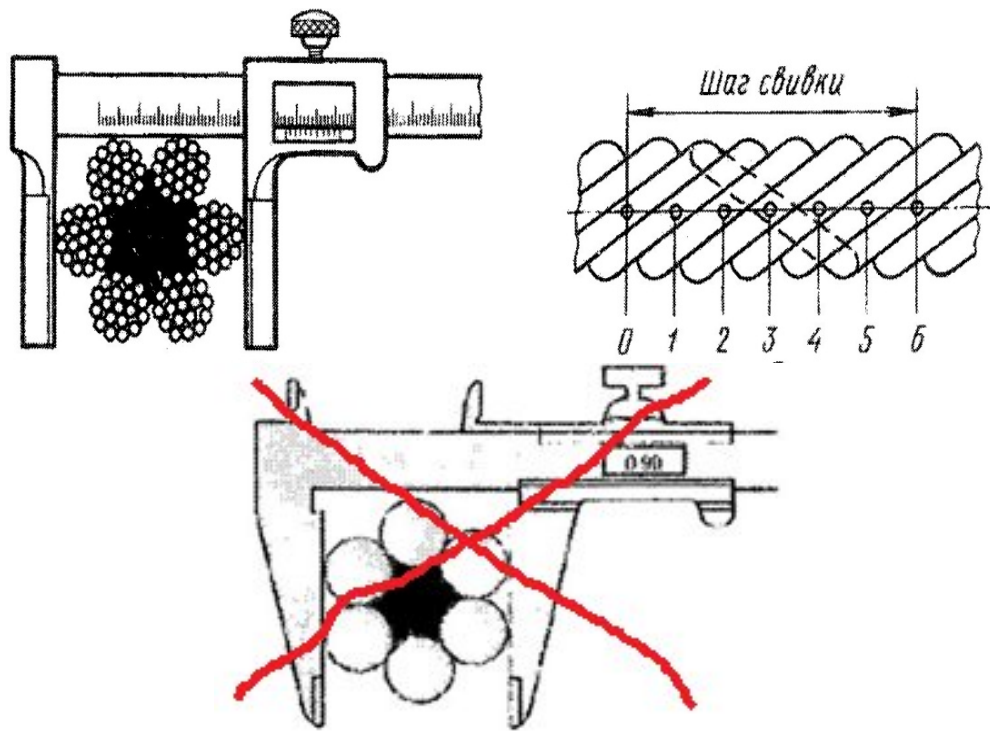


Рис.14.13 - Діаметр канату і крок звивання

Процедура огляду:

Підготовка: відгинають кінець дроту в місці обриву, очищають від бруду та іржі.

Вимірювання: використовують мікрометр для точного визначення ступеня зносу або корозії.

Фіксація: результати обов'язково заносяться в журнал оглядів.

Орієнтир для оцінки та рейтингу зовнішньої корозії (рис.14.14-14.17).



Рис.14.14 - Початок поверхневого окислення, можна протерти. Рейтинг: 0 %
на шляху до бракування



Рис.14.15 - Дроти шорсткі на дотик, загальне окислення поверхні. Рейтинг:
20 % на шляху до бракування



Рис.14.16 - Поверхня дроту значно постраждала від окислення — Рейтинг:
60 % на шляху до бракування



Рис.14.17 - Поверхня сильно пошкоджена, дроти досить провислі, проміжки між дротами. Дефекти критичні, канат негайно вилучається з експлуатації.

Питання для самоконтролю:

1. Які операції проводять при ПР машин?
2. Поясніть визначення «плановий та позаплановий ремонт машини».
3. Який відсотковий розподіл відновлення поверхонь деталей машин?

4. Які фактори впливають на вибір способу та методу ремонту?
5. Які Ви знаєте способи відновлення деталей?
6. Які основні способи відновлення деталей методом пластичного деформування?
7. Яке обладнання застосовується для очищення та миття деталей при ремонті?
8. Назвіть основні мийні розчини, що використовуються при мийно-очисних роботах.
9. В чому полягає ремонт системи охолодження двигуна?
10. Як здійснюється проведення робіт з ремонту системи мащення?
11. Які несправності усувають при ремонті системи живлення?
12. Як проводять ремонт електрообладнання машин?
13. Які основні несправності ходової частини машин? Методи їх усунення?
16. Як здійснюється реалізація та проведення ремонту гідросистем?

Технологічна схема демонтажу-монтажу агрегатів, систем, вузлів, механізмів, муфт, редукторів, двигунів

Технологічні операції з демонтажу відносяться до початкових, а монтажу – до завершальних у загальному виробничому процесі ремонту обладнання. Виконання демонтажно-монтажних робіт, як правило, пов'язане з великими витратами часу і складає значну частку від загальної трудомісткості ремонту машини. В залежності від потужності ремонтної служби підприємства ця частка робіт може коливатися в досить великих межах і приблизно складає від 30 до 45 % від загальної трудомісткості ремонту об'єкту. Слід також зауважити, що суттєве значення при визначенні цієї частки мають також конструкційні особливості самого об'єкту ремонту, та звана ремонтпридатність.

Зміст і структура технологічного процесу демонтажу-монтажу. Попередньо, до початку розробки технологічного процесу, необхідно вивчити конструкцію машини, умови її роботи і технічні умови її приймання

та випробування. Техпроцес полягає у послідовності роз'єднання-поєднання деталей у вузли, вузлів і окремих деталей – у механізми (агрегати) та у машину в цілому. У зв'язку із цим всі роботи розбиваються на окремі послідовні стадії (розкладання-складання вузлів, агрегатів, механізмів, загальне складання), які далі розчленовуються на окремі послідовні операції, переходи, прийоми.

Під операцією в складальному процесі розуміють частину складального процесу, яка здійснюється по якому-небудь вузлу, агрегату, машині одним або кількома робітниками на одному робочому місці. Операція може виконуватися при кількох установках. Операція складається з переходів.

Під переходом розуміють частину операції, яка є цілком закінченою, не може бути розчленована на інші переходи і виконується без зміни інструментів одним або кількома робітниками одночасно. Перехід складається із прийомів.

Прийомом називається частина переходу, що полягає з ряду найпростіших робочих рухів, що виконуються одним робітником.

Під установкою розуміється надання певного положення деталям і з'єднанням, що складаються,.

При розробці технологічного процесу складання для кожної операції, переходу та інших частин складального процесу потрібно дати опис характеру робіт і способів їх виконання; зазначити необхідний інструмент і пристосування, визначити потрібну кількість часу, число робітників та їх кваліфікацію.

Цілий виріб залежно від його складності може бути розчленований на більше або менше число конструктивно-складальних одиниць. Розчленовування на агрегати і окремі деталі залежить від конструктивних особливостей машини. Для кожного типу машин це розчленовування може мати індивідуальний характер; загальних правил розчленовування різних машин на окремі з'єднання не може бути, тому що це розчленовування

залежить, як зазначено, від конструкції машини; таке розчленовування завжди умовне і може бути застосовне тільки для даного типу машини.

При розчленовуванні конструкції виробу на окремі складальні одиниці треба керуватися наступними основними положеннями:

- виділення того або іншого з'єднання в складальну одиницю повинне бути можливим та доцільним як у конструктивному, так і в технологічному відношенні;

- повинен бути забезпечений правильний технологічний зв'язок і послідовність операцій;

- на загальне складання повинні подаватися у можливо більшій кількості попередньо скомплектовані складальні одиниці і у можливо меншій кількості окремі деталі;

- загальне складання повинне бути максимально звільнене від виконання дрібних складальних з'єднань і різних допоміжних робіт.

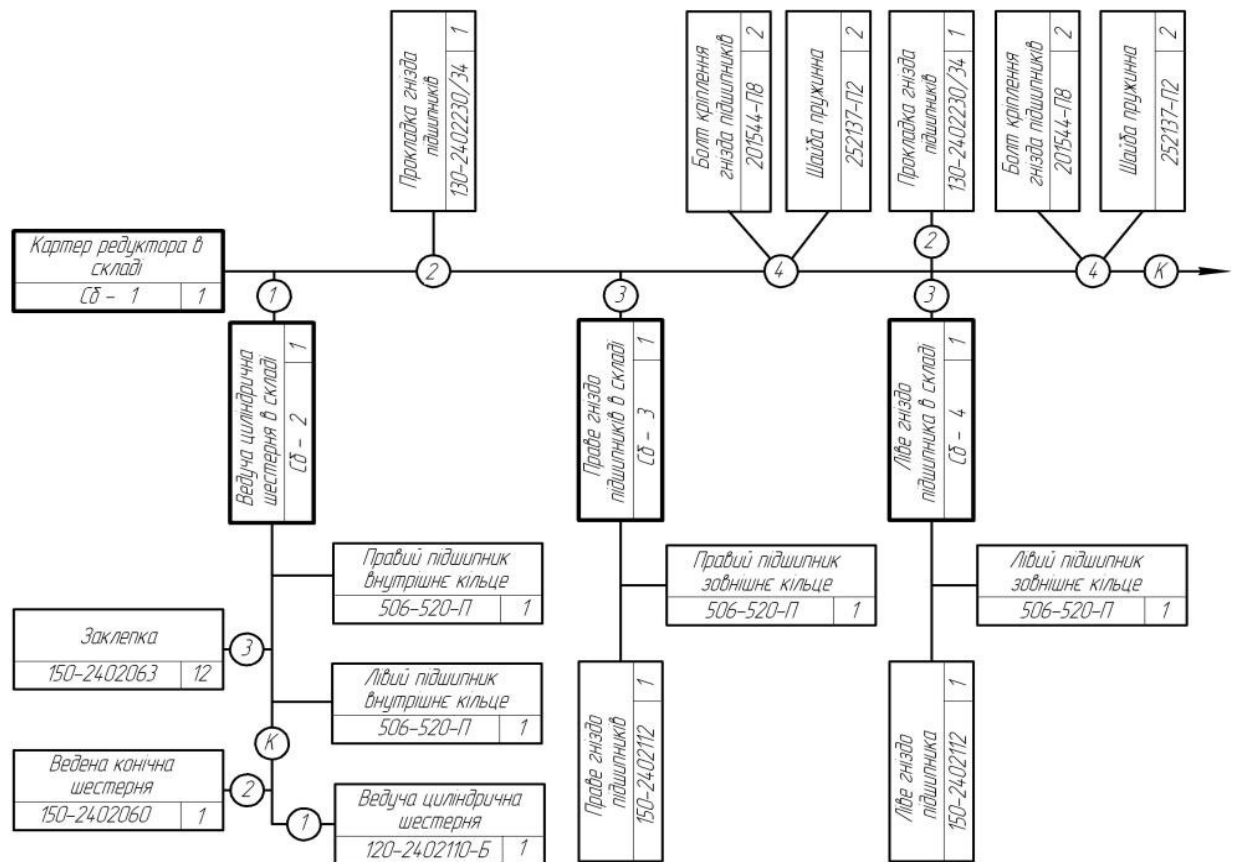
Трудомісткість процесу Як вже зазначалося, що трудомісткість складання залежить від потужності ремонтної служби підприємства та індивідуальних властивостей об'єкту ремонту, зокрема ремонтпридатності. Зменшення трудомісткості розбирання-складання машини досягається можливістю широкого застосування спеціальних пристосувань і інструментів з метою зменшення витрат часу на виконання операцій та полегшення роботи.

Розробка структурної схеми розбирання-складання Наряду з удосконалюванням методів, засобів та прийомів, якість ремонту забезпечується розробкою ехнологічної документації.

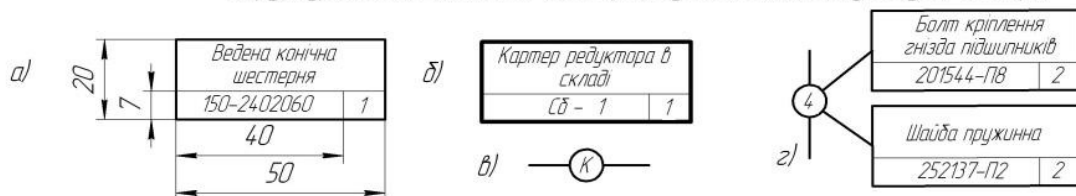
Проектування технологічного процесу включає в себе розробку маршрутної карти, карт ескізів, операційних карт, відомостей деталей і оснастки. Для цього рекомендується розробити схему розбирання-складання з'єднань, що буде наочно показувати взаємний зв'язок і послідовність з'єднань окремих елементів, складальних одиниць, вузлів, агрегатів

(механізмів), кріпильних та інших виробів і цілого об'єкту– машини, апарата, обладнання.

Перед розробкою маршрутної карти складання на кресленні складають структурну схему (рис. 14.18). Структурна схема являє собою умовне графічне зображення всіх складових виробу, розташованих у послідовності його розбирання або складання. На схемі показують у вигляді лінії, до якої у відповідних по ходу процесу місцях примикають прямокутні позначення деталей та складальних одиниць (рис.14.18 а,б).



Структурна схема технологічного процесу складання блоку ведучої шестірни



Умовні позначення: а) деталь; б) складова група; в) контрольна операція; г) одночасна установка двох деталей

Рис. 14.18 – Приклад виконання структурної схеми складання вузла технологічного обладнання

Прямокутники поділені на три частини, в яких вказують найменування деталі, складової одиниці або стандартного виробу, номер по каталогу та число деталей або складових одиниць. Побудова структурної схеми складання починається з базової деталі. Окремі деталі і складальні одиниці розташовуються з обох сторін лінії у порядку їх під'єднання до вузла, що складається. Також можна вказати обладнання і інструменти, які необхідні для даної операції. Закінчується схема складання зображенням прямокутника зібраного вузла або машини і постановкою точок контролю. Слід зауважити, що у разі читання схеми у зверненому порядку, то ця схема може розглядатися як схема розбирання.

Питання для самоконтролю:

1 У чому полягає відмінність процесу складання при ремонті машини від процесу складання при виготовленні машини?

2 За рахунок яких заходів можна зменшити частку трудомісткості складальних робіт в загальній трудомісткості ремонту машини?

3 З яких основних документів складається комплект технологічної документації на складання?

4 З яких об'єктивних та суб'єктивних причин роботи по складанню відносяться до мало механізованих (ручних) робіт?

5 З якою метою і на основі яких вихідних даних розробляється структурна технологічна схема складання?

ЛЕКЦІЯ 16 Дефектування деталей при проведенні ремонту. Неруйнівні методи дефектування деталей. Різновиди неруйнівного контролю.

Дефектування деталей при проведенні ремонту

Мета дефектації деталей – визначити їх технічний стан під час надходження машин і агрегатів у ремонт.

Для прийняття об'єктивних рішень відносно подальшого використання деталей керуються нормативно-технічними документами для даного виду і об'єкта ремонту. Порівняння фактичних (вимірних або визначених іншими методами) і нормативних значень параметрів стану дозволяє виявити наявність дефекту деталі (звідси термін «дефектація деталей»).

Критерії граничного стану деталей і спряжень. У нормативних документах (технічних вимогах на дефектацію) зазначені два види оцінюваних параметрів, тобто критеріїв технічного стану деталей: критерій допустимості подальшого використання деталі, який забезпечує ресурс до наступного ремонту, і критерій граничного стану, за якого деталь не може бути встановлена на машину.

Під час ремонту має бути відновлена не тільки працездатність (або справність) машини, але й її міжремонтний ресурс. Тому у машині залишають для подальшої експлуатації тільки ті деталі і спряження, залишковий ресурс яких дорівнює або перевищує міжремонтний ресурс агрегату або машини. У зв'язку з цим, граничний стан деталей і спряжень під час ремонту набуває трохи іншого змісту і визначається як допустиме при ремонті (або просто допустиме) значення параметру стану.

Таким чином, допустимим значенням параметра стану називають таке його значення, за якого залишковий ресурс деталі або спряження дорівнює міжремонтному ресурсу окремого елемента (вузла, агрегату) або машини в цілому.

До параметрів граничного (допустимого) стану деталей і спряжень відносяться граничні значення зазору у спряженнях, розміру або зносу елементів деталі, похибки форми (овальність, конусоподібність тощо) і

взаємного розміщення осей та поверхонь (неспіввісність, радіальне биття тощо), а також параметрів пружності пружин, поршневих кілець тощо.

Значення параметрів граничного (допустимого) стану деталей і спряжень обумовлюються в технічній документації. Для ремонту машин такою документацією є технічні вимоги на дефектацію для конкретної марки машини. Граничні і допустимі значення геометричних та інших параметрів можуть бути встановлені шляхом:

- теоретичних розрахунків;
- масового мікрометражного вимірювання деталей, які надійшли на ремонт, і відповідного статистичного аналізу даних;
- спеціальних випробувань (прискорених або експлуатаційних);
- порівняння з попередньою конструкцією (на першому етапі виробництва нової машини).

Граничні параметри деталей і спряжень не можуть бути призначені довільно.

Граничні параметри встановлюються за технічним, технологічним і економічним критеріями.

Застосування того або іншого критеріїв залежить від призначення машини та її вузла чи механізму. При цьому один із критеріїв матиме основне значення, інші можуть бути допоміжними або контрольними.

Технічний критерій. За цим критерієм встановлюють граничні параметри деталей і спряжень з урахуванням міцності, характеру зміни діючих навантажень, умов тертя, теплової напруженості, властивостей поверхонь тертя тощо. При цьому граничні параметри деталей визначаються моментом різкого підвищення інтенсивності зношування або припиненням роботи механізму.

Технологічний критерій (критерій якості). За цим критерієм граничні параметри деталей і спряжень встановлюються, виходячи з норм на зміну показників якості роботи машини або її агрегатів та вузлів. Цей критерій може бути основним для робочих органів сільськогосподарських машин і

механізмів, які керують ними, оскільки головним призначенням їх деталей і спряжень є забезпечення певної якості роботи (допустимі коливання за глибиною оранки, нерівномірність висіву насіння тощо).

Економічний критерій є основним для механізмів, які керують процесами подачі палива у двигун, його згорання, відведення продуктів згорання тощо.

У більшості випадків, основні деталі досягають свого граничного стану не тому, що знос викликає небезпеку їх поломки, а тому, що із збільшенням зазорів у спряженнях погіршуються робочі параметри двигуна (знижується потужність, збільшується питома витрата палива тощо), а значить і знижується продуктивність машини та збільшуються витрати експлуатаційних матеріалів, що впливає на економічність.

Одним із поширених параметрів економічного критерію граничного стану вузла, агрегату або машини є оптимальна довговічність, тобто такий ресурс або строк служби, за якого досягається мінімум витрат на її придбання, експлуатацію і ремонт, що припадають на одиницю продукції або одиницю наробітку (рис. 16.1).

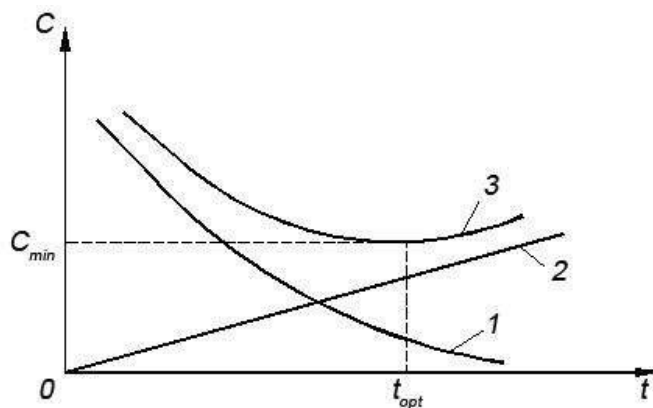


Рис. 16.1 – Схема визначення економічно оптимального ресурсу машин:

питомі витрати: 1 – амортизаційні, 2 – експлуатаційні; 3 – сумарні

Експлуатація машини після оптимального часу **t_{opt}** , а відповідно і її зношування, викликає таке збільшення витрат, які можуть бути прийняті як граничні.

Методи дефектації. Для реалізації завдань дефектації використовують такі методи: органолептичні, інструментальні за геометричними параметрами і виявлення прихованих дефектів. Органолептичні методи дефектації ґрунтуються на оцінках технічного стану деталей за допомогою органів чуття і виконуються:

- зовнішнім оглядом, за допомогою якого виявляють видимі пошкодження і зміни початкової форми деталі (тріщини, пробоїни, обломи, викришування, раковини, задири, жолоблення, пошкодження різьб);
- остукуванням – на слух (за деренчливим або глухим звуком) визначають малопомітні тріщини, ослаблення заклепок рам, зазори у нерухомих з'єднаннях деталей;
- випробуванням вручну – визначають, наприклад, придатність різьб закручуванням і відкручуванням болта або гайки, заїдання у підшипниках кочення провертанням їх внутрішнього або зовнішнього кільця, вільність переміщень деталей рухомих з'єднань.

Усі ці способи дефектації у багатьох випадках не дають можливості зробити остаточний висновок про технічний стан об'єктів дефектації, оскільки вони мають суб'єктивний характер.

Інструментальні методи дефектації за геометричними параметрами передбачають визначення дійсних розмірів зношених деталей, похибок їх форми і взаємного розміщення осей і поверхонь, а також зазорів у спряженнях. Для цього використовують універсальні і спеціальні вимірювальні засоби. Крім того, застосовують калібри і шаблони, які відносяться до контрольних, а не вимірювальних засобів, оскільки визначають лише відповідність геометричних параметрів технічним вимогам, а не їх дійсні значення.

Вимірювання при дефектації виконують у місцях максимального зношування за найменшим значенням розміру валу й найбільшим значенням отвору.

До універсальних вимірювальних засобів відносяться: штангенінструменти, мікрометричні, індикаторні, важільно-механічні, оптико-механічні і оптичні інструменти.

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

Вимірювальні засоби мають певні метрологічні характеристики. До основних з них, з точки зору вибору вимірювального інструменту для конкретного об'єкту вимірів відносяться межі вимірювань, ціна поділки і гранична похибка вимірювання.

Вибір вимірювального засобу залежить від співвідношення між допуском на допустиме зношування δ_z (а не допуском на розмір) і граничною похибкою інструменту Δ_{lim} (за довідковими даними). Щоб імовірність вибракування придатної деталі або пропуску непридатної була допустимо мала, повинно зберігатися відношення: $\Delta_{lim} \leq K \cdot \delta_z$, де K – коефіцієнт точності методу вимірювання приймають рівним $K=0,25-0,30$.

Під час дефектації допуск δ_z визначається як різниця між середнім за кресленником і допустимим при ремонті розмірами.

Калібри для дефектації використовують не з двома граничними межами, як у випадку виготовлення або відновлення деталей, а з однією, прохідні, налагоджені тільки на допустимий розмір. Можливе застосування калібрів з двома межами, якщо, наприклад, один бік налагоджений на допустимий розмір у з'єднанні з новою деталлю, а другий – на розмір, допустимий з деталлю, яка була в експлуатації, при цьому деталі сортуватимуться на дві групи.

Для контролю отворів під час виготовлення (відновлення) застосовують повні пробки, а при дефектації – неповні або у вигляді нерегульованих нутромірів. Такі конструкції калібрів дозволяють уникнути помилок, пов'язаних з нерівномірністю зношення внутрішніх поверхонь (повна пробка може пропустити непридатну деталь, бо не ввійде в отвір по меншому розміру нерівномірно зношеної поверхні, хоча її більший розмір вийшов за межі допустимого).

Отже у процесі дефектації деталі сортують на групи, які визначають технологічні потоки деталей: деталі, придатні для подальшого використання у процесі ремонту машин; деталі, які відправляють на ремонт; непридатні деталі, які утилізують. У деяких випадках у технічних нормативних документах першу групу деталей розбивають на дві підгрупи: деталі, придатні у sprzęженні тільки з новою (або відновленою) деталлю, і деталі, придатні у sprzęженні з частково зношеною.

Такий підхід передбачає можливість використання тих деталей, які за величиною зносу вже не відносяться до придатних для sprzęжень із зношеними деталями, але у sprzęженні з новими деталями ще забезпечують допустимі значення зазору у з'єднанні. Наявність такої додаткової групи деталей деякою мірою збільшує кількість деталей, які не потребують затрат на ремонт, але при цьому ускладнюється організація технологічних потоків і комплектування деталей.

В умовах ремонтного виробництва деталі, придатні для ремонту, також можуть бути розділені на дві частини: ті, які ремонтують на самому підприємстві, і ті, що відправляють на спеціалізоване підприємство.

Деталі після дефектації маркують фарбою: придатні – зеленою, придатні у sprzęженні з новими або відновленими деталями – жовтою, деталі, що підлягають ремонту на даному підприємстві – білою, на спеціалізованих ремонтних підприємствах – синьою, непридатні – червоною.

Важливим завданням, особливо для великих ремонтних підприємств, є накопичення інформації про результати дефектації і сортування деталей з

метою удосконалення організації ремонту. Для всіх груп відсортованих деталей даної марки машин за накопиченою інформацією визначають коефіцієнти придатності **Кп**, відновлення **Кв** і змінності **Кз**. Вони характеризують кількість придатних деталей, що підлягають ремонту, і непридатних деталей відносно всіх однойменних деталей, які пройшли дефектацію:

$$Kn = \frac{n_n}{N}; Kv = \frac{n_v}{N}; Kz = \frac{n_z}{N}; N = n_n + n_v + n_z,$$

де n_n, n_v, n_z – відповідно кількість деталей придатних, що потребують відновлення, і непридатних (змінних).

Важливими для ремонтних підприємств є коефіцієнти повторності дефекту **Кпд**, які визначаються відношенням кількості деталей одного найменування з даним дефектом $n_{дi}$ до загальної кількості ремонтпридатних деталей $n_{вi}$:

$$Кпд = n_{дi} / n_{вi}$$

Маючи дані про коефіцієнти повторності дефектів деталей, можна значно точніше оцінювати необхідність трудових і матеріальних витрат на відновлення деталей в процесі функціонування ремонтного підприємства, а отже, впливати на скорочення витрат виробництва.

Дефекти, що виникають у деталях при експлуатації машин

Тріщини – надриви в поверхневому шарі металу утворюються в результаті високих одноразово прикладених напружень (розтягнення, вигин, крутіння), коли навантаження перевищує міцність деталі, наприклад, при порушенні технології правки деталі, демонтажі або монтажі деталі з крихким поверхневим шаром або при перевантаженні деталі в експлуатації (робота в нерозрахунковому режимі).

Тріщини від утомленості є найбільш поширеними експлуатаційними дефектами. Основна причина руйнувань деталей від утомленості дія високих змінних напруг. Тріщини від утомленості виникають у місцях концентрації напруг: по галтелях, у місцях з різкими переходами перерізів і наявністю

підрізів, біля основи різі та зубів шестерень, у кутах шпонкових канавок, в отворах для змащення або в місцях інших конструктивних або технологічних концентраторів напружень.

Тріщини від утомленості з'являються також у місцях дефектів металургійного та технологічного походження або слідів грубої механічної обробки поверхні (глибоких рисок, слідів різця і т.п.). Тріщини від утомленості розрізняють за зовнішнім виглядом.

Найчастіше вони бувають двох типів:

а) поперечні або кільцеві тріщини, що розвиваються на циліндричних деталях по колу в перерізі, перпендикулярному до осі деталі;

б) тріщини, розташовані під кутом до осі деталі.

У зоні руйнування від утомленості немає будь-яких ознак пластичної деформації навіть у найбільш пластичних матеріалах. Ширина розкриття від утомленості тріщини біля виходу її на поверхню в початковій стадії руйнування не перевищує декількох мікрон.

Тріщини від термічної утоми. Руйнування деталей після багаторазового впливу періодично змінних у часі термічних напруг являє собою явище термічної утоми. Для руйнування при термічній утомі характерне виникнення великої кількості тріщин, що пояснюється локальністю дії термічних напружень і швидкою їх релаксацією. Характерними для термоутоми є тріщини з широкими пустотами і тупими закінченнями – тріщини « розпалу ». Стінки більшості тріщин інтенсивно окислені. Тріщини термоутоми можуть мати місцеві розширення, коли вони перетинають межі зерен, несприятливо орієнтовані для розвитку по них тріщин.

Тріщини хімічної утоми. Руйнування матеріалу в результаті дії повторно прикладених навантажень і корозійного середовища називають корозійно-утомним руйнуванням. Корозійно-утомні тріщини – це здебільшого численні тріщини, що розгалужуються у міру зростання і закінчуються пучками, що нагадують кореневу систему рослин.

Тріщини контактної утоми – особливий вид руйнування, що являє собою контактні утомні викришування. Поверхневі контактні руйнування – фретинг – корозія або контактна утома є неповними руйнуваннями деталей, а поєднаннями численних, часто дуже дрібних сколів. Контактне утомне викришування (утворення пітингів) з подальшим розвитком руйнування від утомленості по перерізу деталей спостерігається в таких деталях, як підшипники кочення і ковзання, на зубах шестерень, замкових з'єднаннях та ін.

Кавітаційне розтріскування. Кавітація означає утворення порожнини на поверхні твердого тіла при руйнуванні газоподібних пузирів. Пузири, що тріскаються, роблять руйнування в шарі металу на межі з рідиною. Кавітація утоми спостерігається, коли стінка, що коливається, межує з рідиною (наприклад, у циклічно навантажених підшипниках ковзання).

Руйнування під впливом водню (воднева крихкість). Під впливом розчиненого водню метали можуть ставати настільки крихкими, що вже при додаванні малого розтягального напруження утворюються тріщини. Джерелами надходження водню може бути термічна дисоціація води при металургійних процесах (лиття, зварювання), дисоціація газів, корозія, гальванічні процеси і т.п.

Тріщини повзучості. Руйнування деталей після пластичної течії їх матеріалу під впливом постійного напруження при відносно високих температурах називається руйнуванням від повзучості. Для повзучості є характерним численне тріщиноутворення. Великий вплив на характер руйнування чинить розмір зерен і їх різновид. Для матеріалу з різномірним зерном характерне міжзернове руйнування в області малих зерен і внутрішньозернове – по найбільших.

Розтріскування під дією термічних напружень. Руйнування під дією термічних напружень відбувається тільки внаслідок теплового градієнта, без докладання зовнішнього механічного навантаження. Причиною виникнення тріщин при цьому є утворення локальних полів напружень.

Корозійні пошкодження (вогнищеві, міжкристалічні та ін.) зустрічаються на різних деталях. Ступінь корозійного пошкодження залежить від наявності агресивних середовищ, якості захисних покриттів, несприятливого поєднання матеріалів деталей у вузлі та ін. В експлуатації корозією часто уражені закриті, внутрішні пустоти, важкодоступні для огляду.

Корозійне розтріскування – особливо небезпечний вид корозійного руйнування, що відбувається при одночасному впливі статичних розтягальних напружень (зовнішніх чи внутрішніх) і корозійного середовища. При цьому спостерігається крихке руйнування і воно спрямоване перпендикулярно дії розтягальних напружень.

Процес розвитку корозійного руйнування складається з трьох стадій:

- 1) повільний розвиток тріщин, коли процес в основному визначається корозійним фактором;
- 2) стрибкоподібний, відносно швидкий розвиток тріщин при зростаючому впливі механічного фактора;
- 3) лавиноподібне руйнування (долом).

Особливістю тріщин при корозійному розтріскуванні є їх значна розгалуженість. Механічні пошкодження поверхні – забоїни, вм'ятини, надир, ризики, місцевий наклеп. Їх причини можуть бути різноманітними.

Методи виявлення прихованих дефектів. Для визначення тріщин від втомленості, тріщин від силових і теплових навантажень та дефектів зварних швів застосовують фізичні методи дефектоскопії (магнітної, капілярної, ультразвукової, гідравлічної і пневматичної).

Неруйнівні методи дефектування деталей.

Засоби неруйнівного контролю, що використовуються для контролю в умовах експлуатації машин можна поділити на системи вбудованого автоматизованого контролю та автономні. Системи вбудованого автоматизованого контролю містять у собі датчики для отримання інформації про несправності агрегатів або порушення суцільності матеріалу

відповідальних деталей (вузлів), апаратуру обробки та індикації цієї інформації. Контроль здійснюється шляхом «опитування» датчиків за допомогою бортових реєстраторів або підключення до них наземного реєструючого обладнання при проведенні профілактичних робіт. Для отримання інформації про суцільність матеріалу деталі застосовують такі датчики : електричного опору (тензометричні дротові, з фольги, електропровідні емалі, датчики ступеня втоми матеріалу та ін.), датчики емісії хвиль навантаження, ультразвукові, звукові, вібраційні, манометричні та хімічні. Поява несправностей окремих агрегатів виявляється засобами технічної діагностики.

Різновиди неруйнівного контролю.

До засобів неруйнівного контролю відносять контрольновимірювальну апаратуру, у якій використовують проникаючі поля, випромінювання і речовини для отримання інформації про якість досліджуваних матеріалів і об'єктів.

Найбільш поширеними в цей час є такі методи неруйнівного контролю:

- акустичний контроль;
- ультразвукова дефектоскопія, ультразвукова товщинометрія;
- акустична емісія;
- магнітний контроль (магнітопорошковий);
- контроль проникаючими речовинами (капілярний контроль);
- вихрострумний контроль;
- електричний контроль;
- радіохвильовий контроль;
- тепловий контроль;
- оптичний контроль;
- радіаційний контроль;
- контроль магнітографічним методом.

Основні методи неруйнівного контролю, які застосовуються для контролю зварних з'єднань, деталей, а також у ремонті та обслуговуванні підйомно-транспортних машин:

Вихрострумний метод базується на аналізі взаємодії зовнішнього електромагнітного поля з полем вихрових струмів, що наводяться в електропровідному об'єкті.

Магнітопорошковий метод використовується для виявлення поверхневих та підповерхневих дефектів у феромагнітних матеріалах за допомогою магнітного порошку або суспензії.

Метод Хола базується на ефекті Хола для вимірювання магнітних полів, що дозволяє виявляти локальні магнітні аномалії.

Радіаційні методи використовують рентгенівське або гамма-випромінювання для просвічування матеріалів, дозволяючи виявляти внутрішні дефекти.

Тепловізійний метод фіксує температурні поля на поверхні об'єкта, дозволяючи виявляти дефекти за їхньою теплопровідністю.

Тензометрія вимірювання деформацій матеріалу для визначення механічних напружень.

Акустико-емісійний метод реєструє акустичні хвилі, що генеруються в матеріалі під навантаженням внаслідок розвитку дефектів.

Внутрішнє обстеження каната

Перевірка внутрішнього стану каната візуальними методами контролю.

Якщо компетентна особа (експерт технічний) вирішує, що під час експлуатації необхідне внутрішнє обстеження, щоб визначити, чи є будь-яке шкідливе внутрішнє пошкодження в канаті, це слід робити шляхом розкриття каната з особливою обережністю, таким чином уникаючи остаточного пошкодження та/або деформації каната. На практиці це легше виконувати, коли канат лежить на підлозі, а не коли він піднятий у повітрі.

Розкриття каната рекомендується здійснювати за допомогою двох затискачів закріплених на канаті, як показано на рис.16.2.

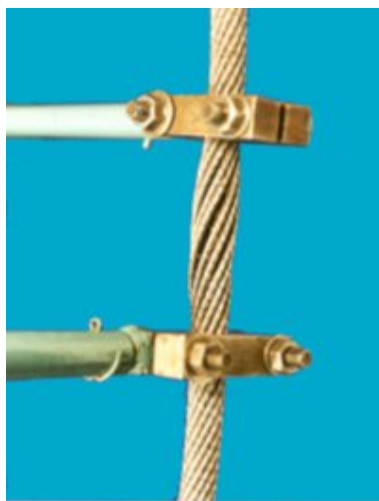


Рис.16.2 - Положення затискачів, закріплених на канаті, слід запам'ятати.

Щелепи затискачів мають бути такого розміру, який дозволяє захопити канат, не деформуючи його, і виготовлені з матеріалу, що дозволяє розкрити канат без ковзання та пошкодження каната. Окрім того, для сприяння цьому процесу щелепи можуть містити вставки, наприклад зі шкіри.

Для розкриття каната слід обертати затискачі в протилежному напрямку до звивання каната, щоб зовнішні пасми відокремилися та відійшли від осердя або центру каната, таким чином розкриваючи канат.

Слід звертати увагу на таке:

- ступінь будь-якої корозії;
- будь-які зубці (вдавлювання) на дротах (у результаті натискання чи спрацювання);
- наявність будь-яких зламаних (обірваних) дротів на зовнішніх пасмах і в осерді або в центрі каната (вони можуть бути невидимими);
- стан внутрішнього змащування.

Перед закриванням на розкриту ділянку каната слід нанести експлуатаційне змащування (мастило).

Під час закривання каната затискачі слід обертати з помірною силою, щоб закрити канат та забезпечити правильну укладку зовнішніх пасм навколо осердя або центру каната. Це часто вимагає відведення щелеп за їх первинне положення, яке запам'ятали перед розкриттям.

Для розкриття каната біля кінцевого кріплення достатньо використовувати лише один затискач, оскільки система кінцевого кріплення зазвичай забезпечує фіксацію зовнішнього кінця (рис.16.3).



Рис.16.3 - Положення затискача, закріпленого на канаті.

Окрім зазначеного методу перевірки внутрішнього стану каната, в тексті стандарту передбачається також застосування, як допоміжного, неруйнівного контролю за допомогою електромагнітних засобів для визначення розташування тих ділянок каната, які можуть зазнати пошкодження.

Критерії вибраковування канатів

Особливості критеріїв бракування канатів:

а) щодо зламаних (обірваних) дротів каната

У канатах подвійного звивання (наприклад, шести- та восьмирядкових) і паралельно звитих канатах, що проходять сталевими блоками, злами (обриви) дротів зазвичай відбуваються випадковим чином уздовж каната в місцях зовнішніх пасм, тобто на зовнішніх поверхнях зовнішньої пасми. Часто такі злами (обриви) дротів пов'язані з ділянками зовнішнього спрацювання.

У опірних крученню канатах, існує ймовірність того, що більшість зламів (обривів) дротів відбувається всередині, і їх буде важко виявити під час візуальної перевірки. З цієї причини допустима кількість візуальних зламів (обривів) дротів для опірних крученню канатів, менша, ніж для каната подвійного звивання або паралельно звитого каната.

Там, де переважаючим видом пошкодження є втома від згинання, злами (обриви) дротів починають відбуватися після певної кількості робочих циклів. Однак кількість зламів поступово зростає з часом, і в цьому випадку рекомендується проводити ретельну періодичну перевірку і реєстрацію виявленої кількості з метою встановлення швидкості їх збільшення. Потім цю передумову можна використати, щоб запропонувати майбутню дату наступної періодичної перевірки.

Для тих машин з канатами, що піддаються багат шаровому намотуванню на барабан, очікується, що основним видом пошкодження будуть злами дротів і деформація в зонах перетину. Оскільки випробування та досвід показали, що експлуатаційні характеристики каната можуть бути різко знижені в цих місцях порівняно з тими ділянками каната, які просто проходять через шків, ці зони стають центром уваги компетентної особи під час періодичної перевірки каната.

Один обрив у западинах між пасмами може свідчити про внутрішнє пошкодження каната, отже, необхідно уважніше перевірити цю ділянку каната. Зокрема, з меншими розмірами каната такі обриви дроту іноді можна виявити, зміщуючи канат з його нормального положення та згинаючи його без натягу. Якщо на одній довжині кроку звивання виявлено два або більше

обриви дроту у западинах між пасмами, слід вважати, що осердя або центр каната не повністю підтримує зовнішні пасми.

б) щодо зменшення діаметра каната

Зменшення діаметра каната може бути наслідком ряду чинників, одним з яких є зовнішнє спрацювання. Воно може бути загальним або місцевим і зазвичай виникає внаслідок контакту з блоками чи барабанами або від тиску каната на канат, як це можна очікувати в зонах перетину, коли канат намотується на барабан. Спрацювання може бути рівномірним уздовж або навколо каната або може відбуватися вздовж однієї сторони каната. Якщо спрацювання нерівномірне, необхідно встановити причину та, якщо можливо, вжити заходів щодо її усунення.

Більш виражений рівень спрацювання зазвичай виявляється в тих ділянках каната, які контактують з рівчачками блоків і канавками барабанів, коли вантаж прискорюється або сповільнюється.

Відсутність або неправильне змащення, а також наявність абразивного пилю та піску також можуть вплинути на швидкість спрацювання.

На додаток до очевидного видимого виду пошкодження (спрацювання), описаного вище, діаметр каната також може зменшитися в результаті одного або кількох внутрішніх механізмів, таких як:

- внутрішнє спрацювання і вдавнення дроту;
- внутрішнє спрацювання, спричинене тертям між сусідніми пасмами та дротами в канаті, особливо коли він піддається вигину;
- погіршення стану органічного осердя або руйнування металевих осердя;
- руйнування внутрішніх шарів пасм каната, який опирається крученню каната.

Зменшення площі металевих поперечних перерізів каната внаслідок спрацювання призводить до зниження його міцності.

в) щодо корозії каната

Корозія особливо часто виникає в морських і промислових забруднених атмосферах і не тільки знижує міцність каната через зменшення площі його металевого поперечного перерізу, але також прискорює втому, створюючи нерівну поверхню, від якої можуть поширюватися розтріскування від напруги. Сильна корозія також може спричинити зниження еластичності каната.

Внутрішню корозію важче виявити, ніж зовнішню, але вони часто виникають разом, хоча це не завжди очевидно під час візуальної перевірки каната. Якщо є підозра, канат має бути підданий внутрішньому обстеженню компетентною особою (експертом технічним), хоча це часто може бути надзвичайно важко зробити.

Оцінка об'єднаного впливу стану каната та ступені тяжкості

Хоча зламані дроти є поширеною причиною вибраковування, пошкодження часто є результатом комбінації чинників. Наприклад, канат може страждати від зламаних дротів і рівномірного спрацювання через багаторазове проходження через блоки, і в той же час пошкоджуватися від корозії через роботу в морському середовищі. У таких випадках компетентна особа (експерт технічний) повинна:

- враховувати різні види пошкоджень, особливо коли вони відбуваються в одному місці каната;
- зробити загальну оцінку «об'єднаного впливу» різних видів пошкодження;
- вирішити, чи безпечно продовжувати експлуатацію каната і, якщо так, чи потрібно його піддавати будь-яким змінам положенням щодо перевірки/вибраковування.

Один із методів визначення об'єднаного впливу полягає в такому:

- перевірка канату та зафіксування типу і ступіні кожного окремого виду пошкодження, наприклад, кількість зламаних дротів на $6d$, зменшення діаметра в міліметрах і ступінь корозії;

- для кожного з цих окремих видів пошкоджень оцінюється тяжкість і виражається у відсотках від відповідних індивідуальних критеріїв вибраковування, наприклад, якщо виявлено наявність 40 % від допустимої кількості зламаних дротів відповідно до індивідуальних критеріїв вибраковування, це означає ступінь 40 % у бік вибраковування, або словами, наприклад, незначний, середній, високий, дуже високий або вибраковування;
- складаються разом окремі ступені у вибраних місцях, лише якщо вони наявні в тому самому місці та виражається тяжкість у вигляді об'єднаного відсоткового значення, або робиться судження щодо спільного ступеня тяжкості, наприклад, незначний, середній, високий, дуже високий або вибраковування.

Метод оцінки «об'єднаного впливу», наведений у цьому розділі, передбачає, що пошкодження відбувається поступово, а не раптово. Якщо результат об'єднаної оцінки більш-менш рівномірно розподіляється між двома чи трьома більш поширеними індивідуальними видами пошкодження (наприклад, 40 % через злам дротів і 40 % через зменшення діаметра), це вважається не таким серйозним, як якби тільки один вид пошкодження відбувався на будь-якій ділянці (наприклад, 80 % через розрив дротів і невелике зменшення діаметра або незначна корозія).

Зазначений метод оцінки «об'єднаного впливу» пропонує простий підхід до оцінювання загального стану конкретної ділянки каната.

Знос канатних блоків (шківів) — це критичний фактор, що призводить до прискореного зносу, сплющування та обриву канатів, через утворення нерівностей та зменшення радіуса ручця (канавки). Блоки бракуються, якщо знос ручця перевищує 40% від початкового радіуса або при обломах реборд довжиною понад 75 мм.

Основні ознаки та причини зносу:

Абразивний знос: Виникає через відсутність очищення блоків та барабанів, корозію, яка відшаровується і змішується зі змазкою, утворюючи абразив.

Знос ручця (канавки): Формування нерівностей, плоских граней на канаті, блиск металу.

Зміна геометричних розмірів: Зменшення радіуса канавки, що веде до затискання каната.

Норми бракування блоків:

- Знос ручця більше ніж на 40% від початкового радіуса.
- Часткові обломи реборд довжиною понад 75 мм.
- Наявність тріщин на блоці.

Для визначення зносу на кранах використовують метод зняття зліпків ручця пластичним матеріалом. Регулярна перевірка та заміна зношених блоків є обов'язковою для безпечної експлуатації підйомних механізмів.

Знос канатних барабанів — це втомно-корозійний процес, викликаний тертям каната об стінки канавок. Основні причини включають високе контактне навантаження, неправильний кут збігу каната, недостатнє змащування та наявність неметалевих включень, що призводить до руйнування поверхонь, зниження безпеки та необхідності заміни. Регулярна перевірка та технічне обслуговування є обов'язковими.

Основні аспекти зносу канатних барабанів:

Причини зносу: Виникає через тертя пари «канат-барабан», розвиток пластичних зсувів у поверхневому шарі металу, а також утворення втомних тріщин.

Вплив кута збігу: Якщо канат підходить до барабана під великим кутом (при неправильній установці відхиляючих блоків), це спричиняє інтенсивне тертя об стінки канавок і прискорений знос.

Наслідки: Зменшення товщини стінок канавок, зміна форми канавки, що призводить до нерівномірного навантаження на канат і зменшення його терміну служби.

Заходи профілактики: Використання антифрикційних втулок для блоків, чисті та змащені поверхні тертя.

Бракування: Барабан підлягає ремонту або заміні, якщо знос канавок досягає критичних значень, зазначених у паспорті вантажопідіймального механізму (зазвичай, коли глибина канавки зменшується до певної межі або з'являються тріщини).

Регулярний технічний контроль допомагає знизити експлуатаційні витрати та запобігти аваріям.

ЛЕКЦІЯ 17 Застосовувані інструменти і прилади: візуально-оптичний контроль, капілярний метод, ультразвуковий метод, вихрострумовий метод, магнітопорошковий метод, метод Хола, радіаційні методи, тепловізійний метод, тензометрія, акустико-емісійний метод.
Оформлення результатів випробувань. Аналіз технічної документації з результатами неруйнівного контролю та технічного огляду.

В даний час в експлуатації і під час ремонту машин широко застосовують такі методи неруйнівного контролю: оптико-візуальний; капілярний; магнітопорошковий; ультразвуковий.

Оптико-візуальний метод, порівняно з іншими методами, має низьку чутливість і достовірність під час визначення дефектів. Він дозволяє виявити розкриті тріщини (завширшки 0,1...0,01 мм), знос, корозію, ерозійні пошкодження, пробоїни, обриви, залишкову деформацію, нагар, течу в системах. При контролі близько розташованих об'єктів застосовують лупи і мікроскопи.

Деталі й елементи конструкцій, які недоступні прямому спостереженню, оглядають із застосуванням приладів-ендоскопів, жорстких або гнучких. Гнучкі ендоскопи містять джгути оптичних волокон діаметром, зазвичай, менше 0,3 мм, що мають світлову жилу з прозорого матеріалу і оболонку з матеріалу з меншим показником заломлення. На кінцях джгута ендоскопа встановлюють об'єктив і окуляр (рис. 17.1).

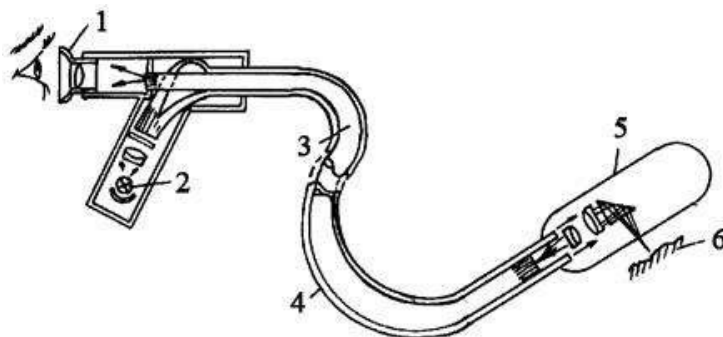


Рис. 17.1 – Схема гнучкого ендоскопа: 1 – окуляр; 2 – джерело світла; 3, 4 – джгути волокон; 5 – голівка об'єктиву; 6 – об'єкт контролю

У всіх випадках контролю забезпечують високу освітленість деталей, що оглядаються, приблизно до 4000...5000 лк. Така освітленість деталей є неодмінною умовою ефективного оптико-візуального контролю.

Переваги і недоліки оптико-візуального контролю, сфера застосування:

Переваги:

- метод може бути застосовний на будь-яких, без обмеження, матеріалах та конструкціях;
- є прямим методом контролю, дефект можна фотографувати і документувати;
- метод простий у використанні.

Недоліки:

- дозволяє виявляти лише поверхневі дефекти;
- має малу чутливість (роздільна здатність).

Капілярні методи застосовують на будь-яких матеріалах, за винятком пористих. Вони дозволяють контролювати деталі складної форми по всій поверхні відразу, відрізняються високою чутливістю і роздільною здатністю, наочністю результатів, за якими можна встановити місце розташування дефекту та його протяжність.

Дефектація деталей кольоровим методом проводять із застосуванням трьох основних дефектоскопічних матеріалів (рис.17.2): проникної червоної рідини; очищувальної рідини; проявної білої фарби. Технологія кольорового методу контролю складається з таких технологічних операцій: підготовка поверхні деталі до контролю; нанесення червоної проникної рідини на деталь; видалення проникної рідини з поверхні деталі; нанесення білої проявної рідини; витримка деталей для прояву дефектів; огляд деталей і видалення проявної фарби.

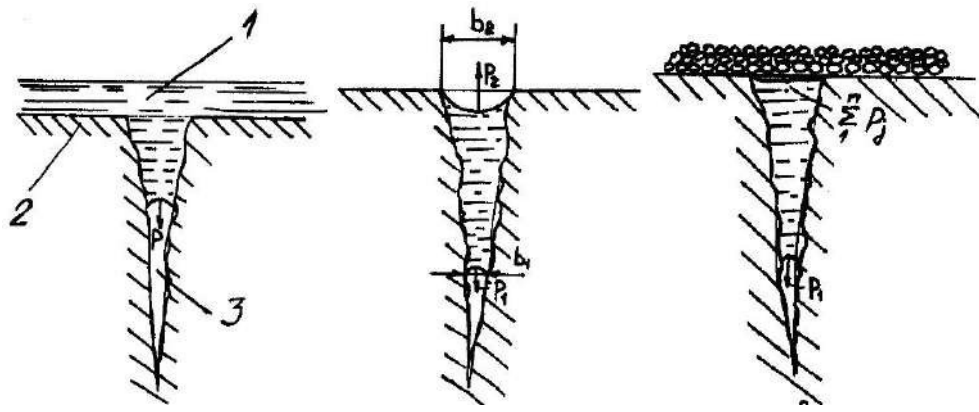


Рис.17.2 – Заповнення рідиною 1 порожнини тріщини 3 на поверхні деталі 2:
а – нанесення червоної проникної рідини; б – видалення червоної проникної рідини; с – нанесення білої проявної рідини.

Особливості **люмінесцентної дефектації** (контролю). В основі люмінесцентного контролю покладено розглянуті вище фізичні явища змочуваності і капілярного ефекту. Технологія застосування даного методу складається з таких етапів:

1. Підготовка поверхні до контролю;
2. Нанесення проникної рідини. Проникна рідина – це рідина, що складається з гасу і розчиненого в ньому люмінесцентного порошку;
3. Видалення проникної рідини;
4. Огляд деталей і виявлення дефектів.

Огляд проводиться під ультрафіолетовою лампою в темній кімнаті (рис. 17.3). Проникна рідина, що знаходиться в дефектах, починає світитись яскраво-зеленим або яскраво-синім світінням, вказуючи на розташування дефекту.

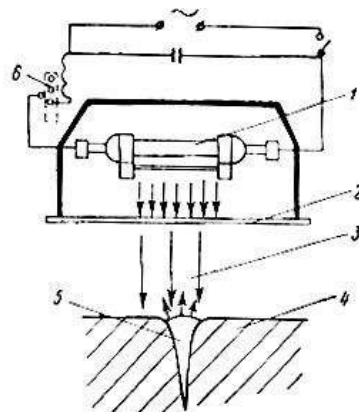


Рис. 17.3 – Схема люмінесцентної дефектації: 1 – ртутно-кварцова лампа; 2 – світлофільтр; 3 – пучок ультрафіолетових променів; 4 – деталь; 5 – дефект заповнений люмінофором; 6 – дросель.

Цей метод контролю за часом в половину коротше, ніж кольоровий метод, і тому продуктивніший.

Переваги і недоліки капілярних методів, сфери застосування.

Переваги:

- може застосовуватись на будь-яких матеріалах і конструкціях за винятком пористих і схильних до розчинення органічними розчинниками;
- має високу чутливість;
- простий у застосуванні;
- є прямим методом контролю, дефекти можна фотографувати і документувати.

Недоліки:

- вимагає ретельної підготовки поверхні;
- має великий час контролю;
- ускладнений контроль за низьких температур;
- дозволяє виявляти тільки поверхневі дефекти.

Ультразвуковий метод знаходить все більш широке застосування і виступає як основний метод контролю (рис.17.4). Цим методом перевіряють будь-які деталі, виготовлені з будь-яких матеріалів (за винятком гум і композитів). Метод дозволяє з високою чутливістю виявляти поверхневі, підповерхневі і глибинні дефекти, маючи високу продуктивність.



Рис.17.4 - Ультразвуковий метод

Для збудження ультразвукових хвиль використовують електроакустичні перетворювачі: магнітострикційні і п'єзоелектричні. В ультразвукових дефектоскопах застосовують п'єзоелектричні перетворювачі з п'єзокераміки – цирконату свинцю, титанату свинцю і титанату барію. Дія таких елементів заснована на п'єзоелектричному ефекті, який полягає в тому, що при стискуванні і розтягуванні перетворювачів на їх поверхнях виникають електричні заряди (рис. 17.5).

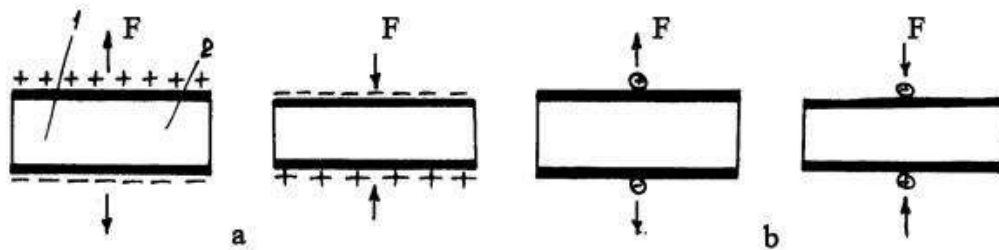


Рис. 17.5 – Прямий (а) і зворотний (б) п'єзоелектричні ефекти: 1 – п'єзопластина; 2 – шар срібла; F – сила стискування або розтягування

Знак зарядів визначається видом деформації (стискування або розтягування), а величина – прикладеною силою. Для збудження в деталі хвиль різного типу використовують властивості відбиття, заломлення і трансформації ультразвукових коливань на кордоні двох середовищ. Якщо подовжня хвиля падає на деталь по нормалі до її поверхні, то частина енергії ультразвукових коливань проходить у метал і поширюється в ньому також у напрямі нормалі, а частина відбивається. При цьому хвилі, і ті, що проходять, і відбиті, мають один і той самий тип, що і початкова, тобто є подовжніми.

Для поліпшення акустичного контакту на поверхню деталі, в місці встановлення шукача, наносять тонкий шар мінерального мастила (контактне змащування), яке заповнює западини шорсткостей поверхонь, усуваючи тим самим повітряний зазор. Так вдається вводити в метал близько 10-20% початкової на нього енергії ультразвукових коливань.

Для отримання інтенсивного відбиття енергії ультразвукових коливань від дефекту потрібно, щоб його розміри в плоскості, перпендикулярній до напрямку розповсюдження хвилі, були більше $1/3 \lambda$ (λ – довжина хвилі).

Ехо-імпульсний метод ультразвукового контролю заснований на реєстрації відбитої від поверхні несучільності матеріалу (тріщин, раковин, корозії тощо) або інших відбивачів ультразвукової хвилі. Суть ехо-імпульсного методу зрозуміла з аналізу рис. 17.6.

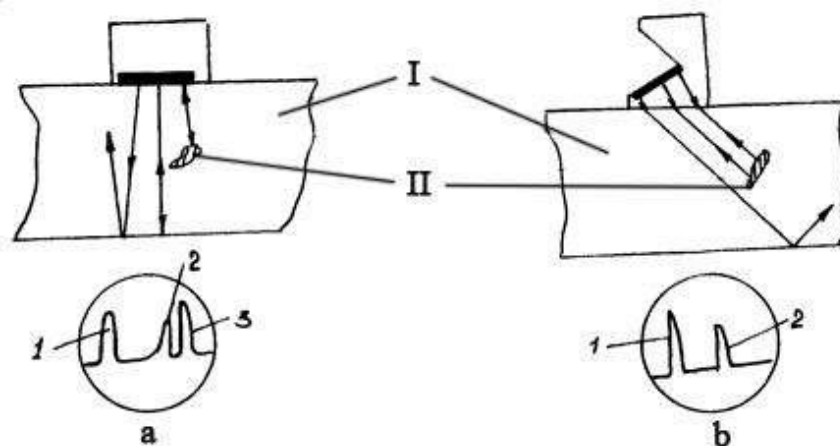


Рис. 17.6 – Схема прозвучування ехо-імпульсним методом із застосуванням прямого (а) і похилого (б) шукачів; I – деталь II – дефект: 1 – початковий сигнал; 2 – ехо-сигнал від дефекту; 3 – донний сигнал

Для випромінювання і приймання ультразвукової хвилі за цим методом використовують один випромінювач, що виконує функції випромінювання і приймання. Індикатором ехо-сигналів у цьому випадку служить електронно-променева трубка дефектоскопа. Чутливість ехо-імпульсного методу (мінімальна площа дефектів, що надійно виявляються) залежить від довжини хвилі і різниці в акустичних опорах матеріалу і дефекту. У свою чергу довжина хвилі залежить від швидкості поширення коливань у матеріалі і

робочої частоти, тобто що вище робоча частота і менше швидкість поширення коливань в контрольованому матеріалі, то вище чутливість.

Тіньовий метод використовують для контролю деталей нескладної форми і невеликої товщини. Суть методу зрозуміла з рис. 17.7. При контролі цим методом з одного боку деталі в матеріал деталі посиляють безперервну або імпульсну хвилю, а з протилежного боку її реєструють.

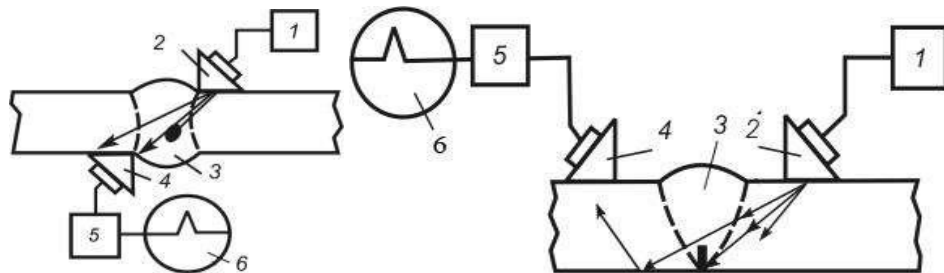


Рис. 17.7 – Схема прозвучування тіньовим (а) і дзеркально-тіньовим (б) методами: 1 – генератор; 2 – випромінювач; 3 – зварний шов; 4 – приймач; 5 – посилювач; 6 – індикатор

Якщо при переміщенні шукача на шляху хвилі зустрінеться дефект, то залежно від його розміру хвилі повністю або частково відіб'ються від нього або загаснуть. Про наявність дефекту судять за повним зникненням сигналу або за значним зменшенням його амплітуди.

Переваги:

- дозволяє контролювати деталі з будь-яких матеріалів (за винятком пористих, гум і композиційних матеріалів з наповнювачем);
- дозволяє визначати поверхневі, підповерхневі і глибинні дефекти; мінімальний час контролю на деталь (без урахування налаштування).

Недоліки:

- непрямий метод контролю, для налаштування дефектоскопа необхідні контрольні зразки;
- вимагає ретельної підготовки поверхні в місці встановлення шукача;

- складність налаштування дефектоскопа і розшифрування показань;
- вимагає високої кваліфікації працюючого персоналу;
- відносно низька чутливість методу.

Якщо ультразвуковий метод неруйнівного контролю виявляє дефекти у глибині металу, то для виявлення поверхневих та підповерхневих дефектів, під час ремонту та профілактичного огляду деталей залізничного транспорту, використовують магніто-порошковий та вихрострумний методи контролю.

Магнітопорошковий метод є основним для контролю деталей з магнітних сталей. Магнітопорошковий метод засновано на виявленні магнітних полів розсіювання над дефектами за допомогою феромагнітних часток (рис. 17.8).

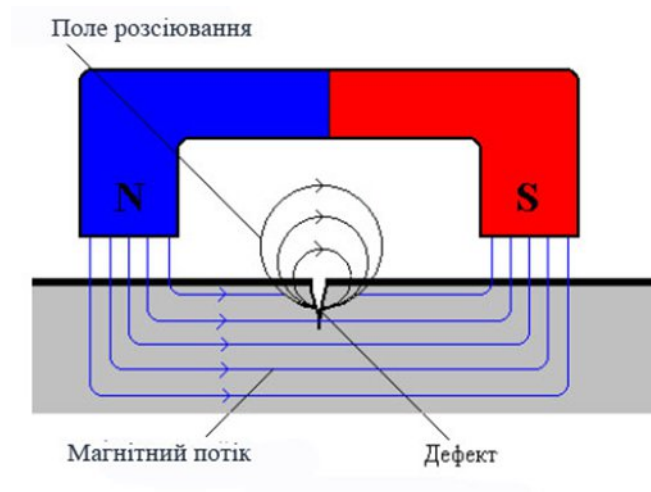


Рис. 17.8 - Магнітопорошковий метод

Він дозволяє виявляти поверхневі і підповерхневі дефекти. Він відрізняється значною чутливістю і достовірністю, простотою й універсальністю методики контролю (за результатами контролю можна точно встановити місце і довжини дефекту).

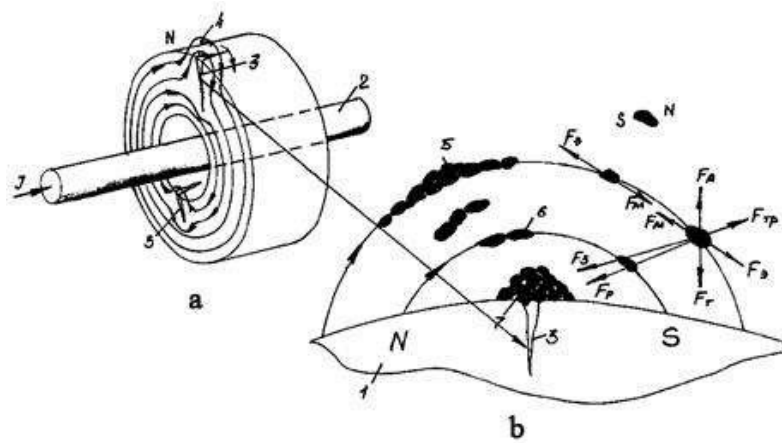


Рис. 17.9 – Схема утворення магнітного поля розсіяння над тріщиною (а) і сил, що діють на частку в полі розсіяння (б): 1 – деталь, 2 – кабель, 3 – тріщини, 4 – поле розсіювання, 5, 6 – ланцюжки з порошку, 7 – порошок над тріщиною

Якщо по кабелю 2, (рис. 17.9 а), що проходить через порожнисту деталь 1, пропустити електричний струм, то магнітний потік, який виникає, замкнеться по деталі. У місцях тріщин він виходить за межі деталі, утворюючи неоднорідне магнітне поле розсіювання 4 і місцеві магнітні полюси N і S. Найбільша щільність магнітних силових ліній спостерігається безпосередньо над тріщиною (або іншою нецілісністю) і зменшується з віддаленням від неї. Розмір дефекту, який можна виявити, залежить від напруженості поля розсіювання, обумовленого дефектом. Напруженість поля розсіювання швидко падає із збільшенням глибини залягання дефекту під поверхнею.

Для дефектації деталей зі світлою поверхнею використовують порошок окису – закису заліза Fe_3O_4 чорного або коричневого кольору. Розмір основної маси часток порошку не перевищує 30 мкм. Під час контролю деталей з темною поверхнею застосовують суміш порошку з гасу і мінерального масла, а також можлива заміна гасу на бензин або дизельне паливо. Необхідною умовою для виявлення дефектів є розташування магнітних полів розсіювання відносно дефекту. Для якісного контролю необхідно, щоб силові лінії магнітного поля розташовувалися

перпендикулярно відносно дефекту. У разі орієнтації силових ліній паралельно дефекту утворення полів розсіювання на поверхні мінімальне, а, отже, виявлення дефектів неможливе. Тому, під час магнітопорошкового контролю, застосовують полюсне (подовжнє), циркуляційне і комбіноване намагнічування. Послідовність виконання технологічних операцій при контролі поверхонь тертя способом намагнічення:

- 1 – Підготовка деталі до контролю
- 2 – Нанесення суспензії
- 3 – Намагнічування
- 4 – Огляд, визначення відповідності ТУ
- 5 – Розмагнічування
- 6 – Контроль розмагніченості

Намагнічені деталі після контролю, перед установленням в конструкцію, мають бути розмагнічені. Для розмагнічування необхідно виконати дві умови:

1. Циклічно перемагнічувати деталь.
2. Водночас з перемагнічуванням зменшувати напруженість магнітного поля до нуля.

Переваги:

дозволяє визначати поверхневі і підповерхневі дефекти;
має значну чутливість;
є прямим методом контролю, не вимагає еталону, наявність дефекту можна фотографувати та документувати;
не вимагає ретельної підготовки поверхні.

Недоліки:

застосовується лише на феромагнітних матеріалах;
після проведення контролю деталь слід розмагнічувати.

Вихрострумовий метод контролю ґрунтується на аналізі взаємодії зовнішнього електромагнітного поля з електромагнітним полем вихрових струмів, що наводяться котушкою збудження в електропровідному об'єкті

контролю цим полем (рис.17.10). Як джерело електромагнітного поля найчастіше використовується котушка індуктивності, що носить назву "вихрострумowego перетворювача".

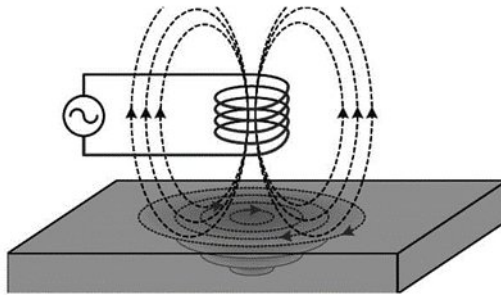


Рис.17.10 - Вихрострумний метод

Об'єктами вихрострумowego контролю можуть бути: основний метал, зварні з'єднання конструкцій, а також деталі. Вихрострумowym контролем можуть бути виявлені: кувальні, штампувальні, шліфувальні тріщини, надриви в елементах конструкцій та деталях, тріщини, що виникли в елементах конструкцій та деталях при експлуатації машин.

Перевагами вихрострумowego методу є відсутність допоміжних та розхідних матеріалів, як у ультразвукового чи магніто-порошкового методів, наявність дефекту виявляє прилад а не оператор і крім того вихрострумний дефектоскоп дає змогу оцінити величину дефекту, та встановити мінімальний рівень допустимого дефекту.

Всі ці переваги вихрострумowych дефектоскопів зумовлюють все частіше використання їх замість магніто-порошкового методу контролю. Окрім того зараз випускаються сучасні вузькоспеціалізовані дефектоскопи які, здебільшого, мають високий рівень автоматизації процесу. Наприклад вихрострумний дефектоскоп ВД-131НД – забезпечує виявлення різних видів дефектів роликів підшипників у автоматичному режимі (рис.17.11).



Рис.17.11 - Вихрострумовий дефектоскоп ВД-131НД

І магнітні і вихрострумові дефектоскопи належать до законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки і підлягають обов'язковій повірці.

Метод Хола (Магнітографічний/Магнітний) базується на вимірюванні магнітного поля, що розсіюється над дефектами (тріщинами, корозією) у феромагнітних матеріалах за допомогою датчиків Холла.

Радіаційні методи, тепловізійний метод, тензометрія та акустико-емісійний метод - це сучасні методи неруйнівного контролю (НК) та діагностики, що дозволяють виявляти дефекти, оцінювати напруження та технічний стан конструкцій. Ці методи широко використовуються для діагностики металоконструкцій кранів, мостів, трубопроводів, реакторів та інших небезпечних об'єктів. Основні характеристики методів:

Радіаційні методи: Використовують рентгенівське або гамма-випромінювання для просвічування матеріалів, дозволяючи виявляти внутрішні дефекти (тріщини, пори, шлакові включення) за рахунок різної щільності матеріалу.

Тепловізійний метод: Базується на реєстрації інфрачервоного випромінювання від поверхні об'єкта. Дозволяє виявити неоднорідності,

приховані дефекти (розшарування, корозію) та порушення теплоізоляції за рахунок різниці температур.

Тензометрія: Вимірювання деформацій конструкцій за допомогою тензорезисторів для оцінки напруженого стану. Використовується для контролю міцності, визначення реальних навантажень.

Акустико-емісійний метод: Пасивний метод, заснований на реєстрації пружних хвиль, що виникають у матеріалі при незворотних структурних змінах, наприклад, при нелінійних деформаціях, таких як розвиток тріщин, що випромінюють акустичні хвилі у твердих тілах.

Оформлення результатів випробувань та аналіз документації з неруйнівного контролю і завершуються складанням офіційного висновку експертизи, що підсумовує безпечність обладнання. Документи мають містити дані про дефекти, методи діагностики, відповідність вимогам, висновок про придатність та терміни наступного контролю, з подальшим переданням інформації до Держпраці.

Основні етапи оформлення та аналізу:

1 - Документування результатів:

- звіт про неруйнівний контроль: фіксує методи (ультразвуковий, магнітопорошковий тощо), розташування та розміри виявлених дефектів.
- акт технічного огляду: складається за результатами візуального огляду, вимірювань, перевірки працездатності.
- висновок експертизи: підсумковий документ, що базується на аналізі НК та ТО, визначає можливість подальшої експлуатації, ремонту або списання.

2 - Аналіз технічної документації:

- перевірка паспортних даних та відповідності вимогам нормативних документів.
- оцінка результатів випробувань на міцність та щільність.
- аналіз динаміки розвитку дефектів порівняно з попередніми оглядами.

3 - Оформлення результатів:

- інформація про експертне обстеження надсилається до територіальних органів Держпраці протягом 10 днів.
- на підставі висновків приймається рішення про ремонт, реконструкцію або модернізацію устаткування.

Якісне оформлення передбачає чітку фіксацію всіх даних, що дозволяє уникнути аварійних ситуацій та гарантує безпечну експлуатацію.

ЛЕКЦІЯ 18 Загальні відомості про технологію та методи відновлення деталей. Очищення і промивання деталей і вузлів. Ручне, напівавтоматичне та автоматичне зварювання під флюсом. Зварювання електродом, що не розплавлюється. Зварювання елементів великої товщини і правила обробки торців. Наплавлення.

Загальні відомості про технологію та методи відновлення деталей

На рисунку наведена класифікація способів відновлення деталей, які знайшли застосування в ремонтному виробництві і забезпечують необхідні експлуатаційні характеристики деталей (рис.18.1, 18.2).

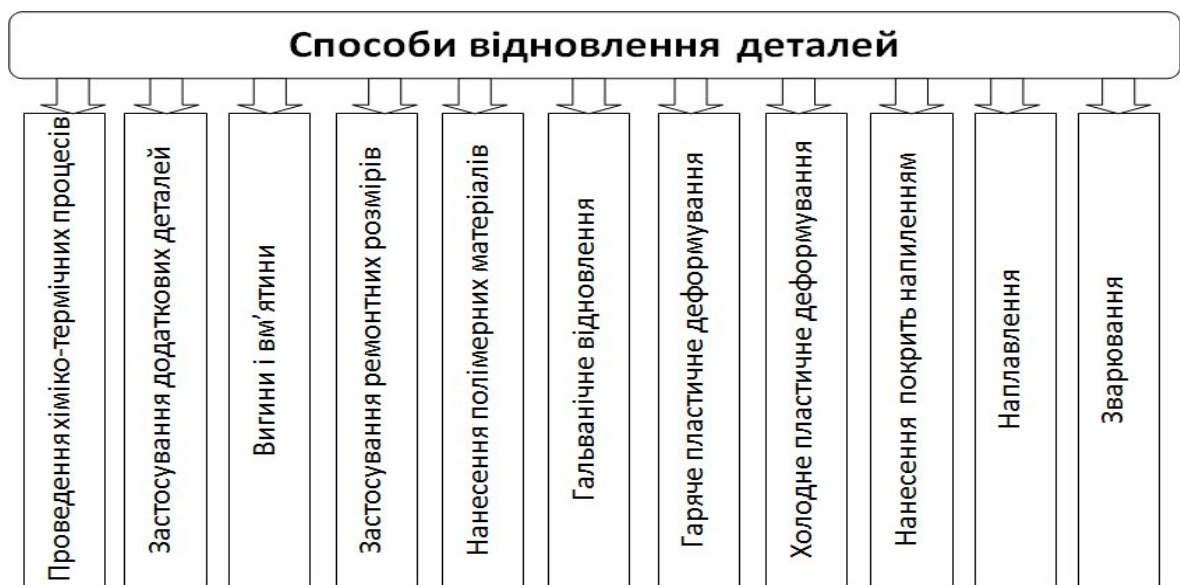


Рис. 18.1 – Класифікація способів відновлення деталей

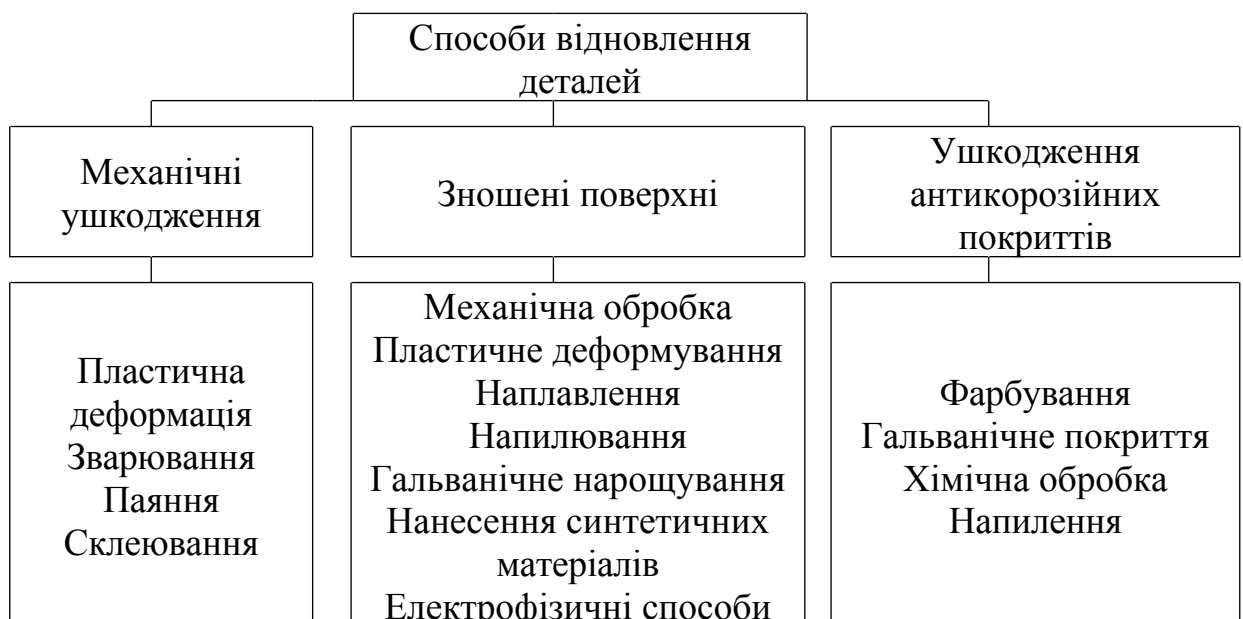


Рис. 18.2 – Класифікація способів відновлення деталей

Обсяги відновлення деталей на ремонтному підприємстві визначаються наявністю відповідних за найменуванням та ціною запасних частин.

Очищення і промивання деталей та вузлів

Машини та їх складові частини, що надходять у ремонт, мають на поверхні забруднення, які заважають проведенню ремонтних робіт, знижують продуктивність праці, погіршують точність контролю і дефектації деталей, знижують якість ремонту та ресурс відремонтованих деталей і машин.

Очищення агрегатів і деталей багато в чому визначає якість ремонту машин. Неповне видалення бруду перед складанням агрегатів та вузлів знижує їх міжремонтні ресурси на 20 ... 30%. Під час очищення і промивання видаляють мастильні і фарбувальні матеріали, що відшарувалися, продукти зношення та корозії, металеву стружку, нагар, накип, абразиви, смолисті відкладення. Очищення поверхонь деталей виконують механічним або пневмодинамічним способами. Очищення може бути сухим (ганчір'ям, щітками, стисненим повітрям) і вологим. При промивці забруднення розчиняються, розм'якшуються і змиваються, тобто відбуваються хімічні та фізико-хімічні процеси, що розкладають забруднення або послаблюють їх зчеплення з поверхнею.

Забруднення поділяються на експлуатаційні, які виникають при експлуатації будівельних машин, і технологічні, що утворюються в процесі їх ремонту.

Способи очищення поверхонь, які застосовують при ремонті машин, залежать від характеру забруднень.

Дорожній бруд і оливні зовнішні відкладення - досить міцні утворення, що утворюються та відкладаються переважно у важкодоступних місцях. Для їх видалення доцільно використовувати гідравлічні струмені високого тиску (5-10 МПа). При очищенні в осінньо-зимових умовах бажано використовувати підігріту до температури 30-45°C воду. Для якісного

очищення великих пофарбованих поверхонь (кабіна, кузов) у водяний струмінь вводять миючі засоби.

Від **корозії** деталі очищають у ваннах кислотного травлення.

Застарілі залишки **мастильного матеріалу** видаляють пароводострумінним очищенням, а також струменями високого тиску. Поєднання високої температури і тиску з додаванням миючих засобів дозволяє видаляти масляні забруднення.

Асфальтосмолисті відкладення важко видаляються з поверхні. Для цього застосовують заглибні способи очищення з ефективними миючими засобами (розчино - емульгуючими), або надають збудження розчину (турбулізації), наприклад гвинтами. Рекомендується також застосовувати комбіновані способи очищення: ванна очищення, потім доочищення струменевим способом.

Найбільш ефективний спосіб видалення **нагару** – термохімічний, із застосуванням розплавлених солей. Рекомендована температура обробки деталей при цьому – 380...420°C. Одночасно з нагаром в установках з розплавленим соляним розчином усувається і накип. Через значну вартість обладнання, термохімічну обробку рекомендують для ремонтних підприємств з річною програмою більше 5 тис. двигунів. При малому об'ємі ремонтних робіт економніше видаляти нагар кісточною крихтою. Але при цьому важко очищати деталі складної конфігурації. Накип із системи охолодження двигунів видаляють тими ж методами, що і при технічному обслуговуванні.

Стару фарбу видаляють у заглибних ваннах з концентрованими розчинами каустичної соди при температурі 90-100 ° С. При невеликому об'ємі робіт доцільно застосовувати обробку спеціальними змиваннями, гідропіскострумне очищення або механічне видалення фарби металевими щітками і шкребками.

Аналіз способів очищення різних видів забруднень дозволяє зробити висновок, що найбільш перспективними є: для зовнішніх забруднень -

високонапірне струменеве очищення; нагару і накипу - термохімічне, а в перспективі - віброабразивне; залишків масел, застарілих мастил і асфальтосмолистих відкладень -заглибні очищення

Миючі засоби. Всі очисні засоби (крім спеціальних, таких, як розплави солей і лугів, абразивні середовища) можна поділити на чотири класи:

- лужні;
- синтетичні;
- розчинники;
- розчинні емульгуючі речовини.

Лужні розчини характеризуються фізичною та хімічною стабільністю, відносно невисокою вартістю, але навіть при високих концентраціях вони не володіють достатньою хімічною активністю по відношенню до масляних і асфальто - смолистих відкладень, вимагають великих енерговитрат і значної тривалості процесу. Крім того, при використанні каустичної соди спостерігається посилена корозія деталей з кольорових металів і сплавів, незадовільні санітарно-гігієнічні умови праці і, нарешті, низька економічна ефективність.

Очищення поверхонь розчинами **синтетичних миючих засобів** позбавлене багатьох вищеперерахованих недоліків, а досвід застосування їх на ремонтних підприємствах підтвердив технічні та економічні переваги. Для промивання більшості агрегатів і деталей машин рекомендують використовувати водні розчини синтетичних миючих засобів, які нетоксичні, негорючі і добре розчиняються у воді.

Промивка:

- зануренням;
- рухомим струменем рідини;
- ультразвуком.

Промивку зануренням виконують у ваннах відкритого типу з метою розпушення нагару і видалення оксидних плівок з поверхні деталей (рис. 18.3).

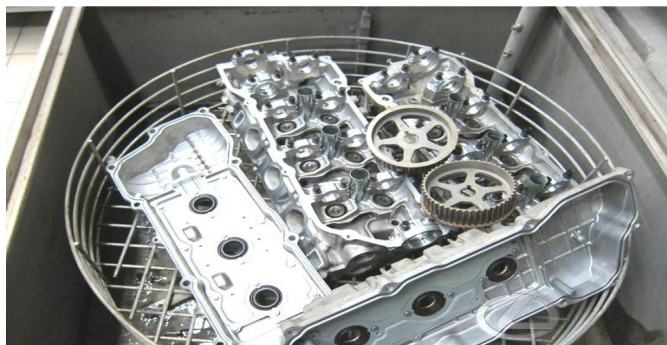


Рис. 18.3 – Миття деталей двигуна в спеціальній установці

Струменева промивка, зазвичай, виконується в спеціальних промивних установках миючим розчином, що випускається з форсунок, установлених на рухомих колекторах. Для промивання внутрішніх порожнин деталей форсунки встановлюють на гнучких шлангах, що забезпечують ручне маніпулювання ними. За процесом промивки спостерігають через оглядові вікна.

Ультразвукова промивка частіше застосовується для дрібних деталей і деталей, що вимагають високого ступеню очищення. У цьому випадку промивка деталі, зануреної в миючу рідину, виконується в результаті явища кавітації. Воно виникає під дією ультразвукових хвиль частотою понад 15 кГц, що створюються вібратором.

При виборі методу очищення враховують габаритні розміри і масу деталі, необхідну чистоту, продуктивність та інші фактори. При виборі миючої рідини та її концентрації необхідно враховувати вид забруднень і хімічну активність рідини з матеріалом деталі.

З метою захисту навколишнього середовища передбачається очищення відпрацьованих розчинів і повторне їх використання. При застосуванні токсичних та пожежонебезпечних мийних засобів необхідно керуватися рекомендаціями заводів-виробників.

Ручне, напівавтоматичне та автоматичне зварювання під флюсом. Зварювання електродом, що не розплавлюється. Зварювання елементів великої товщини і правила обробки торців.

Зварюванням називається процес одержання нероз'ємних з'єднань за допомогою встановлення міжатомних зв'язків між частками, що зварюються, при їхньому місцевому (загальному) нагріванні або пластичному деформуванні, або спільною дією того й іншого.

На зварювання і наплавлення припадає від 40 до 80% всіх відновлених деталей. Таке широке розповсюдження цих способів обумовлено: простотою обладнання та технологічного процесу; можливістю відновлення деталей з будь-яких металів і сплавів; високою продуктивністю і низькою собівартістю; нарощування на робочих поверхнях деталей шарів практично будь-якої товщини і хімічного складу (антифрикційні, кисло-стійкі, жароміцні тощо).

Суть зварювання полягає в зближенні елементарних часток, щоб між ними почали діяти міжатомні зв'язки, які забезпечують міцність з'єднання. Такому зближенню перешкоджає висока міцність і твердість металу: його атоми міцно утримуються у вузлах кристалічних ґрат. Твердість металу й твердість кристалічних ґрат можна послабити нагріванням. Чим вище температура нагрівання, тем м'якше метал і рухливіші його атоми. При нагріванні до температури плавлення метал стає рідким, атоми в ньому легко переміщаються, тому для зварювання досить розплавити метал в кромках, що з'єднуються. Під час охолодження розплавлений метал твердне і міцно з'єднує деталі, що зварюються.

Нагрів до температури плавлення матеріалів, що беруть участь при зварюванні і наплавленні, призводить до виникнення шкідливих процесів, які негативно впливають на якість деталей, що відновлюються. До них відносяться металургійні процеси, структурні зміни, утворення внутрішніх напружень і деформацій в основному металі деталей. У процесі зварювання і наплавлення відбувається окислення металу, вигоряння легуючих елементів, насичення наплавленого металу азотом і воднем, розбризкування. З'єднання наплавленого металу з повітрям є причиною його окислення і вигоряння легуючих елементів (вуглецю, марганцю, кремнію тощо). Крім цього, з

повітря в наплавлений метал проникає азот, який є джерелом зниження його пластичності та підвищення межі міцності.

Для захисту від цих негативних явищ при зварюванні і наплавленні використовують електродні обмазки, флюси, які при плавленні утворюють шлак, що оберігає можливий контакт металу з навколишнім середовищем, а також захисні гази.

Волога, яка завжди міститься в гігроскопічних електродних обмазках і флюсах, є джерелом насичення металу воднем, який сприяє підвищенню пористості наплавленого металу і виникнення в ньому значної внутрішньої напруги. Виключити вплив вологи можна ретельним сушінням електродних обмазок і флюсів.

При зварюванні і наплавленні виділяються вуглекислий і чадний гази, які бурхливо розширюються і є джерелом розбризкування рідкого металу. Ці втрати металу можна зменшити, якщо використовувати електроди з пониженим вмістом вуглецю, ретельно очищати деталі від оксидів або вводити до складу електродних обмазок і флюсів речовини, що містять елементи розкислення (марганець, кремній).

Нерівномірне нагрівання деталі в зоні шва (зоні термічного впливу) призводить до структурних змін в основному металі деталі. Механічні властивості металу в цій зоні знижуються. Розміри зони термічного впливу залежать від хімічного складу металу, що зварюється, способу зварювання та його режиму. Розміри зони термічного впливу для газового зварювання складають 25...30 мм, а при електродуговому зварюванні - 3...5 мм. Збільшення зварювального струму та потужності зварювального пальника призводить до розширення зони термічного впливу, а збільшення швидкості зварювання (вибором раціонального режиму) - до зменшення.

Через нерівномірний (місцевий) нагрів і структурні перетворення, що відбуваються в зоні термічного впливу, виникають внутрішні напруження деформації в деталях. Якщо вони перевищують межу текучості матеріалу деталі, то виникають деформації. Їх можна значно знизити шляхом нагріву

деталей перед зварюванням і повільного охолодження після зварювання, застосування спеціальних прийомів зварювання та наплавлення.

В технологічний процес відновлення деталей зварюванням і наплавленням входять такі операції:

- підготовка деталей до зварювання або наплавлення;
- виконання робіт;
- обробка деталей після виконання робіт.

Порядок виконання цих робіт залежить від обраного способу.

При зварюванні плавленням (рис. 18.4) деталі з'єднуються між собою завдяки розплавлюванню металу кромкових частин і додаткового металу, що вводиться в зону розплаву у вигляді присадочного матеріалу (дріт, порошок тощо).

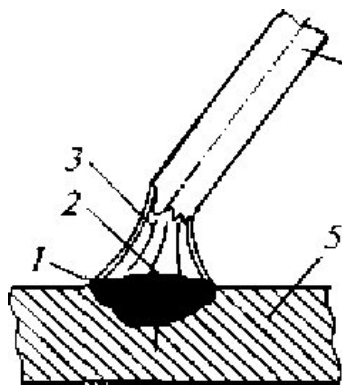


Рис. 18.4 – Схема зварювання деталей зварною дугою: 1 - розплавлений метал; 2 - границя розплаву; 3 - електрична дуга; 4 - електрод; 5 – деталь

Класифікація способів зварювання

Залежно від виду енергії розрізняють три типи зварювання: термічне, термомеханічне і механічне.

Основними джерелами теплоти при зварюванні плавленням є зварювальна дуга, газове полум'я, променеві джерела енергії, теплота, виділена при електрошлаковому процесі. Джерела теплоти характеризуються температурою, концентрацією, площею нагрівання. Ці показники визначають технологічні властивості джерел нагрівання при зварюванні, наплавленні й різанні.

Основні види термічного зварювання - дугове, газове, електрошлакове, електронно-променеве, плазмове, лазерне, термітне тощо.

Дугове зварювання. Тепло утворюється при горінні електричної дуги між електродом, що зварюється і металом. За способом механізації зварювання може бути ручне, механізоване й автоматичне. Механізоване й автоматичне зварювання може бути під флюсом і в захисних газах.

Газове зварювання. Основний і присадочний метали розплавляються високотемпературним газокисневим полум'ям (до 3200 °C).

Електрошлакове зварювання. Плавлення основного металу й присадочного матеріалу відбувається за рахунок тепла, що виділяється при проходженні електричного струму.

Електронно-променеве зварювання. Зварювання виконується у високому вакуумі. Тепло виділяється за рахунок бомбардування зони зварювання електронним потоком. Анодом є деталь, що зварюється, а катодом вольфрамова нитка або спіраль, нагріта до температури 2300 °C.

Плазмове зварювання. Плавлення металів здійснюється плазмово-дуговим струменем, що має температуру вище 10000 °C.

Лазерне зварювання. Зварювання засноване на використанні фотоелектронної енергії.

Термітне зварювання. Процес зварювання полягає в тому, що деталі, що зварюються, закладаються у вогнетривку форму, а у встановлений зверху тигель засипається терміт - порошок з алюмінію й окису заліза. При горінні терміту окис заліза відновлюється, а утворений при цьому рідкий метал при заповненні форми оплавляє й з'єднує кромки виробів, що зварюються. До термомеханічного зварювання відносять (при яких використовується теплова енергія й тиск): контактну, дифузійну, газопресову.

Основним видом термомеханічного є контактне зварювання - зварювання із застосуванням тиску, при якому нагрівання здійснюють теплотою, яка виділяється при проходженні електричного струму через частини, що з'єднуються (перебувають у контакті).

Дифузійне зварювання тиском здійснюється взаємною дифузією атомів контактуючих частин при відносно тривалому впливі підвищеної температури й при незначній пластичній деформації.

Холодне зварювання - зварювання тиском при значній пластичній деформації без зовнішнього нагрівання частин, що з'єднуються.

Зварювання вибухом - зварювання, при якому з'єднання здійснюється в результаті викликаного вибухом зіткнення частин, що швидко рухаються.

Ультразвукове зварювання. Зварювання здійснюється за рахунок перетворення за допомогою спеціального перетворювача ультразвукових коливань у механічні високої частоти й застосування невеликого зусилля.

Зварювання тертям. Зварювання полягає в тому, що зварювальне з'єднання утворюється за рахунок пластичного деформування металів, що зварюються, без їхнього розплавлювання, при цьому нагрівання відбувається завдяки тепловиділенню в процесі тертя.

Відновлення деталей машин із сірого чавуну ацетиленокисневим зварюванням. Для виготовлення деталей автомобілів широко застосовують сірий і ковкий чавун. Із сірого чавуну виготовляються всі складні литі деталі: блоки циліндрів, головки блоків, картери маховиків, корпуси водяних і масляних насосів, картери коробок передач, маточини передніх коліс тощо. З ковкого чавуну виготовляють маточини задніх коліс, чашки диференціалів, маточини передніх коліс автомобілів й ін. Найпоширенішими дефектами зазначених деталей є різні тріщини, відколи, пробоїни, зрив або зношення різи тощо. Зварювання тріщин у складних за конфігурацією тонкостінних автомобільних деталях із сірого чавуну має певні труднощі через наявність графітових включень, значного вмісту вуглецю й кремнію, низької пластичності й міцності, високої чутливості до нагрівання й незворотною зміною об'єму при нагріванні.

Автомобільні деталі із чавуну зварюють газовим і електродуговим зварюванням. У процесі зварювання чавуну в деталях виникають внутрішні напруження внаслідок високого місцевого нагрівання й швидкого

охолодження. Результатом виниклих внутрішніх напружень може бути поява тріщин по шву, а іноді й в основному металі; швидке охолодження веде до відбілювання чавуну, особливо в тонкостінних деталях. Щоб уникнути зазначених явищ, зварювання чавунних деталей виконують із підігрівом і з наступним повільним охолодженням.

Для зняття внутрішніх напружень у чавунних деталях необхідний відпал. Встановлено, що нагрівання до 600–650°C при мінімальному витримуванні є достатнім.

Після закінчення зварювання чавунні деталі відпалюють і повільно охолоджують в накопичувачі. Попереднє нагрівання й повільне охолодження деталі запобігають появі тріщин.

Відновлення деталей машин із сірого чавуну електрозварюванням
Електрозварювання деталей із сірого чавуну може проводитися як з нагріванням, так і без підігріву (в холодному стані). При ремонті відповідальних деталей із чавуну, що мають складну конфігурацію, застосовують зварювання з підігрівом і виконують його спеціальними електродами.

Для відновлення особливо відповідальних деталей застосовують спеціальні електроди, наприклад марки ОМЧ–1. Після зварювання деталі повільно охолоджують.

Зварювання чавуну без попереднього нагрівання (в холодному стані) виконують електродами з низьковуглецевої сталі, біметалічними електродами (сплав міді з нікелем). При зварюванні чавуну без підігріву застосовують електроди невеликого діаметра (3–4 мм) і знижену силу струму, приблизно 30–40 А на 1 мм діаметра металевго стрижня електрода. Холодне зварювання чавуну низьковуглецевими електродами дає задовільний результат при заварюванні тріщин на неспряжуваних поверхнях, зварювання нескладних деталей простої конфігурації, де згідно технічних вимог не висувають високих вимог до якості шва.

При холодному зварюванні відповідальних чавунних деталей застосовують електроди, які забезпечують необхідні пластичні властивості металу зони зварювання. До них відносять електроди зі сплаву міді з нікелем, наприклад з монель-металу (63 % нікелю й 37 % міді).

При заварюванні тріщин у чавунних деталях, де не потрібна висока міцність і густина зварювального шва, що підлягає слюсарно-механічному обробленню, використовують електроди з низьковуглецевої сталі з крейдовим покриттям, накладення якого виконують в певній послідовності (рис. 18.5, 18.6), що забезпечує відпал нижче лежачих шарів наплавленого металу.

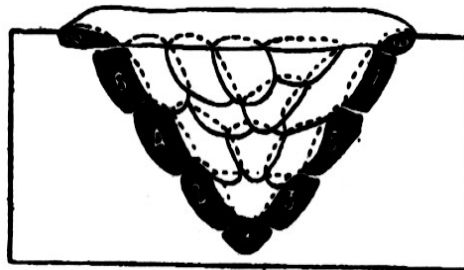


Рис. 18.5 – Послідовність накладення шарів при заварюванні тріщини в чавунній деталі товщиною більше 5 мм

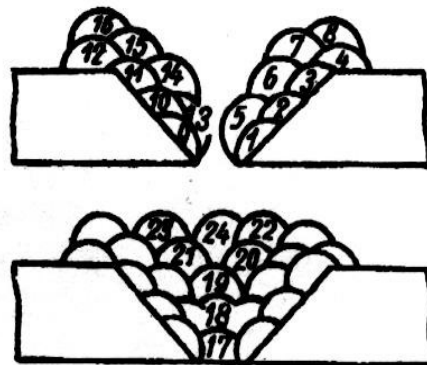


Рис. 18.6 – Схема роздільного заварювання крайок і послідовність заповнення зварювального шва

При заварюванні тріщин у деталях складної конфігурації, де вільна усадка металу не забезпечується, у зварювальному шві часто виникають холодні тріщини з виходом на основний метал. Для попередження їхньої появи рекомендують вдаватися до вирівнювання температур зовнішнього й внутрішнього шарів металу зварювального шва шляхом підігрівання його й

основного металу, який оточує місце зварювання, ацетиленокисневим полум'ям.

Особливості зварювання деталей машин з ковкого чавуну й алюмінієвих сплавів Зварювання деталей з ковкого чавуну пов'язана з рядом труднощів. Внаслідок високої температури зварювання вуглець відпалу розчиняється в залізі й при охолодженні деталі виділяється у вигляді твердого карбиду залізацементиту (Fe_3C), тобто ковкий чавун переходить назад у білий, втрачаючи пластичність і надаючи при цьому зварювальному шву крихкості. Для запобігання від відбілювання ковкого чавуну його зварювання необхідно виконувати при нижчій температурі, ніж температура розпаду вуглецю відпалу. Такою температурою для ковкого чавуну є 950°C . Тобто температура плавлення присадочного матеріалу, який застосовують для зварювання ковкого чавуну, повинен бути приблизно на 50°C нижче вказаних значень. Найкращі результати отримують при застосуванні латунних стержнів марки Л62 або електродів з монель-металу.

В авторемонтному виробництві іноді доводиться відновлювати деякі деталі, виготовлені з алюмінієвих сплавів (наприклад, головки блоків двигунів), тому розглянемо коротко особливості зварювання алюмінію і його сплавів.

Зварювання алюмінію і його сплавів у ремонтному виробництві виконують переважно ацетиленокисневим полум'ям, хоча зварювання алюмінію можна проводити й електричною дугою, а також тиском на електричних контактних машинах. Труднощі зварювання алюмінію та його сплавів полягають у тугоплавкості його оксидів: температура плавлення алюмінію 657°C , а його оксиду Al_2O_3 – 2050°C . Тугоплавкий оксид, перебуваючи на поверхні металу, перешкоджає його зварюванню. Для розчинення оксидів застосовують спеціальні флюси. Присадочним матеріалом можуть бути стержні того ж складу, що й основний метал. Відповідальні деталі після зварювання піддають повільному охолодженню.

Відновлення сталевих деталей машин електрозварюванням Деталі автомобілів виготовляють з конструкційних низьковуглецевих, середньовуглецевих і легованих сталей. Невідповідальні деталі, що не несуть великих навантажень, виготовляють з низьковуглецевих сталей та термічно обробляють. Відповідальні деталі, що працюють в умовах значних навантажень і здебільшого на зношування, виготовляють із середньовуглецевих і легованих сталей і піддають термічному обробленню. Основними дефектами сталевих деталей, які ремонтують зварюванням, є різного роду тріщини, отвори кріплень і з'єднань, відколи й ін. Так, при ремонті рам електрозварювання застосовують не тільки для заварювання тріщин, але й приварювання різних підсилювальних профілів, косинців, планок та ін.

Відновлення сталевих деталей можна виконувати як газовим, так і електродуговим зварюванням. Переважає електродугове зварювання, особливо відповідальних деталей, оскільки величина деформацій при газовому зварюванні більша, ніж при електродуговому. Сталі з низьким вмістом вуглецю зварюються добре. Задовільну зварюваність мають сталі з середнім вмістом вуглецю (менше 0,35–0,40 %). При вмісті вуглецю більш 0,45 % зварюваність сталі погіршується.

Зварювання термічно оброблених деталей, особливо з легованих сталей, представляє відомі труднощі:

1) внаслідок впливу високої температури механічні властивості термічно оброблених деталей погіршуються Для відновлення початкових механічних властивостей деталей необхідно їх піддавати термічному обробленню, що ускладнює ремонт і робить його дорожчим;

2) при зварюванні легованих сталей присутні в ній спеціальні легуючі елементи вступають у з'єднання з киснем, утворюючи тугоплавкі оксиди, що залишаються в наплавленому металі;

3) спеціальні сталі мають малу теплопровідність і при нагріванні легко перегріваються й стають крихкими.

Схильність до самозагартовування приводить до підвищеної твердості й утворення внутрішніх напружень, пов'язаних з появою тріщин. Найбільші труднощі зустрічаються при зварюванні легованих сталей з високим вмістом вуглецю. Так, сталь 12Х2Н4, що містить до 0,12 % вуглецю, зварюється добре, у той час як сталь 40Х має обмежену зварюваність, а сталь 50ХН зварюється погано. Велике значення для довговічності деталей з легованих сталей, відновлюваних зварюванням, має якість електродів. Для зварювання й наплавлення деталей застосовують три типи електродів:

- 1) для зварювання конструкційних сталей;
- 2) для зварювання легованих сталей з особливими властивостями;
- 3) для наплавлення поверхневих шарів.

У ремонтному виробництві застосовують електроди першого й третього типів. Для зварювання конструкційних низьковуглецевих і низьколегованих сталей застосовують електроди Е34, Е38, Е42, Е42А; для зварювання конструкційних середньо-вуглецевих і низьколегованих сталей – електроди Е50, Е50А й ін.; для наплавлення поверхонь – електроди ЕНХ20, ЕНХ25, ЕНХ30, ЕНХ45.

Для відновлення автомобільних деталей ручним електродуговим зварюванням застосовують електроди зі стабілізуючими та покращуючими покриттями. Покриття електродів охороняє розплавлений метал від кисню й азоту повітря, а при наявності в покритті легуючих елементів дозволяє легувати метал наплавленого шару хромом, нікелем й іншими елементами, залежно від складу покриття.

Зварювання легованих сталей з високим вмістом легуючих елементів виконують електродами зі стрижнями з легованої сталі, яка за хімічним складом близька до сталі, яку зварюють.

Застосування ацетиленокисневого зварювання сталевих деталей у ремонтному виробництві стосується переважно ремонту кузовів, кабін, деталей облицювання й невідповідальних деталей, виготовлених із низьковуглецевих сталей. Для зварювання кабін, кузовів і облицювання

автомобілів основним видом зварювання в більшості авторемонтних підприємств є ручне ацетиленокисневе зварювання, але воно пов'язане з витратою дорогого газу – ацетилену й відрізняється низкою продуктивністю. Тому ремонтні підприємства шукають нові способи зварювання, які дозволяють знизити трудомісткість зварювання при кузовних ремонтних роботах і підвищити їхню якість. Найбільше відповідає цим вимогам напіваавтоматичне зварювання в середовищі вуглекислого газу.

Відновлення деталей машин зварюванням у середовищі вуглекислого газу. Захист розплавленого металу від шкідливої дії кисню й азоту повітря при цьому виді зварювання здійснюється струменем вуглекислого газу, який при виході із сопла газоелектричного пальника, відтискує повітря від зони зварювання. Залежно від електроду, який застосовують, розрізняють два види зварювання, в яких електроди плавляться і не плавляться.

При зварюванні електродами, що не плавляться, дуга горить між вугільним або вольфрамовим електродом і деталлю, розплавляючи зварюваний і присадочний метал, який вводять у вигляді прутка у зону зварювання. При зварюванні деталей з відборткованими крайками присадочний прутки у ванну не вводять, а зварювальний шов утворюється за рахунок розплавлення й затвердіння крайок виробу. Вуглекислий газ для зварювання отримують із рідкої вуглекислоти, що транспортується в балонах. Вплив вуглекислого газу на якість зварювального шва двояке. З однієї сторони, вуглекислий газ захищає розплавлений метал від кисню й азоту повітря, що оточує зварювальну дугу; з іншого боку – вуглекислий газ при високій температурі дуги розкладається на оксид вуглецю й кисню та проявляє окислюючу дію на розплавлений метал. Усунення шкідливого впливу хімічних реакцій окислення здійснюється розкисленням металу шва або видаленням оксидів зі зварювальної ванни. Для розкислення металу шва застосовують зварювальний дріт з підвищеним вмістом марганцю й кремнію, що є гарними розкислювачем.

В ремонтному виробництві напіваавтоматичне зварювання в середовищі вуглекислого газу особливо доцільна для механізації зварювальних робіт при ремонті кузовів, кабін і облицювання автомобілів.

Крім цього, зварювання в середовищі вуглекислого газу можна застосовувати для заварювання різноманітних тріщин кузовів, кабін і облицювання. Впровадження у виробництво напіваавтоматичного зварювання при ремонті кузовів, кабін і облицювання знижує обсяг ручних зварювальних робіт на 60 % і дає великий економічний ефект.

Застосування зварювання тертям для відновлення деталей машин. Зварювання тертям може бути перспективним способом у великосерійному ремонтному виробництві при заміні частин деталей, що найінтенсивніше зношуються, деталей, наприклад кульових пальців, сферичних поверхонь тяг й ін. Процес зварювання тертям полягає в наступному. Дві циліндричні деталі (або частини окремої деталі) розташовують співвісно й одна з них закріплюється нерухомо, а іншу приводять в обертовий рух. Під час обертання притиснуті зусиллям торцеві поверхні деталей інтенсивно нагріваються внаслідок тепловиділення завдяки роботі сил тертя. При досягненні температури нагрівання 900–1300°C, достатньої для здійснення зварювання сталі тиском, відносно обертання деталі швидко зупиняють. При цьому припиняється тепловиділення й зварювання закінчується природнім охолодженням деталі при дії стискаючого осьового зусилля. Основною перевагою зварювання тертям є досить високий коефіцієнт корисної дії і продуктивність процесу, а також відносно невеликі витрати енергії й потужності. Цим способом можна зварювати вироби зі сталі, міді, латуні, алюмінію. Недоліком зварювання тертям є обмежена галузь застосування й невеликі розміри поперечних січень деталей, що зварюються. Для зварювання деталей суцільного й трубчастого січень діаметром 200 мм і більше необхідне обладнання більшої ваги й габаритів.

Крім розглянутих способів зварювання можна застосовувати й інші способи, як наприклад електрошлакове зварювання, зварювання

ультразвуком й ін., однак вони не знайшли ще широкого застосування в авторемонтному виробництві й тому не розглядаються.

Наплавлення

Наплавлення (cladding) — це процес нанесення шару розплавленого металу або сплаву на поверхню металевого виробу за допомогою зварювальних технологій (дугове, газове, плазмове тощо).

Основна мета — відновлення зношених деталей, зміцнення поверхонь, підвищення їхньої зносо- та жаростійкості.

Основні характеристики та переваги наплавлення:

Відновлення та ремонт: Дозволяє повернути робочі розміри зношеним деталям.

Спеціальні властивості: Наплавлений шар часто має вищу твердість, жароміцність та кислотостійкість, ніж основний метал.

Методи: Використовуються електродугове, індукційне, плазмове, електрошлакове наплавлення, а також металізація (напилення).

Матеріали: Для наплавлення застосовують дріт, порошки або литі прутки з легированих сталей та спеціальних сплавів.

Наплавлення широко застосовується для зміцнення зубів ковшів, валів, втулок, штоків та інших деталей машин, що працюють у важких умовах.

Переваги й недоліки, сфера застосування. Металізація або газотермічне напилення – це процес нанесення розплавленого або розпиленого металу на відновлювану поверхню. Розпилені частки досягають поверхні потоком повітря або спеціального газу з великою швидкістю в пластичному стані. При контакті з поверхнею (на якій вилучені окиси, жири) напилені частки деформуються, проникають в мікронерівності та механічно зчіплюються з основним металом.

До недоліків цього способу слід віднести:

- наявність механічного зчеплення покриття з основним металом і відповідно більш низька зчеплюваність у порівнянні з іншими способами;

- напилений метал складається з дрібних часток, зв'язаних один з одним механічними зв'язками;
- необхідність застосовувати спеціальні методи підготовки поверхні до нанесення покриття; напилений метал не витримує ударні навантаження.

Переваги способів металізації:

- незначне нагрівання деталі (до температури 200 °C);
- висока продуктивність процесу;
- можливість одержати необхідну товщину напиленого металу у великому діапазоні (від 0,1 до 10 мм);
- простота технологічного процесу.

Відомі наступні види металізації: газовогнянна, електродугова, плазмова, високочастотна тощо.

Газовогняне напилення Газотермічний метод формування покриттів полягає в нагріванні вихідного матеріалу до рідкого або пластичного стану та розпилення його струменем газу. Матеріал, що напилюють, надходить на поверхню обробки у вигляді потоку рідких крапель або пластифікованих часток, які при зіткненні закріплюються на поверхні деталі, утворюючи покриття.

За способом плавлення вихідного матеріалу розрізняють газополум'яні, газоелектричні та детонаційні методи. Найбільшого поширення набули методи електродугового і плазмового напилення.

При газотермічному напиленні джерелом теплової енергії є полум'я, що утворюється в результаті горіння суміші кисню і газу (ацетилену, метану).

При газовогняному напиленні розплавлювання електродного дроту проводиться струменем ацетиленокисневого полум'я. Розпилення розплавленого металу й нанесення його на зношену деталь проводиться струменем стисненого повітря (рис. 18.7).

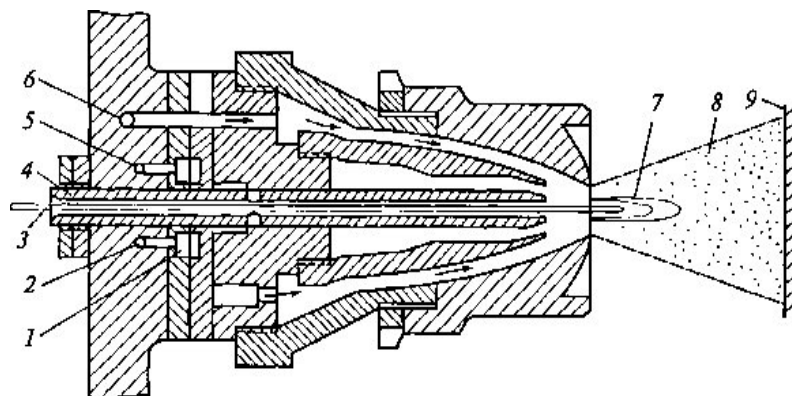


Рис. 18.7 – Розпилювальна головка газовогняного дрового апарату для напилювання: 1 - змішувальна камера; 2 - канал підведення кисню; 3 - дріт; 4 - напрямна втулка; 5 - канал підведення ацетилену; 6 - повітряний канал; 7- ацетиленокисневе полум'я; 8- газометалічний струмінь; 9- напилювана поверхня деталі

Газовогняне нанесення порошкових матеріалів При відновленні деталей використовуються різні методи газовогняного нанесення покриттів:

- газовогняне напилення порошку без наступного оплавлення, застосовується для одержання покриттів, які не зазнають ударів, знакозмінних навантажень, сильного нагрівання (товщина покриття до 2 мм на сторону);
- газовогняне напилення з одночасним оплавленням, використовується для відновлення деталей зі зношуванням до 3...5 мм, що працюють при знакозмінних і ударних навантаженнях, виготовлених із сірого чавуну, конструкційних і корозійностійких сталей;
- газовогняне напилення з наступним оплавленням для відновлення деталей зі зношуванням до 2,5 мм на сторону.

Технологічний процес складається з наступних етапів: нагрівання деталі до температури 200...250 °С; нанесення підшару; нанесення шарів, що дозволяють одержати покриття з необхідними фізико-механічними властивостями.

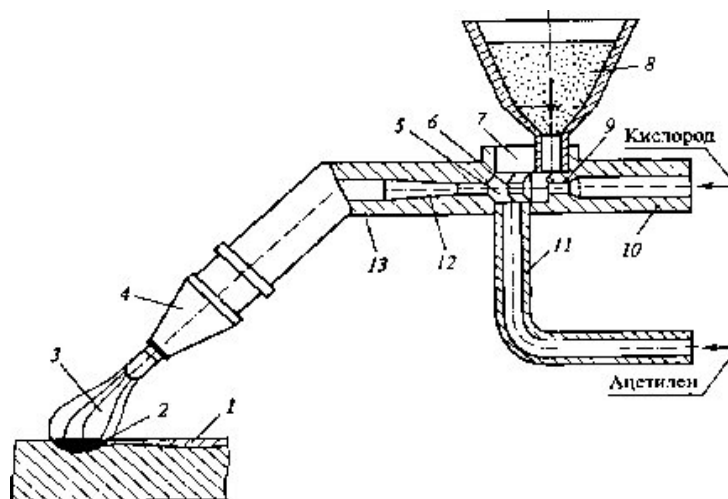


Рис. 18.8 – Установка, обладнана зварювальним пальником: 1 - наплавлена поверхня; 2 - зварювальна ванна; 3 - полум'я; 4 - мундштук; 5 - камера змішування; 6, 9 - інжектори; 7 - змішувальна камера; 8 - порошок; 10 - киснева трубка; 11 - ацетиленова трубка; 12 - канал; 13 - трубка

В інжекторному розпилюючому апараті порошок через клапан, розміщений у корпусі апарата, переміщається по каналу, попадає в сопло, а потім - у ядро полум'я (рис. 18.9).

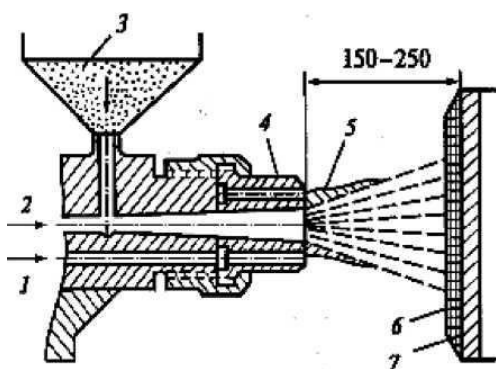


Рис. 18.9 – Схема напилення порошкового матеріалу: 1 - суміш кисню з горючим газом; 2 - транспортуючий газ; 3 - напилюваний порошок; 4 - сопло; 5 - факел; 6 - покриття; 7 - підкладка

Покриття наносяться на сталеві, чавунні, алюмінієві, бронзові й інші матеріали.

Газотермічне напилення. Газотермічне напилення (рис. 18.10) використовується для отримання зносостійких, корозійностійких, жароміцних, теплоізоляційних та інших покриттів. При газотермічному

напиленні для формування покриттів використовують кольорові метали та сплави, сталі, полімери, оксиди, бориди, нітриди та інші матеріали.

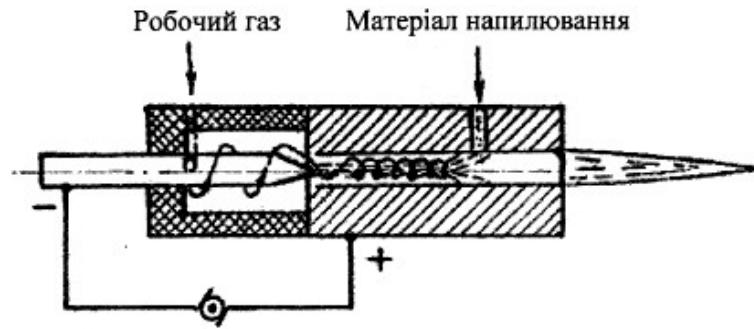


Рис. 18.10 – Газотермічне (плазмове) напилювання порошкових матеріалів

Покриття можуть бути нанесені на метали, пластмаси, скло, дерево, тканину, папір, кераміку, так як у процесі напилення зміна температури виробу незначна. Товщина покриття зазвичай становить 100 ... 500 мкм.

При електродуговому та плазмовому напиленні джерелом тепла є електрична дуга, що горить між електродами в потоці газу.

Вихідний матеріал покриття подається в високотемпературний газовий потік у вигляді дроту (прутка) або порошку. Для електродугового напилення можна використовувати тільки дріт, для детонаційного - тільки порошок, для газополум'яного та плазмового методів - як дріт, так і порошок.

Напилення покриттів відбувається наступним чином:

- розплавлення матеріалу;
- прискорення та його розпилення;
- політ частинок напилення в напрямку до поверхні обробки;
- удар частинок і їх зчеплення з поверхнею виробу, що обробляється.

У всіх процесах газотермічного напилення в високотемпературному потоці газу матеріал напилення прискорюється, нагрівається, плавиться (або переходить у пластичний стан) і у вигляді потоку рідких крапель (або пластифікованих часток) при ударній взаємодії з поверхнею обробки формує покриття.

Процес розплавлення металу здійснюється за допомогою горіння електричної дуги між двома електродними дротами, а розпилення здійснюється струменем стисненого повітря (рис. 18.11).

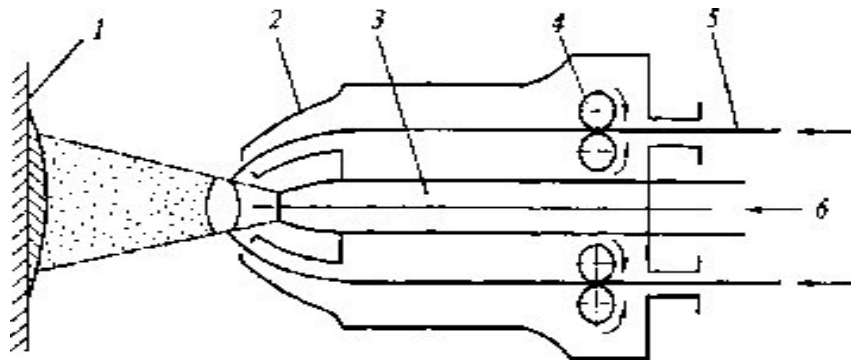


Рис.18.11– Схема електродугового напилення: 1 – поверхня, що напилюється; 2-напрямні наконечники; 3-повітряне сопло; 4-подаючі ролики; 5 -дріт;6-стиснене повітря

Плазмове напилення Основною відмінністю плазмової металізації є більш висока температура в порівнянні з іншими джерелами розплавлення й більша потужність, що забезпечує значне підвищення продуктивності процесу й можливість наносити й розплавляти будь-які жаростійкі й зносостійкі матеріали (рис. 18.12).

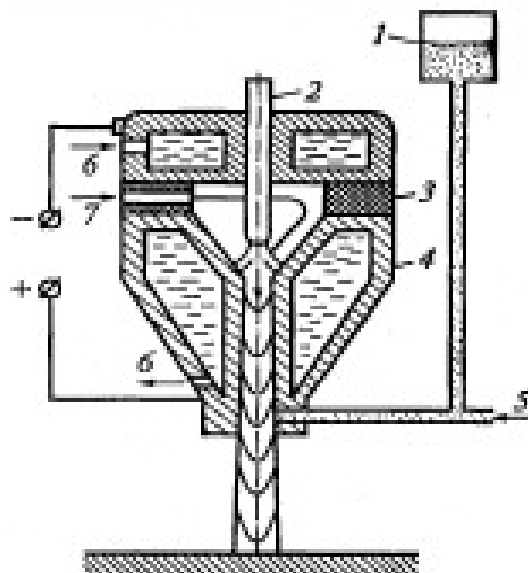


Рис. 18.12 – Схема процесу плазмового напилювання: 1 - порошковий дозатор; 2 - катод; 3 - ізоляційна прокладка; 4 - анод; 5 - транспортуєчий газ; 6 - холодна рідина; 7 - плазмоутворений газ

Основною частиною установки є плазмотрон, термін служби якого визначається стійкістю сопла. У якості плазмоутворюючого газу використовують аргон і азот. Плазмоутворений газ іонізується й виходить із сопла плазмотрона у вигляді струменя невеликого січення. Завдяки більш високій температурі наошуваного матеріалу й більшій швидкості польоту, міцність з'єднання покриття з деталлю вище, чим при інших способах металізації. Спосіб плазмової металізації, завдяки дуже високій температурі плазмового струменя, дозволяє наносити будь-які матеріали, у тому числі зносостійкі.

Високочастотне напилення При цьому способі замість дроту використовуються стержні з вуглецевої сталі, які поміщають у високочастотний індуктор. Стержні розплавляються струмами високої частоти, розпорошуються й напилюються струменем стисненого повітря. Недоліком цього процесу є складність, висока вартість високочастотних лампових установок, невисока продуктивність у порівнянні з іншими способами металізації. Покриття, нанесені високочастотною металізацією, мають більш високі фізико-механічні властивості, ніж при інших способах, крім плазмової металізації, оскільки є більш сприятливі умови плавлення дрового стержня.

Металізаційні покриття в порівнянні з наплавленим металом мають невисоку міцність зчеплення з основним металом і пористу структуру. При ударних навантаженнях металізаційні покриття розтріскуються й відшаровуються.

Відновлення деталей електрохімічним способом. Електролітичне осадження металів засноване на явищі електролізу, тобто окислювально-відновних процесах, що відбуваються в електроліті та на електродах при проходженні через електроліт постійного струму.

Відновлення поверхонь цим способом не викликає структурні зміни в деталях, але дозволяє усувати незначне зношення. Процес відновлення легше піддається механізації й автоматизації.

Основу процесу становить електроліз металів, суть якого полягає в наступному:

- позитивно заряджені іони (катіони) переміщуються до негативного електрода (катода), де отримують негативні електрони та перетворюються на нейтральні атоми металу;
- негативно заряджені іони (аніони) переміщуються до позитивно зарядженого електрода (анода), втрачають свій електричний заряд і перетворюються на нейтральні атоми;
- на катоді виділяється метал і водень, а на аноді - кисень і кислотні залишки.

Катодом є деталі, що підлягають відновленню, а в якості анодів використовують металеві електроди (розчинні і нерозчинні). Розчинні аноди роблять з того ж металу, який повинен осідати на катоді, нерозчинні аноди виготовляють зі свинцю (застосовують тільки при хромуванні).

ЛЕКЦІЯ 19 Ремонт тріщин, пробоїн, відколів і усунення інших механічних пошкоджень. Усунення деформацій тиском. Ремонтні і проектні розміри. Відновлення проектних розмірів. Відновлення посадок в сполученнях. Відновлення зубчатих передач, шпонкових та шліцьових з'єднань. Налаштування гальм.

Ремонт тріщин, пробоїн, відколів і усунення інших механічних пошкоджень.

Ремонт механічних пошкоджень (тріщин, пробоїн, відколів) на металоконструкціях та деталях включає зварювання, наплавлення, а також використання полімерних композицій для відновлення цілісності. Процес складається з підготовки, усунення дефекту та фінішної обробки. Для металів застосовують дугове, газове або плазмове зварювання.

Основні методи усунення механічних пошкоджень:

Зварювання та наплавлення: Використовується для ремонту тріщин і відновлення проектних розмірів металевих елементів.

Термічне зварювання: Застосовують дугове (ручне/автоматичне), газокисневе (до 3200°C), електрошлакове або плазмове (понад 10000°C) зварювання.

Відновлення деталей слюсарно – механічною обробкою.

Механічну обробку широко застосовують при всіх способах ремонту деталей машин. Її використовують як підготовчу й остаточну обробку при відновленні деталей різними методами. Механічна обробка є основою ремонту способом регламентованих розмірів і заміною частини спрацьованих деталей. Крім того, на спеціалізованих ремонтних заводах часто виготовляють певну номенклатуру запасних частин.

До особливостей, що ускладнюють механічну обробку при ремонті деталей, належать:

- складності при виборі установочних баз, оскільки у ряді випадків після експлуатації вони мають спрацювання і пошкодження;

- при багатьох способах відновлення деталей (наплавлення, осталоювання тощо) нанесені шари мають високу твердість і погану оброблюваність внаслідок загартування, наявності у наплавленому шарі окислів, шлакових включень та інших домішок;
- у ряді випадків (наприклад, при наплавленні) має місце нерівномірність товщини наплавленого шару;
- нерівномірність спрацювання, наявність наклепу і термообробки оброблених поверхонь.

Дуже часто, при відновленні деталей слюсарно – механічною обробкою, виконується обробка поверхонь деталі під **ремонтний розмір**. Це ефективно у випадку, якщо механічна обробка при зміні розміру не призведе до ліквідації термічно обробленого поверхневого шару деталі. Тоді у дорогій деталі з'єднання дефекти поверхні усуваються механічною обробкою до заздалегідь заданого ремонтного розміру (наприклад, шийки колінчастого валу), а іншу (більш просту і менш дорогу деталь) замінюють новою відповідного розміру (вкладиші).

У цьому випадку з'єднанню буде повернуто первісну посадку (зазор або натяг), але поверхні деталі, що утворюють посадку, будуть мати розміри, відмінні від початкових.

Так, наприклад, застосування вкладишів ремонтного розміру (збільшених на 0,5 мм) дозволяє зменшити трудомісткість і вартість ремонту при одночасному збереженні якості відремонтованих блоків циліндрів і шатунів.

Ремонтні розміри і допуски на них встановлює завод-виробник. Відновлення деталей під ремонтні розміри характеризується простотою та доступністю, низькою трудомісткістю (у 1,5 ... 2,0 рази менше, ніж при зварюванні і наплавленні) і високою економічною ефективністю, збереженням взаємозамінності деталей у межах ремонтного розміру.

Недоліки способу - збільшення номенклатури запасних частин і ускладнення організації процесів зберігання деталей на складі, комплектування та складання.

Відновлення деталей **методом пластичного деформування** (рис. 19.1). Спосіб пластичного деформування ґрунтується на здатності деталей змінювати форму і розміри без руйнування шляхом перерозподілу металу під тиском, тобто заснований на використанні пластичних властивостей металу, з якого виготовлена деталь.

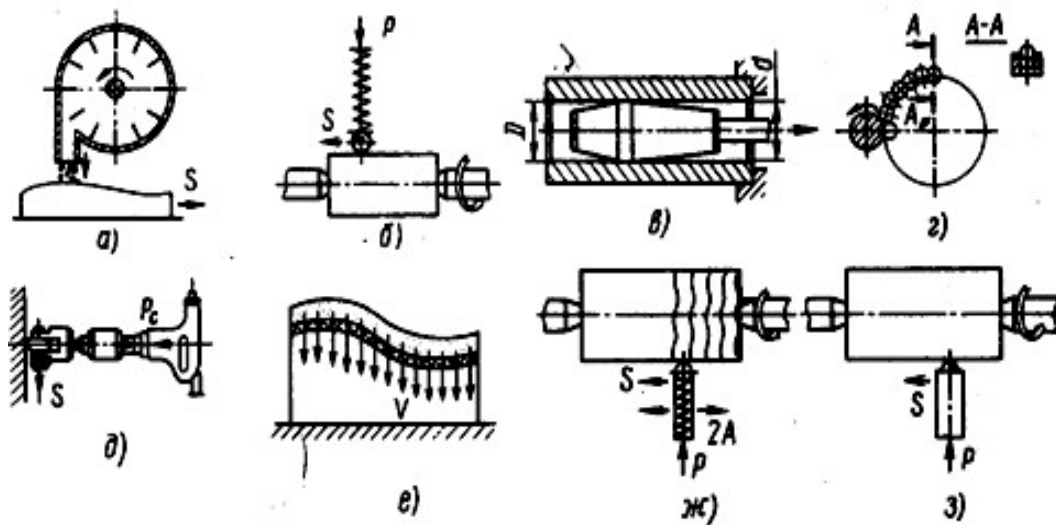


Рис. 19.1 – Способи відновлення деталей методом пластичного деформування (а – дробо-струминна зміцнююча обробка; б - обкатування кулею; в - обробка дорном; г - відцентрово-кулькова чистова обробка; д - обробка карбуванням; е -зміцнення вибухом; ж -зміцнення вібраційним обкатуванням; з - алмазне вигладжування)

Особливість способу - це переміщення металу з неробочих поверхонь деталі на зношені робочі при сталості її об'єму. Пластичній деформації можуть піддаватися деталі в холодному або нагрітому стані в спеціальних пристосуваннях на пресах.

Сталеві деталі твердістю до HRC 30 (низьковуглецеві сталі), а також деталі з кольорових металів і сплавів зазвичай деформують у холодному стані без попередньої термообробки. При холодному деформуванні спостерігається зміцнення металу деталі, тобто відбувається наклеп, який

підвищує межу міцності і твердості металу при одночасному зниженні її пластичних властивостей. Цей процес потребує докладання великих зусиль. Тому при відновленні деталей дуже часто їх нагрівають.

У нагрітому стані відновлюють деталі, які виготовлені з середньо - і високовуглецевих сталей. При відновленні деталей необхідно враховувати верхню межу нагріву і температуру кінця пластичного деформування металу. Відносно низька температура кінця деформування може призвести до наклепу і появи тріщин.

Залежно від конструкції деталі, характеру і місця зносу нагрів може бути загальним або місцевим. Процес відновлення розмірів деталей складається з операцій:

- підготовка - відпал або відпуск поверхонь, що обробляються, перед холодним або нагрівання їх перед гарячим деформуванням;
- деформування - осадка, роздача, обтиснення, витяжка, виправлення, електромеханічна обробка тощо;
- обробка після деформування - механічна обробка відновлених поверхонь до необхідних розмірів, при необхідності - термічна обробка;
- контроль якості.

Особливості механічного оброблення при відновленні деталей машин

Відновлення деталей машин під ремонтні розміри, встановленням додаткової деталі й відновленням цілісності деталі заміною зношеної частини новою виконують механічним обробленням. *Механічне оброблення* широко застосовують при всіх інших способах відновлення деталей, однак тут вона обмежується підготовчими й кінцевими операціями, або тільки останніми, як це має місце при відновленні деталей способами пластичної деформації – осаджуванням і роздачею, або заливанням антифрикційними сплавами.

У процесі ремонту застосовують всі види механічного оброблення металів. Однак механічне оброблення при ремонті деталей має свої особливості, на яких слід зупинитися детальніше.

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

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

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

При ремонті техніки використовують не тільки деталі з початковими розмірами, але й деталі із допустимим зношенням, причому величину допустимого зношення призначають, виходячи з умов розширення тієї, або іншої посадки спряження, а зовсім не з врахуванням недоліків базування й можливого відхилення при заданій точності оброблення.

Використання деталей з допустимим зношенням розширює початкові посадки спряжень за рахунок збільшення допусків деталей, що спряжують. Базування деталей на поверхні із допустимим зношенням, тобто на поверхні з розширеними допусками на їх розміри, викликає підвищення похибок базування й зниження точності оброблення.

Наведемо приклади.

1. При відновленні фрезеруванням шпонкових пазів під збільшений розмір шпонок, а також при фрезеруванні шліців після наплавлення й токарного оброблення базування циліндричних деталей виконують на призму по циліндричній поверхні шийки вала із допустимим зношенням.

2. При встановленні деталей у пристосуваннях на зношений циліндричний отвір на жорстку оправку (наприклад, при обробленні отворів у маточинах коліс у випадку відновлення способом додаткових деталей, або інших деталей при обробленні зовнішніх поверхонь)

3. Велика кількість різних валів, хрестовин диференціалів й карданів, а також інших деталей оброблюється в центрах.

4. При відновленні отворів під зовнішні кільця підшипників кочення в картерах коробок передач і редукторах установа їх виконують на площину й два пальці.

5. При встановленні деталей у цангових патронах вплив допустимих зношень не позначається на похибці базування, тому що в радіальному напрямку вона дорівнює нулю.

Враховуючи ці причини механічне оброблення зношених деталей необхідно починати з виправлення базових поверхонь, а при використанні, як бази робочих поверхонь деталей, орієнтуватися на незношені ділянки. Технологічні прийоми виправлення базових поверхонь окремих деталей вибирають при описі ремонту відповідних деталей.

Відновлення деталей машин під ремонтний розмір При цьому способі ремонту відновлюють правильність геометричної форми й чистоти поверхні деталей без збереження початкових, тобто номінальних розмірів. За допомогою механічного оброблення зношений поверхневий шар деталі видаляють і деталь одержує новий розмір – ремонтний, більший, або менший від номінального.

У зв'язку з тим, що механічним обробленням номінальні розміри змінюються в сторону зношення (у тіло деталі), тому використовувати в

якості спряжуваних нові деталі з номінальними розмірами не можна. Спряжувані деталі повинні також мати також нові ремонтні розміри відповідно до відновлюваної поверхні основної деталі.

Це досягається встановленням при складанні спряжень нових запасних деталей, що відповідають ремонтним розмірам, і випускаються промисловістю або отримують відновленням деталі з наданням їй розміру стосовно до ремонтних розмірів основної спряжуваної деталі.

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

Стандартні ремонтні розміри широко використовують для таких деталей, як поршні, поршневі кільця, поршневі пальці, штовхачі, тонкостінні вкладиші. Зазначені деталі ремонтних розмірів випускаються промисловістю й заводами з виробництва запасних частин і широко використовуються ремонтними підприємствами. Стосовно до стандартних ремонтних розмірів перерахованих деталей ремонтні підприємства здійснюють відновлення спряжуваних деталей: циліндрів блоку, колінчатих валів, направляючих отворів під штовхачі й т.п.

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

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

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

При нестандартних ремонтних розмірах оброблення здійснюють до отримання правильної геометричної форми й чистоти робочої поверхні деталей. Залежно від характеру й величини свого зношення деталі можуть одержати різні розміри. Спряжувану деталь підганяють до відновленої, тобто до вільного розміру деталі.

Таким чином, складання спряжень із вільними ремонтними розмірами пов'язана з методом припасування й застосовують в дрібносерійному й індивідуальному ремонтному виробництві.

При вільних ремонтних розмірах заздалегідь виготовити деталі з остаточними розмірами не можна. Вони можуть бути виготовлені в напівобробленому виді, як напівфабрикат, із залишенням припуску на остаточне їх припасовування по місцю. Величина нового ремонтного розміру, який надають деталі при ремонті, залежить від величини її зношення й припуску на оброблення.

Величину зношення встановлюють вимірюванням деталі відповідним інструментом.

Припуск на оброблення призначають з урахуванням характеру оброблення, типу устаткування, розміру й матеріалу деталі. Задаючи припуск на оброблення, слід мати на увазі величину спотворення геометричної форми деталі, її овальність і конусність. Припуск повинен сприяти одержанню правильної геометричної форми зношеної деталі після механічного оброблення, без наявності слідів зношення на її робочій поверхні. Не видалені з поверхні деталі риси, подряпини й мікроскопічні тріщини можуть стати причинами втомного руйнування деталі.

Відновлення спряжень способом встановлення додаткових деталей
Відновлення зношених поверхонь деталей встановленням додаткових деталей, що компенсують зношення, досить широко застосовують при відновленні деталей під ремонтний розмір і особливо під номінальний.

Цим способом відновлюють циліндри блоків, що пройшли останній ремонтний розмір, гнізда клапанів, посадочні отвори під підшипники

кочення в картерах коробок передач, задніх мостів, маточинах, отвори зі зношеною різьбою та ін. До цього ж способу відносять й відновлення зношених робочих площин деталей з використанням (залежно від конструкції деталі) планок або накладок у вигляді різної форми шайб, причому встановлення планок і шайб в одних випадках виконують із кріпленням їх до деталей за допомогою зварювання або потайних гвинтів, або встановленням упорних шайб при складанні.

Прикладом може служити торцювка шліфуванням сферичної поверхні сателітів і встановлення при складанні упорних шайб, або фрезерування зношених торців бобишок з отворами під шкворні в передніх осях колісних тракторів та ін.

Оброблення зношених отворів деталей під втулки виконують різними способами, найчастіше розточуванням з наступним шліфуванням, або без нього, розсвердлюванням і розвертуванням отворів, або тільки розсвердлюванням, як наприклад, при відновленні різей.

Шийки валів, термічно оброблених на невисоку твердість, піддають зазвичай обточуванню й наступному шліфуванню, у деяких випадках тільки обточуванню.

Деякі підприємства відновлюють даним способом і деталі з високою поверхневою твердістю, наприклад шийки, хрестовини диференціалів, шийки первинного вала коробки передач під підшипники маховика й ін.

Однак доцільніше деталі з високою поверхневою твердістю спочатку піддавати місцевому або загальному відпалу, обточуванню й шліфуванню з обов'язковою наступною термічною обробкою. Такий спосіб є дорогим і недостатньо ефективним через швидке ослаблення натягу, прокручування втулок. Забезпечити більший натяг не завжди можливо через невелику товщину втулок. Тому для зазначених деталей з високою поверхневою твердістю варто застосовувати інші способи відновлення, наприклад електроімпульсне наплавлення.

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

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

Робоча поверхня втулок повинна відповідати тим же технічним умовам відносно твердості та шорсткості що й робоча поверхня відновлюваної деталі. У зв'язку із цим, у разі необхідності, втулки повинні піддаватися відповідному термічному обробленню. Спосіб кріплення додаткової деталі (втулки) найчастіше виконують за рахунок посадок з гарантованим натягом.

В окремих випадках при застосуванні перехідних посадок можуть бути використані додаткові кріплення зварюванням у декількох точках, або по всьому січенні на торці, штопорними гвинтами або шпильками. Використання стопорних гвинтів як додаткового кріплення широко застосовують при встановленні втулок в процесі відновлення різьбових отворів.

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

Спосіб відновлення відповідальних деталей (блоки циліндрів, картери коробок передач і задніх мостів, маточини передніх і задніх коліс, корпуси масляних і водяних насосів й ін.) встановленням додаткових деталей може бути якісним при умові дотримання технологічного процесу в частині вибору матеріалу втулки (а де необхідно, її термооброблення), чистоти поверхонь деталей, що спряжуються, і робочої поверхні втулки після остаточного механічного оброблення й величини натягу.

У практиці ремонтного виробництва є чимало прикладів, коли з причини неправильно вибраної величини натягу втулки часто повертаються

й виходять із ладу, при недостатній величині натягу, або стають непридатними обидві деталі навіть у процесі запресовування внаслідок надмірно великого натягу.

Неякісний матеріал втулки, а також відсутність необхідного термічного оброблення приводить також до швидкої появи дефектів. Відомо, що дійсний натяг завжди менший табличного (стандартного) для даної посадки, а фактична поверхня контакту спряжуваних деталей менше геометричної внаслідок наявності виступів і впадин на поверхні деталей після механічного оброблення. Звідси випливає, що для надійної посадки втулок в отворах або на шийках валів необхідно обробляти контактуючі поверхні деталі і втулки з малою шорсткістю, а величину нерівностей враховувати при розрахунку дійсного натягу.

Дослідженнями доведено, що з підвищенням чистоти поверхонь коефіцієнт тертя збільшується, що у свою чергу, позитивно позначається на міцності пресових з'єднань. Однак прагнути до отримання чистоти поверхонь вище Ra 0,64-0,16 нема необхідності, тому що більш гладкі поверхні переваг у міцності спряжень не дають.

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

Посадка з підігрівом при способі відновлення спряження встановленням додаткових деталей доцільно для гільз циліндрів, для насадки вінця маховика при його ремонті або заміні вінців шестірень коробки передач при їхньому ремонті, при монтажі підшипників кочення й ін. При посадці з нагріванням необхідно знати температуру, до якої потрібно нагріти охоплювану деталь, або остудити охоплювану.

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

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

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

Відновлення різьбових поверхонь спіральними вставками Один зі способів відновлення зношеної або ушкодженої різьби - це установка різьбової спіральної вставки. Ці вставки збільшують надійність нарізних сполучень деталей, особливо виготовлених з алюмінію й чавуну. Спіральні вставки виготовляють із корозійностійкого дроту ромбічного січення у вигляді пружної спіралі (рис. 19.2).

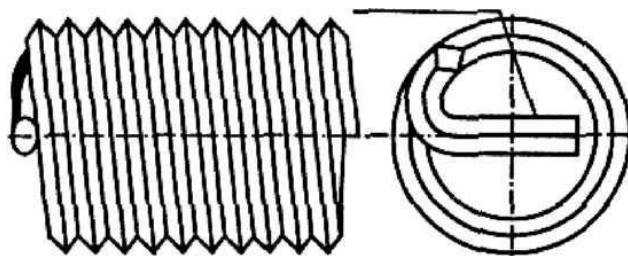


Рис. 19.2 – Різьбова спіральна вставка

Відновлення деталей машин методом пластичного деформування
Відновлення деталей методом пластичного деформування засноване на використанні пластичних властивостей металу.

Під пластичністю металів розуміють їх здатність, при певних умовах, під дією навантаження приймати залишкові (пластичні) деформації без порушення цілісності.

Пластичну деформацію при відновленні деталей здійснюють різними способами: правленням, роздачею, осаджуванням (обтисненням). Правленням деталям, які відновлюють, повертають правильну геометричну

форму, а роздачею і осаджуванням з подальшим механічним обробленням – початкові розміри.

Правлення деталей при їх відновленні виконують без підігріву та з попереднім нагріванням. Правленню піддають балки передніх осей грузових автомобілів, деталі рамних конструкцій (лонжерони, поперчини, кутники тощо), шатуни, карданні вали, кермові тяги і т. п.

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

Осадка деталей застосовують для різних втулок, іноді клапанів і т. п. Оброблення тиском викликає не тільки зміну форми і розмірів деталей, але й впливає на їхні механічні властивості та структуру металу.

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

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

При нагріванні наклепаного металу до невисоких температур 200–300°C (для заліза) відбувається відновлення спотворенні кристалічної ґратки. Міцність і твердість наклепаного металу при цьому частково знижуються, а пластичність підвищується. Характер структури металу при такому невеликому нагріванні не змінюється.

Описані явища часткового відновлення механічних властивостей металу без зміни його структури називають поверненням, або “відпалом”. При нагріванні до вищої температури рухливість атомів збільшується і починається процес відновлення структури з утворенням нових зерен замість деформованих. Процес зміни структури металу в результаті його нагрівання

після холодної пластичної деформації називають рекристалізацією. Мінімальною температурою рекристалізації (поріг рекристалізації) буде така температура, при якій помітне різке зниження твердості (до початкового значення – до моменту наклепу) і зростання пластичності. Мінімальна температура рекристалізації становить приблизно 40% від абсолютної температури плавлення.

Холодне та гаряче пластичне деформування

Оброблення тиском (пластична деформація), що протікає при температурі нижче процесу рекристалізації і викликає зміцнення (наклеп) металу, називають холодним обробленням.

Оброблення тиском (пластичну деформацію), яку виконують при температурі вище температури рекристалізації, при якій метал має структуру без слідів зміцнення, називають гарячим обробленням.

Правлення деталей при ремонті методом тиску виконують в холодному стані або з місцевим чи загальним підігрівом. Значну частину деталей, що мають вигини, піддають правленню в холодному стані. Так правлять шатуни, колінчасті й розподільні вали, клапани і т. п.

Прагнення вести правлення при відновленні деталей методом тиску в холодному стані пояснюється тим, що деталі, які піддають правленню, термічно оброблені. Нагрівання ж деталей в разі правлення з підігрівом змінює термооброблення. Проте гаряче правлення деталей при ремонті, хоча й рідко, все ж має місце. Наприклад, при великих прогинах балок передніх осей або лонжеронів правлення виконують з місцевим або, в окремих випадках, із загальним підігрівом (наприклад передніх осей).

Якщо гаряче правлення застосовують до термічно оброблених деталей, то термооброблення після правлення необхідно відновити.

При холодному осаджуванні (обтисненні) деталей залежно від їх матеріалу будуть відбуватися в більшій чи меншій мірі явища зміцнення (наклепування). Наклеп, як зазначалося, змінює механічні властивості деталі, зменшуючи пластичність.

Крім наклепу, на властивості металу впливають залишкові напруження, що виникають в ньому в результаті нерівномірної деформації окремих ділянок тіла деталі. Залишкові внутрішні напруження в тілі деталі можуть виникнути також у результаті неоднорідної будови металу, нерівномірного нагрівання або охолодження різних його частин.

У процесі роботи деталі залишкові внутрішні напруження можуть **сумуватися** з напруженнями, викликаними діями зовнішнього навантаження, або відніматися з них і тим самим збільшувати або зменшувати міцність деталі. У результаті дії залишкових напружень може відбуватися викривлення деталі, поява тріщин й ін.

Для зняття внутрішніх напружень та покращення пластичних властивостей матеріалу деталі необхідно виконувати термооброблення – відпал або нормалізацію. Для відпалу наклепаного металу застосовують температури вищі, ніж температура рекристалізації.

Ремонт барабанів конвеєрів та кранів включає відновлення робочої поверхні, усунення зносу ручаїв (нарізка), заміну футерування та ремонт торцевих поверхонь. Процес передбачає токарну обробку, піскоструминну очистку, нанесення адгезивів, наклеювання гуми та вулканізацію в автоклаві. Регулярна діагностика забезпечує безпеку експлуатації.

Основні етапи ремонту та відновлення:

Діагностика та очищення: Видалення залишків старого покриття, піскоструминна обробка обичайки.

Відновлення геометрії: Нарізка нових або відновлення зношених канавок (ручаїв) на токарному верстаті для забезпечення правильного укладання каната.

Футерування (для приводних барабанів): Нанесення гумового покриття (листів або екструдованої смуги) з наступною вулканізацією в автоклаві під тиском та температурою.

Контроль якості: Перевірка геометричних параметрів, надійності кріплення канатів та технічного стану.

Ремонт дозволяє продовжити термін служби вузла, забезпечуючи надійність роботи механізмів.

Ремонт канатних блоків передбачає їх ретельну дефектовку, реставрацію або заміну, оскільки вони є відповідальними елементами вантажопідйомних механізмів. Основні дії включають:

Перевірка: Огляд на наявність тріщин, зносу ручаю (канатного канавки), перевірка стану підшипників, осей та правильного розташування каната.

Реставрація: Проточка ручаю блоку на токарному верстаті, наплавка зношених поверхонь, заміна підшипників або втулок, відновлення посадкових місць.

Заміна: Блок підлягає негайній заміні при виявленні тріщин, зменшенні товщини реборд (бортиків) або критичному зносі ручаю, що загрожує цілісності каната.

Ключові моменти:

Регулярні періодичні перевірки проводяться компетентними особами для оцінки можливості подальшої експлуатації.

Для підвищення довговічності та безпеки часто використовують сучасні сталеві канати високої міцності в поєднанні з грамотно обслуговуваними блоками.

Ремонт здійснюється спеціалізованими майстернями з подальшим випробуванням навантаженням.

Гальмівні системи колісних тракторів

Колісні трактори можуть рухатись по рівному твердому покриттю із великою швидкістю, розвиваючи при цьому велику кінетичну енергію.

Гальмівні системи колісних тракторів призначені для зниження швидкості, зупинки, утримання на схилах та забезпечення крутого повороту. Вони включають робочі (зупинка) та стоянкові (фіксація) гальма, що працюють через механічні, гідравлічні або пневматичні приводи. Основні механізми — дискові або барабанні, що створюють тертя.

Особливості гальмівних систем колісних тракторів

1. **Роздільне гальмування:** Трактори мають дві педалі гальма (для лівого та правого заднього колеса), що дозволяє різко повертати на полі.
2. **Стоянкове гальмо:** Часто суміщене з робочим або виконане у вигляді окремого механізму.
3. **Ефективність:** Гальмівна сила виникає між колесами та дорогою, забезпечуючи зупинку на схилах.

Гальмівні системи гусеничних тракторів

Гальмівні системи гусеничних тракторів забезпечують зупинку, утримання на схилах та керування поворотом шляхом блокування одного з ведучих коліс (стернових фрикціонів). Зазвичай використовуються сухого або мокрого типу стрічкові гальма, рідше — дискові, які діють на планетарні механізми повороту або вали ведучих зірочок.

Особливості гальмівних систем гусеничних тракторів:

1. **Роздільне гальмування** Гальма виконують роль не тільки зупинки, але й допомагають при поворотах, блокуючи одну гусеницю;
2. **Функціональність:** Системи блокуються для одночасного зупинення обох гусениць при натисканні на дві педалі одночасно.

Гальмівна система складається з гальмівного приводу та гальмівних механізмів.

- **Гальмівні приводи** - це сукупність пристроїв для передачі енергії від тракториста (оператора) до гальмівних механізмів. Гальмівні приводи бувають:

Гідравлічні: Рідина під тиском передає зусилля від педалі до механізму.

Пневматичні: Використовує стиснене повітря, часто застосовується на важкій спецтехніці та причепах.

Механічні: Передача зусилля від педалей через тяги та важелі.

Електричні: Використовує електродвигуни та сервоприводи для активації гальмівних механізмів. Електричний гальмівний привід у тракторах використовується рідко, частіше зустрічаються механічні, гідравлічні або

пневматичні системи для зупинки коліс. Проте електричні компоненти можуть керувати стоянковим гальмом або активувати гальма причепа. Вони працюють через електромагнітні клапани або актуатори, що замикають гальмівні механізми.

Гальмівні механізми (рис.19.3) перешкоджають обертанню коліс, внаслідок чого між колесами і дорогою виникає гальмівна сила, що зупиняє трактор. За будовою тертьових поверхонь гальмівні механізми бувають барабанними (колодковими), дисковими і стрічковими.

Стрічкові гальма: Найпоширеніший тип, що складається з гнучкої стрічки з фрикційними накладками, яка охоплює гальмівний барабан.

Плаваючі стрічкові гальма: Забезпечують більш рівномірне зношування накладок.

Дискові гальма: Застосовуються в сучасніших конструкціях, забезпечуючи вищу ефективність, особливо мокрого типу (працюють у маслі). Найпоширеніші, зазвичай сухі або працюють в масляній ванні. Стискають диски для зупинки.

Барабанні (колодкові): Використовують колодки, що притискаються до внутрішньої поверхні барабана.

Стоянкове гальмо: Часто суміщене з робочою гальмівною системою або окремий механізм для фіксації трактора.

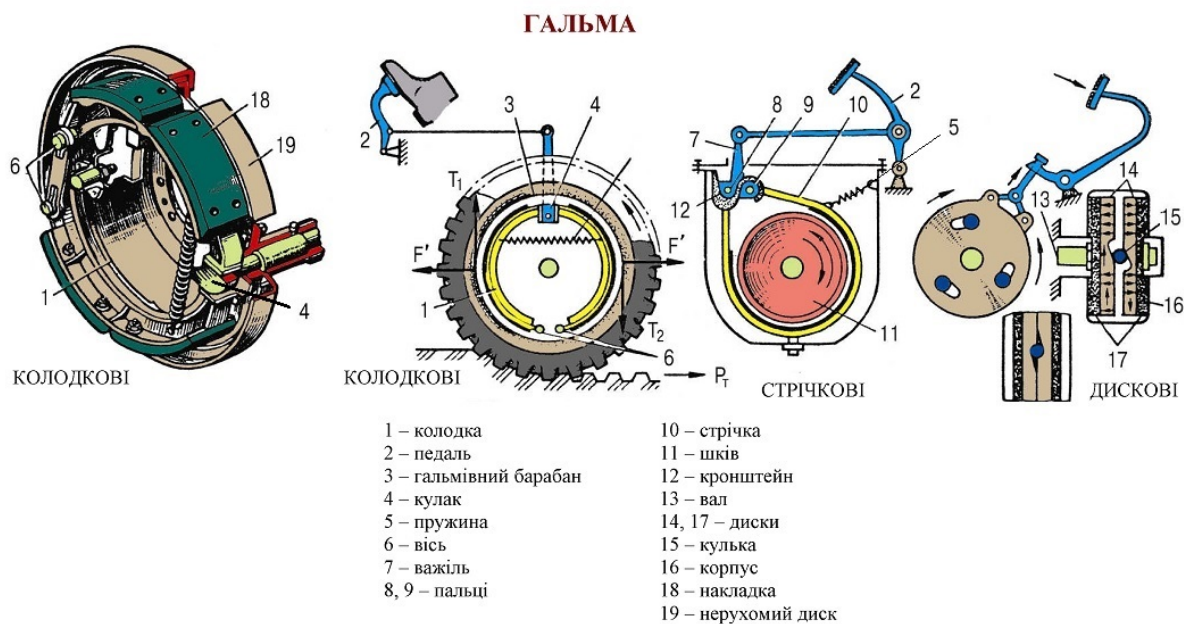


Рис.19.3 - Гальмівні механізми

Барабанні (колодкові) гальмівні механізми. На нерухомому диску, закріпленому на фланці корпусу головної передачі або колісного редуктора, встановлено дві колодки 1, зовнішня поверхня яких вкрита фрикційними накладками із матеріалів з великим коефіцієнтом тертя (пресований азбест із спеціальним просоченням, мідно-азбестове плетиво з просоченням та ін.). Колодки спираються на осі 6 і на кулак 4, крім того, колодки з'єднані між собою пружиною 5.

Якщо натиснути на педаль 2, колодки розтискним кулаком 4 притиснуться до внутрішньої поверхні барабана 3, що обертається разом з колесом. При цьому виникнуть сили тертя, які перешкоджають обертанню колеса, тобто руху трактора.

Чим сильніше притискуються гальмові колодки 1 до гальмового барабану, тим більше сила тертя, а отже і робота тертя, більше буде виділятися теплоти і швидше поглинатися кінетична енергія, накопичена трактором, тим швидше він зупиниться.

Якщо педаль 2 відпустити, колодки 1 пружиною 5 відводяться від гальмового барабану і гальмування припиниться.

Гальма такого типу встановлюють на тракторах Т-150К та на тракторах ЮМЗ старого зразка з використанням для їх привода пневматичної системи трактора.

Стрічкові плаваючі гальмівні механізми. На валу, з'єднаному з ведучим колесом трактора (безпосередньо або через передачу) закріплено гальмовий шків 11. Навколо шківів розміщено сталю стрічку 10, внутрішню поверхню якої вкрито фрикційною накладкою. Обидва кінці гальмової стрічки з'єднані з двома плечима важеля 7 за допомогою пальців 8 і 9, поміщених у вирізах нерухомого кронштейна 12. Важіль 7 з'єднаний тягою з педаллю гальма.

Якщо під час руху трактора натиснути на педаль, то важіль 7 обернеться навколо своєї осі і почне рівномірно стягувати обидва кінці гальмової стрічки 10, притискуючи її до гальмового шківів 11.

Як тільки між стрічкою і гальмовим шківом виникне сила тертя, залежно від напрямку обертання шківів 11 (трактор рухається вперед або назад), один кінець стрічки через палець 8 або 9 упирається у виріз нерухомого кронштейна 12 і буде нерухомим, а інший буде затягуватися важелем 7.

При такій будові інтенсивність гальмування буде однаковою, в який би бік не обертався шків 11. Оскільки гальма такого типу не мають постійного зв'язку з будь-яким упором, вони називаються плаваючими і застосовуються на колісних тракторах Т-25 і Т-40.

Дискові гальмівні механізми. На валу 13, який через передачу з'єднаний з ведучими колесами трактора, на шліцах насаджено два диски 17 з фрикційними накладками. Між ними розміщено два натискні диски 14 з виїмками, в які закладено кульки 15. Натискні диски стягуються між собою пружинами і вільно розміщуються у чавунному корпусі 16.

Якщо педаль гальма вільна, то під дією пружин диски 14 стиснуті і не впливають на диски 17.

При натискуванні на гальмову педаль диски 14 повертаються навколо своєї осі назустріч один одному. При цьому кульки, ковзаючи по поверхні виймок, розсувають диски 14 і притискають диски 17 до стінок корпусу 16. Утворені при цьому сили тертя загальмовують обертання вала 13, а також коліс трактора

Гальма такого типу встановлено на універсальних просапних тракторах ЮМЗ і МТЗ.

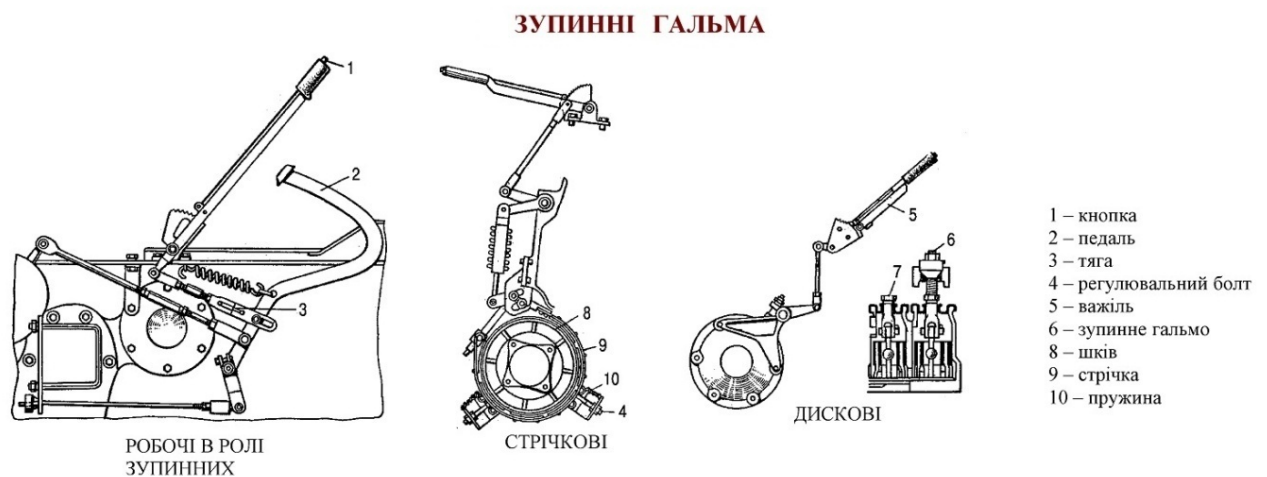


Рис.19.4 - Зупинні гальма

У їх ролі можуть бути використані робочі гальма. Для цього на тракторі встановлено важіль 5, з'єднаний тягою 3 з правою гальмовою педаллю 2. Щоб загальмувати трактор, необхідно важіль 5 перевести на себе і у протилежний бік (від себе), натиснувши кнопку 1 — щоб припинити гальмування. Гальмо такого типу встановлено на тракторах ЮМЗ.

Спеціальні зупинні гальма виконують стрічковими або дисковими.

Стрічкове зупинне гальмо складається зі шківів 8, встановлених на валу, який передає крутний момент на ведучий міст. Навколо шківів 8 розміщена стальна стрічка 9 з фрикційними накладками. Один кінець стрічки закріплено важелем з клямкою, яка фіксує його в потрібному положенні.

Рівномірний зазор між гальмовою стрічкою і шківом забезпечують пружина 10 і регулювальний болт 4. При переведенні важеля на себе до відказу зусилля передається через систему тяг на стрічку, яка загальмовує

шків. У попереднє положення стрічку повертають пружини після відведення важеля від себе.

Гальмо такого типу діє на тракторі загального призначення Т-150К.

Дискове зупинне гальмо 6 розміщене поруч з робочим гальмом 7 і керується важелем 5 із зачіпкою. Гальмо такого типу встановлено на тракторах МТЗ.

Налаштування гальм

Налаштування гальм на колісному тракторі. Передбачає регулювання вільного ходу педалей (норма — 30-50 мм) та зазору між гальмівними колодками і барабанами. Регулювання здійснюється шляхом обертання регулювальних гвинтів на гальмівних механізмах коліс та зміни довжини тяг педалей, що забезпечує рівномірне гальмування обох бортів.

Основні етапи налаштування:

- **Перевірка вільного ходу:** Педалі гальма повинні мати вільний хід 30-50 мм до початку опору. Якщо хід занадто великий, його зменшують регулюванням тяг.
- **Регулювання зазору колодок:** На кожному гальмівному механізмі є регулювальний гвинт (зазвичай із зовнішнього боку). Його необхідно закрутити до упору (блокування колеса), а потім відпустити на 1/3-1/2 оберту, щоб колесо вільно оберталося.
- **Синхронізація:** Важливо налаштувати обидва колеса так, щоб при натисканні на педаль (з'єднані планкою) трактор гальмував прямолінійно, без відхилень.
- **Вакуумний підсилювач (за наявності):** Перевірити герметичність системи. При відпущених педалях клапан підсилювача має закривати вакуумну порожнину.

Після регулювання гальма не повинні перегріватися під час руху, а трактор має зупинятися ефективно.

Налаштування гальм гусеничного трактора Приклад - Т-150 (плаваючий стрічковий тип) полягає в регулюванні зазору між гальмівною

стрічкою та шківом, забезпечуючи рівномірне стягування обох кінців. Це досягається затягуванням регулювальних гайок на тягах, що з'єднують важіль з кінцями стрічки, для встановлення вільного ходу педалей у межах 70–90 мм.

Основні етапи налаштування

1. Підготовка: Встановити трактор на рівному майданчику, заглушити двигун та переконатися, що гальмівні стрічки не зношені до металу (допустимий мінімум накладок — 1.5–2 мм).

2. Регулювання вільного ходу:

- від'єднати тяги керування від педалей.
- затягнути регулювальні гайки на кінцях гальмівних стрічок, щоб забезпечити мінімальний зазор (стрічка не повинна торкатися шківа при відпущеній педалі).
- регулювальним гвинтом важеля (7) домогтися, щоб при натисканні на педаль обидва кінці стрічки (10) підтягувалися рівномірно до шківа (11).

Перевірка: Вільний хід педалей повинен становити 70-90 мм. Якщо педаль "бере" занадто низько, гайки підтягують.

Синхронізація: Переконатися, що ліва і права гусениці гальмують одночасно (при одночасному натисканні на обидві педалі).

Важливі зауваження

Плаваючий механізм: У Т-150 використовуються плаваючі стрічкові гальма, де кінці стрічки з'єднані з важелем (7), що дозволяє гальмувати однаково ефективно як при русі вперед, так і назад.

Зношеність: Якщо регулювальні гайки затягнуті максимально, а гальмування слабе, стрічку необхідно замінити або замінити накладки.

Рульове управління: На гусеничному Т-150 регулювання гальм тісно пов'язане з механізмом повороту (бортовими фрикціонами).