

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

А. В. Коваленко

ВИПРОБУВАННЯ, ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ
ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ ПРИСТРОЇВ

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

*(для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
всіх форм навчання зі спеціальності
141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка)*

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2022

Коваленко А. В. Випробування, експлуатація та ремонт електромеханічних пристроїв : конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти зі спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіки / А. В. Коваленко ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2022. – 135 с.

Автор

канд. техн. наук, доц. А. В. Коваленко

Рецензент

В. П. Шпачук, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри теоретичної та будівельної механіки (Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова)

*Рекомендовано кафедрою електричного транспорту, протокол № 9
від 27.05.2021*

ЗМІСТ

Вступ.....	5
Лекція № 1 Мета і основні задачі навчальної дисципліни. Основні положення ремонтного виробництва електромеханічних пристроїв.....	7
1.1 Зміна технічного стану електромеханічних пристроїв у процесі експлуатації.....	8
1.2 Види, методи, організаційні принципи та система ремонту електромеханічних пристроїв.....	12
Лекція № 2 Організаційна структура ремонтних підприємств.....	17
Лекція № 3 Виробничий та технологічний процеси капітального ремонту електромеханічних пристроїв.....	23
3.1 Склад виробничого процесу та його параметри	23
3.2 Структура технологічного процесу	28
3.3 Технічна документація на ремонт електромеханічних пристроїв.....	31
Лекція № 4 Основні положення проектування (реконструювання) ремонтних підприємств електромеханічних пристроїв.....	33
4.1 Класифікація ремонтних підприємств електромеханічних пристроїв.....	33
4.2 Характеристика параметрів ремонтних підприємств електромеханічних пристроїв.....	37
Лекція № 5 Технічне нормування робіт, які виконують на ремонтних підприємствах.....	44
5.1 Класифікація затрат робочого часу.....	44
5.2 Особливості технічного нормування.....	48
Лекція № 6 Розбирання транспортних засобів, їх одиниць та агрегатів. Дефектація і сортування деталей електромеханічних пристроїв.....	49
6.1 Технологічний процес розбирання електромеханічних пристроїв.....	49
6.2 Технологічні процеси дефектації та сортування деталей електромеханічних пристроїв.....	52
6.3 Призначення сортування та його коефіцієнтів.....	56
Лекція № 7 Комплектування деталей, складання складальних одиниць електромеханічних пристроїв, їх випробування і обкатка.....	58
7.1 Призначення і сутність комплектування.....	58
7.2 Складання типових з'єднань та передач.....	62
7.3 Випробування складальних одиниць.....	63
Лекція № 8 Технологічний процес відновлення деталей слюсарно-механічною обробкою.....	65
8.1 Характеристика видів слюсарної обробки.....	65
8.2 Механічна обробка відновлених деталей.....	67
Лекція № 9 Технологічний процес відновлення деталей зварюванням і наплавленням.....	69

9.1 Класифікація способів зварювання і наплавлення.....	69
9.2 Технологічний процес відновлення деталей із сталі зварюванням і наплавленням.....	71
9.3 Фактори, що характеризують якість зварювання і наплавлення..	75
9.4 Способи зниження внутрішнього напруження і деформації.....	78
Лекція № 10 Технологічний процес відновлення деталей гальванічними покриттями.....	80
10.1 Фізична сутність нанесення гальванічних покриттів.....	80
10.2 Технологічний процес нанесення зносостійких гальванічних покриттів.....	83
10.2.1 Підготовка деталей до нанесення гальванічного покриття.....	83
10.2.2 Насталювання (залізнення) деталей.....	88
10.2.3 Хромування деталей.....	90
10.2.4 Нікелювання деталей.....	91
10.2.5 Обробка деталей після нанесення покриття.....	93
10.2.6 Захисно-декоративні покриття.....	94
Лекція № 11 Технологічний процес відновлення властивостей ізоляції обмоток електричних машин електромеханічних пристроїв насичуванням..	96
11.1 Фізична сутність відновлення властивостей ізоляції просочуванням у лаках та компаундах.....	96
11.2 Класифікація просочуючих речовин.....	97
11.3 Сушіння просочених обмоток.....	99
11.4 Класифікація методів просочування.....	101
Лекція № 12 Ремонт візка трамвайного вагону.....	102
Лекція № 13 Ремонт ведучого моста тролейбуса.....	110
Лекція № 14 Ремонт складальних одиниць пневматичної системи тролейбуса.....	114
Лекція № 15 Ремонт складальних одиниць органів рульового керування електромеханічних пристроїв.....	118
15.1 Організація ремонту органів рульового керування.....	118
15.2 Типовий технологічний процес ремонту рульового керування...	119
15.3 Технологічний процес ремонту гідропосилувача.....	120
Лекція № 16 Ремонт спеціальних електричних машин електромеханічних пристроїв.....	121
16.1 Виробничий процес ремонту електричних машин.....	121
16.2 Коротка характеристика дільниць ремонту електричних машин та їх технологічне оснащення.....	123
16.3 Технологічний процес ремонту тягових електродвигунів.....	124
Лекція № 17 Ремонт електричних апаратів електромеханічних пристроїв...	127
Список використаної літератури.....	134

ВСТУП

Електромеханіка – розділ електротехніки, в якому розглядаються загальні принципи електромеханічного перетворення енергії та їхнє практичне застосування для проектування та експлуатації електромеханічних пристроїв.

Електромеханічні пристрої (далі ЕМП) конструктивно сполучають у собі механічні та електричні (електромагнітні) вузли. Їхнє функціонування базується на таких фізичних явищах, як електромагнітна індукція (поява електрорушійної сили та струму у провіднику, який рухається у магнітному полі), сила Лоренца (діє на провідник зі струмом, розташований у магнітному полі). Усі ці явища супроводжуються взаємодією електричних і магнітних полів та перетворенням енергії (механічної на електричну або навпаки).

Саме перетворення енергії є найбільш поширеною функцією ЕМП. На теплових, атомних, вітрових та гідроелектростанціях електрична енергія отримується з механічної енергії турбіни за допомогою електричних генераторів. Понад 60 % електричної енергії, виробленої електростанціями України, знову перетворюється на механічну електричними двигунами, які приводять до руху машини та механізми у промисловості, на транспорті, у побуті. Недарма електричний двигун є найпоширенішим різновидом ЕМП. Їх кількість в Україні нараховується багатьма десятками мільйонів.

Ще однією, достатньо розповсюдженою функцією ЕМП є комутація електричних кіл. Для цього використовують так звані електричні апарати. Високовольтні повітряні, вакуумні та масляні вимикачі, контактори призначені для комутації силових кіл, електромеханічні реле – для комутації кіл з малими струмами (кіл керування). Менш поширені різноманітні пристрої, до складу яких входять електромагніти або соленоїди (електромагнітні гальма, муфти, електроциліндри та електроштовхачі, підйомні електромагніти тощо).

Деякі різновиди датчиків також використовують електромеханічне перетворення енергії. Це насамперед датчики швидкості та положення, які

перетворюють механічний рух на електричний сигнал, який використовується для автоматичного керування механізмами.

Не в останню чергу завдяки ЕМП (генераторам та двигунам) відбулася технічна революція у промисловості в середині XIX та на початку XX століття. Перші засоби автоматизації були також електромеханічними (реле). Хоча більшість електромеханічних пристроїв були винайдені давно, вони й зараз продовжують слугувати людині. Фізичні принципи їх функціонування зберігаються, проте удосконалюється конструкція, дизайн, покращуються масогабаритні показники та енергоефективність. На сьогодні електромеханічні пристрої є силовою основою сучасного матеріального виробництва, будучи основним засобом генерації електричної енергії та головним її споживачем.

Особливе місце серед електромеханічних пристроїв займає електричний привод. Електропривод являє собою симбіоз електричного двигуна, електронного перетворювача енергії, системи автоматичного керування та механічної передачі. Він є основним засобом приведення до руху машин та механізмів у металургії, машинобудуванні, хімічній, гірничій, обробній промисловості, на електрифікованому транспорті, в комунальному господарстві. У побуті нас оточує велика кількість електропобутових приладів з електроприводом (кондиціонери, вентилятори, насоси, кухонна техніка, пральні та швацькі машини, пилососи, газонокосарки, автоматичні ворота, електроінструмент). Мініатюрними електроприводами обладнана офісна техніка (принтери, сканери, дисководи). До складу сучасного електроприводу входять різноманітні електронні пристрої (перетворювачі частоти, випрямлячі, пристрої плавного пуску, мікроконтролери), тому технічний прогрес у цій сфері найшвидший порівняно з іншими підгалуззями електромеханіки.

Лекція № 1

МЕТА І ОСНОВНІ ЗАДАЧІ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ. ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ РЕМОНТНОГО ВИРОБНИЦТВА ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ ПРИСТРОЇВ

Мета дисципліни – формування у студентів узагальненої системи знань, умінь та навичок методів відновлення технічного ресурсу, організації роботи підприємств і їх підрозділів з ремонту технічних та транспортних засобів, оптимізації трудових та матеріальних витрат.

До завдань вивчення дисципліни відносять:

- освоєння закономірності зміни технічного ресурсу;
- розробка нормативів систем ремонту, які допомагають визначити періодичність і обсяг ремонтних робіт;
- вивчення методів і технічних засобів розбирання транспортних засобів, дефектації та відновлення його деталей, контроль якості відновлення, складання та випробування транспортних засобів;
- освоєння технологічних процесів та комплексу засобів для ремонту транспортних засобів, принципів розробки спеціального технологічного оснащення робочих місць;
- одержання навичок в проектуванні підприємств з ремонту транспортних засобів, в тому числі з використання системи автоматизованого проектування, організації й управління виробництвом при виконанні ремонту з впровадженням автоматизованих робочих місць.

Навчальна дисципліна базується на навчальних дисциплінах таких як: конструкційні матеріали, технологія виробництва та відновлення обладнання, механічне обладнання, електричне обладнання, спеціальні електричні машини, динаміка, діагностика, технічна експлуатація.

Програма цієї навчальної дисципліни складається із наступних розділів:

- основи ремонтного виробництва електромеханічних пристроїв;
- основи технології ремонту електромеханічних пристроїв;

- основи технології відновлення деталей електромеханічних пристроїв;
- основи ремонту основних складальних одиниць електромеханічних пристроїв;
- основи проектування (реконструкції) ремонтних підприємств електромеханічних пристроїв.

1.1 Зміна технічного стану електромеханічних пристроїв в процесі експлуатації

Сучасні електромеханічні пристрої, наприклад, рухомий склад, тобто трамвайні вагони, тролейбуси та вагони метрополітену – це складні технічні системи тривалого користування. В процесі експлуатації внаслідок дії цілого ряду факторів рухомий склад постійно і неповторно втрачає свої початкові якості, які характеризуються експлуатаційно-технічними показниками. Погіршення експлуатаційно-технічних показників називають старінням транспортних засобів. Воно виникає як у процесі експлуатації, так і при його зберіганні.

До експлуатаційно-технологічних показників відносять:

- погіршення показників надійності та динамічних властивостей;
- збільшення втрат електричної енергії на рух;
- зниження ефективності гальмової системи;
- виникнення стуків та підвищеного шуму під час руху;
- погіршення зовнішнього виду транспортних засобів та комфортності обслуговування пасажирів.

Згідно з ДСТУ 2860-94, надійність – це властивість об'єкта зберігати в часі у встановлених межах значення всіх параметрів, які характеризують здатність виконувати потрібні функції у заданих режимах та умовах використання, технічного обслуговування, ремонту, зберігання та транспортування. Надійність, як складна властивість, залежно від призначення об'єкта і умов його застосування, складається із поєднання властивостей: безвідмовності, ремонтпридатності, довговічності та збереження. Надійність транспортних засобів визначають за допомогою його експлуатаційно-технічних показників,

використовуючи статистичні показники.

Відповідно до вищеназваного стандарту, рухомий склад або його складальні одиниці в процесі експлуатації, як показано на рисунку 1.1, можуть знаходитися в справному технічному стані або в несправному, який, в свою чергу, класифікують на працездатний, непрацездатний та граничний.

Справний стан – це такий стан транспортних засобів, при якому він відповідає усім вимогам нормативно-технічної та конструкторської документації.

Несправний стан – це такий стан транспортних засобів, при якому він не відповідає хоч би одній вимозі нормативно-технічної та конструкторської документації.

Працездатний стан – це такий стан транспортних засобів, при якому значення усіх параметрів, що характеризують здатність виконувати задані функції, відповідають вимогам нормативно-технічної та конструкторської документації.

Непрацездатний стан – це такий стан транспортних засобів, при якому значення хоч би одного параметра, що характеризує здатність виконувати задані функції, не відповідає вимогам нормативно-технічної та конструкторської документації.

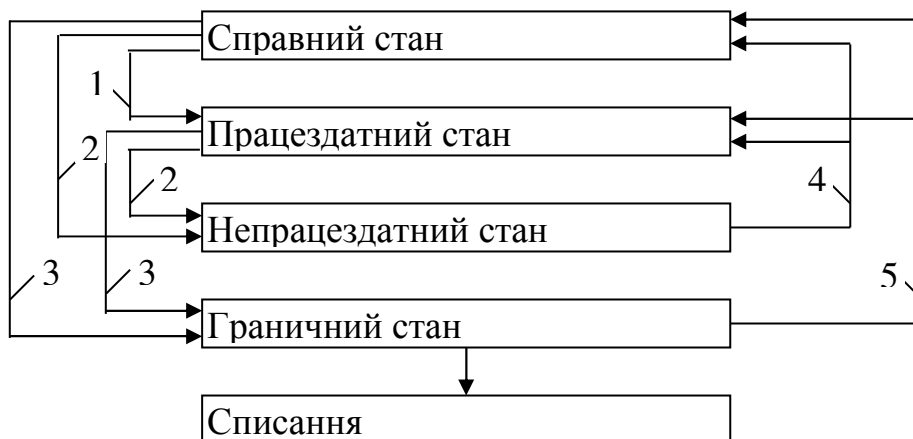


Рисунок 1.1 – Схема основних технічних станів та подій:

1 – пошкодження; 2 – відмова; 3 – перехід об'єкта в граничний стан;
4 – відновлення; 5 – ремонт

Граничний стан – це такий стан транспортних засобів, при якому його подальше використання за призначенням не допускається, чи є недоцільним, або відновлення його справного чи працездатного стану неможливе, або є недоцільним.

Перехід транспортних засобів зі справного стану в несправний є результатом проявлення дефекту. Дефектом, згідно з ДСТУ 3021-95, називають кожен окрему невідповідність продукції установленим вимогам.

Зокрема, під *дефектом деталі* розуміють кожне окреме відхилення її параметрів від величини, яка установлена технічними умовами або робочим рисунком.

А перехід транспортних засобів з одного стану в другий відбувається внаслідок пошкодження або відмови. В тому випадку, якщо рухомий склад переходить в несправний, але працездатний стан, то цю подію називають відмовою. *Відмовою* транспортних засобів є подія, що приводить до порушення його працездатності та виходу з транспортного процесу (зупинка на лінії, порушення розкладу руху, запізнення на випуск з депо та передчасне повернення в депо) .

Усі відмови умовно прийнято розділяти на раптові й поступові. До раптових відмов відносять такі відмови, що виникають внаслідок різкої зміни фізико-механічних властивостей. Як показує досвід експлуатації, характерними відмовами обладнання транспортних засобів є такі відмови, які зумовлені зміною розміру та геометричної форми деталі, зниженням міцності внаслідок природного (фізичного) зносу. Фізичний знос, як показано на рисунку 1.2 виникає внаслідок:

- механічних процесів (механічний знос);
- втомлюючого руйнування (втомлюючий знос);
- хімічних процесів (корозійний знос);
- електрохімічних процесів (електроерозійний знос);
- теплових процесів (тепловий знос);
- біологічних процесів (біологічний знос);

– погіршення фізико-механічних властивостей матеріалу деталей (пружності, міцності, теплопровідності – старіння).

Механічний знос, в свою чергу, проявляється у двох формах: зносів тертя і тиску. Ці види механічного зносу можна спостерігати на прикладі зносу поверхні катання бандажу коліс візка трамвайного вагона.

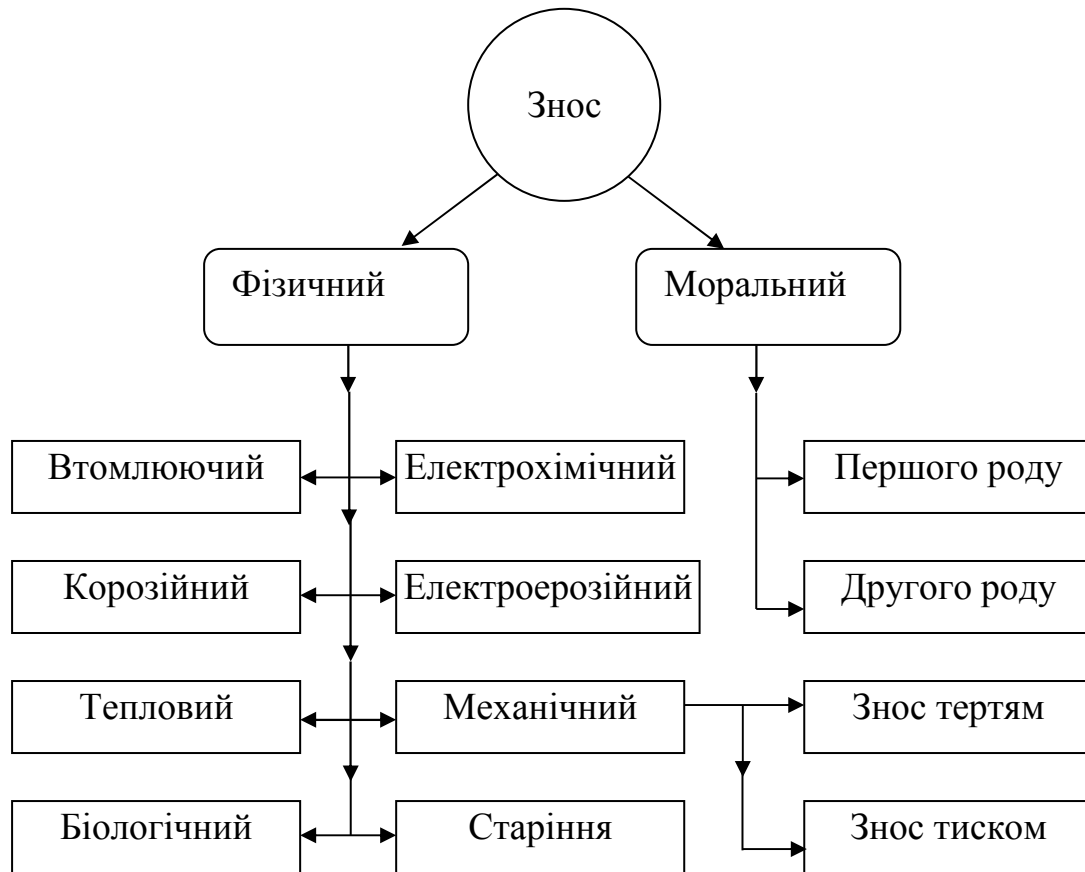


Рисунок 1.2 – Види зносу

У процесі експлуатації під дією електричного поля, впливу температурно-вологого режиму, теплового впливу, вібромеханічного та електродинамічного впливів деталі електротехнічного обладнання транспортних засобів змінюють свої ізоляційні властивості. Крім цього значна кількість відмов виникає у контактних системах електричних апаратів внаслідок механічного зносу контактів, електротермічного та електроерозійного зносів.

Рухомий склад (крім фізичного зносу) піддається так званому моральному (економічному) зносу. Моральним зносом називають зменшення вартості діючих транспортних засобів (складальної одиниці) під впливом науково-

технічного прогресу. Моральний знос буває першого і другого родів. Моральний знос першого роду характеризується втратою вартості діючих транспортних засобів в міру того, як відтворення такої ж конструкції транспортних засобів дорожчає. Моральний знос другого роду характеризується втратою вартості транспортних засобів внаслідок виникнення більш досконаліх його типів.

1.2 Види, методи, організаційні принципи та система ремонту електромеханічних пристроїв

Ремонт являє собою комплекс операцій, який спрямований на переведення транспортних засобів або його складальної одиниці з граничного стану в справний.

За низкою суттєвих ознак виділяють різні види ремонту транспортних засобів. За ступенем відновлення ресурсу, відповідно до Наказу міністра житлового та комунального господарства України № 120 від 03.12.1991, ремонт транспортних засобів може бути капітальним чи середнім. Їх виконують як на ремонтних заводах і спеціалізованих ремонтних майстернях, так і в цехах технічного обслуговування та ремонту депо.

Затверджений обсяг робіт кожного ремонту називають його характеристикою. Проміжок часу між двома суміжними ремонтами з однією і тією ж характеристикою називають *міжремонтним періодом*.

Пробіг транспортних засобів між двома суміжними ремонтами з однією і тією ж характеристикою називають *міжремонтним пробігом*.

Відповідно до наведеного вище Наказу, величина міжремонтного пробігу встановлена:

а) при капітальному ремонті трамвайного вагона – 300 000 км, тролейбуса – 240 000 км.

б) при середньому ремонті трамвайного вагона – 100 000 км, тролейбуса – 80 000 км.

Капітальний ремонт – це такий вид ремонту, при виконанні якого відбувається відновлення не менше 80 % повного ресурсу із заміною або відновленням усіх деталей складальних одиниць, включаючи базові деталі.

Рухомий склад, або його складальні одиниці, направляють у капітальний ремонт за умови, коли:

- базовим та основним деталям необхідний ремонт, що вимагає повного розбирання;

- працездатність складальних одиниць не може бути відновлена або їх відновлення є економічно недоцільним при проведенні середнього ремонту.

За термін служби повнокомплектний рухомий склад підлягає, як правило, трьом капітальним ремонтам, не враховуючи капітальних ремонтів його складальних одиниць.

Застосування капітального ремонту максимально обмежують за рахунок заміни складальних одиниць, що потребують капітального ремонту, справними з оборотного фонду.

Середній ремонт – це такий вид ремонту транспортних засобів, при якому відбувається заміна або відновлення непрацездатних складальних одиниць. Його використовують для ліквідації відмов, а також для виконання встановлених норм міжремонтного пробігу за мінімальних простоїв.

Середній ремонт виконують шляхом проведення ремонтних робіт із заміною:

- у транспортних засобів окремих складальних одиниць, що потребують середнього чи капітального ремонтів;

- у складальних одиниць окремих деталей, які досягли граничного стану, крім базових.

Крім того, він забезпечує безвідмовну роботу складальних одиниць до чергового ремонту.

Методи ремонту – це сукупність організаційних та технологічних правил виконання ремонту.

У ремонтному виробництві транспортних засобів застосовують наступні

організаційні методи ремонту: стаціонарний, потоковий та змішаний.

Стаціонарний метод характеризується тим, що всі ремонтні роботи виконують на одних і тих же робочих місцях. Рухомий склад стоїть на одному і тому ж робочому місці з початку і до кінця ремонту.

Потоковий метод характеризується тим, що рухомий склад переміщують з одного робочого місця на друге через певний проміжок часу, який називають *тактом* потокової лінії. Робітники при цьому залишаються на постійних робочих місцях, що спеціально обладнані для виконання тих або інших операцій.

Змішаний метод характеризується тим, що, відновлюючи рухомий склад, частину робіт виконують на поточної лінії, а частину – на постійних робочих місцях.

До технологічних методів ремонту транспортних засобів відносять наступні методи: знеособлений (позбавлений індивідуальності), незнеособлений (не позбавлений індивідуальності), агрегатний і вузловий. Використання того чи іншого методу ремонту зумовлено багатьма факторами: кількісним складом, типом транспортних засобів, його конструктивними особливостями, ремонтпридатністю, виробничими умовами проведення ремонту, виробничою програмою ремонтного підприємства.

Знеособлений метод ремонту – це такий метод, при якому не фіксується належність відновлених складальних одиниць до визначеної одиниці транспортних засобів, тобто рухомий склад збирають після ремонту з відновлених та нових деталей. Цей метод використовують на спеціалізованих експлуатаційних та ремонтних підприємствах.

Незнеособлений метод ремонту – це такий метод, при якому зберігається належність відновлених складальних одиниць до визначеного екземпляру транспортних засобів.

У ремонтному виробництві найчастіше використовують знеособлений метод. Він економічно себе виправдовує лише в тих випадках, коли рухомий склад розбирають і складають на потоці (конвеєрі).

Агрегатний метод ремонту – це різновид знеособленого методу, при

якому несправні складальні одиниці транспортних засобів замінюють новими або раніше відновленими з оборотного фонду.

Цей метод дозволяє:

- задовольнити більш повне використання технічного ресурсу складальних одиниць і тим самим знизити затрати на запасні частини та ремонт;
- значно скоротити технологічний процес ремонту транспортних засобів, використовуючи при цьому менш складне обладнання;
- скоротити виробничі площі за рахунок підвищення пропускної спроможності;
- підвищити якість ремонту складальних одиниць і тим самим скоротити простій транспортних засобів в процесі експлуатації.

Вузловий метод ремонту – це різновид незнеособленого методу, при якому весь комплекс робіт, що складає технологічний процес ремонту транспортних засобів, ділять на частини, кожна з яких являє собою групу технологічних операцій із закінченим технологічним процесом та видачею готової складальної одиниці. Кожну групу технологічних операцій виконують на спеціалізованих робочих місцях. Цей метод вигідно використовувати під час ремонту різноманітних типів транспортних засобів.

На економіку ремонтного виробництва транспортних засобів великий вплив мають організаційні принципи ремонту, які ділять на подефектний та маршрутний. В основу *подефектного* принципу ремонту покладена подефектна технологія відновлення деталей, що являє собою таку технологію, коли на одному робочому місці ліквідують тільки один дефект на одній, як правило, крупногабаритній деталі малосерійного виробництва. При подефектному принципі ремонту обсяг відновлених робіт для кожної деталі визначають індивідуально залежно від її фактичної потреби в ремонті.

В основу *маршрутного* принципу ремонту покладена маршрутна технологія відновлення деталей, що являє собою таку технологію, коли на одному робочому місці ліквідують до п'яти дефектів на одній, як правило, малогабаритній деталі крупносерійного виробництва. При застосуванні маршрутного принципу ремонту виявляють дефекти деталей, що часто повторюються. Ці деталі комплектують в групи (маршрути), розробляють

типові маршрутні технологічні процеси відновлення і після цього партіями направляють у відповідні цехи для відновлення.

Маршрутний принцип ремонту є прогресивним, тому що маршрутна технологія принципово відрізняється від подефектної. Вона передбачає: єдину послідовність технологічних операцій для всіх деталей маршруту, застосування типових технологічних процесів, що забезпечують високу якість ремонтних робіт, можливість широкого застосування методів групової обробки, зниження вартості ремонту, полегшення планування та диспетчеризації, покращення організації ремонтного виробництва.

Розглянуті види й методи ремонту використовують в діючій сьогодні планово-попереджувальній системі технічного обслуговування та ремонту транспортних засобів. Вона являє собою визначену форму організації технічного обслуговування та ремонту транспортних засобів, їх зміст (характеристику) і порядок чергування. При цій системі ремонт ґрунтується на планових основах: його основною метою є попередження непередбаченої (аварійної) відмови транспортних засобів в процесі експлуатації.

Контрольні запитання

1. За допомогою яких експлуатаційно-технічних показників розсуджують щодо зміни технічного стану транспортних засобів?
2. Накресліть схему основного технічного стану і подій, в яких можуть знаходитись транспортні засоби.
3. Які бувають відмови і їх фізична сутність?
4. Розкрийте фізичну сутність поняття «фізичний знос деталі».
5. Як вимірюють величину фізичного зносу?
6. В чому полягає фізична сутність структурно-енергетичного пристосування матеріалів?
7. Які існують види зносу?
8. Що являє собою ремонт транспортних засобів?
9. Які існують види і методи ремонту?
10. Які основні документи регламентують систему ремонту транспортних засобів?

Лекція № 2

ОРГАНІЗАЦІЙНА СТРУКТУРА РЕМОНТНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Під організаційною структурою ремонтного підприємства розуміють форму організації керування ремонтним підприємством. В основу розробки організаційної структури мають бути покладені: принципи єдиноначальності, господарський розрахунок цехів, повне використання робочого часу робітників та службовців, недопущення знеособлення в технічному обслуговування й ремонті транспортних засобів, мінімальні накладні витрати.

Структура ремонтних підприємств визначається робочою програмою, обсягом і характером виконуваних ремонтних робіт та групою підприємства за оплатою праці. Найбільший перелік робіт та відповідно найбільш розвинена організаційна структура характерні для підприємства серійного типу з капітального ремонту транспортних засобів, яким є ремонтний завод. Організаційна структура ремонтного заводу включає:

- керівництво (директор, головний інженер, заступники директора);
- структурні підрозділи управління виробництвом (виробничий та диспетчерський відділи);
- служби й підрозділи головного інженера (головного конструктора, головного технолога та головного енергетика, відділ механізації та автоматизації виробничих процесів, заводська лабораторія);
- підрозділи забезпечення (бухгалтерія, планово-економічний відділ, відділ технічного контролю, відділ праці та заробітної плати, відділ кадрів);
- підрозділи постачання й збуту (адміністративно-господарський відділ, відділ постачання, відділ збуту, транспортний відділ та ін.);
- виробничі підрозділи (основні виробничі цехи та дільниці, служби допоміжного виробництва й склади).

Виробничі цехи та дільниці поділяють на три класи залежно від одиниці вимірювання роботи, яку там виконують. До цехів та дільниць першого класу відносять виробничі підрозділи, де облік роботи (виробничу програму) ведуть у

штуках (наприклад, підрозділи з розбирання та складання транспортних засобів і їх складальних одиниць).

Для цехів та дільниць другого класу характерним є те, що облік роботи представляють в одиницях маси (кг). До них відносять ковальські, ресорні, термічні та виварювальні підрозділи. У третьому класі цехів та дільниць роботу виміряють одиницями поверхні, яку обробляють, тобто м² та дм². Це є характерним для гальванічних, металізаційних, зварювальних та малярних підрозділів.

Для забезпечення програми ремонтного виробництва на заводах є група цехів основного виробництва, допоміжні цехи, складське господарство, енергетичні та транспортні споруди, санітарно-технічне обладнання, адміністративно-господарські приміщення.

Групу цехів основного виробництва складають цехи, які виключно зайняті ремонтом, модернізацією та виготовленням нових транспортних засобів, запасних частин, тобто виконанням основної програми ремонтного заводу. До основної групи цехів відносять:

1. *Розбиральний цех*, в якому виконують підготовку транспортних засобів до ремонту, демонтаж кузовного обладнання, піднімання кузова та викочування візків, колісних пар або мостів. Такі окремі цехи доцільно споруджувати тільки на крупних заводах з великою програмою ремонту. На менш крупних заводах ці роботи виконують в кузовному цеху на спеціальних дільницях.

2. *Кузовний цех*, в якому при відсутності приміщення для підготовки транспортних засобів до ремонту та розбирального цеху виконують підготовку транспортних засобів до ремонту, піднімання, демонтажні, ремонтні й монтажні роботи безпосередньо на кузові, ремонт окремих вузлів кузовного обладнання поза кузовом, остаточне складання транспортних засобів та випуск його з ремонту.

За характером робіт кузовний цех є головним цехом ремонтного заводу. Всі останні цехи працюють на забезпечення кузовного цеху. Основними

дільницями (відділеннями) кузовного цеху є: ремонтно-складська, де рухомий склад готують до ремонту, розбирають його з викочуванням візків або мостів, а також виконують демонтажні, ремонтні й монтажні роботи безпосередньо на кузові; листоправильно-жерстяницька, де виконують ремонт та виготовлення окремих деталей, каркасу, обшивки та кузовного обладнання (дверей, вікон); електромонтажна, де ремонтують та заміняють на кузові електричну проводку, демонтують й монтують все електричне обладнання в кузові, під кузовом та на даху; трубомонтажна (пневматична), де проводять демонтаж пневматичного обладнання з наступною передачею його в ремонт та установкою після ремонту, ремонт та виготовлення нових повітропроводів, ремонт та випробування резервуарів стиснутого повітря; слюсарна, де виконують різні слюсарні роботи, пов'язані з ремонтом кузова та монтажем механічного обладнання.

3. *Візковий цех*, де проводять ремонт балок та рам візків, розбирання, ремонт та складання деталей гальмових пристроїв та ресорного підвішування, загальне складання візків. Відремонтовані тягові двигуни, колісні пари з редукторами та ресори візковий цех отримує відповідно із електромеханічного, колісно-редукторного та ковальсько-ресорного цехів. У візковому цеху проводять складання та прикатування колісно-моторних блоків при рамно-осьовий підвісці двигунів, повне складання візків. Продукцію цеху – повністю складений візок передають у кузовний цех для підкачування під вагон.

До складу візкового цеху відносяться: рамне відділення, де проводять ремонт рам та розбирання і складання візків; дільниця лиття, де очищують деталі перед передачею їх на дільницю дефектації; слюсарне відділення, де ремонтують букси, шворневі балки, гальмові пристрої та ресорне підвішування.

4. *Колісно-редукторний цех*, де проводять ремонт, переформування, а також виготовлення нових колісних пар, ремонт редукторів, виготовлення нових зубчатих передач, ремонт букс. До складу цього цеху відносяться колісно-токарне, редукторне та роликотітшипникове відділення.

5. *Агрегатний цех*, де проводять ремонт агрегатів механічного обладнання

тролейбусів ведучих та керованих мостів, редукторів карданної передачі, рульового керування. Агрегатний цех складається з демонтажної та редукторної дільниць, дільниць ремонту мостів, рульових механізмів та карданних валів.

6. *Електротехнічний цех*, де проводять ревізію та ремонт електричних двигунів, електричних апаратів, реостатів та електричних приладів. Він складається з електромашинного, електроапаратного, насичувально-сушильного відділень та випробувальної станції.

7. *Пневматичний цех*, в якому проводять ревізію, ремонт та випробування компресорів і приладів пневматичного обладнання транспортних засобів. Цех має ремонтні дільниці та випробувальну станцію.

8. *Гальванічний цех*, в якому відновлюють деталі та наносять на них захисно-декоративні покриття. Цех має підготовчо-обробне відділення та відділення гальванічних покриттів.

9. *Столярно-оббивний цех*, в якому ремонтують і виготовляють деталі транспортних засобів з дерева, проводять оббивку подушок та спинок м'яких диванів. Цех має у своєму складі столярне, деревообробне та оббивне відділення. Крім цього, цех виконує також господарчі та ремонтно-будівельні роботи з обслуговування потреб заводу.

10. *Механічний цех*, в якому обробляють старі та виготовляють нові деталі транспортних засобів за допомогою верстатів різноманітного призначення. Цей цех покриває витрати деталей, які вибраковані при дефектації. Крім того, тут виконують програму заводу з виготовлення запасних частин для потреб приписаних депо.

11. *Малярний цех*, де виконують роботи із зовнішнього та внутрішнього фарбування транспортних засобів, поліруванню та лакуванню дерев'яних деталей, виконують скляні роботи. Цех має у своєму складі малярно-живописне, фарбоприготувальне та скляне відділення.

12. *Ливарний цех*, в якому одержують заготовки для виготовлення нових деталей для складальних одиниць транспортних засобів, а також проводять

відновлення деталей методами термічного наплавлення. Цех складається з модельного, формувального, сушильного та плавильно-заготівельного відділень.

13. *Ковальсько-ресорний цех*, в якому проводять ремонт деталей транспортних засобів методами ковальського зварювання, виправлення, пластичного деформування, виготовляють поковки нових деталей для наступної механічної обробки, проводять ремонт та виготовлення нових сталевих ресор і пружин, а також термічну й хіміко-термічну обробку деталей транспортних засобів. Цех складається з ковальського, ресорного та термічного відділень.

14. *Зварювальний цех*, в якому виконують відновлення деталей методами електродугового та газового зварювання і наплавлення, а також зварювальні роботи з виготовлення нових деталей. Цех має електро- та газозварювальне відділення.

15. *Цех пластмас та пресвиробів*, в якому виготовляють різні деталі складальних одиниць транспортних засобів з пластмас методами пресування та проводять декоративну обробку металевих деталей напиленням епоксидних смол.

До групи допоміжних цехів відносять цехи, що обслуговують технологічний процес ремонту, але безпосередньої участі в ремонті транспортних засобів не беруть.

16. *Інструментальний цех*, в якому виготовляють спеціальний інструмент та технологічну оснастку – штампи, прес-форми, редуктори, верстатні пристрої та нестандартне технологічне обладнання для власних потреб заводу та приписаних депо.

17. *Ремонтно-механічний цех*, де виконують ремонт верстатного та іншого механічного обладнання заводу та приписаних депо.

18. *Електроремонтний цех*, в якому виконують ремонт електричного обладнання заводу та приписаних депо.

19. *Ремонтно-будівельний цех*, де проводять ремонт будівель та споруд

заводу, а також необхідні будівельні роботи.

20. *Центральна заводська лабораторія*, яка має відділення у всіх цехах основного виробництва, проводить контрольні й типові випробування відремонтованих складальних одиниць транспортних засобів, хімічні й металографічні аналізи, перевіряє якість матеріалів, які використовують у виробництві.

До складського господарства ремонтних заводів відносяться відкриті майданчики, навіси, центральний склад матеріалів і напівфабрикатів, складські майданчики та приміщення в ремонтних цехах, центральний і місцеві склади палива котельної та цехів металургійного комплексу, склад паливно-мастильних матеріалів та хімікатів, склад лісу з лісосушилкою.

До енергетичних споруд відносяться: під'їзні та внутрішньозаводські рейкові колії та колійне обладнання, депо для збереження та ремонту транспортних засобів, гаражі для електрокар та автотранспорту, підйомно-транспортне обладнання на перевалочних майданчиках, цехові транспортні пристрої: мостові крани, кран-балки, стрічкові транспортери.

До санітарно-технічних пристроїв відносяться: мережа опалення (паропровід) у середині будівель і на заводському майданчику, вентиляційні установки, обладнання та мережа водопостачання і каналізації (з насосами й очисними станціями, водосховищами).

До адміністративно-господарських приміщень відносяться: заводоуправління та приміщення громадських організацій (профспілкового комітету, заводського клубу), бібліотеки; приміщення медичної служби: санчастина, поліклініка; їдальні, буфети; пожежне депо з приміщеннями для обслуговуючого персоналу; прохідні та приміщення охорони; телефонна станція.

Контрольні запитання

1. За яким принципом розміщують ремонтні підприємства транспортних засобів?
2. Як класифікують ремонтні підприємства?
3. Які принципи покладені в основу розробки організаційної структури ремонтних підприємств?
4. На які класи розподіляють виробничі цехи та дільниці?
5. Які цехи відносять до груп основного виробництва?
6. Що розуміють під поняттям «робоче місце»?
7. Якими показниками характеризують робоче місце?
8. Перерахуйте основні параметри ремонтних підприємств.

Лекція № 3

ВИРОБНИЧИЙ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕСИ КАПІТАЛЬНОГО РЕМОНТУ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ ПРИСТРОЇВ

3.1 Склад виробничого процесу та його параметри

Проведення капітального ремонту транспортних засобів та його складальних одиниць пов'язане з виконанням цілого комплексу основних та допоміжних робіт. Відповідно до ДСТУ ГОСТ 3.1001:2014, сукупність основних та допоміжних робіт, які виконують в умовах конкретного ремонтного підприємства з метою перетворення несправних транспортних засобів, що досягли граничного стану у справні з конкретно визначеним ресурсом, називають *виробничим процесом*.

Виробничий процес ремонту транспортних засобів складається з ряду технологічних процесів (рис. 3.1). Він включає:

- передремонтне діагностування;
- підготовку до ремонту;
- приймання транспортних засобів в ремонт;
- дезінфекцію та очищення від пилу і бруду;

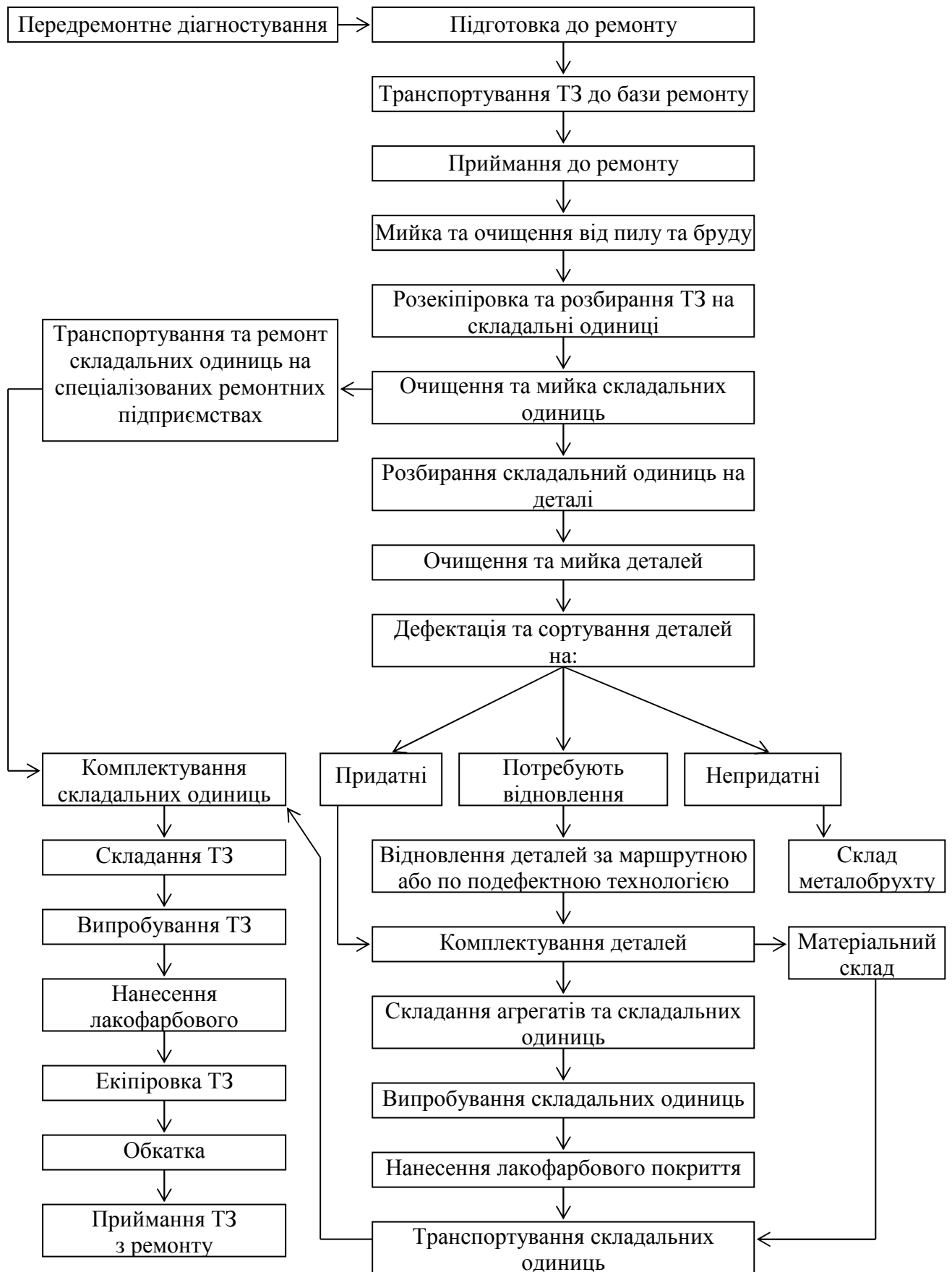


Рисунок 3.1 – Блок-схема виробничого процесу ремонту електромеханічних пристроїв

- розекіпіровку;
- розбирання транспортних засобів на складальні одиниці;
- очищення та мийку складальних одиниць;
- розбирання складальних одиниць на деталі;
- очищення та миття деталей;
- дефектацію та сортування деталей на придатні, непридатні та на ті , які потребують відновлення;
- вибір технології відновлення деталей, які його потребують;
- відновлення деталей за маршрутною або подефектною технологіями, та контроль за їх якістю;
- транспортування деталей на дільниці комплектування чи на склад готової продукції;
- складання складальних одиниць транспортних засобів;
- випробування складальних одиниць та контроль за якістю складання;
- нанесення лакофарбового покриття на складальні одиниці;
- транспортування складальних одиниць на дільницю комплектування транспортних засобів або на склад готової продукції;
- складання транспортних засобів;
- випробовування транспортних засобів та контроль якості його складання;
- нанесення лакофарбового покриття;
- обкатку транспортних засобів;
- екіпіровку транспортних засобів;
- здавання транспортних засобів на склад готової продукції.

У ремонтному виробництві всі окремі операції та технологічні процеси узгоджують за часом. До основних параметрів, що характеризують організацію виробничого процесу ремонтного підприємства, відносять: виробничу програму, такт, цикл, фронт ремонту, пропускну здатність, коефіцієнт завантаження.

Виробнича програма N – це кількість транспортних засобів чи складальних одиниць, які випускають з ремонту за розрахунковий період. Її визначають

одним з наступних способів: аналітичним, графічним чи табличним.

Аналітичний спосіб враховує залежність між плановим завантаженням одиниці транспортних засобів та її міжремонтним напрацюванням. Залежність виражається за формулою

$$N_k = \frac{W_p + W_k}{M_k}, \quad (3.1)$$

де N_k – кількість капітальних ремонтів одного типу транспортних засобів за розрахунковий період;

W_p – планове річне завантаження одиниці транспортних засобів, км пробігу;

W_k – напрацювання одиниці транспортних засобів від останнього капітального ремонту, км пробігу;

M_k – міжремонтне напрацювання до капітального ремонту одиниці транспортних засобів одного типу, км пробігу.

Кількість середніх ремонтів N_c одного типу транспортних засобів за розрахунковий період визначають за формулою

$$N_c = \frac{W_p + W_c}{M_c}, \quad (3.2)$$

де W_c – напрацювання одиниці транспортних засобів від останнього середнього ремонту, км пробігу;

M_c – міжремонтне напрацювання до середнього ремонту, км пробігу.

Визначене число ремонтів округляють до ближнього цілого числа в менший бік, тобто приймають тільки цілу частину числа.

Складаючи одержані розрахункові дані, визначають кількість ремонтів транспортних засобів за рік N_p .

Графічний спосіб визначення кількості ремонтів полягає в наступному. По осі абсцис відкладають у масштабі час (у кварталах року), а по осі ординат – напрацювання і відмічають види ремонту. Планове навантаження транспортних засобів поквартально дорівнює (у %): 1 – 10–15, 2 – 30–35, 3 – 40–45, та 4 – 10–15. У результаті одержують ламану лінію, яка зображує напрацювання транспортних засобів за цілий рік. Використовуючи графік, визначають строк

постановки транспортних засобів на ремонт.

При табличному способі визначення кількості ремонтів для кожної одиниці транспортних засобів встановлюють напрацювання з моменту проведення останнього ремонту. Необхідні дані беруть із паспорта одиниці транспортних засобів. Потім річне планове навантаження одиниці транспортних засобів розподіляють за місяцями року. Додаючи планове навантаження кожного місяця до напрацювання від останнього капітального ремонту, одержують сумарне напрацювання для транспортних засобів протягом року. У відповідності з періодичністю ремонту встановлюють час для відповідного виду ремонту. Одержані дані, заносять до таблиці 3.1.

Використовуючи один з представлених способів визначення виробничої програми, призначають строк постановки одиниці транспортних засобів на ремонт залежно від її технічного стану.

Таблиця 3.1 – Дані для визначення кількості ремонтів (виробничої програми)

Вид (тип) транспортного засобу та його адміністративний номер	Напрацювання від попереднього ремонту, км пробігу	Річне планове завдання, км пробігу	Розподіл планового завдання за кварталами			
			I	II	III	IV

Такт виробництва τ – це відрізок часу між випуском з ремонту двох суміжних одиниць транспортних засобів. Його визначають за формулою

$$\tau = \frac{\Phi}{N}, \quad (3.3)$$

де Φ – фонд часу підприємства за розрахунковий період;

N – кількість одиниць транспортних засобів, які випущені з ремонту за той же розрахунковий період (виробнича програма).

Тривалість виробничого циклу ремонту t_p – це відрізок часу, що характеризується періодом від початку першої операції з ремонту одиниці транспортних засобів до завершення останньої операції. Зменшення тривалості

виробничого циклу приводить до покращення використання обладнання, скорочення потреби в оборотних фондах, прискорення випуску одиниць транспортних засобів з ремонту та зниження обсягу незавершеного виробництва.

Тривалість виробничого циклу визначають на стадії проектування ремонтного підприємства, будуючи лінійний графік узгодження ремонтних робіт за визначеною методикою.

Фронт ремонту f_p – це кількість одиниць транспортних засобів, що знаходяться в один і той же час на стадії ремонту в цілому на підприємстві. Він є головним параметром виробничого процесу. Його визначають за формулою

$$f_p = \frac{t_p}{\tau}. \quad (3.4)$$

Він якісно впливає на площу під обладнання, на кількість робочих місць, на довжину конвеєра і на обсяг незавершеного виробництва.

Пропускна здатність $N_{пр.з}$, тобто кількість одиниць транспортних засобів яка може бути випущена з ремонту за планований проміжок часу, розраховують за формулою

$$N_{пр.з} = \frac{f \cdot \Phi_d \cdot z}{t_p}, \quad (3.5)$$

де Φ_d – дійсний фонд часу ремонтного підприємства, год.;

z – кількість змін на ремонтному підприємстві.

Коефіцієнт завантаження підприємства K_3 визначають за формулою

$$K_3 = \frac{N}{N_{пр.з}}. \quad (3.6)$$

При ефективній роботі ремонтного підприємства $K_3 = 0,95-1,15$

3.2 Структура технологічного процесу

Технологічний процес – це частина виробничого процесу, що містить ціленаправлені дії щодо зміни форми, розмірів та властивостей матеріалу або

предметів виробництва з метою отримання деталі чи складальної одиниці у відповідності із заданими технічними вимогами. Технологічний процес може бути віднесений до виробу або до його складальних одиниць чи до методів обробки, формоутворення та складання. Тому на ремонтних підприємствах транспортних засобів поряд з поняттями технологічних процесів його капітального ремонту розробляють і виконують технологічні процеси з конкретних видів основних робіт, тобто технологічні процеси: розбирання, очищення та мийки, дефектації та сортування, відновлення та виготовлення деталей, комплектування та складання, випробування та обкатки, нанесення лакофарбового покриття.

Технологічний процес складається з окремих технологічних операцій, що, в свою чергу, розподіляються на установлення, позиції, переходи, проходи, прийоми.

Технологічна операція – це частина технологічного процесу, що виконується на одному робочому місці. У технологічній документації нумерується вона тризначним числом, кратним п'яти (наприклад, 005, 010, 015). Назва технологічної операції повинна відображати застосований вид обладнання або назву процесу. Вона також має бути записана прикметником у називному відмінку, наприклад, токарна, розбиральна, складальна.

Установлення (установ) – це частина технологічної операції, яку виконують при закріпленні однієї або декількох деталей та одночасно обробляють на верстаті. Їх позначають великими літерами (А, Б, В і т.д.).

Позицією називають кожне фіксоване положення деталі, яке та займає відносно верстата при незмінному закріпленні.

Перехід – це частина операції, що цілком закінчена, не може бути роздрібненою; виконує один або декілька робітників одночасно без заміни інструменту, незмінності поверхні, яуц обробляють, та режиму роботи верстата. Зміна хоч б одного із перелічених елементів визначає новий перехід. У технологічних документах переходи нумерують числами 1, 2, 3, 4 і т.д. Перехід складається з проходів.

Прохід – це частина переходу, що охоплює всі дії, пов’язані зі зняттям одного шару металу при незмінності інструменту, поверхні, обробки та режиму роботи верстата. Так, на токарному верстаті проходом називають безперервне зняття різцем одного шару стружки.

Під *прийомом* розуміють закінчену дію робітника, наприклад, постановка і зняття деталі, пуск верстата. Поняття «прийом» використовується при технічному нормуванні.

ДСТУ ГОСТ 3.1001:2014 встановлює два види технологічних процесів відновлення деталей: одиночний і типовий.

Одиночний технологічний процес відноситься до виробів одного найменування, типорозміру й виконання незалежно від типу виробництва.

Типовий технологічний процес характеризується єдністю змісту й послідовності більшості технологічних операцій для груп виробів із спільними конструктивними признаками.

Кожний вид технологічного процесу характеризується такими ознаками:

- основним призначенням процесу (робочий, перспективний);
- мірою деталізації процесу (маршрутний, операційний та маршрутно-операційний).

Робочий технологічний процес виконують за робочою технологічною та (або) конструкторською документацією.

Перспективний технологічний процес – це процес, що повністю або частково буде освоєний на підприємстві з використанням останніх досягнень науки й техніки.

Маршрутний технологічний процес виконують за документацією, в якій зміст окремих технологічних операцій викладають без зазначення переходів та режимів обробки.

Операційний технологічний процес виконують за документацією, в якій зміст окремих технологічних операцій викладають із зазначенням (показанням) переходів та режимів обробки.

Маршрутно-операційний технологічний процес виконують за

документацією, в якій зміст окремих технологічних операцій викладають без показання переходів та режимів обробки.

3.3 Технічна документація на ремонт електромеханічних пристроїв

Технічна документація на ремонт виробів являє собою комплекти документів, які встановлені законодавством України Єдиною системою технологічної підготовки виробництва (ЄСТПВ). Під технологічною підготовкою виробництва розуміють сукупність взаємопов'язаних процесів, що забезпечують технологічну готовність підприємства до випуску виробів заданого рівня якості при визначених строках, обсязі випуску та затратах на основі досягнень сучасної науки й техніки.

До складу технічної документації на ремонт транспортних засобів входять такі документи:

- єдина система конструкторської документації (ЄСКД), ДСТУ ГОСТ 2.001:2006;

- єдина система технологічної документації (ЄСТД), ДСТУ ГОСТ 3.1001:2014;

- єдина система допусків та посадок;
- державна система забезпечення єдності вимірів (ДСВ);
- система стандартів безпеки праці (ССБП);
- галузеві стандарти (ГСТ);
- комплект нормативно-технологічної документації;
- комплект технологічної документації.

До комплекту нормативно-технологічної документації входять документи з плануванням номенклатури та обсягів відновлення, розрахунку затрат праці і грошових коштів, з планування потреби в матеріально-технічних ресурсах.

Комплект технологічної документації ремонту транспортних засобів та його складальних одиниць розробляють в Науково-дослідному та конструкторсько-технологічному інституті (НДКТІ) в м. Києві на основі

основних положень типової технології. До цього комплексу технологічної документації входять:

- технічні вимоги на здачу в ремонт та видачу з ремонту транспортних засобів чи їх складальних одиниць;
- технічні вимоги на капітальний ремонт транспортних засобів;
- технологічні процеси капітального ремонту транспортних засобів та їх складових одиниць;
- перелік технологічного обладнання та інструментів;
- альбом рисунків нестандартної технологічної оснастки.

Технологічні процеси капітального ремонту обумовлені такими технологічними документами, як: карти конструкторсько-технологічних характеристик (КТХ); карти критеріїв заміності (КЗ); схема технологічного процесу (СТП); маршрутні карти (МК); карти ескізів (КЕ); операційні карти (ОК); карти типових технологічних процесів (КТТП); відомості оснастки (ВО).

Першим технологічним документом, що визначає перелік дефектів, є ремонтний рисунок. Його розробляють на основі робочого рисунку на виготовлення деталі згідно з вимогами галузевого стандарту ГСТ 70.0009.006-85.

На ремонтному рисунку обов'язково повинні бути приведені:

- ескіз деталі;
- технологічні вимоги цієї деталі;
- специфікація ремонтного рисунку;
- таблиці дефектів з вказівками щодо їх усунення;
- умови й перелік дефектів, за яких деталь приймають для відновлення;
- пропонуваній маршрут відновлення.

При необхідності на ремонтному рисунку дають вказівки щодо базування та таблиці категорійних ремонтних розмірів.

У технологічних вимогах зазначають параметри конструкторсько-технологічних характеристик (КТХ), до яких відносять такі параметри:

- клас деталі, матеріал, маса;

- шорсткість відновлених поверхонь;
- вимоги щодо точності розміру, форми, розміщення;
- вимоги до твердості обробки деталі;
- міцність зчеплення шару металу, який наносять при відновленні деталі.

На ремонтному рисунку допускають одночасно вказувати декілька варіантів відновлення одних і тих же елементів деталі з відповідними поясненнями.

На кожний принципово відмінний варіант відновлення деталі виконують окремий ремонтний рисунок. При цьому, в позначенні ремонтних рисунків додають через тире римську цифру, тобто варіант відновлення.

Контрольні запитання

1. Що собою являє виробничий процес згідно з ДСТУ ГОСТ 3.1001:2014?
2. Якими параметрами характеризують виробничий процес?
3. Які особливості визначення тривалості циклу?
4. Що собою являє технологічний процес?
5. Склад технологічного процесу.
6. Класифікація технологічних процесів.
7. Що відносять до технічної документації на ремонт транспортних засобів?

Лекція № 4

ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ ПРОЄКТУВАННЯ (РЕКОНСТРУЮВАННЯ) РЕМОНТНИХ ПІДПРИЄМСТВ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ ПРИСТРОЇВ

4.1 Класифікація ремонтних підприємств електромеханічних пристроїв

Капітальний ремонт транспортних засобів проводять на ремонтних підприємствах, які розміщують за територіальним принципом. Ремонтні підприємства класифікують за масштабом виробництва, призначенням

(спеціалізацією) та типом виробництва.

За масштабом виробництва ремонтні підприємства поділяють: на ремонтні заводи, спеціалізовані ремонтні майстерні та деповські цехи технічного обслуговування і ремонту. За основним призначенням (з урахуванням спеціалізації) ремонтні підприємства можуть бути розподілені на види, кожен з яких визначають номенклатурою товарної продукції. Цей розподіл більш-менш відноситься до спеціалізованих ремонтних майстерень, які спеціалізуються на ремонті:

- трамвайних вагонів або тролейбусів;
- основних агрегатів транспортних засобів.

Тип виробництва – класифікаційна категорія виробництва, яку характеризують за ознакою широти номенклатури, регулярності, стабільності та обсягу випуску продукції. Однією з основних характеристик типу виробництва є коефіцієнт закріплення операцій, що являє собою відношення кількості усіх різноманітних технологічних операцій, які виконують протягом одного місяця, до кількості робочих місць, тобто

$$K_{30} = \frac{1}{m} \cdot A_{\Sigma}, \quad (4.1)$$

де K_{30} – коефіцієнт закріплення операцій;

A_{Σ} – сума технологічних операцій, що виконуються за один місяць;

m – кількість робочих місць.

Розрізняють одиничне, серійне й масове виробництво. Одиничне виробництво характеризується малим обсягом випуску однакових виробів, повторне виготовлення та ремонт яких, як правило, не передбачаються. При одиничному виробництві, що характерне для спеціалізованих ремонтних майстерень, рухомий склад та його складальні одиниці ремонтують, як правило, незнеособленим методом. Обладнання та інструмент, тут мають універсальне призначення. Розміщення обладнання виконують за груповим принципом. Рівень механізації процесів – низький. Класифікація робочого персоналу – висока й широкопрофільна.

Серійне виробництво характеризується виготовленням або ремонтом виробів партіями, які періодично повторюють. У залежності від кількості виробів у партії та значенням коефіцієнта закріплення операцій розрізняють дрібно-, середньо- та крупносерійне виробництва. Коефіцієнт закріплення операцій приймають рівним для дрібносерійного виробництва 20–40, для середньосерійного – 10–20, для крупносерійного – 1–10. Для серійного типу виробництва характерним є застосування універсального обладнання зі спеціальними пристроями та інструментом. Для середньо- й крупносерійного виробництва властивим є застосування поточного методу ремонту. Технологічне обладнання в умовах серійного виробництва розміщують змішано – за груповим та поточним принципами. Рівень кваліфікації робітників змінюється в широких межах, але з підвищенням серійності він знижується.

Масове виробництво відзначається великим обсягом випуску виробів, які безперервно виготовлюють або ремонтують тривалий час. Коефіцієнт закріплення операцій для масового виробництва вважають за одиницю. Закріплення за кожним робочим місцем однієї технологічної операції дозволяє застосовувати конвеєр, спеціальне обладнання, механізувати й автоматизувати трудомісткі процеси. Вимоги до рівня кваліфікації робітників при цьому суттєво знижуються.

На принципах одиничного виробництва виконують ремонт вантажних транспортних засобів в спеціалізованих ремонтних майстернях, а також ремонт та виготовлення причіпного складу на заводах і в майстернях.

До умов масового виробництва наближений ремонт електричних двигунів та інших складових одиниць транспортних засобів на спеціалізованих заводах з великим обсягом випуску продукції.

Розподіл ремонтів транспортних засобів між депо та ремонтним заводом або спеціалізованою ремонтною майстернею виконують, виходячи з економічних та кон'юнктурних вимог. Економічну користь при розподілі ремонтів транспортних засобів між депо та ремонтним заводом визначають, використовуючи рекомендації професора І. С. Левітського:

$$(t_{\text{т}} + t_{\text{д.з.}} + t_{\text{з.р}})C_{\text{в}} + C_{\text{т}} + C_{\text{з.р}} < (t_{\text{д.д}} + t_{\text{д.р}})C_{\text{в}} + C_{\text{д.р}}, \quad (4.2)$$

де $t_{\text{т}}$, $t_{\text{д.з.}}$, $t_{\text{з.р}}$ – затрати часу (в днях) відповідно на перевезення транспортних засобів з депо до заводу, на чекання ремонту транспортних засобів на заводі, на заводський ремонт;

$t_{\text{д.д}}$, $t_{\text{д.р}}$ – затрати часу (в днях) відповідно на чекання ремонту транспортних засобів в депо, на деповський ремонт;

$C_{\text{в}}$, $C_{\text{т}}$, $C_{\text{з.р}}$, $C_{\text{д.р}}$ – виражена у гривнях середньоденна виручка на одиницю транспортних засобів даного типу в експлуатації, вартість транспортування транспортних засобів з депо до заводу, вартість заводського й деповського ремонтів.

У тому випадку, коли права частина нерівності більша лівої, то економічно вигідним є заводський ремонт. Якщо ж права частина нерівності менша лівої, то економічно вигідним є деповський ремонт.

Аналіз цієї нерівності показує, що економічна вигода заводського ремонту визначається: співвідношенням вартостей $C_{\text{з.р}}$ та $C_{\text{д.р}}$; вартістю транспортування $C_{\text{т}}$, співвідношенням затрат часу $(t_{\text{т}} + t_{\text{д.з.}})$ у порівнянні з $t_{\text{д.д}}$ та часу $t_{\text{з.р}}$ у порівнянні з $t_{\text{д.р}}$.

Внаслідок невеликої програми ремонтних робіт оснащення депо технологічним обладнанням, яке необхідне для виконання крупних ремонтів транспортних засобів, економічно не виправдовується завдяки його низькому коефіцієнту використання. Тому, звичайно, $t_{\text{д.р}} > t_{\text{з.р}}$ та $C_{\text{д.р}} > C_{\text{з.р}}$. З другого боку, як правило, $t_{\text{т}} + t_{\text{д.з.}} > t_{\text{д.д}}$. Тому на економічну ефективність концентрації ремонтів транспортних засобів на ремонтних заводах суттєво впливає територіальне розміщення заводу відносно підрозділів ЕТ, які він обслуговує, та наявність транспортних зв'язків між ними.

Суттєво впливає на розподіл ремонтів між депо та ремонтним заводом трудомісткість ремонтних робіт. Зменшення їх трудомісткості призводить до зменшення різниці між $C_{\text{з.р}}$ та $C_{\text{д.р}}$ і тим самим вигіднішим виявиться деповський ремонт. Навпаки, при високій трудомісткості ремонтних робіт $C_{\text{з.р}}$

$\ll C_{д.р}$ більш вигідним виявиться заводський ремонт. Цим визначається те, що роботи з профілактичного обслуговування виконують в депо, а трудомісткі, крупні планові й позапланові роботи, що потребують спеціального дорогого обладнання, – на ремонтному заводі.

За орієнтованими даними організація ремонту транспортних засобів на заводі виправдовує себе за програми не менше ніж 300 ремонтів на рік. За меншої програми – ремонт доцільно виконувати в ремонтній майстерні. Цю цифру, однак, потрібно розглядати як орієнтовану, яку в кожному конкретному випадку уточнюють.

4.2 Характеристика параметрів ремонтних підприємств електромеханічних пристроїв

Кожне ремонтне підприємство та елементи його структури(цех, відділення, дільниця) характеризують параметрами, які визначають при атестації, проектуванні чи реконструкції. До цих параметрів відносять: сумарну трудомісткість ремонтного підприємства, кількість робочих місць, обліковий та наявний склад робітників, кількість обладнання, величину праці. Їх визначають в наступній послідовності, використовуючи вихідні дані, до яких належать: виробнича програма, режим роботи ремонтного підприємства, річні фонди часу, трудомісткість ремонту одиниці транспортних засобів.

Виробнича програма N ремонтного підприємства або елементів його структури характеризується обсягом випуску товарної продукції на протязі календарного року. Її установлюють в кількісних одиницях (штуках), в одиницях маси (кг) і в одиницях площі (m^2 , dm^2), використовуючи завдання на проектування. В тих випадках, коли на ремонтному підприємстві відновлюють рухомий склад різноманітних моделей, для зручності вираження та спрощення проектних розрахунків виробничу програму приводять до однієї моделі з допомогою коефіцієнта, який відображає конструктивно-технологічні особливості. Цей коефіцієнт кількісно характеризує відношення трудомісткості

ремонту транспортних засобів моделі, що приводять, до трудомісткості моделі, яку приймають за основу.

Режим роботи ремонтного підприємства визначають за допомогою завдання на проєктування. Його характеризує кількість робочих днів у календарному році, тривалість робочого тижня і робочої зміни в годинах, та кількість робочих змін. Кількість робочих змін установлює адміністрація ремонтного підприємства залежно від обсягу та умов роботи. Усі дані щодо режиму роботи, за винятком кількості робочих змін, суворо регламентують згідно з діючим трудовим законодавством.

Річні фонди робочого часу визначають окремо для працюючих робітників і обладнання. Розпізнають два види вічних фондів часу: календарний та дійсний.

Календарний річний фонд часу робітника Φ_k визначають кількістю робочих днів на рік і тривалістю робочого тижня, тобто визначають режимом роботи підприємства. При п'ятиденному робочому тижні календарний фонд часу робітника за розрахунковий період визначають за формулою

$$\Phi_k = (a_k - a_v - a_c) \cdot t_3, \quad (4.3)$$

де a_k, a_v, a_c – кількість календарних, вихідних і святкових днів;

t_3 – тривалість робочої зміни.

При п'ятиденному робочому тижні з двома вихідними днями $t_3 = 8,2$ год, а при шестиденному робочому тижні $t_3 = 7,0$ год.

При шестиденному робочому тижні

$$\Phi_k = (a_k - a_v - a_c) \cdot t_3 - (a_{пв} + a_{пс}), \quad (4.4)$$

де $a_{пв}, a_{пс}$ – число передвихідних і передсвяткових днів, тривалість робочої зміни яких скорочують на одну годину.

Календарний фонд часу обладнання $\Phi_{к.о}$ відповідно при п'ятиденному та шестиденному робочих тижнях визначають за формулами

$$\Phi_{к.о} = (a_k - a_v - a_c) \cdot t_3 \cdot n_3; \quad (4.5)$$

$$\Phi_{к.о} = [(a_k - a_v - a_c) \cdot t_3 - (a_{пв} + a_{пс})] \cdot n_3, \quad (4.6)$$

де n_3 – кількість робочих змін на добу.

Дійсний фонд робочого часу робітника Φ_d відповідно з п'ятиденним та

шестиденним робочим тижнем визначають за формулами

$$\Phi_{\text{д}} = (a_{\text{к}} - a_{\text{в}} - a_{\text{с}} - a_{\text{від}}) \cdot t_3 \cdot \eta_{\text{р}}; \quad (4.7)$$

$$\Phi_{\text{к.о}} = (a_{\text{к}} - a_{\text{в}} - a_{\text{с}} - a_{\text{від}}) \cdot t_3 \cdot \eta_{\text{р}} - (a_{\text{пв}} + a_{\text{пс}}), \quad (4.8)$$

де $a_{\text{від}}$ – кількість відпускних днів у запланованому періоді;

$\eta_{\text{р}}$ – коефіцієнт, який ураховує пропуски роботи по важливим причинам (приймають, що $\eta_{\text{р}} = 0,96$).

Щорічна основна відпустка надається працівникам не менш, як 24 календарних дні за відпрацьований робочий рік. За роботу із шкідливими і важкими умовами праці робітники (ковалі, мідники, акумуляторники, малярі, ливарники, електро- та газозварювальники, вулканізаторники, гальваніки та випробувальники) отримують щорічну додаткову відпустку тривалістю до 35 календарних днів.

Календарний річний фонд часу роботи обладнання використовують не повністю тому, що воно підлягає планово-попереджувальному технічному обслуговуванню та ремонту, в робочий час.

Дійсний річний фонд часу обладнання $\Phi_{\text{д.о}}$ визначають за формулою

$$\Phi_{\text{д.о}} = \Phi_{\text{к.о}} \cdot \eta_{\text{о}}, \quad (4.9)$$

де $\eta_{\text{о}}$ – коефіцієнт використання обладнання знаходиться в межах 0,96–0,98. Його величина залежить від кількості робочих змін на добу.

Сумарну трудомісткість ремонтного підприємства та елементів його структури T_{Σ} визначають за формулою

$$T_{\Sigma} = T \cdot N, \quad (4.10)$$

де T – трудомісткість ремонту одиниці транспортних засобів, люд./год.

Трудомісткість ремонту – величина витрат живої людської праці для здійснення ремонтних робіт. Її визначають за документами технологічного процесу, який розробляють завчасно, або за укрупненими типовими нормами часу, які одержують на основі досвіду існуючих проєктів передових ремонтних підприємств з урахуванням досягнень науково-технічного прогресу.

В тих випадках, коли на ремонтному підприємстві відновлюють рухомий

склад різноманітних моделей, то сумарну річну трудомісткість визначають за формулою

$$T_{\Sigma} = T_1 N_1 + T_2 N_2 + \dots + T_i N_i, \quad (4.11)$$

де T_1, T_2, T_i – трудомісткість ремонту транспортних засобів різноманітних моделей;

N_1, N_2, N_i – виробничі програми ремонту транспортних засобів різноманітних моделей.

Трудомісткість ремонту не є постійною величиною. Вона залежить від технічного стану ремонтного фонду, концентрації ремонтних робіт та оснащення ремонтного підприємства обладнанням, інструментом і випробувальними пристроями.

Кількість робочих місць m визначають найчастіше за трудомісткістю технологічних операцій за формулою

$$m = \frac{T_{\Sigma}}{\Phi_k \cdot n_z \cdot k_r \cdot k_{рм}}, \quad (4.12)$$

де k_r – коефіцієнт щільності роботи, який дорівнює середній кількості робітників на одному робочому місці;

k_z – коефіцієнт завантаження робочого місця, який знаходиться в межах 0,9–0,95.

До складу працівників ремонтного підприємства входять: виробничі і допоміжні робітники, інженерно-технічні працівники, розрахунково-контрський персонал та особовий склад пожежно-сторожової охорони.

При проектуванні ремонтних підприємств визначають тільки кількість виробничих робітників. Кількість допоміжних робітників по відношенню до кількості виробничих повинно бути не більше 12–15 %. Кількість інженерно-технічних працівників, розрахунково-контрського персоналу та особового складу пожежно-сторожової охорони відповідно розраховують 8–10, 4–6, 1–2 % від суми виробничих і допоміжних робітників.

Розпізнають обліковий та наявний склад робітників. *Обліковий склад* – повний склад працівників, що зараховані до списків підприємства. *Наявний*

склад – склад працівників, які фактично працюють.

Обліковий склад $P_{об}$ та наявний склад $P_{яв}$ виробничих працівників визначають відповідно за формулами:

$$P_{об} = \frac{T_{\Sigma}}{\Phi_{д}}; \quad (4.13)$$

$$P_{яв} = \frac{T_{\Sigma}}{\Phi_{к}}. \quad (4.14)$$

На окремих дільницях, де мають перевагу машинні способи роботи і річний обсяг виробництва оцінюють верстатомісткістю (верст.-люд.), кількість робітників визначають відповідно обладнанню, яке там установлене. До того ж спочатку визначають наявний склад, а потім збільшенням його в середньому на 10 % установлюють обліковий склад.

Кількість обладнання S визначають:

– за трудомісткістю (верстатомісткістю) за формулою:

$$S = \frac{T_{\Sigma}}{\Phi_{д.о}}, \text{ шт.} \quad (4.15)$$

За трудомісткістю розраховують кількість потрібного обладнання при ручному і машинно-ручному способах роботи (наприклад, при виконанні технологічних операцій під час розбирання та складання складальних одиниць транспортних засобів).

Верстатомісткість використовують при визначенні обладнання для верстатних робіт (наприклад, для механічної обробки на металорізних та дерево-обробних верстатах);

– за тривалістю технологічних операцій за формулою:

$$S = \frac{(\tau_1 + \tau_2)N}{\Phi_{д.о} n_о}, \quad (4.16)$$

де τ_1 – тривалість основної технологічної операції;

τ_2 – сумарна величина тривалості усіх допоміжних операцій;

$n_о$ – число виробів, які одночасно обробляють кожною одиницею обладнання.

За тривалістю технологічних операцій визначають кількість обладнання для миття, випробування, фарбування та сушіння транспортних засобів і їх складальних одиниць;

– за фізичними параметрами, якими можуть бути загальна маса – G_p або загальна площа поверхні покриття виробів – F_p , які обробляють на протязі року, за формулами

$$S = \alpha \frac{G_p}{q \cdot \Phi_{до}}; \quad (4.17)$$

$$S = \alpha \frac{F_p}{f \cdot \Phi_{до}}; \quad (4.18)$$

де α – коефіцієнт, який враховує втрати часу виробничої роботи;

q – продуктивність одиниці обладнання;

f – годинна продуктивність одиниці обладнання під час нанесення одного шару матеріалу.

За допомогою фізичних параметрів визначають кількість необхідних печей для нагрівання деталей під час кування і термічної обробки деталей, а також обладнання для наплавлення, напилення, гальванічних та лакофарбових покриттів.

Необхідно мати на увазі, що не все обладнання ремонтного підприємства визначають розрахунковим шляхом. На деяких ділянках частину обладнання вибирають, враховуючи умови фактичної необхідності для виконання технологічного процесу.

Величину площі виробничої ділянки F_d , m^2 (цеху, відділення) визначають за укрупненими показниками і за габаритними параметрами обладнання з урахуванням потреб в проходах та проїздах.

За укрупненими показниками площу виробничої ділянки визначають за формулами з урахуванням наступних особливостей:

– за кількістю робочих місць

$$F_d = f_m \cdot T, \quad (4.19)$$

де f_m – питома площа на одне робоче місце, m^2 ;

– за кількістю виробничих працівників

$$F_d = f_p \cdot P_{об}, \quad (4.20)$$

де f_p – питома площа на одного виробничого працівника, m^2 ;

– за питомою площею, яку відносять до одного верстату

$$F_d = f_s \cdot S, \quad (4.21)$$

де f_s – питома площа на один верстат.

Числові значення питомих площ на одне робоче місце, на одного виробничого працівника, на один верстат визначають за довідниковою літературою, а також за даними аналогічних діляниць передових ремонтних підприємств транспортних засобів.

Площу виробничих діляниць за габаритними параметрами обладнання з урахуванням потреб в проходах і проїздах визначають за формулою

$$F_d = \delta(F_1S_1 + F_2S_2 + \dots + F_nS_n), \quad (4.22)$$

де δ – коефіцієнт переходу від площі, яку займає саме обладнання, до площі ділянки з урахуванням її призначення;

F_1, F_2, \dots, F_n – площі на плані, які займають обладнанням 1, 2, ..., n-го типу;

S_1, S_2, \dots, S_n – кількість обладнання відповідного типу.

Числове значення коефіцієнта переходу приймають залежно від призначення ділянки. Так для діляниць:

– слюсарно-механічних, комплектації, дефектації та сортування деталей $\delta = 3,0-3,5$;

– розбирально-мийних і складання складальних одиниць, гальванічних, відновлення базових деталей $\delta = 3,5-4,0$;

– розбирально-мийних і складання транспортних засобів, відновленню рам, кузовів, ковальсько-ресорних та зварювання $\delta = 4,0-4,5$;

– фарбувальних, регулювальних та випробувальних $\delta = 4,5-5,0$.

Остаточне рішення щодо величини площі ділянки приймають після перевірки розрахунків графічним способом згідно з планом розміщення обладнання. Загальну площу розподіляють наступним чином: виробничу –

100 %, допоміжну, складську, конторсько-побутову – відповідно 12, 8 та 6 % від виробничої.

Контрольні запитання

1. В чому полягає сутність проектування за технологічним процесом?
2. В чому полягає сутність проектування за укрупненими показниками?
3. Порядок проектування технологічної частини ділянки.
4. Особливості планування ділянки на заключному етапі проектування.
5. Особливості проектування ділянок першого класу.
6. Особливості проектування ділянок другого класу.
7. Особливості проектування ділянок третього класу.

Лекція № 5

ТЕХНІЧНЕ НОРМУВАННЯ РОБІТ, ЯКІ ВИКОНУЮТЬ НА РЕМОНТНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

5.1 Класифікація затрат робочого часу

Основними умовами існування угруповання людей в суспільстві є робота. Її організація потребує встановлення кількісних норм затрат часу в процесі виробництва, тобто потребує технічного нормування. Основною задачею технічного нормування робіт при ремонті транспортних засобів є визначення науковообґрунтованих затрат часу на їх виконання. Показником правильної організації ремонтних і верстатних робіт, які виконують при будь-якому ремонті, та автоматизації ремонтного виробництва, є продуктивність праці. Її заміряють кількістю продукції, яку виготовляє робітник за одиницю часу. Цей показник називають нормою виробітку затратного часу на виготовлення одиниці продукції. Цей показник називають нормою часу і позначають T_n . Він повинен бути технічно обґрунтованим. Під технічно обґрунтованою нормою часу розуміють час, який встановлюють робітнику для виконання певного обсягу

роботи у найбільш раціональних для даного підприємства організаційних та технічних умовах з обліком використання передового досвіду в умовах ремонтного підприємства. Технічно обґрунтована норма часу містить у собі усі витрати робочого часу, які витрачають на виконання технологічної операції згідно з технологічним процесом ремонту.

Технічно обґрунтованою нормою часу є штучно-калькуляційний час при одиничному, малосерійному та середньосерійному виробництві або штучний час при крупносерійному та масовому виробництві. Штучно-калькуляційний час – це час, який необхідний для обробки однієї деталі при виконанні однієї технологічної операції. Штучний час – це час, який необхідний для безпосереднього впливу на одну деталь, при даній технологічній операції.

Штучно-калькуляційний час складається із затрат часу на виконання кожної операції технологічного процесу. В загальному вигляді його представляють формулою:

$$T_{\text{ч}} = \frac{1}{T_{\text{в}}} = T_{\text{шк}} + \frac{T_{\text{пз}}}{n_{\text{п}}}, \quad (5.1)$$

де $T_{\text{шк}}$ – штучно-калькуляційний час, хв;

$T_{\text{ш}}$ – штучний час, хв;

$T_{\text{пз}}$ – підготовчо-заключний час, хв;

$n_{\text{п}}$ – кількість деталей в партії, шт.

Підготовчо-заключний час – це такий час, який затрачують робітники на початкове ознайомлення з роботою, технологічною оснасткою, робочими рисунками, а також готують робоче місце, відладку обладнання та інструменту. Сюди ж відносять час на дії робітників, які пов'язані з закінченням роботи.

На виконання певного виду робіт підготовчо-заключний час затрачають один раз і його тривалість не залежить від обсягу та виду робіт. Отже, чим більше однотипових складальних одиниць, вузлів та агрегатів, тим менші ці затрати часу. Тобто слід думати, що при крупносерійному та масовому виробництві ці затрати будуть незначними порівняно з іншими складовими частинами штучно-калькуляційного часу. Їх у рахунок можна практично не

вважати.

Кількість деталей в партії визначають за формулою:

$$n_{\text{п}} = \frac{\sum T_{\text{пз}}}{K \sum T_{\text{ш}}}, \quad (5.2)$$

де $\sum T_{\text{пз}}$ – сума підготовчо-заключного часу на партію деталей за всіма операціями технологічного процесу;

$\sum T_{\text{ш}}$ – сума штучного часу на деталь за всіма операціями технологічного процесу;

K – коефіцієнт, який враховує затрати часу на підготовчо-заключні роботи залежно від виду ремонтного виробництва. Його числа визначення представлені у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Числові значення коефіцієнта K

№ з/п	Найменування виду підприємства	Числове значення коефіцієнта
1	Малосерійне	0,14–0,18
2	Середньосерійне	0,08–0,13
3	Багатосерійне	0,04–0,07

Штучно-калькуляційний час визначають тільки після визначення підготовчо-заключного часу за всіма операціями технологічного процесу і розрахунку оптимального розміру партії (кількості деталей в партії) та штучного часу.

Штучний час визначають за формулою:

$$T_{\text{ш}} = T_{\text{оп}} + T_{\text{дод}}, \quad (5.3)$$

де $T_{\text{оп}}$ – операційний час, хв;

$T_{\text{дод}}$ – додатковий час, хв.

Операційний час – це час, який затрачують робітники на виконання конкретної технологічної операції. Він представляє собою суму основного T_{o} часу та допоміжного $T_{\text{д}}$, тобто:

$$T_{\text{оп}} = T_{\text{o}} + T_{\text{д}}. \quad (5.4)$$

Основним часом називають такий час, протягом якого змінюються форми, розміри та властивості деталі в результаті виконання різноманітних видів як верстатних, так і ремонтних робіт. В ремонтному виробництві основний час ще називають машинним, машинно-ручним (коли роботи виконують на верстатах з ручною подачею) та ручним.

Допоміжним називають час, який витрачають на дії робітника, які забезпечують виконання основної роботи, зокрема – на установлення та зняття деталі, перехід на іншу операцію, заміри розмірів деталі у процесі виконання тієї чи іншої технологічної операції. Тому допоміжний час представляють формулою:

$$T_d = T_{ду} + T_{дп} + T_{дз}, \quad (5.5)$$

де $T_{ду}$ – допоміжний час, який затрачують на установлення та зняття деталі;

$T_{дп}$ – допоміжний час, який затрачують на заміри розмірів у процесі виконання технологічних операцій;

$T_{дз}$ – допоміжний час, який затрачують на заміри розмірів у процесі виконання технологічної операції.

Додатковий час – це час, який затрачують на організаційно-технічне обслуговування робочого місця, відпочинок робітника та особисті його потреби. Цей час визначають за формулою:

$$T_{дод} = \frac{K_1 \cdot T_{оп}}{100}, \quad (5.6)$$

де K_1 – коефіцієнт, який характеризується відношенням додаткового часу до операційного, %.

Таким чином, штучно-калькуляційний час можна визначати за формулою:

$$T_{шк} = \frac{T_{пз}}{n_{п}} + T_o + T_d + T_{дод}. \quad (5.7)$$

5.2 Особливості технічного нормування

Роботи, які виконують на ремонтному підприємстві, мають свої особливості технічного нормування. Так особливістю технічного нормування верстатних робіт є те, що при визначенні норм часу основний час визначають за існуючими аналітичними формулами залежно від виду верстатного обладнання. Числові значення других складових частин цих норм, як то підготовчо-заключного часу, додаткового та допоміжного, визначають за допомогою довідникової літератури.

Особливістю ремонтних робіт є те, що їх виконання пов'язане зі значними затратами фізичної праці. Ці затрати характеризуються допоміжним часом першого T'_d та другого T''_d родів. Тоді операційний час можна представити наступною формулою:

$$T_{оп} = T_o + T'_d + T''_d. \quad (5.8)$$

Суму основного та допоміжного часу першого роду називають неповним операційним часом та позначають $T'_{оп}$. При технічному нормуванні ремонтних робіт його визначають за існуючими аналітичними формулами залежно від виду ремонтних робіт.

Тоді, штучно-калькуляційний час для ремонтних робіт можна представити формулою:

$$T_ч = T_{шк} = \frac{T_{пз}}{n_n} + T'_{оп} + T''_d + T_{дод}. \quad (5.9)$$

Числові значення підготовчо-заключного часу, допоміжного часу другого роду та додаткового часу визначають за допомогою довідникової літератури.

Розраховані значення штучного, підготовчо-заключного часу заносять до маршрутної карти, а значення основного та допоміжного – до операційної карти.

Контрольні запитання

1. Який показник вважають нормою часу?
2. Що являє собою штучно-калькуляційний час?
3. Що являє собою штучний час?
4. Складові частини штучно-калькуляційного часу.
5. Який час називають основним, допоміжним, додатковим?
6. Методика визначення основного, допоміжного, додаткового й підготовчо-заключного часу.
7. Особливості технічного нормування верстатних робіт.
8. Особливості технічного нормування ремонтних робіт.

Лекція № 6

РОЗБИРАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ, ЇХ ОДИНИЦЬ ТА АГРЕГАТІВ. ДЕФЕКТАЦІЯ І СОРТУВАННЯ ДЕТАЛЕЙ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ ПРИСТРОЇВ

6.1 Технологічний процес розбирання електромеханічних пристроїв

У виробничому процесі капітального ремонту транспортних засобів важливе місце відводять технологічному процесу розбирання. Він являє собою сукупність різноманітних технологічних операцій на роз'єднання транспортних засобів на деталі в технологічній послідовності, яка визначена нормативно-технологічними документами з використанням необхідного обладнання, пристроїв та інструменту. До нормативно-технологічних документів відносяться: карта ескізів, маршрутна карта розбирання, карта типового технологічного процесу очищення, відомості відносно деталей.

Технологічний процес розбирання за ступенем деталізації відносять до маршрутно-операційного процесу. Його розробляють як для всіх транспортних засобів, тобто для загального розбирання, так і для складальних одиниць. При розбиранні транспортних засобів забезпечують максимальне збереження деталей, оскільки на ремонтному підприємстві до 70 % деталей залишають для

повторного використання. Акуратне розбирання, крім того, впливає на якість та собівартість готової продукції під час ремонту.

В ході розбирання транспортних засобів та його складальних одиниць на деталі зустрічаються рухомі й нерухомі їх з'єднання. У свою чергу, рухомі й нерухомі з'єднання деталей розподіляють на розбірні й нерозбірні.

Розбірними з'єднаннями є такі з'єднання, які можна розібрати без пошкодження сполучених деталей. Кількість розбірних з'єднань деталей, залежно від конструктивних особливостей транспортних засобів, складає до 70 % усіх з'єднань. Решту з'єднань відносять до нерозбірних, хоч в умовах ремонтного підприємства транспортних засобів деяка частина цих з'єднань піддається розбиранню.

Нерухомі нерозбірні з'єднання деталей з плоскими поверхнями виконують за допомогою зварювання, пайки, клепання, а деталей з гладкими циліндричними поверхнями – за допомогою зварювання, пайки, склеювання, розвальцювання та гарячих пресових посадок.

Нерухомі розбірні з'єднання деталей з плоскими поверхнями, які є сполученими, виконують за допомогою болтів та шпильок. Їх вкручують в різьбовий отвір однієї з сполучених деталей. Деталі з гладкими циліндричними поверхнями з'єднують за допомогою нерухомих або рухомих посадок, а з другими циліндричними – за допомогою шліців, різьби та допоміжних деталей – шпонок, штифтів, клинців.

Рухомі розбірні з'єднання застосовують для деталей з гладкою циліндричною або шліцьовою поверхнею.

Найбільш масовими з'єднаннями двох деталей є посадки з натягом. Серед цих з'єднань найбільший відсоток припадає на підшипники, шестерні, втулки.

Технологічний процес розбирання включає такі основні технологічні операції:

- розбирання транспортних засобів на складальні одиниці;
- розбирання складальних одиниць на деталі;
- вантажо-розвантажування;

– контроль та сортування деталей.

Розбирання транспортних засобів на складальні одиниці проводять в корпусі розбирання або в кузовному цеху, а розбирання складальних одиниць – на місцях розбирання в цехах: візковому, агрегатному, електротехнічному, пневматичному та гідравлічному.

Технологічний процес розбирання транспортних засобів визначають виходячи з особливостей його конструкції та послідовності. Так, першою технологічною операцією демонтажу (розбирання) електричних апаратів є перевірка наявності усіх маркувань на дротах та відновлення тих, що відсутні. Наявність повного маркування полегшує пошук відмов в електричних схемах і значно спрощує монтажні роботи.

Технологічний процес демонтажних робіт розробляють так, щоб виключити можливість пошкодження як самого обладнання, яке знімають, так і того, що розміщене поряд. Він визначається конструктивними особливостями транспортних засобів, розміщенням обладнання та схемою організації ремонту і тому для трамвайних вагонів та тролейбусів різних типів може бути різним.

У тих випадках, коли відсутня нормативно-технологічна документація, спочатку знімають деталі, які можна легко пошкодити (трубопроводи, штанги, важелі, тяги, тощо). Потім демонтують окремі складні агрегати, які розбирають на інших робочих місцях. При зніманні деталей з чавуну, що закріплені великою кількістю болтів, запобігаючи виникненню тріщин, спочатку відкручують на півоберту всі болти або гайки і тільки після цього відкручують їх до кінця. Заржавілі з'єднання перед відкручуванням змочують гасом.

Технологічний процес розбирання транспортних засобів складається з невеликої кількості повторних типових операцій: розпресування, розбирання різьбових з'єднань та підшипникових вузлів.

Запресовані деталі знімають за допомогою преса, знімача або спеціального пристрою. При випресуванні підшипника з корпусу зусилля прикладають до зовнішнього кільця, а при випресуванні підшипника з валу – до внутрішнього кільця.

6.2 Технологічні процеси дефектації та сортування деталей електромеханічних пристроїв

У відповідності з технологічним процесом ремонту транспортних засобів деталі після розбирання та миття підлягають дефектації.

Дефектація – це такий технологічний процес, при виконанні якого визначають технічний стан деталі з метою виявлення дефектів.

Дефект – це будь-яке відхилення параметрів деталі від величини, що встановлена технічними умовами або робочим рисунком.

Деталь може знаходитися в одному з трьох технічних станів:

- деталь придатна, коли величина дійсного зносу U_d менше допустимого $U_{доп}$, тобто $U_d < U_{доп}$ (направляють до ділянки комплектації);
- деталь непридатна, коли виявили присутність вибраковочного признаку, (направляють на склад металобрухту);
- деталь, що вимагає відновлення, коли $U_d > U_{доп}$ (направляють до ділянки відновлення).

Дійсний знос – це такий знос деталі, який можна визначити в будь-який час у процесі експлуатації транспортних засобів.

Допустимий знос – це такий знос, при якому деталь, будучи встановленою при капітальному ремонті на рухомий склад, пропрацює до наступного капітального ремонту і не перевищуватиме значення граничного зносу $U_{гр}$.

Граничний знос – це такий знос деталі, при якому подальше її використання неможливе.

При дефектації деталей механічного обладнання можуть бути виявлені такі найбільш характерні дефекти:

- зміна розмірів та геометричних форм робочої поверхні;
- механічне пошкодження, яке може бути явним або прихованим;
- зміна фізико-механічних властивостей матеріалу;
- корозійне пошкодження;
- зміна взаємного розміщення робочих поверхонь деталей.

На деталях електротехнічного обладнання крім названих вище, зустрічаються ще такі дефекти:

- зміна властивостей ізоляції обмоток електричних машин та котушок електричних апаратів;

- пошкодження ізоляції обмоток та котушок.

Зміна розміру й геометричної форми відбувається, як правило, у спряжених деталях, наприклад, вал-отвір, гільза-поршень, які працюють в умовах циклічних знакоперемінних навантажень. Зміну розміру дефектуємої деталі встановлюють шляхом визначення величини її зносу, а зміну геометричної форми – шляхом визначення овальності та конусності.

Механічні пошкодження в деталях виникають від навантажень, які перевищують допустимі значення, а також внаслідок стомлення матеріалу. Механічні пошкодження проявляються у вигляді тріщин, сколів, пробоїн, зломів та деформації (згин, кручення, жолоблення).

Зміна фізико-механічних властивостей матеріалу деталей у процесі експлуатації транспортних засобів виражається найчастіше в зниженні жорсткості та пружних властивостей. Зміна властивостей деталі може виникнути внаслідок її нагрівання в процесі роботи до температури, яка здійснює вплив на термообробку, а також внаслідок зносу поверхневого шару, що зміцнюється методами хіміко-термічної обробки. Пружні властивості деталей знижуються внаслідок стомлення матеріалу, з якого вони виготовлені.

Корозійне пошкодження деталей виникає внаслідок взаємодії металу з корозійним середовищем і виявляється у вигляді місцевих пошкоджень (плям, раковин, точок) або у вигляді суцільної плівки.

Зміна взаємного розміщення робочих поверхонь виникає в результаті відхилення від встановленої технічними умовами відстані між осями циліндричних поверхонь, непаралельності або неперпендикулярності осей та площі, неспівосності циліндричних поверхонь.

При дефектації використовують технічні умови, що знаходяться в керівництві з капітального ремонту. Їх складають у вигляді карт-ескізів та

технологічного процесу дефектації для кожної деталі окремо. Ці карти містять такі дані: загальні дані щодо деталі, перелік можливих дефектів, способи виявлення дефектів, допустимі розміри без ремонту деталі й рекомендовані способи ліквідації дефектів. У загальні зведення про деталь включають її ескіз із зазначенням місць розташування дефектів, основні розміри деталі, матеріал і твердість робочих поверхонь. Всі ці дані відносно деталі можна одержати з робочого рисунка.

Найбільшу складність при розробці технічних умов на дефектацію деталей має визначення величини допустимого розміру та величини допустимого зносу, які зв'язані аналітичною залежністю

$$d_{\text{доп}} = d_{\text{п}} - U_{\text{доп}}; \quad (6.1)$$

$$D_{\text{доп}} = D_{\text{п}} - U_{\text{доп}}; \quad (6.2)$$

де $d_{\text{доп}}$, $D_{\text{доп}}$ – допустиме значення діаметра відповідно до вала й отвору;

$d_{\text{п}}$, $D_{\text{п}}$ – початкове значення діаметра відповідно до вала та отвору.

Методику експериментального визначення допустимого зносу розробив професор В. В. Єфремов. Не допускаючи великої помилки, він прийняв, що залежність дійсного зносу від напрацювання має лінійний характер. Так від довів, що

$$U_{\text{доп}} = U_{\text{гр}} - U_{\text{м}}, \quad (6.3)$$

де $U_{\text{м}}$ – знос за міжремонтний період.

Величину граничного зносу деталі визначають експериментально. Суть експерименту полягає в тому, що агрегат (складальна одиниця) під час проведення експерименту працює до моменту настання форсованого зносу. Потім цей агрегат розбирають і за методикою, яка встановлена ДСТУ, визначають величину граничного зносу за такими показниками: зниження міцності деталі, порушення встановленої посадки в з'єднанні, недопустиме падіння потужності й продуктивності.

При проведенні експерименту визначають також величину напрацювання.

Величину зносу деталі за міжремонтний період $U_{\text{м}}$ визначають також

експериментально, як і величину граничного зносу, з тією різницею, що в цьому експерименті використовують партію ідентичних дефектних деталей (не менше 10), що були зняті з транспортних засобів, які брали участь в експерименті. Числове значення зносу за міжремонтний пробіг визначають як середню арифметичну величину за формулою

$$U_m = \frac{\sum_{i=1}^n U_{mi}}{n}, \quad (6.4)$$

де n – кількість деталей, що беруть участь в експерименті.

Величина напрацювання L_m зазначена у Наказі МЖКГ України № 120 від 3.12.1991 р.

Достовірність методики перевіряють графічним способом (рис. 6.1).

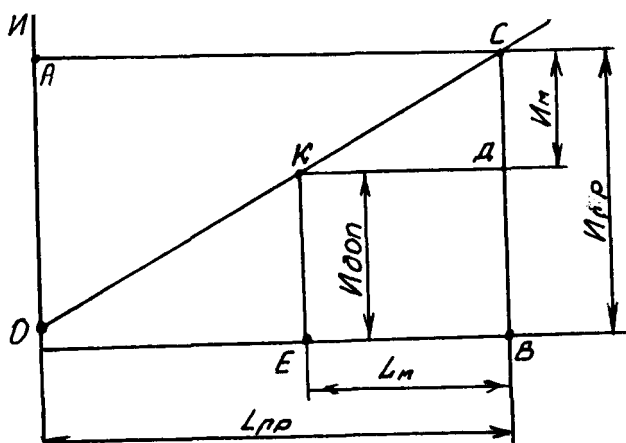


Рисунок 6.1 – Визначення допустимого зносу

Для цього отримані експериментальним шляхом значення величин граничного зносу $U_{гр}$ та напрацювання $L_{гр}$ відкладають на осях абсцис і ординат. Через отримані точки A і B проводять відповідно паралельну й горизонтальну прямі лінії. З точки перетину ліній C відкладають відрізок CD , який за величиною дорівнює зносу за міжремонтний період U_m , а з точки B відкладають відрізок BE , який за величиною дорівнює міжремонтному напрацюванню L_m . Через точки D та E також проводять відповідно паралельну й горизонтальну прямі лінії. Через точку перетину цих ліній K і точку C проводять пряму лінію до осі абсцис. Одержана лінія OKC характеризує період нормальної експлуатації агрегату, а відрізок KE визначає величину

допустимого зносу $U_{\text{доп}}$ деталі.

6.3 Призначення сортування та його коефіцієнтів

Сортування – це такий технологічний процес, при виконанні якого деталі сортують у відповідності за їх технічним станом: на придатні, непридатні і ті, що потребують відновлення. Придатні деталі маркують зеленим кольором, непридатні – чорним, а деталі, що підлягають відновленню – жовтим. Результати сортування заносять до дефектної відомості.

Статистична обробка дефектних відомостей допомагає визначити важливі для організації ремонту транспортних засобів показники – коефіцієнти придатності, заміни та відновлення.

Коефіцієнт придатності показує, яка числова частина деталей даного найменування може бути використана при капітальному ремонті транспортних засобів (складальної одиниці) повторно без ремонтних дій. Він визначається за формулою

$$K_{\text{п}} = \frac{n_{\text{п}}}{n_0}, \quad (6.5)$$

де $K_{\text{п}}$ – коефіцієнт придатності;

$n_{\text{п}}$ – кількість придатних деталей;

n_0 – загальна кількість деталей даного найменування, що підлягають дефектації.

Коефіцієнт заміни показує, яка числова частина деталей даного найменування при капітальному ремонті транспортних засобів (складальної одиниці) потребує заміни. Він визначається за формулою

$$K_3 = \frac{n_3}{n_0}, \quad (6.6)$$

де K_3 – коефіцієнт заміни;

n_3 – кількість непридатних деталей;

Коефіцієнт відновлення показує, яка числова частина деталей даного

найменування підлягає відновленню. Він визначається за формулою

$$K_B = \frac{n_B}{n_0}, \quad (6.7)$$

де K_B – коефіцієнт відновлення;

n_B – кількість деталей, що підлягають відновленню.

Знання цих коефіцієнтів дозволяє точніше планувати потреби ремонтного підприємства відносно запасних частин та визначати обсяг робіт дільниць відновлення деталей.

Крім того, одним із завдань сортування деталей є сортування за маршрутами відновлення, які розробляють завчасно. Методику визначення маршруту відновлення деталей розробив проф. К. Т. Кошкін. Він визначив, що дефекти на деталях з'являються в певних поєднаннях, які повторюються. Тому він запропонував технологічний процес відновлення деталей розробляти не на ліквідацію кожного дефекту окремо, а на визначенні поєднання дефектів.

Поєднання дефектів, що визначають технологічний процес відновлення деталі, називають маршрутами відновлення. Технологічний же процес, який розробляють з використанням визначеного поєднання дефектів, дістав назву маршрутного технологічного процесу.

Кожна деталь може мати кілька маршрутів відновлення. Ці маршрути визначають шляхом проведення спеціальних випробовувань.

При дефектації деталей визначають дійсне поєднання дефектів за кожною з них і сортують за маршрутами відновлення. Результати сортування деталей за маршрутами відновлення відзначають фарбою на самих деталях, вказуючи номер маршруту.

Обробка інформації з сортування деталей за маршрутами відновлення дозволяє також уточнити маршрутні коефіцієнти відновлення деталей:

$$K_B = \sum_{i=1}^n K_{Bi}, \quad (6.8)$$

де K_{Bi} – коефіцієнт відновлення за i -м маршрутом;

n_B – кількість маршрутів відновлення даної деталі.

Знання маршрутних коефіцієнтів дозволяє визначити обсяг робіт за кожним маршрутом та планувати завантаження обладнання на дільницях відновлення деталей.

Контрольні запитання

1. Назвіть керівні документи, що регламентують прийняття транспортних засобів в ремонт.
2. В чому полягає сутність підготовки та здачі транспортних засобів до ремонту?
3. Дайте визначення технологічного процесу розбирання.
4. Що значить «розробити технологічний процес розбирання»?
5. Які існують з'єднання деталей транспортних засобів?
6. Які технологічні операції входять до складу технологічного процесу розбирання?
7. Що характеризує культуру розбирання?
8. Назвіть найбільш поширене обладнання дільниці розбирання.

Лекція № 7

КОМПЛЕКТУВАННЯ ДЕТАЛЕЙ, СКЛАДАННЯ СКЛАДАЛЬНИХ ОДИНИЦЬ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ ПРИСТРОЇВ, ЇХ ВИПРОБУВАННЯ І ОБКАТКА

7.1 Призначення і сутність комплектування

Комплектування – складова частина технологічного процесу ремонту транспортних засобів, яке виконують в спеціальному підрозділі ремонтного підприємства. Цей підрозділ обладнують спеціальними столами, стелажми, підставками, перемішувачами візками, ящиками, контейнерами та універсальним вимірювальним інструментом. Сюди доставляють: придатні деталі з дільниці дефектації, відновлені деталі зі складу готової продукції та запасні деталі зі складу запасних частин.

Комплектування виконують для забезпечення безперервності складання транспортних засобів, для ритмічного випуску виробів високого рівня якості, зниження трудомісткості та вартості складальних робіт.

При комплектуванні виконують наступні технологічні операції:

- накопичення, облік та збереження деталей, складальних одиниць та комплектуючих виробів;
- оперативна інформація відповідних служб підприємства про відсутні комплектуючі деталі, складальні одиниці чи комплектуючі вироби;
- підбирання спряжених деталей за ремонтними розмірами чи масовими групами;
- підбирання та підгонка деталей в окремих з'єднаннях;
- підбирання складових частин складального комплекту (групи деталей, складальних одиниць та комплектуючих виробів) за номенклатурою та кількістю;
- доставка складальних комплектів до постів складання на початку виконання складальних робіт.

Добір спряжених деталей за ремонтними розмірами, розмірними чи масовими групами – найбільш відповідальна операція комплектувального процесу. Від неї залежать якість збирання, довговічність з'єднання в експлуатації та організаційні принципи складання. Тому при комплектації дотримуються наступних правил:

- кількість груп повинна бути не більше п'яти;
- допуски на з'єднання деталі повинні забезпечувати оптимальну посадку при складанні;
- кількість деталей у групах має бути, по можливості, однаковою.

Розсортовані за розмірними та масовими групами деталі для з'єднання підбирають у комплекти різними способами. На ремонтних підприємствах існують штучний, селективний (груповий) та змішаний способи підбирання деталей в комплекти.

При штучному способі комплектування до базової деталі, яка має дійсний

розмір, підбирають другу деталь з'єднання, враховуючи величину зазору та натягу. Прикладом може бути підбирання поршня та гільзи компресора, які обробляють з широким полем допусків. За технічними умовами на збирання нормальний зазор між гільзою і поршнем повинен бути 0,14–0,4 мм. Ці деталі підбирають за величиною зазору за допомогою двох щупів: товщина одного щупа дорівнює мінімально допустимому значенню зазору, другого – максимально допустимому значенню зазору. Якщо поршень з таким щупом проходить по всій довжині гільзи вільно, а з щупом, товщина якого відповідає максимальному зазору, не проходить, то такі деталі вважають укомплектованими. При цьому щуп закладають на всю довжину юбки поршня в площині, яка перпендикулярна до осі отворів бобишок.

Вал і отвір підбирають шляхом завчасних замірювань з'єднаних деталей. Наприклад, замірюють діаметр отвору, тоді діаметр валу з урахуванням допустимих зазорів визначають за формулами

$$D_{в\ max} = D_o - \delta_{\min}; \quad (7.1)$$

$$D_{в\ min} = D_o - \delta_{\max}; \quad (7.2)$$

де $D_{в\ max}$, $D_{в\ min}$ – відповідно максимальний і мінімальний діаметри валу;

D_o – діаметр отвору;

δ_{\max} , δ_{\min} – відповідно допустимі максимальний і мінімальний зазори.

При штучному способі комплектування з'єднані деталі не завжди досягають необхідної якості складання, багато також витрачається при цьому часу. Але, незважаючи на ці недоліки, його застосовують на ремонтних підприємствах тому, що він не потребує завчасної підготовки до підбирання деталей. При груповому комплектуванні поле допусків розмірів обох спряжених деталей розбивають на декілька інтервалів, а деталі сортують у відповідності з цими інтервалами на розмірні групи. Розмірні групи спряжених деталей обов'язково маркують цифрами, буквами або фарбами. Деталі по групах сортують шляхом вимірювання їх розмірів інструментом, в тому числі – калібрами. Кількість розмірних груп залежить від конструктивного й монтажного допусків зазору. Її визначають за формулою:

$$i = \frac{\delta_{кз}}{\delta_{км}} ; \quad (7.3)$$

$$\delta_{кз} = \delta_{к\text{ max}} - \delta_{к\text{ min}} ;$$

$$\delta_{км} = \delta_{м\text{ max}} - \delta_{м\text{ min}} ;$$

де i – кількість розмірних груп;

$\delta_{кз}$, $\delta_{мз}$ – відповідно конструктивний і монтажний допуски зазору;

$\delta_{к\text{ max}}$, $\delta_{к\text{ min}}$ – відповідно максимальний і мінімальний конструктивні допуски зазору;

$\delta_{м\text{ max}}$, $\delta_{м\text{ min}}$ – відповідно максимальний і мінімальний монтажні допуски зазору.

Допуски зазору кожної розмірної групи виявляють за формулою

$$\delta_i = \frac{\delta_{кз}}{i} ; \quad (7.4)$$

де δ_i – допуск зазору кожної розмірної групи.

Максимальні й мінімальні монтажні зазори для усіх груп при груповому комплектуванні повинні бути однаковими і відповідати технічним умовам на складання даного з'єднання.

Групове комплектування застосовують, як правило, для підбирання відповідальних деталей на крупних спеціалізованих ремонтних підприємствах. Цей спосіб забезпечує якість складання даного з'єднання, але вимагає технічної підготовки на виробництві. Пости комплектування з'єднань складальних одиниць і агрегатів об'єднують у центральне комплектувальне відділення або спеціалізують за предметною ознакою і розміщують на дільницях. При малих програмах ремонту, невеликій виробничій площі та запасних деталей частину пластів комплектування з'єднань виносять на виробничі дільниці складання агрегатів. При змішаному комплектуванні використовують обидва способи. Відповідальні деталі комплектують груповим, а менш відповідальні – штучним способом. Щоб запобігти незбалансуванню деяких відповідальних деталей, наприклад, деталей шатунно-поршневої групи компресора, їх підбирають за масою. Комплектування супроводять слюсарно-підготовчими технологічними

операціями, що значно полегшує збирання. Найчастіше застосовують обпилювання, зачищення, шабрування, притирання, полірування, розгортання отворів за розміром.

7.2 Складання типових з'єднань та передач

Складання в ремонтному виробництві – це технологічний процес з'єднання деталей, які остаточно оброблені й відповідають технічним умовам ремонту, в складальні одиниці з дотриманням відповідних норм точності. Технологічний процес складання складальних одиниць за ступенем деталізації опису його складу відносять, відповідно до ДСТУ ГОСТ 3.1001:2014, до маршрутно-операційного типу, тобто коли в маршрутній карті приводять скорочений технологічний опис операцій в послідовності їх виконання з повним описом окремих операцій в інших технологічних документах. Маршрутно-технологічний процес складання виконують як для всіх транспортних засобів, так і для їх складальних одиниць. До основних нормативно-технологічних документів технологічного процесу складання відносять: карту ескізів, маршрутну карту складання, операційні карти випробування та технічного контролю, карту типового технологічного процесу нанесення лакофарбових покриттів і відомість деталей та оснастки.

Послідовність комплектування та складання складальних одиниць називають планом складання. Дотримання технологічного процесу складання, який задається нормативно-технологічними документами, є законом ремонтного виробництва.

Складання є завершальним і найбільш відповідальним етапом ремонту транспортних засобів. На складання працюють всі ремонтні підрозділи, тому що в ньому виражається робота всього підприємства.

Складання виконують різними методами залежно від масштабу виробництва. Так, при одиничному виробництві складання виконують за принципом концентрування операцій. З підвищенням масштабу ремонтного виробництва переходять до диференціації операцій.

Для спрощення організації технологічного процесу складання його поділяють на вузлове й загальне складання. Під вузловим розуміють послідовне складання підгруп і груп, а під загальним – складання готових складальних одиниць. Вузлове складання дозволяє розділити складальний процес на частини й зменшити тривалість його технологічного циклу, використовуючи метод паралельного складання. Крім того, при вузловому складанні є можливість чітко організувати й максимально механізувати складальні роботи.

Під час вузлового складання транспортних засобів використовують усі види з'єднання деталей, які існують, зокрема: нерухомі нерозбірні, нерухомі розбірні, рухомі розбірні, рухомі нерозбірні.

7.3 Випробування складальних одиниць

Випробування складальної одиниці – це завершальний її технологічний процес при ремонті, при виконанні якого проводять: підготовку складальної одиниці до сприйняття експлуатаційних навантажень, виявлення можливих дефектів, перевірку характеристик агрегатів у відповідності з технічними умовами або іншими нормативними документами. Технологічний процес випробування включає в себе технологічний процес обкатки.

Обкаткою називають частину технологічного процесу випробування складальних одиниць у спеціальних режимах навантаження та змащення для отримання необхідного припрацювання їх деталей та вузлів. У процесі обкатки змінюється мікрогеометрія та мікротвердість поверхонь тертя, згладжується відхилення від правильної геометричної форми. Процес зняття мікронерівностей триває десятки хвилин, а макрогеометричне припрацювання – 30–40 годин. Тривалість випробування складальних одиниць транспортних засобів не регламентується технічними умовами.

Випробування проводять на спеціальних стендах. Вони повинні мати привідні й навантажувальні пристрої, бути оснащені вимірювальними приладами й пристроями. Випробування проводять на мастилах зниженої в'язкості для кращого вилучення механічних домішок під час випуску мастила

по закінченні випробування.

Успішне випробування складальних одиниць дозволяє оцінити якість ремонту, дає гарантію працездатності агрегатів в експлуатації.

Контрольні запитання

1. Призначення технологічного процесу комплектування.
2. З яких технологічних операцій складають технологічний процес комплектування?
3. Як класифікують способи підбирання деталей в комплекти?
4. Призначення балансування деталей.
5. Як визначають ступінь неврівноваженості деталі?
6. Які існують способи врівноваженості деталі?
7. Коли виникає статична й динамічна неврівноваженості деталей?
8. Яке призначення балансувальних машин?
9. Сутність вузлового й загального складання.
10. Які з'єднання називають нерухомими нерозбірними?
11. Яка існує класифікація з'єднань з гарантованим натягом?
12. Як досягають теплового з'єднання?
13. Класифікація нерухомих нерозбірних з'єднань.
14. Наведіть приклади рухомих розбірних з'єднань.
15. Якими керівними документами регламентується вибір посадок кульково- і роликотідшипників катання?
16. Які умови необхідно виконати при роботі зубчастих з'єднань?
17. Призначення випробування транспортних засобів.
18. Що являє собою обкатка транспортних засобів?

Лекція № 8

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ СЛЮСАРНО-МЕХАНІЧНОЮ ОБРОБКОЮ

8.1 Характеристика видів слюсарної обробки

Слюсарно-механічну обробку в ремонтному виробництві умовно розділяють на слюсарну й механічну. Її застосовують як під час підготовки деталей до відновлення під початковий розмір, так і під час їх обробки після відновлення. Крім того, механічну обробку використовують під час обробки деталей під ремонтний розмір і як самостійний спосіб відновлення деталей.

У ремонтному виробництві застосовують такі види слюсарної обробки: обпилювання, шабрування, зачищення, шліфування, притирання, полірування, хонінгування та свердління, розгортання, зенкування отворів.

Обпилювання застосовують: для обробки площин (наприклад, для підганяння шпонок) і заглиблень (шпонкових канавок), зняття фасок. Розрізняють грубе й тонке обпилювання, коли знімають шар металу товщиною більше 0,2 мм. При тонкому обпилюванні шар металу, який знімають, звичайно не перевищує 0,1 мм, а потрібна точність доходить до 0,005 мм. Інструментом в даному випадку служать напилки й полірувальні камені. З метою механізації робіт з обпилювання часто застосовують переносні універсальні електрифіковані обпилювально-шліфувальні пристрої з гнучким валом, які приводять в рух напилки або абразивні голівки.

Шабрування використовують для отримання точності геометричної форми та розмірів або щільного прилягання поверхонь рознімання у спряженнях (укладка підшипників). Процес шабрування полягає в зіскрібанні з місць поверхні деталі тонких шарів металу, що виступають, спеціальними скребками (шаберами) доти, поки щільність спряження не досягне потрібної величини. Перед шабруванням одну з деталей спряження покривають тонким шаром фарби, накладають на другу і притирають по ній. Шабрування продовжують

доти, поки не одержать задовільну «сітку», тобто кількість плям контакту на одиницю площі й визначене відношення загальної площі цих плям до площі поверхні спряження. Часто результати шабрування перевіряють не за фарбою, а “на світло” (на блиск). Цей спосіб полягає в спостереженні ділянок дотику після сухого притирання деталей спряження: вони починають блищати і стають помітними. Цей спосіб дає кращі результати, бо фарба при сильному змазуванні може залити ділянки поверхні, які не доторкуються.

Зачищення застосовують при виведенні подряпин, вибоїн на спряжених поверхнях деталей. Його також застосовують для отримання необхідної чистоти обробки після обпилювання. Зачищення виконують особливим напилком з крейдою або наждачним папером.

Шліфування застосовують для приганяння спряжених поверхонь, зокрема, зовнішніх поверхонь валів і площин. При цьому використовують легкі переносні електрифіковані шліфувальні машинки й пристрої. Вони прості за конструкцією, надійні в роботі і мають високу продуктивність.

Доведення до щільного прилягання поверхонь (тобто їх підгонку) проводять **притиранням, поліруванням, хонінгуванням**. Вони являють собою методи хіміко-механічного впливу на поверхню, яку обробляють абразивом і пастою або рідиною. Для притирання використовують спеціальні пристрої з більш м'якого матеріалу, ніж той, який обробляють: міді, чавуну, свинцю або твердих порід дерева. Поверхню пристрою насичують абразивним матеріалом (електрокорундом, карбідом кремнію, алмазним пилом, окислом хрому). У процесі притирання поверхню, яку обробляють, змочують гасом, олеїною кислотою, содовою водою та іншими рідинами. Для доведення загартованих, азотованих та хромувальних поверхонь, а також деталей із чавуну та кольорових металів, добрі результати дає полірувальна паста. Для приганяння притиранням необхідно залишати шар не більше 0,5–0,7 мкм, у протилежному разі притирання потребує тривалого часу.

Процес полірування являє собою більш тонку роботу: його виконують м'якими колами із тканини, повсті, шкіри або стрічкою, покритою абразивним

порошком. Полірування забезпечує отримання високої чистоти обробки. Процес хонінгування полягає в обробці отвору абразивними брусками, закріпленими в спеціальній головці – хоні. Розпиральною пружиною бруски підтискають до поверхні, яку обробляють. Хонінгуванням знімають шар металу до 0,2 мм.

Свердління, розгортання і зенкування отворів застосовують при закріпленні деталей у складальних одиницях штифтами, болтами, шпильками. Ці технологічні операції виконують за допомогою спеціальних пристроїв та інструменту; для зниження трудомісткості їх максимально механізують.

8.2 Механічна обробка відновлених деталей

При механічній обробці відновлених деталей застосовують такі технологічні операції: токарну, свердлильну, розточну, фрезерну, шліфувальну, полірувальну та хонінгувальну.

Механічна обробка деталей має ряд особливостей, які в основному пов'язані з вибором виду й режиму обробки. Вибір методу та режиму механічної обробки деталей значною мірою ускладнюють: висока твердість поверхонь, які обробляють, нерівномірність розподілу припусків на цих поверхнях, специфічні фізико-механічні властивості металопокриття.

При обробці деталей під ремонтний розмір, найбільш часто застосовують шліфування із зменшеними глибиною різання та подачею.

Значні труднощі виникають при обробці деталей під початковий розмір, які відновлюють наплавленням і напиленням.

Залежно від твердості наплавленого металу, обробку проводять як на токарному верстаті (при твердості наплавленого металу менше HRC 35–40), так і на шліфувальному (якщо твердість наплавленого металу перевищує HRC 35–40).

Особливості механічної обробки напиленого покриття пов'язані з його підвищеною хрупкістю, пористістю і твердістю. Залежно від твердості й величини припуску на механічну обробку напиленого покриття також

виконують на токарному або шліфувальному верстатах. Токарний верстат при цьому повинен працювати на знижених режимах різання (швидкість різання не повинна перевищувати 60–80 м/хв., глибина різання – в межах 0,1–0,3 мм, подача – 0,1–0,2 мм/об), використовуючи різці з пластинками з твердих сплавів. Для шліфування деталей, котрі напилені зносостійкими покриттями з високою твердістю, використовують алмазне коло на вулканітовій зв'язці, а при його відсутності застосовують мало – або середньозернисте карборундове коло на керамічній зв'язці.

Деталі, покриті хромом, унаслідок його твердості обробляють шліфуванням, використовуючи електрокорундовий шліфувальний круг.

Основною особливістю механічної обробки деталей з покриттями із синтетичних матеріалів (пластмас) є їх низька теплопровідність і недопустимість нагрівання реактопластів до температури більше 150–160 °С, а термопластів – до температури понад 120 °С. Ці деталі обробляють на токарному верстаті, який повинен працювати з особливим режимом (швидкість різання висока – 250–300 м/хв, подача мала – 0,1–0,2 мм/об).

При механічній обробці відновлених деталей треба забезпечити такі технологічні параметри: шорсткість, точність, форму, розміри й взаємне розміщення робочих поверхонь. Великі труднощі виникають при забезпеченні взаємного розміщення робочих поверхонь на деталі. Воно залежить від правильного вибору технологічної бази при її обробці. Технологічна база – це та поверхня деталі, яка визначає її положення під час виготовлення або ремонту. При виборі технологічної бази враховують наступні вимоги:

- вона повинна визначати положення деталі у складальній одиниці;
- вона повинна бути найбільш точно розміщена відносно поверхні, яку обробляють;
- вона має забезпечити обробку всіх поверхонь деталі, які її потребують;
- вона повинна забезпечити мінімальну деформацію деталі від зусиль при її обробці та закріпленні.

При відновленні деталей за технологічну базу приймають ту її поверхню,

яку використовували при виготовленні. Якщо вона порушена, то обробку починають з відновлення технологічної бази.

Контрольні запитання

1. Які деталі підлягають відновленню?
2. Що означає «розробити технологічний процес відновлення»?
3. Як класифікують методи відновлення?
4. Сутність відновлення деталей під ремонтний розмір.
5. Від чого залежить величина і кількість ремонтних розмірів?
6. Яка необхідність використовувати коефіцієнт нерівномірності зносу при визначенні величини ремонтного розміру?
7. Сутність відновлення деталей під початковий розмір.
8. Які існують критерії для визначення раціонального способу відновлення?
9. Яка особливість призначення техніко-економічного критерію?
10. За допомогою яких показників судять про економічну доцільність застосування вибраного раціонального способу відновлення?

Лекція № 9

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ЗВАРЮВАННЯМ І НАПЛАВЛЕННЯМ

9.1 Класифікація способів зварювання і наплавлення

Зварювання – це технологічний процес отримання нероз’ємних з’єднань твердих металів шляхом встановлення міжатомних зв’язків між зварними деталями під час їх місцевого нагрівання, пластичного деформування або спільних дій одного і другого (тобто місцевого нагрівання і пластичного деформування).

Наплавлення – це різновид зварювання, яке являє собою процес нанесення

шару металу на поверхню виробу.

Зварювання і наплавлення – найбільш поширені способи відновлення деталей у ремонтному виробництві транспортних засобів. Зварювання використовують для ліквідації механічних пошкоджень деталей, а наплавлення – для зміни форми і геометричних розмірів робочих поверхонь спряжених деталей.

Згідно з ДСТУ 3761.2-98, зварювання і наплавлення металів класифікують за фізичними, технічними й технологічними ознаками.

До фізичних ознак відносять: форму введеної енергії під час зварювання, наявність тиску під час зварювання, вид інструменту як носія енергії.

Залежно від введеної енергії під час зварювання процеси розподілені на три класи: термічний, термомеханічний і механічний.

До термічного класу відносять спосіб зварювання, за яким виконують плавленням з використанням теплової енергії, зокрема: дугове, газове, високочастотне, термічне, електрошлакове, плазмове, електронно-променеве, лазерне; а до термомеханічного класу – спосіб, за яким зварювання виконують шляхом застосування теплової енергії і тиску, зокрема: контактне, дифузійне, газопресове і вибухове; до механічного класу відносять способи зварювання, які виконують шляхом застосування механічної енергії і тиску, зокрема: тертям, ультразвукове.

До технічних ознак відносять: спосіб захисту зони зварювання металу, неперервність процесу зварювання і ступінь механізації процесу зварювання.

Залежно від способу захисту зони зварювання металу способи зварювання класифікують: на зварювання на повітрі, у вакуумі, в середовищі захисних газів, під флюсом і при комбінованому захисті. Як захисні під час зварювання і наплавлення використовують активні гази (зокрема, вуглекислий газ, азот, водень, водяний пар та їх суміші; інертні гази, зокрема, аргон, гелій та їхні суміші), суміші активних і інертних газів.

За неперервністю процесу зварювання способи зварювання класифікують: на неперервні й переривчасті, а за ступенем механізації – на ручні, механізовані

й автоматичні.

За технологічними ознаками способи зварювання класифікують: на дугове, газове, термічне, електрошлакове, плазмове, електронно-променеве, лазерне, контактне, дифузійне, газопресове, ультразвукове, вибухове.

З усіх названих способів відновлення деталей зварюванням і наплавленням в ремонтному виробництві транспортних засобів найбільш широке використання одержало електродугове (80 %) і газове зварювання (20 %).

Для отримання електрозварювальної дуги використовують постійний і змінний струм.

Способи дугового зварювання класифікують: за ступенем механізації – ручне, механізоване, автоматизоване; за родом струму – зварювання на постійному, змінному, пульсуючому струмі; за станом дуги – вільне й стиснуте; за кількістю дуг – одно- і багатодугове; за полярністю зварювального струму – пряме і зворотне; за видом електроду – металевий (який плавиться), вугільний, вольфрамовий і таке ін. (які не плавляться).

9.2 Технологічний процес відновлення деталей із сталі зварюванням і наплавленням

Технологічний процес відновлення деталей із сталі зварюванням і наплавленням складається з технологічних процесів підготовки деталей до зварювання і наплавлення, виконання зварювання і наплавлення, обробки деталей після зварювання і наплавлення.

Обсяг і характер технічних операцій, які виконують під час підготовки деталі до зварювання, залежать від виду дефекту. Їх виконують в такій технологічній послідовності:

- тріщини, зломи, зігнуті частини деталі рихтують;
- задирки на поверхнях зварювальних деталей зачищають;
- деталі підігривають до температури навколишнього середовища, яка повинна бути не нижче плюс 5 °С;

- деталі, здатні до повітряного загартування, підігрівають. Із режимом підігрівання можна ознайомитись в довідковій літературі;
- чисто оброблені поверхні, розміщені поблизу місця зварювання, закривають азбестовим картоном;
- корозійні пошкодження зачищають сталеву щіткою до металевого блиску;
- тріщини оглядають, визначають їх кінці і засвердлюють свердлом діаметром 4–6 мм з метою попередження можливості їх подальшого розповсюдження. Отвори роззенковують на $\frac{1}{2}$ – $\frac{1}{3}$ товщини металу. Після цього тріщину розробляють шліфувальним кругом за допомогою ручної шліфувальної машинки. При товщині металу деталі менше 5 мм тріщину (як це показано на рис. 9.1, а) не розробляють, а тільки зачищають її краї. Якщо товщина металу більше 5 мм, виконують V-подібну розробку країв тріщини, а при товщині металу більше 12 мм – X-подібну розробку;
- підготовку до відновлення різьби в отворі проводять з вилученням старої різьби свердлінням з наступною розробкою країв свердлом більшого діаметра (рис. 9.1, б).

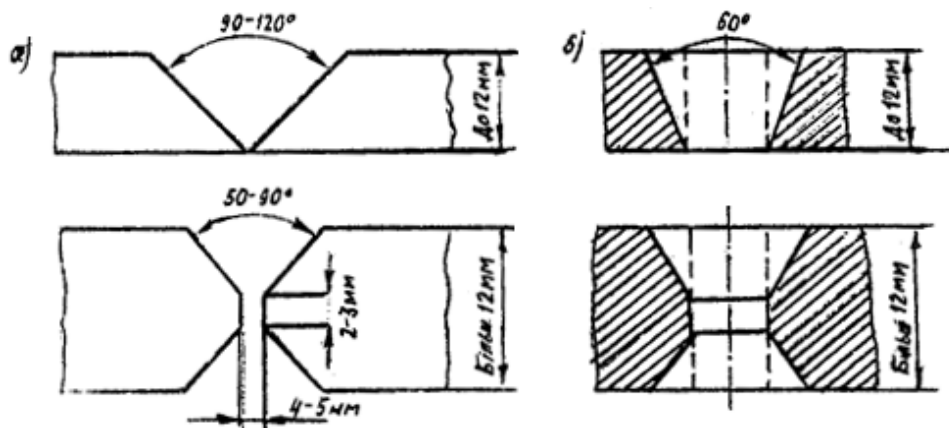


Рисунок 9.1 – Підготовка тріщини (а) і отвору (б) до зварювання

Порядок виконання технологічного процесу зварювання і наплавлення залежить від обраного способу. Особливу увагу при цьому зосереджують на виборі матеріалу електродів і присадкового дроту, бо від них залежить якість наплавленого металу. Крім того, зосереджують увагу на виборі засобів захисту

металу від процесів, що негативно впливають на якість відновлення, а також на визначення параметрів технологічного процесу зварювання і наплавлення.

Основним параметром технологічного процесу зварювання і наплавлення є зварність металів, що являє собою здатність металу створювати зварювальні з'єднання за визначеною технологією зварювання, які в зварювальному шві мають механічні властивості такі, як і основний метал.

Розрізняють металургійну, технологічну і експлуатаційну зварюваність металів.

Під *металургійною зварюваністю металів* розуміють процеси, що протікають в зоні сплавлення деталей під час зварювання. У результаті дії цих процесів утворюються нероз'ємні зварювальні з'єднання.

Під *технологічною зварюваністю металів* розуміють можливість одержання зварювального з'єднання визначеним способом. Згідно з її технологією встановлюють режими й способи зварювання, технологічну послідовність виконання зварювальних робіт.

Під *експлуатаційною зварюваністю металів* розуміють міцність і пластичність зварювальних з'єднань при певних умовах навантаження. Вона є сумарним виявленням металургійної і технологічної зварюваності. Її критерієм вважають руйнівальне зусилля (навантаження), що характеризує механічну міцність під час випробування на зріз або розтяг.

У ремонтному виробництві транспортних засобів використовують такі способи ручного зварювання деталей: зварювання в стик, внапусток, у тавр і зварювання накладок.

Залежно від розміру перерізу зварювального шва під час *зварювання в стик* вони бувають однопрохідними, багатопрохідними і багат шаровими (рис. 9.2, а, б, в). Для зварювання деталей у стик товщиною більше 25 мм використовують багат шарове зварювання, застосовуючи зварювання методом "гірка" (рис. 9.2, г). Особливістю цього методу є те, що, запобігаючи виникненню тріщин у зварювальному шві, його кратер обов'язково заповнюють розплавленим електродним металом і виводять так звану технологічну

пластику. Для цього під час закінчення поступального руху електрода повільно розривають електричну дугу. Що стосується багатопрохідних і багат шарових зварювальних швів великої довжини, то їх отримують зворотноступеневим методом. Різниця між шириною і висотою зварювального шва в різних перерізах допускається не більше 2 мм за умови плавного переходу від одного розміру до другого.

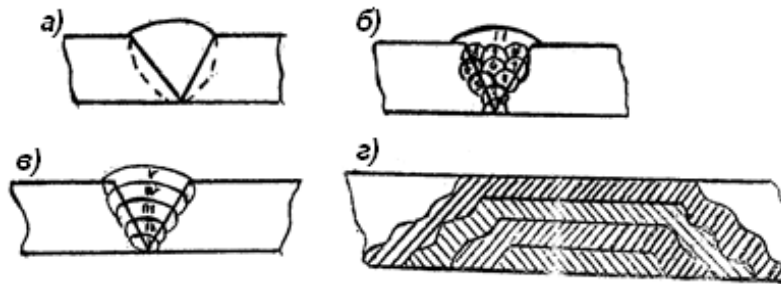


Рисунок 9.2 – Схема наповнення шва під час зварювання залежно від його розмірів: а – прохідного; б – багатопрохідного; в – багат шарового; г – методом «гірки»

Для зварювання сталевих деталей «у стик» величину діаметра електрода і зварювального струму залежно від заданої товщини деталі визначають за допомогою довідкової літератури.

При зварюванні «внапусток», згідно з ДСТУ EN ISO 9692-2:2014, ширина перекриття листів має дорівнювати 4–5 величинам товщини більш тонкого листа. При цьому листи повинні щільно прилягати один до одного.

При зварюванні таврового з'єднання «під кутом» електрод повинен бути нахилений під кутом 45° до зварювальних поверхонь. Якщо зварюють частини деталі різної товщини, то кут нахилу до тоншої частини повинен бути $70-80^\circ$ до лінії перерізу площин листів за напрямком зварювання даної ділянки.

Для зміцнення зварювальних з'єднань «у стик», а також під час зварювання тріщин, застосовують зварювання одно- і двосторонніх накладок. Залежно від типу перерізу частин деталей, які з'єднують, накладки можуть бути суцільними листовими, кутовими або коробчастими. Товщина односторонньої накладки має бути не менше 0,7 товщини основного металу, а товщина кожної з двосторонніх

накладок – не менше половини товщини основного металу. Суцільні листові накладки повинні перекривати стик або тріщину не менше ніж на 100 мм. Під час зварювання двосторонніх суцільних листових накладок їх розмір визначають, враховуючи умови, щоб протилежні зварювальні шви були зміщеними не менше, ніж на 30 мм.

Після відновлення деталі зварюванням або наплавленням вона підлягає механічній обробці, внаслідок якої деталь повинна мати значення параметрів: шорсткість, точність розмірів, форму і взаємне розміщення робочих поверхонь згідно з робочим рисунком.

9.3 Фактори, що характеризують якість зварювання і наплавлення

До факторів, що характеризують якість зварювання і наплавлення, відносять продуктивність зварювання, втрату електродного металу, форму і обсяг зварювальної ванни і таке ін.

Основною характеристикою продуктивності зварювання є лінійна швидкість плавлення електрода за одиницю часу. Вона обумовлена щільністю, силою та полярністю зварювального струму, режимом зварювання і складом електрода.

З підвищенням величин щільності й сили зварювального струму швидкість плавлення електрода зростає майже за лінійною залежністю. Підвищення зварювального струму приводить до збільшення глибини проплавлення і утворення більш високих і вузьких валиків. При прямій полярності зварювального струму швидкість плавлення електрода також зростає, бо теплоти виділяється майже на 20 % більше, ніж при зворотній полярності.

Продуктивність зварювання характеризують коефіцієнтами розплавлення α_p і наплавлення α_n . Їх відповідно визначають за формулами:

$$\alpha_p = \frac{Q_p}{I \cdot t_p}; \quad \alpha_n = \frac{Q_n}{I \cdot t_n}, \quad (9.1)$$

де Q_p , Q_n – відповідно маса розплавленого і наплавленого металу, год;

I – сила зварювального струму, А;

t_p, t_n – відповідно час розплавлення і наплавлення, год.

Коефіцієнт наплавлення завжди менше коефіцієнта розплавлення на 3–5 г/(А·год), оскільки він враховує витрати металу на окислення, випаровування та розбризкування електродного металу.

Величина втрати електродного металу залежить від характеру перенесення електродного металу, форми й розміру краплі і характеризується коефіцієнтом втрати електродного металу ψ під час наплавлення. Його визначають за формулою:

$$\psi = \frac{\alpha_p - \alpha_n}{\alpha_p} \cdot 100. \quad (9.2)$$

Коефіцієнт втрати електродного металу для різних марок електродів

На характер перенесення електродного неоднаковий; його величину приймають як таку, що дорівнює 1,1–1,25. металу, форму й розмір краплі впливає співвідношення сил, що діють на краплі металу на торці електрода. До цих сил відносять: силу ваги, силу поверхневого натягу, електромагнітну силу, силу реактивного тиску парів, аеродинамічну силу.

Силу ваги треба враховувати під час зварювання і наплавлення на малому зварювальному струмі, коли крапля під дією власної маси намагається переміститись униз. Вона відіграє позитивну роль під час зварювання в нижньому положенні, а також перешкоджає процесу перенесення краплі до зварювальної ванни під час вертикального положення.

Сила поверхневого натягу надає краплі розплавленого металу форму шару і зберігає її до моменту зіткнення з поверхнею розплавленої ванни. У загальному випадку вона сприяє збільшенню розмірів крапель, що утворюються на торці електрода.

Електромагнітна сила прагне деформувати провідник в радіальному напрямку. Її величина пропорційна квадрату сили струму.

Реактивний тиск парів впливає на характер перенесення металу. Він

виникає внаслідок утворення і виділення газів під час випаровування металу з по-верхні краплі. Випаровування відбувається в зоні активних плям (катодної і анодної), переміщення яких викликає рухливість крапель.

Величина реактивних сил залежить від розмірів активних плям, щільності струму в них і теплофізичних властивостей матеріалу електрода. Реактивний тиск виявляється переважно на прямій полярності, бо щільність струму в катодній плямі значно більша, ніж в анодній.

Аеродинамічні сили характерні для потужних плазмових (газових) потоків. Їх величину визначають аеродинамічним гальмуванням краплі в газовому потоці і магнітокінематичними силами. Сила аеродинамічного гальмування пропорційна щільності газу, його швидкості, ефективній площі перерізу краплі, що спроектована на напрямок газового потоку. З урахуванням співвідношення сил, що діють на краплю, перенесення електродного металу може суттєво змінюватись. На тип перенесення, який може бути крупнокраплинним, дрібнокраплинним, туманоподібним, впливають склад і товщина покриття електродів, режими зварювання, рід струму і його щільність.

Для електродів з основним покриттям характерним є крупнокраплинне перенесення в широкому діапазоні режимів зварювання, а для електродів з кислим і рутенієвим покриттями – дрібнокраплинне. Невеликий розмір крапель обумовлюється порівняно низькою міжфазною напругою на межі металу зі шлаком, бо шлак і метал містять значну кількість кисню. Розмір крапель суттєво залежить від сили струму.

При невеликій величині щільності струму метал переноситься крупними краплями. Із збільшенням величини його щільності маса крапель зменшується і можна спостерігати дрібнокраплинне і навіть туманоподібне перенесення. Як тільки зварювальний струм перевищить своє критичне значення, тобто коли $I_{\text{ед}} \geq (140K 150) \cdot d$, можливо, розпочнеться струминне перенесення електродного металу. Тут d – діаметр електрода.

Форма зварювальної ванни залежить також від сил, що діють на рідинний метал. Сила реактивного тиску парів витісняє метал до задньої частини ванни.

Збільшуючи або зменшуючи нахил електрода, можна змінювати напрямок цієї сили і відповідно висоту наплавленого валика й глибину проплавлення основного металу. Крім того, на форму і об'єм зварювальної ванни і шва впливають напруга електричної дуги, швидкість наплавлення, нахилення і діаметр електрода, кількість та розміщення цих електродів.

9.4 Способи зниження внутрішнього напруження і деформації

Для зниження внутрішнього напруження і деформації, що виникають в основному металі під час зварювання і наплавлення, використовують такі способи: відпускання, аргонодугової обробки, проковування шва і навколошовної зони, термічного або механічного правлення.

Відпускання використовують для знімання внутрішнього напруження, що виникає під час зварювання вуглецевих конструкційних сталей. Його проводять шляхом нагрівання деталі до температури 630–650 °С і витримки протягом 2–3 хв. на 1 мм товщини металу. Охолодження повинне бути повільним, що обумовлюється хімічним складом сталі. Із підвищенням наявності вуглецю в сталі зменшують тривалість охолодження. В окремих випадках деталь охолоджують разом з піччю до температури плюс 300 °С, а потім охолоджують на повітрі.

Під час високого відпускання внутрішнє напруження знижується внаслідок того, що при температурі плюс 600 °С межа текучості металу близька до нуля і матеріал практично не чинить опору пластичній деформації.

Але високе відпускання – дорога операція. Тому під час зварювання і наплавлення деталей зі сталі з підвищеною кількістю вуглецю і легувальних елементів обмежуються завчасним місцевим або загальним підігріванням. Крім того, не проводять після цього навіть термічної обробки.

Аргонодугова обробка полягає в тому, що електродом, який не плавиться в аргоні, розплавляють ділянки переходу від шва до основного металу. Це порушує рівновагу внутрішніх сил напруженого поля внаслідок переходу частини металу в рідинний або пластичний стан. У процесі кристалізації розплавленого металу знову виникає внутрішнє напруження порівняно малої

величини, бо його кількість набагато менша, ніж кількість металу шва. Внутрішнє напруження зменшується на 60–70 %, а одержаний плавний перехід від шва до основного металу сприяє значному підвищенню міцності зварювальних з'єднань, особливо під час роботи на змінних навантаженнях.

Проковуванням шва і навколошовної зони ліквідують майже повністю внутрішні напруження за рахунок утворення додаткової пластичної деформації. Проковування проводять під час охолодження металу, температура якого знизиться до плюс 450 °С, або до плюс 150 °С і менше. В інтервалі температур 400-200 °С у зв'язку зі зниженою пластичністю металу можливе утворення підрізань. Багатошаровим зварюванням і наплавленням проковують кожен шар, за винятком першого. Проковуванням зварювальних з'єднань також підвищують втомлювану міцність.

Контрольні запитання

1. Що собою являє зварювання та наплавлення?
2. Класифікація зварювання та наплавлення згідно з ДСТУ 3761.2-98.
3. Які технологічні операції входять до складу технологічних процесів зварювання і наплавлення?
4. Який параметр технологічних процесів зварювання і наплавлення є основним, що він собою являє?
5. Перерахуйте найбільш поширені в ремонтному виробництві способи зварювання деталей.
6. Перерахуйте фактори, що характеризують якість зварювання і наплавлення.
7. Перерахуйте найбільш поширені в ремонтному виробництві механічні способи зварювання і наплавлення.
8. Фізична сутність автоматичного наплавлення під флюсом та його основні робочі параметри.
9. Які марки дроту і флюсу застосовують у ремонтному виробництві під час автоматичного наплавлення?
10. Фізична сутність автоматичного наплавлення в середовищі захисних газів.

Лекція № 10

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ГАЛЬВАНІЧНИМИ ПОКРИТТЯМИ

У ремонтному виробництві транспортних засобів при відновленні його деталей знайшли широке застосування гальванічні й хімічні покриття для усунення одного з найбільш поширених дефектів – зміни розмірів та геометричних форм робочих поверхонь. Крім того, ці покриття застосовують як антикорозійні і захисно-декоративні.

З гальванічних покриттів найбільш часто застосовують хромування, насталування, нікелювання, а також цинкування і міднення, серед хімічних покриттів – хімічне нікелювання, оксидування, вороніння та фосфатування.

Гальванічні й хімічні покриття застосовують для усунення незначних за величиною зносів робочих поверхонь деталей. Максимальна товщина нанесення шару металу під час хромування, нікелювання і насталування відповідно складає 0,5; 1,5; 2,0 мм. Порівняно з іншими способами відновлення ці покриття мають цілий ряд переваг, зокрема:

- відсутність термічної дії на деталь, що викликає небажану зміну структури металу і фізико-механічних властивостей;
- отримання з великою точністю заданої товщини покриття, що дозволяє зменшити до мінімуму припуск на наступну механічну обробку;
- одночасне відновлення великої кількості деталей, що зменшує собівартість одиниці виробу;
- можливість автоматизації нанесення покриттів.

10.1 Фізична сутність нанесення гальванічних покриттів

Електроліз – це зміна хімічного складу розчину під час проходження через нього електричного струму, що обумовлена втратою або приєднанням електронів іонами чи молекулами розчинених речовин. Тобто електроліз – це

хімічний процес, що протікає на електродах під час проходження через електроліт електричного струму. Хімічні процеси відбуваються за рахунок зовнішньої електричної енергії у спеціальних пристроях, які називають *електролізерами*, або гальванічними ваннами.

Експериментально встановлено, що під час знаходження електрода (металевого стержня) в розчині будь-якої солі металу електрода цей електрод буде розчинятися і його метал переходить до розчину солі, створюючи позитивно заряджені іони. Поступове збільшення концентрації металу в розчині сприяє тому, що електрод розчиняється менш інтенсивно, а при досягненні певного значення розчин стає насиченим і встановлюється рухома рівновага іонів металу. Певна кількість іонів переходить до розчину солі, а також їх кількість з розчину осідає на електроді. Перехід іонів у розчин порушує електричну нейтральність металу електрода і розчину. Внаслідок електростатичного притягання між іонами в розчині солі і надмірними електронами на поверхні електрода на межі метал – розчин виникає подвійний електричний шар з різницею потенціалів (напругою), яку називають *електродним потенціалом*. Електродний потенціал у момент встановлення рухомої рівноваги іонів металу називають *рівноважним*. Безпосередньо виміряти можна тільки різницю електродних потенціалів декількох електродів (не менше двох), але не електродного потенціалу окремого електрода.

Електродний потенціал окремого електрода називають *абсолютним електродним потенціалом*. Його значення також неможливо визначити теоретично, застосовуючи відомі молекулярно-кінетичні методи розрахунку або термодинамічні залежності.

Чисельне визначення електродного потенціалу між двома електродами залежить від концентрації іонів металу в розчині солі. Електродний потенціал металу, що знаходиться в розчині своїх власних іонів, активність якого складає 1 моль-іон/л, називають нормальним, або стандартним. Розміщуючи метал за порядком чисельних значень їх нормальних потенціалів, був створений електрохімічний ряд напруг металів.

Розклад молекул розчинених речовин на іони під час їх взаємодії із розчинником називають *електролітичною дисоціацією*. Іони, що виникли в результаті електролітичної дисоціації, рухаються в електроліті безладно (хаотично). Якщо в електроліті розмістити два струмопровідних електроди і підключити їх до джерела постійного струму, то в замкнутому електричному колі потече електричний струм, під дією якого іони рухатимуться направлено. Електрод, підключений до негативного полюса джерела струму, називають катодом, а електрод, підключений до позитивного полюса, – *анодом*. Позитивно заряджені іони (іони металів і водню) переміщуються до катода, тому їх називають *катіонами*, від'ємно заряджені іони (іони металоїдів і кислотних залишків) – до анода, їх називають *аніонами*.

Досягнувши поверхні електрода, кожний позитивно заряджений іон розряджається і перетворюється в нейтральний атом. Таким чином, на катоді осаджуються метал і водень, тобто відбувається реакція відновлення, в результаті якої з'єднуються нейтральні атоми. Одночасно на аноді розряджаються від'ємно заряджені іони і виділяється кисень, тобто відбувається реакція окислення. Метал анода розчиняється і переходить в розчин солі у вигляді іонів металу замість тих, що осіли на катоді.

Під час гальванічного покриття деталей як електроліт застосовують звичайний розчин солі осадженого металу. До цього електроліту додають деякі компоненти, що покращують властивості покриття і збільшують електропровідність електроліту. Катодом виявляється очищена і підготовлена деталь, робочі поверхні якої підлягають відновленню, а анодом – пластина з осадженого металу. В окремих випадках анод виготовляють з металу або сплаву, який в даному електроліті не розчиняється. Такий анод називають нерозчинним. Його виготовляють із свинцю або графіту.

Отже, електроліз полягає в тому, що іони металу, які знаходяться в електроліті, розряджаються на катоді, переходячи в атомарний стан, і осаджуються на ньому. Атоми створюють кристалічні ґратки, покриваючи поверхню відновлюваної деталі шаром металу. Анод розчиняється і цим

підтримує концентрацію електроліту.

Товщина гальванічного покриття залежить як від електродної поляризації, так і від розсіяної здатності електролітів.

10.2 Технологічний процес нанесення зносостійких гальванічних покриттів

Технологічний процес нанесення гальванічних покриттів складається з трьох технологічних операцій: підготовки деталей до нанесення гальванічного покриття, нанесення гальванічного покриття, обробки деталей після нанесення покриття.

10.2.1 Підготовка деталей до нанесення гальванічного покриття

Зчеплення металу покриття з металом деталі обумовлюється їх міжмолекулярною взаємодією. Міжмолекулярні сили значно виявляються тільки в тому випадку, коли відстань між атомами складає більше $5 \cdot 10^{-5}$ мкм. Вони зменшуються пропорційно третьому ступеню міжатомної відстані. Очевидно, робочі поверхні, що підлягають відновленню, необхідно обробляти до певної шорсткості, бо метал осаджується і міцно зчеплюється тільки на активному чистому катоді, який вільний від чужорідних частинок, жирових та окисних плівок. Як показує досвід, тільки за таких умов покриття зчеплюється з основним металом так міцно, що не відшаровується від деталі навіть під час її руйнування. Порушення технології підготовки деталей до нанесення гальванічного покриття зменшує показники його зчеплюваності.

Підготовка деталей до нанесення гальванічного покриття включає такі технологічні операції: механічну обробку робочих поверхонь, що підлягають відновленню; очищення робочих поверхонь від чужорідних частинок, жирових забруднень та окислів; попереднє знежирення; монтаж деталей на підвісний пристрій; ізоляцію поверхонь, що не підлягають покриттю; остаточне

знежирення деталей з наступним промиванням у воді; травлення (активацію).

Механічна обробка призначена для усунення з робочих поверхонь деталі, які відновлюють, чужорідних частинок і слідів зносу та надання їм потрібної шорсткості.

Очищення і попереднє знежирення робочих поверхонь деталей від жирових забруднень та окислів проводять шляхом промивання органічними розчинниками (бензином, гасом, уайт-спіритом та ін.).

Для завішування деталей у ванну з електролітом їх монтують на підвісний пристрій. При цьому необхідно забезпечити: надійний електричний контакт із струмопровідною штангою, сприятливі умови для рівномірного розподілу покриття по робочих поверхнях і для видалення водню, що виділяється під час електролізу.

Для захисту поверхонь деталей, що не підлягають відновленню, застосовують: цапон-лак у суміші з нітроемаллю у відношенні 1:2 (його наносять в декілька шарів при пошаровому сушінні на повітрі); чохла з поліхлорвінілового пластикату товщиною 0,3–0,5 мм; різні футляри, втулки, екрани, виготовлені з неелектропровідних кислотостійких матеріалів (ебоніт, текстоліт, вініпласт та ін.).

Під час остаточного знежирення видаляють жирові забруднення остаточно. Цей технологічний процес базується на тому, що всі жири під дією гарячого лугу руйнуються і створюють мило, тобто деталі омиляються. Мило, як відомо, легко змивається гарячою водою. Мінеральні неомилювані жири, наприклад, масла, під дією лугу утворюють емульсії.

Суцільна масляна плівка розривається. Масло збирається в окремі краплі, що відділяються від поверхні деталей і залишаються в розчині у роздрібному суспендованому стані. Для полегшення емульгування в луговий розчин вводять спеціальні речовини, які називають *емульгаторами*. До них відносять рідке (розчинне) скло, поверхнево-активну речовину та ін.

Знежирення в лугових розчинах проводять хімічним і електрохімічним методами. Під час застосування хімічного методу деталі занурюють в гарячий

луговий розчин і витримують в ньому певний час.

Тривалість процесу (5–60 хв.) залежить від температури розчину і ступеня забруднення деталей. Для знежирення сталей і чавуну рекомендується застосовувати розчин, що містить до 50 г/л їдкого натрію, 15–35 г/л тринатрійфосфату і кальцінованої соди і 3–5 г/л рідкого скла або метасилікату натрію. Приблизна луговість розчину (рН) чорних металів дорівнює 12.

До різновиду хімічного знежирювання відносять знежирення віденським вапном. Воно являє собою суміш оксидів кальцію і магнію з додаванням 3 % кальцінованої соди та 1–1,5 % їдкого натрію. Цю суміш розводять водою до кашоподібного стану, наносять на поверхню і протирають деталь волосяною щіткою. Це трудомістка операція, але вона дає непогані результати, особливо в умовах невеликих підприємств.

Сутність електрохімічного знежирення полягає в тому, що вироби, занурені в лугувий розчин, включають до кола електричного струму як катод або анод. На поверхні електродів бурхливо виділяються бульбашки газу (водень на катоді, кисень на аноді). Вони полегшують емульгування жирів і масел, механічно розривають і видаляють їх плівки, прискорюючи тим самим у декілька разів процес. Швидкість цього процесу майже не залежить від концентрації і температури розчину, що знаходиться в межах 60–80 °С. Вона визначається щільністю струму, що складає 3–10 А/дм². Встановлено, що чим більше на поверхні деталі жирових забруднень, тим більшою має бути щільність струму.

Для знежирення чорних металів згідно із ДСТУ ГОСТ 9.101:2004 рекомендується застосовувати розчин, що містить по 20–40 г/л їдкого натрію, тринатрійфосфату і кальцінованої соди. До нього можна додавати 3–5 г/л рідкого скла або метасилікату натрію.

Електрохімічне знежирення проводять на катоді або аноді. Виявлено, що на катоді при цьому виділяється вдвічі більше газу, ніж на аноді, тобто продуктивність знежирення на катоді вища, ніж на аноді. Але під час знежирення на катоді поверхня деталі наводнюється, тобто водень проникає в середину металу. Внаслідок цього збільшується його крихкість і зменшується

втомна міцність. Крім того, порушується зчеплення покриття з поверхнею деталі і навіть може виникнути його відшарування.

Щоб запобігти різним ускладненням, необхідно застосовувати анодне знежирення протягом 3–10 хв. або комбіновану обробку – спочатку знежирювати на катоді протягом 4–5 хв., а потім за допомогою перехідного рубильника перемикає деталі на анод і знежирювати протягом 1–2 хв. Як електрод застосовують сталеві пластини. Відстань між електродами складає 20–150 мм.

Після знежирення деталі ретельно промивають спочатку гарячою водою при температурі 70–80 °С, а потім холодною водою. Якщо вода рівномірно розтікається і змочує всю поверхню деталі, а не збирається краплями, то якість обробки висока.

За допомогою травлення ліквідують оксидні плівки, виводять дефектний шар з поверхні, яку покривають, виявляють кристалічну структуру і підвищують активність металу. Його здійснюють хімічним або електрохімічним методами.

Хімічне травлення чорних металів виконують у водному розчині сірчаної або соляної кислоти, або в їх сумішах. Часто застосовують 15–25 %-вий розчин сірчаної або 10–20 %-вий розчин соляної кислоти. Під час травлення в розчині сірчаної кислоти його нагрівають до 50–60 °С. Тривалість процесу складає 30 і більше хвилин. Вона залежить від стану поверхні деталі, концентрації і температури розчину. На ремонтних підприємствах цей метод часто застосовують під час підготовки металовиробів та інших дрібних деталей до цинкування і очищення дроту, яким наплавляють, від іржі.

Щоб прискорити процес і підвищити міцність зчеплення гальванічного покриття, застосовують електрохімічне травлення. Його ще називають активацією і анодною обробкою. Швидкість електрохімічного травлення у порівнянні з хімічним збільшується в декілька разів, а витрати кислоти зменшуються.

Для травлення чорних металів звичайно використовують розчин кислот,

частіше сірчаної, і солей відповідних металів. Деталі завішують на анодну або катодну штанги ванни і вмикають як анод або катод в електричне коло.

Найбільш поширеним є анодне травлення за рахунок електрохімічного розчинення металу, хімічного розчинення і механічного відривання оксидів від його поверхні киснем, що виділяється на аноді.

У ремонтному виробництві таке травлення застосовують під час відновлення зношених робочих поверхонь деталей насталуванням і хромуванням. Під час насталування анодне травлення здійснюють в електроліті при температурі 18–25 °С. Він містить 365 г/л сірчаної кислоти (30 %-вий розчин) і 10–20 г/л сірчаноокислого заліза ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$). Деталі завішують на анодну штангу. Як катод використовують свинцеві пластини, площа яких в 4–5 разів перевищує площу робочих поверхонь деталей, що відновлюються. Стальні деталі обробляють при анодній щільності струму 50–70 А/дм² протягом 2–3 хв., чавунні – при 18–20 А/дм² протягом 1,5–2 хв.

Через деякий час після початку травлення напруга у ванні підвищується, а сила струму знижується. Це можна пояснити тим, що метал з активного стану переходить в пасивний (відбувається пасивування робочої поверхні), що супроводжується бурхливим виділенням кисню. Бульбашки кисню зривають травильний шлам, а опрацьована поверхня стає чистою з чітко виявленою кристалічною структурою і специфічним мікрорельєфом.

Якість обробки контролюють візуально, зокрема, якісно протравлені деталі характеризуються своїми світло-сірими матовими робочими поверхнями без блиску, темних плям і слідів травильного шламу.

Деталі, що мають велику масу, складну конфігурацію та виготовлені з високолегованих сталей і, крім того, загартовані до високої поверхневої твердості, під час такого травлення не завжди досягають високої міцності зчеплення. Тому застосовують подвійне травлення: спочатку в розчині хлористого заліза (електроліті насталування), а потім в 30 %-вому розчині сірчаної кислоти. Сталеві деталі травлять у ванні насталування при анодній щільності струму 40–80 А/дм² протягом 2–5 хв. залежно від технічного стану їх

робочих поверхонь, а чавунні – при 15–20 А/дм² протягом 1–2 хв.

Під час анодного травлення сталевих деталей в електроліті насталування на їх робочих поверхнях не створюється пасивна плівка. У результаті цього досягають більш якісного протравлення робочих поверхонь деталей, ніж під час травлення в розчині сірчаної кислоти. Але після такого травлення на робочих поверхнях залишається темний крихкий шар шламу. Його усувають шляхом анодного травлення в 30 %-вому розчині сірчаної кислоти при щільності струму 50–70 А/дм² протягом 0,5–1 хв. На робочих поверхнях внаслідок цього утворюється пасивна плівка.

Перед анодним травленням деталі промивають холодною водою для того, щоб позбавитись від хлористого електроліту. Накопичення іонів хлору (активаторів) у сірчаному електроліті порушує процес анодного травлення, перешкоджаючи утворенню пасивної плівки та ліквідації травильного шламу. Потім, знявши напругу зі штанг ванни, знімають і деталь. У протилежному разі погіршується якість зчеплення покриттів. Те саме можна очікувати, якщо залишити деталі у ванні після процесу.

Перед хромуванням деталі також підлягають анодному травленню в розчині, що містить 100–150 г/л хромового ангідриду і 2–3 г/л сірчаної кислоти, або безпосередньо в електроліті для хромування. Деталі із сталі обробляють при анодній щільності струму 25–40 А/дм² протягом 30–60 хв. Встановлено, що чим більше деталь містить вуглецю і легованих речовин, тим менше потрібно часу для анодного травлення. Деталі з чавуну обробляють при анодній щільності струму 20–25 А/дм² протягом 5–10 хв. Температура електроліту дорівнює 50–60 °С.

10.2.2 Насталування (залізнення) деталей

Насталуванням (залізненням) називають процес отримання твердих зносостійких гальванічних покриттів залізом з гарячих хлористих електролітів.

Насталування має важливі техніко-економічні показники: вихідні

матеріали і аноди дешеві й недефіцитні; високі вихід металу по струму (85–95 %) і продуктивність (зокрема, швидкість осадження заліза складає 0,2–0,5 мм/г); товщина твердого покриття до 2 мм; можливість у широких межах регулювати властивості покриттів (мікротвердість 1600–7800 МПа); залежно від їх призначення обумовлює універсальність процесу; досить висока зносостійкість твердих покриттів, які не поступаються за зносостійкістю загартованій сталі; покриття добре хромується, що дозволяє при необхідності підвищувати зносостійкість робочих поверхонь деталі шляхом нанесення більш дешевого, ніж хромування, комбінованого покриття – залізо і хром.

Насталювання використовують під час відновлення малозношених деталей, або при зміцненні робочих поверхонь деталей, що виготовлені з маловуглецевих і середньовуглецевих сталей, що не пройшли у процесі виготовлення термічної обробки.

Залізо в з'єднаннях може бути дво- і тривалентним. Електроосадження відбувається з розчинів двовалентних з'єднань. Двовалентні іони металу, що знаходяться в електроліті, легко окислюються до тривалентних за рахунок кисню, що знаходиться у повітрі. Наявність таких іонів зменшує вихід металу по струму і погіршує властивості покриття.

Електроліти за складом діляться на три групи: хлористі, сірчаноокислі, сульфатно-хлористі (змішані).

Насталювання проводять в сталевих ваннах із розчинювальними анодами, які виготовляють, як правило, з маловуглецевої сталі 08 або 10. Відношення між анодною і катодною поверхнями має бути 1–2 тобто $S_a/S_k=1-2$. Під час нанесення покриття на внутрішній поверхні це відношення практично неможливо витримати.

Оптимальне значення діаметра анода для внутрішніх поверхонь складає $1/3-2/3$ діаметра отвору. З метою зменшення забруднення електроліту анодним шламом аноди розміщують в чохлах з кислотостійких тканин (склотканина, хутро та ін.). Аноди розміщують з обох боків деталей. Відстань між деталями і анодами завжди повинна бути однаковою і дорівнювати 60–150 мм. Довжина

анода має бути такою, як і довжина відновленої деталі.

Відстань між деталями складає 70–150 мм. Їх верхні кінці необхідно розміщувати нижче рівня електроліту на 80–100 мм, а нижні – на відстані не менше 150–200 мм від дна ванни.

10.2.3 Хромування деталей

Хромуванням називають процес отримання твердих зносостійких гальванічних покриттів хромом з водного розчину хромового ангідриду і сірчаної кислоти.

Шляхом хромування одержують дрібнозернисте покриття мікротвердістю 4000–12000 МПа із низьким коефіцієнтом тертя і високим зчепленням. Хром хімічно стійкий проти впливу багатьох кислот і лугів, жаростійкий, що забезпечує деталям високу зносостійкість навіть у дуже важких умовах експлуатації, що перевищує в 2–5 разів зносостійкість загартованої сталі. Найбільшою є зносостійкість покриття при твердості 7 000–9 200 МПа.

Однак хромування – енергомісткий, дорогий і малопродуктивний процес. Його використовують для наступних цілей:

- збільшення зносостійкості і строку експлуатації спряжених робочих (тертьових) поверхонь деталей машин, прес-форм, штампів, вимірювальних і різальних інструментів;
- відновлення малозношених відповідальних деталей складальних одиниць машин;
- захисно-декоративного хромування обладнання машин;
- підвищення відбивної здатності під час виготовлення дзеркал, відбивачів, рефлекторів.

Хромування має такі особливості:

1. Головним компонентом електроліту є хромовий ангідрид (CrO_3), що утворює під час розчинення у воді хромову кислоту ($\text{CrO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{CrO}_4$). Головним компонентом інших процесів є сіль осадженого металу. Хром

осаджується тільки при наявності в електроліті певної кількості сторонніх іонів, перш за все сульфатів (SO_4^{2-}). В електролітах хром шестивалентний. Механізм його осадження дуже складний і ще недостатньо вивчений.

2. Під час хромування велика частина струму витрачається на побічні процеси, в тому числі на розкладення води і бурхливе виділення водню, внаслідок чого вихід хрому по струму одержують малим (10–40 %). Із збільшенням концентрації і температури електроліту вихід по струму зменшується, тоді як під час осадження інших металів, навпаки, збільшується.

3. Застосовують нерозчинні аноди, які виготовляються з свинцю або його сплаву з 6 % сурми. При використанні нерозчинних анодів електроліт постійно збіднюється, тому його періодично контролюють і коригують, додаючи хромовий ангідрид. Хромовий ангідрид розчиняється під час електролізу з анодним виходом по струму, який в 7–8 разів перевищує вихід по струму на катоді. Внаслідок цього концентрація іонів хрому в електроліті безперервно зростає.

10.2.4 Нікелювання деталей

Нікелювання як спосіб усунення дефекту, що пов'язаний із зміною геометричних форм та розмірів робочих поверхонь деталей, у багатьох випадках може з успіхом замінити хромування, особливо при відновленні деталей, які працюють в умовах корозійно небезпечного середовища. У ремонтному виробництві для цих цілей застосовують два способи нікелювання: електролітичний і хімічний.

Електролітичне нікелювання – це процес отримання твердих зносостійких нікель-фосфатних покриттів з водного розчину сірчанокислого та хлористого нікелю і фосфорної кислоти.

Нікель-фосфорне покриття – це дрібнозернисте покриття мікротвердістю 3 500–7 200 МПа із низьким коефіцієнтом тертя і високим зчепленням. Містить 2–3 % фосфору. Його одержують у ваннах з розчинними нікелевими анодами,

де протікає режим електролізу з такими вихідними даними: щільність струму 5–40 А/дм², температура електролізу 75–95 °С.

Процес зносостійкого електролітичного нікелювання має перед хромуванням такі переваги: високий вихід металу по струму, що складає 90–95 %; значно менша витрата електроенергії; більш висока швидкість нанесення покриття, що складає 0,24 мм/год.

Недоліком електролітичного нікелювання є те, що його зносостійкість хоч достатньо висока, але все таки поступається зносостійкості електролітичного хрому.

Для підвищення твердості й зносостійкості електролітичного нікелювання до рівня електролітичного хромування нікель-фосфатне покриття піддають термічній обробці, нагріваючи до 400 °С і витримуючи при цій температурі протягом години. Після такої обробки деталі з нікель-фосфатним покриттям застосовують замість деталей з хромовим покриттям.

Хімічне покриття – це процес отримання контактним способом без витрат електроенергії твердих зносостійких нікель-фосфатних покриттів з водного розчину сірчаноокислого нікелю та оцетокислого гіпофосфату натрію. Таке нікель-фосфатне покриття містить 3–10 % фосфору, має мікротвердість з 500–4 000 МПа. Його одержують шляхом розміщення деталі в емальованій сталій ванні в розчині солей при температурі 90–96 °С. Швидкість нанесення покриття становить 0,022–0,024 мм/год. Розчин солей використовують один раз і після нанесення покриття його замінюють новим. З одного розчину одержують покриття товщиною 25–30 мкм. При необхідності одержати покриття більшої товщини деталі занурюють у свіжий розчин.

Твердість і зносостійкість покриття збільшують до 8 000–8 500 МПа шляхом термічної обробки, нагріваючи деталь до температури 400 °С і витримуючи при цій температурі протягом 1–1,5 год.

Хімічне нікелювання застосовують для відновлення деталей з невеликим зносом робочих поверхонь.

10.2.5 Обробка деталей після нанесення покриття

Після нанесення на робочі поверхні деталей покриття їх промивають водою і піддають нейтралізації в лугових розчинах для вилучення залишків електроліту і попередження корозії. Особливо ретельно обробляють деталі, що відновлялись у хлористих електролітах, бо іони хлору, які залишаються, викликають інтенсивну корозію у вологому середовищі. З цією метою їх промивають і нейтралізують в 10 %-му розчині лугу при температурі 60–80 °С протягом 5–10 хв. Після хромування деталі нейтралізують в розчині кальцінованої соди (20–70 г/л) при температурі 15–30 °С протягом 15–30 с.

З метою підвищення корозійної стійкості покриттів їх пасивують шляхом обробки в розчинах хромової кислоти або її солей. Після обробки на поверхнях деталей утворюється хроматна плівка.

Перед пасивуванням покриття просвітлюють в розчині азотної кислоти (20–30 г/л) протягом 6–18 с. Потім їх пасивують в розчині, що містить 150–20 г/л двохромокислого натрію (або калію) і 8–12 г/л сірчаної кислоти протягом 6–18 с. Одночасно їх можна просвітлювати і пасивувати в розчині, що складається з 80–110 г/л хромового ангідриду та 3–5 г/л сірчаної кислоти, протягом 3–6 с. Температура розчинів дорівнює 15–30 °С.

Для покращання властивостей покриття робочих поверхонь деталей і для їх сушіння застосовують термічну обробку. Деталі сушать в сушильній шафі при температурі 120–130 °С протягом 5–10 хв. У деяких випадках для зняття внутрішніх напружень у хромових покриттях деталі проходять термічну обробку в масляних ваннах при температурі 180–200 °С протягом 1–2 год.

Оскільки під час електролізу виділяється водень, який, укорінюючись в покриття, збільшує крихкість і знижує втомну міцність деталі, то відповідальні деталі, відновлені хромуванням, зневоджують, нагріваючи при температурі 180–230 °С протягом 2–3 год. Залізофосфорні й нікельфосфорні покриття підлягають термічній обробці при температурі 400 °С протягом 1–1,5 год для підвищення твердості й зносостійкості.

Під час механічної обробки м'які покриття обробляють на токарному верстаті, а тверді шліфують або хонінгують. Найкращих результатів під час обробки на токарному верстаті залізних покриттів досягають за рахунок застосування надтвердого інструментального матеріалу гексаніту – Р.

Деталі, що відновлювались насталуванням і хромуванням, рекомендується шліфувати електрокорундовими кругами на керамічному зв'язуванні зернистістю 25–40 середньом'якої твердості.

10.2.6 Захисно-декоративні покриття

Гальванічні покриття знаходять широке застосування в ремонтному виробництві транспортних засобів для захисту деталей від корозії і надання їм естетичного зовнішнього вигляду. За захисною дією гальванічні покриття поділяють на анодні й катодні.

Відомо, що під час з'єднання двох металів при наявності корозійного середовища створюється пара, де більш електровід'ємний метал стає анодом і розчиняється, а менш електровід'ємний – катодом. При анодному захисті менш електровід'ємний метал (наприклад, залізо) покривається більш електровід'ємним (наприклад, цинком). У цих умовах цинк підлягає корозії, захищаючи тим самим від окислення залізо.

Під час катодного захисту на більш електровід'ємний метал наносять менш електровід'ємний. Захисна дія катодних покриттів полягає в ізоляції деталей від дії корозійного середовища. Механічне пошкодження таких покриттів, як правило, призводить до збільшення корозійного пошкодження деталі. Для сталевих деталей катодним покриттям є нікелювання, хромування, міднення.

У ремонтному виробництві транспортних засобів найбільше застосування знайшло багат шарове катодне захисно-декоративне покриття. Найбільшу стійкість мають чотиришарові покриття, які одержують послідовним нанесенням шарів нікелю, міді, нікелю і хрому. Перший шар нікелю товщиною не більше 5 мкм забезпечує високу міцність зчеплення покриття з деталлю.

Шар міді товщиною до 30 мкм має незначну пористість і дає надійний захист від проникнення корозійного середовища. Другий шар нікелю (20 мкм) надає покриттю гарного зовнішнього вигляду, а дуже тонкий (1–2 мкм) напівпрозорий шар хрому захищає його від механічного пошкодження.

Технологічний процес нанесення захисно-декоративних покриттів не відрізняється від технологічного процесу нанесення зносостійких покриттів. Однак в технологічні процеси підготовки деталі до нанесення покриття і обробки її після покриття включають полірування, яке виконують за допомогою повстяних кругів, на поверхню яких наносять полірувальні пасти.

Для захисту сталевих деталей від корозійних пошкоджень в деяких випадках застосовують їх хімічну обробку – оксидування і фосфатування.

У ремонтному виробництві транспортних засобів застосовують ванні й безванні способи нанесення гальванічних покриттів.

Ванні способи нанесення гальванічних покриттів застосовують у стаціонарних ваннах, дзвонах і барабанах та дзвонових і барабанних ваннах.

Стаціонарна ванна являє собою ємність прямокутної форми, яка обладнана: нагрівальним пристроєм (при необхідності); бортовим вентилятором для очищення від шкідливих випарів; катодною і анодною штангами для завішування деталей та анодних пластин; джерелом струму, який подають до штанг.

Під час відновлення великогабаритних деталей площа відновлення їх робочих поверхонь набагато менша, ніж площа всієї деталі. Тому відновлення робочих поверхонь великогабаритних деталей виконують безванними способами: проточним, струминним, електроконтактним та ін.

Принцип застосування безванних способів полягає в тому, що на поверхні, яка підлягає відновленню, за допомогою нескладних пристроїв створюють місцеву електролітичну мікрованну, куди подають електроліт, а деталь і анод підключають до джерела струму.

Контрольні запитання

1. Що розуміють під «електродною поляризацією»?
2. Які технологічні операції входять до складу технологічного процесу нанесення гальванічного покриття та їх призначення?
3. Техніко-економічні показники насталування.
4. Призначення хромування та особливості технологічного процесу його нанесення.
5. Які особливості отримання електролітичного нікелевого покриття?
6. В чому полягає безванний спосіб гальванічного покриття?
7. Які існують шляхи вдосконалення технології гальванічних покриттів?

Лекція № 11

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВІДНОВЛЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ІЗОЛЯЦІЇ ОБМОТОК ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ ПРИСТРОЇВ НАСИЧУВАННЯМ

11.1 Фізична сутність відновлення властивостей ізоляції просочуванням у лаках та компаундах

Електроізоляційні матеріали мають порівняно незначну механічну міцність. Тому найбільш уразливим елементом електричних машин і апаратів є електроізоляційний матеріал (ізоляція) обмоток та котушок. Згідно з ДСТУ ІЕС 60085:2015, електроізоляційні матеріали за нагрівальною стійкістю класифікують на класи ізоляції: Y, A, E, B, F, H, C. Для виготовлення обмоток електричних машин та котушок електричних апаратів, якими обладнаний транспортний засіб, застосовують майже всі класи ізоляції.

У процесі експлуатації транспортних засобів під дією температурно-вологового режиму, електромагнітних та електродинамічних сил електроізоляційні матеріали страждають від механічного, хімічного і теплового зносу, розшаровуються, втрачають еластичність і електричну міцність. З метою

підвищення теплостійкості, вологостійкості, механічної міцності електроізоляційних матеріалів обмоток електричних машин та котушок електричних апаратів їх просочують у лаках або компаундах залежно від класу ізоляції.

Просочування – це такий технологічний процес, до складу якого включають: технологічний процес завчасного (попереднього) сушіння ізоляції з метою вилучення з неї вологи; особисто просочування, тобто технологічний процес заповнення пор і пустот у матеріалі і проміжків в ізоляції лаками або компаундами; технологічні процеси проміжного і остаточного сушіння ізоляції після просочування лаками для вилучення розчинників і полімеризації твердої основи лаку; технологічний процес лакування і остаточної обробки ізоляції, внаслідок чого ізоляції надають відповідні властивості.

Покращання властивостей ізоляції під час просочування відбувається за рахунок витиснення повітря і вологи з пор і пустот ізоляції і заповнення їх твердою основою лаку або компаундами, що мають більш високу міцність, теплопровідність і склеюють окремі шари ізоляції в єдиний моноліт, захищають від впливу вологи та кисню. Якість просочування визначають ступенем заповнення пор і пустот ізоляції просочуючою речовиною.

11.2 Класифікація просочуючих речовин

До просочуючих речовин відносять електроізоляційні лаки і компаунди. **Електроізоляційний лак** являє собою рідку речовину, яка після висихання створює плівку, що має високі електричні властивості. Основними складовими частинами електроізоляційного лаку є тверда плівкотвірна основа (терморезистивна смола) і розчинник, до допоміжних відносять: прискорювачі висихання (сикативи), пластифікатори, стабілізатори і наповнювачі.

У просочувальному лаці знаходиться 55–75 % легких речовин, при випаровуванні яких після просочування залишаються канали. Ці канали залишаються і після сушіння. Виявлено, що після одноразового просочування тільки 35–42 % об'єму пор і пустот заповнюються твердим діелектриком. Тому

застосовують багаторазове (до 5 разів) просочування із сушінням обмоток після кожного просочування. Марку електроізоляційного лаку, технологічний процес просочування встановлюють залежно від конструкції і умов експлуатації обмоток, їх призначення і класу ізоляції. Чим більше число просочувань, тим вищі показники вологостійкості, механічної міцності та інших властивостей обмоток.

Електроізоляційні лаки, які застосовують при просочуванні обмоток електричних машин, класифікують на три види:

– лаки, що твердіють внаслідок окислювальної полімеризації при доступі кисню, що знаходиться в повітрі, тому під час сушіння цих лаків необхідно забезпечити проникнення повітря до внутрішніх частин котушок; до таких лаків відносять масляно-бітумний лак № 447, водноемulsionний лак № 321Т, масляно-гліфталевий лак ГФ-95 і ін.;

– лаки, що твердіють внаслідок термореактивної полімеризації, тому під час сушіння достатньо забезпечити наявність тепла (бажано в першу чергу до внутрішніх частин котушок); до таких лаків відносять лаки АФ-17, ФЛ-98, БТ-98;

– лаки, що твердіють внаслідок теплової поліконденсації або каталітичної полімеризації – кремнійорганічні лаки; під час сушіння необхідне нагрівання; до таких лаків відносять лак КО-916К.

Компаунди являють собою сплави бітумів (продуктів переробки нафти), які готують за спеціальною технологією, зневодненого (полімеризованого) лляного масла і каніфолі. Додавання до бітуму лляного масла підвищує термореактивність (теплостійкість), морозостійкість і зменшує хрупкість компаунда. Каніфоль збільшує клейкість і текучість компаунда і сприяє більш швидкому висиханню масла.

Компаундування є більш досконалим процесом просочування у порівнянні з просочуванням в лаках як з точки зору якості, так і за продуктивністю внаслідок того, що, по-перше, розплавлений компаунд, проникаючи в пори і пустоти ізоляції, повністю заповнює їх і не створює пустот під час охолодження

і твердіння; по-друге, для затвердіння компаунда досить охолодити котушку і відпадає необхідність застосовувати сушіння; по-третє, просочені в компаунді котушки не мають пор, вони монолітні і характеризуються більш високою вологостійкістю, теплопровідністю, діелектричними властивостями і механічною міцністю порівняно з котушками, просоченими в лаках.

Застосування компаундування обмежується, по-перше, через складність обладнання, по-друге, пластичність компаундів при високій температурі, що не дозволяє їх застосовувати під час просочування обертових якірних обмоток електричних машин і котушок електричних апаратів, які працюють при високій температурі.

Компаунди, які застосовують для просочування котушок електричних апаратів, класифікують на:

- компаунди терморезистивні, що твердіють внаслідок терморезистивної полімеризації; до них відносять поліефірні типу КП, поліефірно стиролові типу КГСМ-1, метакрилові типу МБК, епоксидні та ін.;

- компаунди термопластичні, що твердіють під час охолодження; до них відносять бітумний компаунд на основі нафтового бітуму типу БН-У.

11.3 Сушіння просочених обмоток

Завчасне, проміжне й остаточне сушіння просочуваних обмоток виконують, як правило, в електричних печах (рис. 11.1) з регулюючою приточно-витяжною вентиляцією. Електрична піч становить камеру (1) з надійною теплоізоляцією. Вхідний отвір її закривають плитою (2), піднімання і опускання якої виконують тросом через систему блоків.

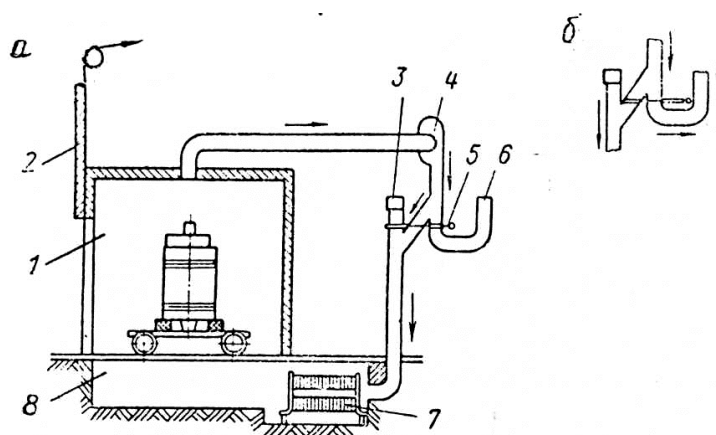


Рисунок 11.1 – Схема електричної печі для сушіння обмоток електричних машин

Під час сушіння обмоток дотримуються жорстких вимог до вентиляції робочого об'єму печі, запобігаючи вибухонебезпечної концентрації парів розчинника. Тому електричну піч обладнують насосом-вентилятором 4 і системою заслінок, що дозволяє створювати в ній приточно-витяжну, замкнену або змішану системи циркуляції повітря. З метою економії електричної енергії сушіння проводять із замкненою системою циркуляції повітря за схемою, поданою на рисунку 11.1, а. Але повітря в печі, що насичене парами води і розчинником лаку, періодично треба поновлювати. Для цього заслінки в трубах вентиляційної системи встановлюють в положення, показані на рисунку 11.1, б. При цьому через фільтр (3) в піч зтягають чисте повітря, а насичене повітря вилучають за межі цеху через випускную трубу (6). Зовнішнє повітря надходить до печі через фільтр (3) і попадає в теплообмінник (8), де підігрівається за допомогою електронагрівальних елементів (7). Підігріте повітря надходить до сушильної камери (1), куди через вхідний отвір по рейках за допомогою спеціального візка подають об'єкти сушіння (якорі, остови двигунів з обмотками або окремо в корзинах обмотки і котушки).

Завдання сушіння визначається його призначенням. Так, завчасне сушіння з метою інтенсифікації процесу проводять при температурах, що максимально допустимі за умови звуглювання ізоляції. Сирі обмотки спочатку сушать при зниженій температурі, щоб запобігти спучуванню ізоляції парами води. Під час проміжного і остаточного сушіння обмоток вилучають з лаку розчинник і

сприяють полімеризації (твердінню) лаку. Тому спочатку обмотки сушать при температурі 70–80 °С. При цій температурі непогано вилучаються летучі речовини і в той же час не виникає їх бурхливе випаровування, яке може призвести до часткового витіснення лаку з пор і капілярів ізоляції. Високу температуру на перших порах не піднімають ще й тому, щоб не допустити утворення на поверхні обмотки кірки, яка перешкоджає вилученню летких речовин з нижніх шарів ізоляції. У перший час сушіння вентиляційну систему регулюють так, щоб все повітря з камери печі виходило за межі цеху через випускную трубу 6. Робота печі в режимі замкненої системи циркуляції повітря із частковим доповненням свіжого повітря допускається тільки при застосуванні парових, масляних і герметичних електрокалориферів і не раніше ніж через годину після початку сушіння із завчасним продуванням камери печі за допомогою вентилятора, що системно зв'язаний з випускною трубою 6.

11.4 Класифікація методів просочування

Якість просочування обмоток електричних машин характеризується глибиною проникнення лаку в ізоляцію при його значній в'язкості. Глибина проникнення лаку, в свою чергу, залежить від методу просочування.

У ремонтному виробництві транспортних засобів застосовують такі методи просочування:

- просочування зануренням у ванну з лаком при атмосферному тиску;
- просочування зануренням у ванну з лаком при атмосферному тиску із наступним підвищенням тиску повітря (просочування під тиском). Різновидом цього методу є просочування циклічним (тренувальним) режимом з чергуванням у ванні надмірного і атмосферного тиску;
- вакуумно-нагнітальне просочування із заливанням обмоток лаком під вакуумом і створенням після цього надмірного тиску у ванні з лаком. Різновидом цього методу є вакуумно-нагнітальне просочування циклічним (тренувальним) режимом із чергуванням вакууму і надмірного тиску.

Зануренням при атмосферному тиску можна із задовільними результатами просочувати обмотки електричних машин і котушок електричних апаратів, які намотані дротом значного діаметра з невеликим числом витків.

Контрольні запитання

1. Які фактори впливають на властивості ізоляції електричного обладнання транспортних засобів?
2. Що являє собою технологічний процес просочування?
3. Що являють собою лаки і компаунди?
4. Які технологічні операції входять до складу технологічного процесу просочування?
5. Як виконують технологічну операцію сушіння?
6. Як класифікують методи просочування?
7. Перерахуйте особливості вакуумно-нагнітального способу просочування ізоляції обмоток електричних машин в лаках.
8. Яке обладнання застосовують під час просочування вакуумно-нагнітальним способом?
9. Чим небезпечна робота під час просочування ізоляції обмоток електричних машин в лаках?

Лекція № 12

РЕМОНТ ВІЗКА ТРАМВАЙНОГО ВАГОНУ

Вимоги до технологічного процесу ремонту колісних пар.

Особливостями ремонту колісних пар є:

- забезпечення точності посадки маточини колеса на вісь;
- насування бандажу на колісний центр;
- встановлення стопорного кільця;
- прикріплення до колісного центру з двох боків гумових вкладишів;
- встановлення на маточину колісного центру у зборі;
- встановлення натискного диску і затягування маточинним та

периферійними болтами до упору натискного диску в маточину;

–встановлення електричних перемичок.

Маточина колеса з'єднується з віссю запресовкою у холодному стані з натягом 0,46–0,88 мм. Перед запресовкою вісь змащують рослинним мастилом. Вони повинні запобігати задирів на запресованих поверхнях, зменшувати коефіцієнт тертя, швидко засихати для підвищення міцності пресової посадки і володіти антикорозійними властивостями. Перед запресовкою внутрішня частина маточини та підматочина частина осі обробляється не нижче знаку високої чистоти обробки. Міцність пресового з'єднання залежить не тільки від кінцевого тиску запресовки, а в основному від дійсної площі дотику обох деталей і перевіряється зняттям діаграми процесу запресовки самопишучим пристроєм, регулюючим тиск запресовки залежно від її ходу. Довжина кривій на діаграмі може бути не менш 85 % теоретичної довжини запресовки; тиск повинен зростати плавно.

У кінці запресовки допускається спад тиску на 0,1 довжини діаграми, але воно не повинне перевищувати 5 % найвищого тиску запресовки. Колісна пара, при запресовці якій отримана не задовільнена, як по рисам так і за величиною зусиль запресовки діаграма, бракується і розпресовується.

Вірна посадка бандажа на колісний центр має велике значення. Вона виконується з натягом 0,12–0,26 мм.

При слабкому натязі бандаж в експлуатації розвольцьовується та починає перевертатися. При великому натязі бандаж може лопнути. Ослаблення посадки може бути також з-за неточності геометрії при виготовленні колісного центру і бандажу. Посадкова поверхня бандажу повинна бути оброблена під знак високої чистоти обробки. Процес посадки бандажу на колісний центр містить: нагрів бандажа, надівання цього на центр і постановка стопорного кільця, кінці якого з'єднуються електрозварюванням, при цьому приварювати стопорне кільце до бандажу або центру забороняється.

Міцність насадки бандажу перевіряється на звук за ударами молотка по поверхні катання. Слабо насаджений бандаж видає глухий звук, а щільно –

чистий металевий звук.

Бандаж нагрівають до температури 250–300 °С.

Штучне охолодження насадженого бандажу водою або викоченням на сніг заборонено. При низькій температурі зовнішнього повітря не рекомендується бандажі, які подані у відділення, одразу ж нагрівати, так як це сприяє виникненню додаткових напружень.

Стопорне кільце вводиться в канаву за допомогою спеціальної оправки, а притискний буртик бандажу обтискається кувалдою через гладилку.

Зібране колесо повинно відповідати наступним вимогам:

Величина попереднього натягу гумових вкладишів повинна бути в межах 2–3 мм;

На колесо повинні бути встановлені вкладиші однакової твердості і товщини;

Не допускається деформація перекіс та короблення натискного диску.

Допустима товщина гумових вкладишів, установлюваних на колесо дорівнює 25 ± 1 .

Перед збиранням вкладиші поділяють на дві групи:

Товщиною від 24 мм до 25 мм.

Товщиною від 25 мм до 26 мм.

Щоб при збиранні колеса використовувати обидві групи вкладишів, натискний диск має проточку глибиною 2 мм і, залежно від товщині вкладишів, встановлюється проточною точкою зовні та у середині. Кожна група гумових вкладишів розбивається на три інтервали: по твердості гуму, яка визначається твердоміром ТМ – 2 (ДСТУ ISO 48-4:2019). Інтервал кожної групи дорівнює 5 одиниць. Твердість гуми вкладишів, установлюваних на підгумові колеса, коливається у межах 50–65 одиниць по Шору. Вкладиші на групи по товщині і твердості гуми розбиваються згідно таблиці.

У запресованого на вісь колеса допускається:

– радіальне биття бандажу по колу 0,8 мм;

– аксіальне биття по внутрішньому зворотному торцю 1 мм;

– відстань між внутрішніми обробленими торцями бандажів не більш 1474 ± 2 мм

При збиранні редукторів на вагонах Т-3 зазори в конічних роликівих підшипниках регулюють зміною товщини прокладок або поворотом установочного кільця. Зазор повинен бути в межах 0,02–0,1 мм для конічної шестерні, і 0,2–0,08 мм для малої циліндричної шестерні. У двохступеновому редукторі конічна пара має колоїдне зчеплення і повинна мати зони дотику в повздовжньому напрямку 50–70 % довжини зуба, а в поперечному напрямку 50–90 % висоти зуба. Зона дотику повинна знаходитись з обох боків зуба близько до середини ширини зчеплення. Допускається зсув зони дотику в бік більшого діаметру, але при цьому не повинна доходити до верхньої грані зуба. Боковий зазор в конічній передачі вимірюють щупом, він повинен бути в межах 0,15–0,25 мм. Пляма контакту циліндричної пари повинна бути не менш 50 % бокової поверхні зуба.

При монтажі підшипникових вузлів треба дотримуватись чистоти і певних правил розконсервації і установки. Підшипники, які йдуть на збирання, повинні бути чистими та розконсервованими. Розконсервацію або очистку підшипників, які були у використанні, здійснюють промивкою в мильній емульсії при температурі 80–90 °С на протязі 20–30 хвилин. Промиті підшипники протирають або продувають стисненим повітрям, потім промивають їх у бензині або уайт-спіриті з додаванням 6–8 %-вого індустриального мастила.

Промиті підшипники ретельно оглядають і заміряють: радіальний зазор, діаметр отвору внутрішнього кільця, діаметр зовнішнього кільця і зазор між сепаратором і зовнішнім кільцем для сферичних і конічних підшипників. Вимірювання діаметричних параметрів виконують в приміщенні з постійною температурою. При цьому деталі і інструмент повинні мати температуру приміщення.

Треба пам'ятати, що в розібраних підшипниках внутрішні та зовнішні кільці не є взаємозамінюваними, тому у випадку необхідності заміни одного кільця повинен бути замінений увесь підшипник. Підшипники, що

встановлюються на вали з натягом, треба нагрівати в масляній ванні, при чому підшипники треба підвішувати, щоб вони не торкались стінок та дна ванни. Нагріті підшипники виймають з ванни за допомогою крючка або кліщів з мідними губками, протирають чистою ганчіркою посадочні поверхні і повільно насаджують. Перед запресовкою деталі підшипникового вузла редукторів підбирають з натягом, які повинні відповідати кресленням. Деталі підшипникових вузлів перед напресовкою необхідно змащувати тонким шаром консистентного змащення.

При надіванні лабіринтових кришок, упорних стаканів, втулок, необхідно стежити, щоб вони своїми уступами щільно прилягали до торця підшипника. Щільне прилягання досягається ударами монтажної втулки по торцю надягаємої деталі.

Категорично заборонено виконувати монтаж підшипників з передачею запресованого зусилля через тіла катання (кульки і ролики).

В зібрані редуктори заливають змащення через заправочні отвори, розташовані у верхній частині кожухів (панчох) редуктора. В редукторі вітчизняного виробництва заливають мастило трансмісійне автотранспортне літнє або зимове до рівня контрольної пробки або до верхньої риски мастиловказівника, при цьому об'єм мастила відповідає близько 5 л. В редукторі вагонів Т-3 мастило спочатку заливають в отвір довгого кожуха до тих пір, поки через контрольні отвори не буде видно, що мастило через заслону протікає в нижню частину картера, потім в заправочний отвір короткого кожуха до моменту досягнення контрольного отвору в нижній частині картера. Для вагону Т-3 з двоступеневим редуктором об'єм мастила складає близько 5 л, для одноступеневого – 8,5 л. В одноступеневому редукторі вагонів Т-3 заливають мастило для гепоїдних передач влітку та ТС-100ТІВ взимку.

Буксові підшипники набивають консистентним змащенням з використанням пневматичних або гідравлічних прес-шприців через прес-маслянки, передбачені конструкцією редуктора, до появи змащення з контрольного отвору або для ремонтних редукторів, до появи з контрольного

отвору свіжого змащення.

Кожну колісну пару з редуктором після заводського ремонту піддають випробуванню на спеціальних стендах. Мета випробувань: прокатка шестерень, перевірка елементів спряжених рухомих деталей, перевірка підшипникових вузлів на нагрівання, взаємодія складових частин колісної пари.

При випробуванні редукторних колісних пар редуктор встановлюють на прикаточний стенд в положення відповідне робочому і закріплюють за кожухи в зоні осьових букс. Фланець ведучої шестерні редуктора з'єднують карданним валом з двигуном стенда.

Обкатку виконують протягом 30 хвилин на холостому ході при частоті обертання ведучого валу 4000 об/хв по 15 хвилин у кожен бік.

Температура підшипникових вузлів та інших елементів редуктора в кінці випробування не повинна перевищувати температуру навколишнього середовища більше, чим на 70 °С.

Після обкатки усувають виявлені несправності, замінюють змащення, підтягують кріпильні елементи і редуктори спрямовують на ділянку збирання колісних пар.

При випробуванні необхідно звертати увагу на стук та шум колісних пар. В зубчатих редукторах – нагрів підшипника, надійність роботи. Не допускається заїдання зубів шестерень, стук, шум високого тону. Температура нагріву підшипників не повинна перевищувати навколишню температуру більш, чим на 30 °С. Перед випробуванням в редуктор заливають мастило, яке після випробувань змінюють.

Стенд дозволяє обкатувати одночасно дві колісні пари при лівому та правому обертанні.

До основних несправностей колісних пар відносять:

– утворення еліпсоїдальної катальної поверхні бандажів причіпних вагонів, причина – вагон при русі має вертикальне качання; за цими ознаками відомо, що причина у нерівномірному гальмуванні колісних пар потягу. Необхідно замінити колісну пару, маячу еліпс;

– знос реборд бандажів колісних пар по висоті і товщині більше допустимого, при цьому вагон сходить з рейок. Причина – неякісна сталь бандажів, відсутність зменшуваних кривих. Потрібно проточити бандажі або замінити новими;

– ослаблення бандажу; при цьому бандаж при простукуванні молотком видає глухий звук. Причина складається в тому, що порушено вимоги технічних умов при насаді бандажу;

– звалився бандаж, а це означає, що зійшов з рейок. Потрібна заміна колісної пари;

– зсув колісного центру – вагон зійшов з рейок. По причині ослаблення центру, внаслідок невірної посадки центру на вісь, треба замінити колісну пару;

– погнута вісь колісної пари, це означає, що здійснюється некорисна робота шестерної передачі, качання кузова вагону. Причина – наїзд або зіткнення з іншим вагоном або нерейковим транспортом. При цьому замінюється колісна пара;

– лопнув сепаратор роликового підшипника кінцевої букси, при цій несправності колісна пара заклинює, утворюються лиски. Причина складається в невірному збиранні підшипника, відсутності змащення. При цьому колісна пара замінюється;

– розплавився бабітовий шар підшипника, відбувається задир шийки осі, сильний нагрів підшипників, лунає вереск при русі вагону, горіння змащення і польстера. Причина складається в невірній підготовці підшипника до шийки осі, попадання в буксу піску і бруду із-за нещільного закривання кришки букси. Потрібна заміна підшипника або колісної пари;

– злом осі колісної пари; відбувається схід вагону з рейок, за причиною невірного ремонту і дефектації колісних пар. Колісну пару необхідно замінити;

– розрив гумових вкладишів та болтів підгумових коліс. При цьому відбувається ненормальний стук і підплигування вагону при русі. Причина складається в поганій якості або посадки гуми. Усунути несправність можна замінивши гумові вкладиші.

Характерні несправності підгумових коліс:

– пошкодження стяжних болтів, причина в нерівномірному навантаженню на стяжні болти – різна твердість встановлених в колесо вкладишів. Для усунення несправності треба замінити зруйнований болт. При повторному руйнуванні перевірити твердість встановлених вкладишів і перебрати колесо;

– шум в колесах, по причині руйнування виступів на гумових вкладишах, ослаблена посадка бандажу, руйнування вкладишів, розроблення центрального диска. Для усунення необхідно замінити бандаж і перебрати колесо;

– сильні коливання вагону (неспокійний хід). Причина – биття колеса, остаточна деформація гумових вкладишів, руйнування виступів на вкладишах. Потрібно перебрати колесо, перевірити і відрегулювати биття колеса, заміряти і відрегулювати діагоналі візка;

– збільшений чи знижений прогин колеса по причині руйнування гумових вкладишів. Необхідне перебирання колеса, перевірка твердості гуми вкладишів;

– розхитування при русі по причині тертя захисного щитка по бандажу. Потрібне закріплення щитка;

– тріщини та відколи на бандажу по причині металургійних включень, завищений натяг, великий прокат. Бандаж підлягає заміні, а при можливості – проточці.

Основними дефектами редуктора є:

– пошкодження зубів, знос або невірне регулювання зчеплення конічної пари;

– знос підшипників та місць їх посадки, а також збільшений осьовий люфт ведучої шестерні та проміжного валика;

– знос шліців;

– знос місць посадки сальників;

– заклинювання колісної пари, які відбуваються з-за несправності сферичних підшипників, відсутності зазору між лабіринтними кільцями на осі та кришкою сферичних підшипників, що призводить до їх холодного зварювання між собою;

- знос отворів під стакани підшипників;
- невірно відрегульована конічна пара шестерень;
- злом вала ведучої шестерні;
- знос сферичних підшипників.

Контрольні запитання

1. Накресліть структурну блок-схему трамвайного вагона та визначте основні її складальні одиниці.
2. В якому цеху проводять капітальний ремонт візка трамвайного вагона та яка його структура?
3. Перерахуйте керівні документи на проведення капітального ремонту візка трамвайного вагона.
4. З яких складових частин створюється технологічний процес ремонту візка трамвайного вагона?
5. Які особливості ремонту візка трамвайного вагона?
6. У чому полягає технологічний процес розбирання колісної пари та основні нормативно-технологічні документи на його виконання?
7. У чому полягає технологічний процес складання колісної пари?
8. Яка програма випробування колісної пари після ремонту?

Лекція № 13

РЕМОНТ ВЕДУЧОГО МОСТА ТРОЛЕЙБУСА

Ведучий міст – оригінальне технічне рішення, яке забезпечує передачу крутного моменту від ТЕД через карданну передачу, центральний редуктор, півосі, колісні редуктори до ведучих мостів. Задній міст – відповідальний та дуже дорогий агрегат, тому від того як його відремонтують залежить безперебійна робота тролейбуса.

Капітальний ремонт проводиться у агрегатному цеху заводу або агрегатній дільниці ЦРРС. Агрегатний цех включає в себе такі дільниці: демонтажно-

мийну, редукторну, ремонту ведучого моста, ремонту переднього моста, з ремонту рульового механізму; з ремонту карданного вала.

Ремонт проводиться за наступними операціями: демонтаж мостів і транспортування їх на спеціальну дільницю; розбирання заднього моста; мийка; дефектація; сортування деталей; відновлювання частин до рівня, якого потребують технічні умови; збирання, регулювання, випробування, фарбування моста, транспортування в цех збирання тролейбусів. Демонтаж мостів виконують у цеху розбирання тролейбуса. Приймання моста до ремонту оформляється приймально-здавальним актом. У акті приймання та здавання відображається технічний стан моста і прикладають до нього формуляр моста, в якому повинні бути всі необхідні данні про планові та непланові ремонти. Міст повинен бути чистим, масло з редукторів злите. Ремонт мостів проводиться на основі взаємозамінювання деталей.

Технологічна оснастка спеціальної дільниці з ремонту заднього моста складається з наступного устаткування: вантажпопідйомний механізм, стенд для розбирання та збирання моста, верстат, знімач, гідравлічний прес, ручний прес, пристосування для знімання та запресування опори, пристосування для розбирання диференціала, пристосування для мийки, дільниця діагностування.

Технологічний процес розбирання заднього моста розглянуто далі.

Базовою деталлю є балка, яка з'єднана з двох штампованих частин електрозварюванням. Середня частина його розширена для установки центрального редуктора. З обох боків до картера балки приварені супорти, до яких болтами прироблені рукави, поворотні цапфи. В супортах запресовані осі, потрібні для закріплення гальмових колодок, на гальмовому барабані гальмові колодки розтискаються розтискними кулаками, на кінці яких на двох шпонках сидить гальмовий важіль, передаючий зусилля від штока гальмового циліндра на розтискний кулак. На рукаві на двох конічних роликотішипниках обертається маточина колеса. В маточині є планетарний колісний редуктор з циліндричними шестернями. Колісний редуктор складається з сонячної шестерні, трьох сателітів, осі яких розташовані у водилі, і корінної шестерні,

з'єднаних рукавом. Усі деталі розташовані на рукаві ведучого моста, зтягуються гайкою. Центральний редуктор складається з двох конічних шестерень зі сталевими зубцями і диференціального механізму. Диференціальний механізм дає можливість обертати картер редуктора. Ведуча конічна шестерня виготовлена разом з валом і обертається на двох конічних роликівих підшипниках.

Технологічний процес розбирання заднього моста складається зі: зняття задніх коліс, демонтажу заднього моста цілком з тролейбусом, мийки, транспортування на ділянку розбирання, зняття планетарного механізму колісного редуктора і редуктора головної передачі разом з диференціалом, зняття маточини з поворотної цапфи, зняття колісних гальм з балки, зняття поворотної цапфи, розбирання півосі, розбирання кришок колісного редуктора, розбирання водила планетарного механізму колісного редуктора з сателітами, розбирання шестерні, розбирання маточини, зняття гальмових накладок, випресовка втулок, розбирання підшипників розтискних кулаків, розбирання поворотної цапфи з сальником, розбирання картера головної передачі, розбирання ведучої конічної шестерні, розбирання картера диференціала, мийки деталей, дефектації та сортування, відновлення ведучої колісної шестерні, відновлення гальмового барабана, відновлення півосі, відновлення балки заднього моста, відновлення розтискного кулака.

Збирання картера диференціала має таку послідовність:

- регулювання конічних роликів-підшипників ведучої конічної шестерні, яка повинна обертатися вільно і не мати люфту;
- збирання ведучої конічної шестерні;
- загальне збирання картера і передачі диференціала, який повинен обертатись вільно, головне зачеплення зубців регулюють зміщенням ведучої конічної шестерні у осьовому напрямку шляхом зміни кількості регулювальних прокладок під фланцем стакана підшипників і зміщенням за допомогою гайок диференціала з ведучою конічною шестернею. Боковий зазор між зубцями

повинен знаходитись у межах 0,15-0,18 мм. Пляма контакту повинна знаходитись у межах 2/3 поверхні;

- збирання поворотної цапфи з сальником і ущільнювальним кільцем;
- збирання ущільнювального кільця з буртиком з маслорозподільним щитком;
- збирання підшипників першого і другого розтискних кулаків;
- запресування втулок гальмової колодки;
- свердління гальмових накладок;
- приклепування гальмових накладок;
- збирання маточини заднього колеса;
- збирання коронної шестерні з опорою;
- збирання водила планетарного механізму колісного редуктора з сателітами;
- збирання кришки редуктора;
- збирання півосі;
- встановлення поворотної цапфи на балку заднього моста;
- встановлення колісних гальмі на балку заднього моста, встановлення маточини заднього колеса на поворотну цапфу балки, встановлення планетарного механізму колісного редуктора і головної передачі з диференціалом у зборі на балку заднього моста;
- випробування заднього моста.

Програма випробувань заднього моста:

- залити в картер редуктора через отвір маслорозливної горловини до її нижнього рівня свіже змащення;
- залити мастило в колісні редуктори до рівня маслорозливної горловини у положенні, при якому нижній край горловини знаходиться у горизонтальному положенні;
- встановити задній міст на стенд для обкатування, після цього закріпити, живлення стенда здійснюється від контактної мережі постійного струму $U = 550 \text{ В}$;

- під'єднати карданний вал до фланця центрального редуктора;
- дати напругу на стенд, обкатувати одну годину;
- ручним гальмом виконують притирання колодок, в процесі обкатування моста перевіряють на слух роботу редукторів, шум повинен бути рівним, встановлення заднього моста на тролейбус, загальне збирання заднього моста з підрамником і ресорами, монтаж заднього моста в зборі з підрамником і ресорами на тролейбус, встановлення задніх коліс на тролейбус.

Контрольні запитання

1. Накресліть структурну блок-схему заднього моста тролейбуса та визначте найбільш відповідальні деталі.
2. В якому цеху проводять ремонт заднього моста тролейбуса?
3. Назвіть обладнання, яким оснащені дільниці з ремонту заднього моста тролейбуса.
4. З яких технологічних процесів складається технологічний процес ремонту заднього моста тролейбуса та в чому полягає сутність кожного з цих процесів?
5. На основі яких нормативно-технологічних документів проводять ремонт заднього моста тролейбуса?
6. Програма випробування заднього моста тролейбуса.

Лекція № 14

РЕМОНТ СКЛАДАЛЬНИХ ОДИНИЦЬ ПНЕВМАТИЧНОЇ СИСТЕМИ ТРОЛЕЙБУСА

Пневмообладнання потрібне для отримання стисненого повітря та його випробування з метою приведення в рух гальмових пристроїв та пневмопідвіски, приводу дверей та накачки шин. Пневмообладнання тролейбусів підрозділяють на складові частини: напірна система, яка потрібна

для отримання чистого повітря та його акумулювання; гальмова система, яка потрібна щоб приводити в рух механічні гальма; допоміжна система, яка потрібна щоб забезпечити роботою рульове керування (14Тр, 15Тр) та підтримувати тиск в елементах пневмообладнання. До напорної системи входять: компресор; конденсаційний резервуар; магістральний резервуар; електропневматичний регулятор тиску АК-115; антизаморожувач; запобіжний клапан на 10 бар; зворотний клапан компресора; регулятор тиску; буксирний клапан. У гальмову систему входять: два резервуара; зворотні клапани резервуарів; два гальмових клапана; чотири гальмових циліндра; два манометра. До допоміжної системи входять: два резервуара елементів пневмопідвіски; три регулятори рівня підлоги пневмопідвіски.

Ремонт обладнання пневмосистеми проводиться на ремонтному підприємстві згідно з технічними вимогами. До капітального ремонту висувають вимоги, зазначені нижче.

Капітальний ремонт повинен проводитись у спеціалізованих майстернях згідно інструкцій.

Ремонт базується на взаємозамінювані деталей за наступною схемою: передремонтна діагностика; очистка; мийка; розбирання на складальні одиниці; остання мийка; дефектація; сортування; поопераційний контроль; збирання; випробування; нанесення лакофарбового покриття; здача ВТК.

Матеріали, півфабрикати, запасні частини, потрібні для ремонту, повинні відповідати вимогам схем та технічних умов.

Вимірювальні прилади, якими користуються, щоб перевірити пневмообладнання, повинні перевірятися згідно з ДСТУ 2709-94.

При здійсненні робіт з монтажу, демонтажу, випробування, нанесення лакофарбового покриття треба виконувати правила охорони праці.

Прийом пневмообладнання до капітального ремонту проводиться згідно з «Основними вимогами ремонту і модернізації рухомого складу». При капітальному ремонті тролейбуса з нього знімають наступні вузли і агрегати: компресор ЕК-4; пневморегулятор АК-115; клапани; гальмовий кран; гальмові

циліндри; антизаморожувач; повітряні балони; маслотовологовіддільник; вимикач пневматичний.

При ремонті обладнання прокладки, пружини вказані у додатку до «Керівництва з капітального ремонту» потрібно замінити на нові, також замінюють новими гумові шланги компресора та регулятора тиску. Манометри випробують в КЗЛ (конструкційно-змірювальній лабораторії). Трубопроводи з тролейбуса знімають, очищують, продувають сухим стислим повітрям та дефектують. З'єднані вимірювальні деталі (ніпель, штуцер) з поганою різьбою та несправною калібровкою замінюють. Після відремонтування обладнання пневмосистеми ставлять на тролейбус, перевіряють, регулюють. Передремонтне діагностування проводять на випробувальному стенді.

Технологічний процес ремонту компресора.

При розбиранні його ставлять на спеціальний стенд, відвертають пробку маслозливного отвору і перевіряють масло (його не повинно бути); від'єднують від компресора електродвигун, після чого електродвигун відправляють на дільницю ремонту електричних машин.

Розбирання компресора роблять у наступній послідовності: відвернути болти кріплення сапуна і зняти сапуни; відвернути пробку заливного пристрою та вийняти масловказівник; зняти клапанну коробку; зняти блок циліндрів; розшпінтувати болти шатунів та відвернути гайки кріплення, зняти кришку шатуна; зняти з вала шатун; вилучити з корпусу блок шестерней; вивернути стопорний гвинт; витягнути колінчатий вал з корпусу компресора з кулькопідшипником № 4 і зубчатим колесом. Розібрати на деталі основні складальні одиниці компресора:

а) з клапанної коробки вийняти стакани.

б) від'єднання поршня від шатуна проводиться шляхом: зняття стопорного кільця поршневого пальця; випресовка пальця з поршня за допомогою оправки; роз'єднання поршня і шатуна; зняття комплекту кілець.

в) за допомогою знімача зняти з одного кінця колінчатого вала зубчате колесо відвернувши болти, потім зняти дзвінкову пластину, шайбу, шпонку. З

другого кінця колінчатого вала за допомогою знімачів зпресовують кулькопідшипники. Після розбирання деталі компресора миють у мийній машині та дефектують.

Перед збиранням вузлів обладнання перевіряють якість знежирення і миття деталей, особливо ретельно повинні бути очищені мастилопроводні канали, отвори компресора промастити мастилом К-19 і покрити тонким шаром алюмінієвої пудри. Нові деталі (втулки, підшипники) підігрівають у мастильній ванні до температури 60–80 °С і витирають, чисті деталі продувають стисненим повітрям. Збирання виконують згідно кресленням, вказівкам, нормам. Збирання компресора виконують в такій послідовності:

- виконують збирання складальних одиниць:
- напресовування на колінчатий вал кулькопідшипників зубчатого колеса та інш.;
- збирання шатуна з поршнем;
- збирання клапанів і клапанних коробок;
- збирання шатуна;
- збирання компресора.

У корпус блоку шестерень встановлюється редуктор разом з колінчатим валом, після цього регулюють зачеплення шестерень. Перевіряють вільне обертання колінчатого валу і коліс, боковий зазор між зубами у торцевому розрізі (0,05–0,15 мм), він регулюється шляхом повороту ексцентрикової осі до упору і наступного повороту у зворотному напрямку у межах 45–90 °, після чого повернути стопорний гвинт.

Площа прилягання зубів блока шестерень контролюється за допомогою фарби. Пляма контакту повинна бути по висоті 60 % і по довжині 50 %, після цього встановлюють блок циліндрів на корпус компресора, зверху вводять шатун з поршнем. Шкідливий простір, що знаходиться між днищем поршня і клапанною коробкою повинен знаходитись у межах (1,163–2,89 мм)

- з'єднати ТЕД з компресором;
- залити мастило;

- встановити на корпус сапун в комплекті;
- представити компресор майстру ВТК;
- випробування на стенді виконується за спеціальною програмою, після чого виконують заміну неприпрацьованих поршневих кілець;
- встановити на блок циліндрів клапанну коробку у комплекті, представити майстру ВТК і отримати дозвіл на випробування.

Контрольні запитання

1. Накресліть структурну блок-схему пневматичної системи тролейбуса та визначте її складальні одиниці.
2. В якій одиниці структури ремонтного заводу проводять капітальний ремонт складальних одиниць пневматичної системи тролейбуса.
3. Які документи відносять до керівних з ремонту складальних одиниць пневматичної системи тролейбуса?
4. Які технологічні процеси відносять до технологічного процесу ремонту складальних одиниць пневматичної системи тролейбуса?
5. Які ви знаєте марки електрокомпресорів, що встановлені на тролейбусах?
6. Які нормативно-технологічні документи використовують під час технологічного процесу розбирання електрокомпресора?
7. Які нормативно-технологічні документи використовують під час складання електрокомпресора?
8. Як випробовують електрокомпресор та на основі яких керівних документів?

Лекція № 15

РЕМОНТ СКЛАДАЛЬНИХ ОДИНИЦЬ ОРГАНІВ РУЛЬОВОГО КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ ПРИСТРОЇВ

15.1 Організація ремонту органів рульового керування

Рульове керування тролейбуса ЗіУ-9 складається з таких елементів:

- рульового механізму;
- гідравлічної системи;
- системи тяг та важелів.

Рульовий механізм містить:

- картер рульового механізму;
- рульову колонку;
- рульову сошку;
- рульовий вал;
- вилку кардану.

Гідравлічна система: гідропосилювач керма (розподільувач, силовий циліндр), лопатевий насос, двигун, трубопроводи, шланги.

Система тяг та важелів: дві спеціальних тяги, дві поперечних тяги, двоплечий важіль, важіль гідропосилювача і два важеля поворотної цапфи.

Рульова трапеція складається з балки переднього моста, поперечних рульових тяг і двох важелів поворотних цапф.

Ремонт обладнання рульового керування виконується на ремонтних підприємствах РС відповідно «Керівництву з КР тролейбусів». Ремонт виконують на підставі взаємозамін деталей за класичною схемою. Ремонт обладнання виконується в агрегатному цеху на дільниці ремонту рульових механізмів.

Інструмент повинен проходити контрольні перевірки згідно діючих норм. Результати повинні відображатися у паспорті інструмента. Перевірку технічного стану обладнання виконують кожен рік. Нові деталі повинні відповідати стандартам і кресленням. Майстер ВТК контролює якість робіт при всіх видах ремонту.

15.2 Типовий технологічний процес ремонту рульового керування

При надходженні рульового керування на дільницю розбирання в першу чергу від'єднують двигун від гідронасосу, який надходить у цех з ремонту електрообладнання. Перед розбиранням зливають мастило з

картера насоса і гідропосилювача. Виконують очищення від бруду, після чого розбирають, а потім всі деталі миють мийній машині і продувають стисненим повітрям. Деталі промивають при температурі 75-90 °С. Заборонено промивати деталі з алюмінію та цинку у лужному розчині. Виконується магнітна дефектація. Виконують обов'язкову заміну наступних деталей: кульові пальці, кріпильні деталей кульових пальців і сошки руля, кріплення деталей рульового механізму і кронштейна рульових механізмів, болти і шплінти, замкові шайби, сальники. Інші деталі бракують, якщо є зрив різьби. Деталі, що належать до відновлення, відновлюють. Пружині, які мають релаксаційні явища, відновлюють встановленими методами. Гумові шланги заміняють, відповідальні деталі підбирають на заводі-виготовникові індивідуально. Збирання вузлів виконують відповідно з технологічними документами та у чистоті, зазори і натяги повинні відповідати вимогам ТУ. Перевірка і випробування насосу і гідропосилювача виконують згідно з відповідними ДСТ. Після збирання вони прямують на дільницю комплектації з обов'язковою відміткою у формулярі спеціалістів ВТК.

15.3 Технологічний процес ремонту гідропосилювача

Головними складальними одиницями гідропосилювача руля є розподільвач і силовий циліндр. Розподільвач включає в себе корпус золотника, обмежувач ходу золотника, кульові пальці, корпус шарнірів і стакан. Силовий циліндр включає в себе поршень, гумові ущільнення і циліндр. Розбирання гідропосилювача виконують у такій послідовності:

- встановлюють його на сталевих листах, відкручують приводні болти короткої і довгої трубки гідропосилювача;
- відкручують приводні болти зливної трубки, знімають ущільнювальні кільця, з'єднувальні гайки;
- знімають штуцер і ніпель, гайку кріплення тримача трубок і ніпеля, болт і знімають тримач разом з прокладкою;
- відкручують задню кришку гідропосилювача, ослабляють

контргайку. Виймають з циліндра поршень у комплекті з штоком, ослабляють гайку і викручують циліндр з передньої кришки. Відкручують і знімають гайки з гідропосилювача, знімають стопорні пальці кулькопідшипника штока поршня, зі штока знімають задню кришку в комплекті і звільнюють шток. Задню кришку звільняють, відгинають юбку захисного ковпака і знімають ковпак з кришки, знімають задню кришку, знімають ущільненні і захисні кільця, встановлюють шток на підставку гідравлічного преса і випресовують за допомогою оправки з гнізда штока кулькопідшипник. З передньої кришки достають ущільнювальне кільце.

Контрольні запитання

1. В якому цеху проводять ремонт складальних одиниць органів рульового керування тролейбуса?
2. Назвіть обладнання, яким оснащені дільниці з ремонту складальних одиниць органів рульового керування тролейбуса.
3. Накресліть блок-схему органів рульового керування тролейбуса.
4. З яких технологічних процесів складається технологічний процес ремонту складальних одиниць органів рульового керування та в чому полягає сутність цих технологічних процесів?
5. На основі яких нормативно-технологічних документів проводять ремонт складальних одиниць органів рульового керування після ремонту?

Лекція № 16

РЕМОНТ СПЕЦІАЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ ПРИСТРОЇВ

16.1 Виробничий процес ремонту електричних машин

Після розбирання РС усе електротехнічне обладнання має бути піддано очищенню на монтажній дільниці, а потім воно надходить у спеціалізований

цех з ремонту електричних машин (ЕМ) і апаратів, кінцеве очищення обладнання виконують в цеху. Якщо є сліди корозії, то очищають на дробоструминному апараті, або металевою щіткою. Поверхні якоря та котушок ЕМ і апаратів, фарфорову ізоляцію, деталі з пластмаси очищують шляхом протирання тканиною, спочатку змоченою у бензині або уайт-спириті. Виробничий процес ремонту ЕМ включає в себе як головні, так і допоміжні операції, до яких відноситься доставка ЕМ у продувну камеру, попереднє очищення від бруду і пилу, доставка на випробувальну станцію для проведення передремонтного діагностування, розбирання на вузли, деталі, дефектація і сортування механічного і електротехнічного обладнання, комплектація і збирання машин, випробування і відправлення на склад готової продукції. Залежно від технічного стану ЕМ встановлюють групи ремонту:

- 1) ремонт обмотки якоря, валу і колектору;
- 2) ремонт якоря і колектору з заміною валу на новий;
- 3) перемотування якоря, ремонт валу і колектору;
- 4) перемотування якоря, ремонт колектору з заміною валу на новий;
- 5) перемотування якоря, ремонт валу з заміною колектору на новий;
- б) ремонтування якоря з зміною валу і колектору на нові.

Незалежно від групи ремонту котушки головних полюсів і щіткотримачі відновлюють або замінюють на нові згідно з їх технічним станом. Щітки і підшипники замінюють новими, корпус і підшипникові щити відновлюють до первинних розмірів. Відремонтвані двигуни піддають випробуванням. На кожну ЕМ повинен бути заповнений технічний паспорт. Увесь виробничий процес ремонту ЕМ виконують на дільницях електротехнічного цеху, до цих дільниць належать:

- випробувальна станція;
- розбиральна дільниця;
- обмотувальний і сушильно-просочувальний підрозділ;
- слюсарно-механічний підрозділ;
- комплектувальний підрозділ;

– збиральна ділянка.

На випробувальній станції виконують такі випробування:

- ізоляції обмоток;
- електричної стійкості ізоляції;
- перевірка легкості обертання валу від руки;
- перевірка цілості підшипників при роботі ЕМ на холостому ході;
- перевірка вибігу ротора;
- оцінка правильності прилягання до колектору і контактним кільцям;
- вимірювання вібрації у режимі холостого ходу;
- визначення повітряного зазору;
- визначення стану кріпильних деталей;
- визначення цілості посадки підшипникових щитів;
- перевірка відсутності пошкоджень на окремих частинах ЕМ.

При гарних результатах ЕМ піддають приймально-здавальним випробуванням, якщо вона проходить ці випробування, її відправляють в експлуатацію. На станції проводять випробування вузлів деталей, а також нових зразків складальних одиниць, які встановлені замість негодних. При заміні конструкції матеріалу виконують ресурсні випробування з оцінкою якості роботи нових вузлів в умовах експлуатації, також випробування ЕМ після ремонту. До програми випробувань належать обкатка машини на холостому ході протягом 30 хвилин. Приймально-здавальний акт при цих випробуваннях (опір ізоляції обмоток збудження не повинен відрізнятися від заводських значень 3 МОм більш ніж на 3 %, обмотки якоря ± 10 %) після закінчення робіт заносяться до паспорта ЕМ, а також примітки про об'єм робіт ремонту, дати його закінчення і протоколу випробувань.

16.2 Коротка характеристика ділянок ремонту електричних машин та їх технологічне оснащення

Розбиральна ділянка виконує наступні технічні операції:

- відчистити рухомий склад від пилу, бруду перед розбиранням;

- розбирати його на складальні вузли та одиниці, а останні на деталі;
- провести дефектацію та сортування, вибрати засіб відновлювання;

Ділянка має: мийне обладнання, піднімальний пристрій, продувну камеру, гвинтовий та пневматичний знімачі.

В обмотувальній, сушильній, просочувальній дільниці відновлюють старі та виготовляють нові обмотки електромашин. Вкладають у пази нові обмотки. Висушують, просочують, роблять післяопераційний контроль технічного стану електромашин. Мається устаткування для чищення та ізолювання, нарізки ізоляції. Пристосування для формування ізоляційних котушок. Мається устаткування для зварювання та пайки, бандажування обмоток якоря. На дільниці є пристрої для сушки та просочування обмоток електромашин лаками.

Слюсарно-механічна дільниця: відновлюють, виготовляють як механічні, так і струмоведучі частини електромашин (колектор). На дільниці проводять перешихтовку осердя ротора. Ця дільниця має устаткування для механічної обробки деталі, піднімально-транспортувальний механізм, ножиці для металу, зварювальний пристрій.

Комплектувальна дільниця включає організаторську ланку, куди направляють справні вузли з розбірної дільниці, з обмоткового та слюсарно-механічного та проводять комплектацію машин. Перевірені вузли та складальні одиниці передають на дільницю збирання. Збиральний підрозділ представляє собою дільницю, де проводять повузлове збирання та загальне збирання електромашин. Дільниця має таке ж устаткування, що і на розбиральній дільниці. У ремонтних підприємствах, де невелика виробнича програма розбиральну та збиральну дільницю об'єднують. В збиральній дільниці проводять балансування на спеціальному устаткуванні.

16.3 Технологічний процес ремонту тягових електродвигунів

Тяговий електродвигун (ТЕД) ремонтується за класичною схемою виробничого процесу:

- випресовка підшипникового щита зі статора, з боку колектора за допомогою знімача;
- мийка від пилу та бруду за допомогою продувної камери;
- за допомогою кран-балки знімають кришки колекторних люків;
- виймають щітки з щіткотримачів;
- знімають фланець валу якоря за допомогою гвинтового знімача;
- знімають кришку підшипника за допомогою гайкового ключа торцевого типу;
- знімають підшипник з упорним кільцем та задньою кришкою;
- випресовують з остова підшипниковий щит з боку вентилятора;
- якір виймають остова;
- за допомогою кран-балки та візка якір і остов транспортують у продувну камеру. Дефектують та відновлюють складальні одиниці. На робочому місці знімають ізоляцію і роз'єднують клеми між котушками головних і додаткових полюсів остова електродвигуна;
- знімають головні полюси з котушками;
- знімають допоміжні полюси з котушками;
- перевіряють різьбу болтів в середині полюсів;
- перевіряють технічний стан обмоток додаткових і головних полюсів;
- покривають ізоляційним лаком.

У ході відновлення проводять поопераційний контроль шаблоном, проводять перевірку довжини вивідних проводів, технічний стан гумових трубок. Перевіряють на пробій ізоляційні втулки, шарніри і запори колекторних люків. Фарбування остова роблять дугогасильною емаллю ГФ-92-хс. Найчастіше проводять відновлення котушок ТЕД, для чого перевіряють технічний стан ізоляції котушок візуально, перевіряють ізоляцію на пробій. Перевіряють відсутність міжвиткового замикання способом омичного опору за допомогою універсального моста. Опір котушок при температурі 20 °С беруть із довідника. При поганому технічному стані ізоляції її знімають з котушки та замінюють новою. Потім роблять компаундування котушки у

пресувальній ванні. Накладення шару ізоляції з склострічки товщиною 0,4мм без покриття. Накладення ізоляції у 3 шари мікастрічкою. Накладення ізоляції в 1 шар кіперною стрічкою Після цього котушка просочується в лакові К-47. Для цього завантажують обмотку в піч для сушки. При досягненні t 40–50 °С її кладуть у лак. Потім висушують на повітрі 1 годину. Завантаження в сушильну піч роблять за допомогою програми сушки. Якість сушки згідно з контрольнo-вимірювальними засобами: АПП-45. Ремонт якоря починають з контролю його технічного стану перевіркою конусного кінця вала; перевіркою посадкового місця під підшипник, перевірка ізоляції; перевірка відсутності міжвиткового замикання секцій якоря. При проведенні технічного стану використовують методику викладену в ДСТУ ГОСТ 2582:2017. При заміні обмотки якоря у першу чергу знімають бандажі, потім нагрівають півники колектора і виймають розпаяні кінці обмоток з секцій, використовуючи газові горілки. Очищають пази від старої ізоляції та продувають стиснутим повітрям. Перевіряють колектор на діелектричну міцність напругою 220 В впродовж 1 хвилини. Потім бандажують якір склострічкою. Потім перевіряють підшипникові щити, , ремонтують щіткотримач.

Випробування ТЕД. В першу чергу виконують поопераційний контроль, який виконують за такими позиціями:

- колектор повинен бути відшліфований і продорожений;
- глибина канавки 0,8–1 мм;
- щітки повинні бути притертими по колектору;
- корпус щіткопримача повинен бути встановлений відповідно з кресленням, опір ізоляції обмоток не менш 6 МОм для ТЕД.

Омічний опір обмоток ТЕД у межах ± 5 % від розрахункового.

Потім ТЕД встановлюють на випробувальний стенд, де виконують такі позиції:

- випробування на холостому ході з частотою обертання 900–1 000 об/хв;
- перевірка роботи підшипників;
- перевірка плавності ходу якоря, допускається бій колектора не вище

0,15 мм.

Потім ТЕД випробують на підвищених швидкостях 3 000–3 700 об/хв протягом 2 хвилин. Наступні випробування необхідно проводити згідно з ДСТУ ГОСТ 2582:2017.

Контрольні запитання

1. В якому цеху проводять капітальний ремонт спеціальних електричних машин?
2. Яким обладнанням оснащені ділянки з ремонту спеціальних електричних машин?
3. Які марки спеціальних електричних машин встановлені на технічних засобах ЕТ?
4. Накресліть структурну блок-схему спеціальної електричної машини.
5. Назвіть, які технологічні процеси входять до складу технологічного процесу ремонту спеціальних електричних машин.
6. На основі яких керівних документів виконують капітальний ремонт спеціальних електричних машин та де визначені допустимі значення основних параметрів найбільш відповідальних деталей?
7. Як проводять випробування спеціальних електричних машин?

Лекція № 17

РЕМОНТ ЕЛЕКТРИЧНИХ АПАРАТІВ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ ПРИСТРОЇВ

Групові апарати, незважаючи на окремі специфічні особливості конструкцій, мають однакові за призначенням наступні складальні одиниці: корпус (рама); кулачковий барабан у зборі; кулачкові елементи в зборі; двоступінчастий редуктор у зборі; фіксуючий і блокуючий механізми в зборі; привід у зборі.

Корпус і рама підлягають відновленню при наявності наступних поломок:
– тріщин, зламів виступаючих частин;

- ослаблення заклепувальних з'єднань;
- зносу посадкової поверхні під кришку підшипника чи зовнішнього кільця підшипника більш 0,05 мм;
- зносу поверхні пальця під втулку важеля фіксуючого і механізму, що блокує, більше 0,1 мм;
- зносу прохідних отворів більше 0,5 мм; ушкодження різьблення;

До бракувальних ознак відносять:

- радіальні тріщини і злами, що проходять від гнізда під підшипник до отвору кріплення рами;
- оплавленні струмопровідних деталей корпусу, що зменшують площу поперечного перерізу більш 10 %;
- деформації деталей від механічних зусиль виниклих, наприклад, у результаті дорожніх подій;
- пробої ізоляційних деталей на корпус і обвуглювання.

Кулачковий барабан у зборі складається з наступних деталей: кулачкового вала, головного, гальмового, пластмасових діелектричних кулачкових шайб, двох кулькопідшипників, що регулюють дистанційних шайб, прокладок.

Основними дефектами валу є:

- знос шийки вала під внутрішнє кільце і кулькопідшипника більше 0,01 мм;

- деформація (биття) вала (при битті більш 1,0 мм – бракувальна ознака);

До основних дефектів кулачкових шайб відносять:

- знос робочої поверхні профілю кулачкових шайб по діаметрі більше 2 мм – бракувальна ознака. (початкова величина зовнішнього діаметра кулачкових шайб КВ-34А и КВ-42М дорівнює 152 мм, а ЭКГ-20Б-1 – мм);
- злам шайб по робочій поверхні профілю – бракувальна ознака;
- биття робочої поверхні шайб щодо шийок кулькопідшипників більше 0,1–0,2 мм; зсуві шайб удалину вала більше 0,5 мм;
- ослаблення кріплення пакету шайб на валі;

– пробій ізоляції шайб на корпус – бракувальна ознака; обвуглювання ізоляції шайб глибиною більш 2 мм на площі більш 30 % – бракувальна ознака;

Регулюючі шайби і прокладки, а також кулькопідшипники при капітальному ремонті заміняють.

Деталі кулачкових елементів можуть мати наступні дефекти:

– втомлені тріщини ізоляційної підстави – бракувальна ознака;

– злам ізолятора по місцеві його кріплення – бракувальна ознака; пробій ізолятора на корпус;

– зменшення площі торкання контактів до величини менше 90 %; – знос контактів більш 50 % від номінального розміру; обрив жил гнучкого шунта більше 10мм;

– залишкова деформація пружин більш 8 %;

– знос зовнішнього діаметра ролика більш 0,5 мм (величина початкового значення зовнішнього діаметра ролика дорівнює 16 мм);

– збільшення зазору в шарнірному з'єднанні важеля з ізолятором більше 0,2 мм.

Крутний момент від електродвигуна передається на кулачковий вал через двоступінчастий редуктор, що складається з відомої, ведучої і проміжної шестірні; Основними дефектами його деталей є:

– тріщини, відколи шестірень (особливо текстолітової) – бракувальна ознака;

– знос ширини голівки зуба шестірні більш 0,3 мм по діаметрі ділильної окружності.

Відновлення технічного стану.

Технологічним процесом ремонту групових апаратів передбачене відновлення технічного стану їх деталей. При цьому використовують всі існуючі способи відновлення деталей. Ослаблення кулачкових шайб на валу усувають шляхом затягування їх до відмовлення стягуючою гайкою.

При наявності биття кулачкового барабана щодо центрів барабан проточують по зовнішньому діаметру з найменшим зняттям матеріалу.

Відновлення кулачкових елементів проводиться без розбирання шарнірних з'єднань, якщо до цього не виявиться об'єктивних причин. Нагар і кіптява в дугогасильній камері, краплі розплавленого металу на поверхні рогів, коронок, контактотримачів очищають металевою обертовою на верстаті щіткою.

При необхідності роблять перепайку виводів дугогасильної котушки з контактними виводами. Контакти, як правило, встановлюють нові.

Шарнірні з'єднання ролика, важеля змащують технічним вазеліном. При перевищенні припустимого зносу осей чи роликів цих шарнірних з'єднань їх вибраковуюють.

Ізолятор очищають від кіптяви, невеликі сліди нагару видаляють з поверхні дрібнозернистим наждаковим папером, після чого зафарбовують ушкоджене місце електроемаллю.

Монтаж підшипників на шийки вала редуктора виконують з нагріванням кілець у масляній ванні до температури 90–100 °С. Змащення підшипників редукторів роблять змащенням ЦИАТИМ-203.

У керівних документах зазначено вимоги до групових апаратів.

Усі, перераховані нижче вимоги ДСТУ 2933-95 до низьковольтних електричних апаратів взагалі і групових апаратів зокрема, є обов'язковими. Ці вимоги розділяються на: вимоги до зовнішнього вигляду, до комплектності; до якості зборки; до електроізоляційних властивостей.

При зовнішньому огляді перевіряють відповідність електричного апарата вимогам робочої документації, а також звіряють його з зовнішнім виглядом контрольного зразка.

При перевірці комплектності електричного апарата виявляють наявність у комплекті передбачених документацією запасних деталей, спеціального інструмента й експлуатаційних документів відповідно до ДСТУ ГОСТ 2.601:2006.

При контролі збірки після ремонту перевіряють:

а) кулачковий барабан, у складі якого:

- хитавиця і поворот кулачкових шайб на валу не допускається;
 - биття робочої поверхні шайб щодо центрів, у які він затиснутий, допускається не більш 0,1 мм;
 - зсув нульової мітки кулачкових шайб друг щодо друга допускається не більш 0,5 мм;
- б) кулачкові елементи в зборі, у яких:
- ролики повинні вільно, без заїдань обертатися на осях;
 - затиски повинні мати маркірування відповідно до монтажно-електричної схеми;
 - відстань від гнучкого шнура до нерухомого контакту повинне бути не менш 12 мм;
 - бічний зсув контактів допускається не більш 0,5–1 мм;
 - площа торкання контактів повинна складати не менш 90 % усієї площі контактів;
 - розчин, провал, натискання контактів повинні відповідати встановленим значенням, що при необхідності регулюють.

Електричний апарат при ремонті РС демонтується. Їх чистять на демонтажній дільниці, потім направляють у спеціальний електротехнічний цех ремонту в електроапаратне відділення, в якому проводять останнє очищення і продуванням сухим стисненим повітрям. Очищення великих деталей проводиться за допомогою металевих щіток. Протирають ганчіркою змоченою у бензині, гасі, денатураті фарфорових ізоляторів, ізоляційних стійок, контактної поверхні, вали, барабани, шайби.

Електроапаратні відділення складаються з підрозділу електрокомутаційних апаратів силових кіл, куди надходить наступне обладнання: струмоприймачі, реостатні та індуктивні щупи, електромагнітні контактори які забезпечують комутацію силових кіл.

До підрозділу електроапаратів кіл керування надходять:

- контролер керування – багатопозиційний електроперемикач, який забезпечує вмикання, перемикавання різних електричних кіл шляхом вмикання

електричного апарату. Для виведення пускового реостату з ланцюга ТЕД під контролем реле прискорення, а також для забезпечення необхідних переключень ланцюгів управління та взаємоблокування роботи електричних апаратів використовують груповий реостатний контролер;

– електромагнітне реле, яке потрібне для вмикання і вимикання ланцюгів з невеликим струмом, головним чином вони ставляться у ланцюгах низької напруги. Електромагнітні реле за принципом роботи поділяється на: електромагнітні, вібраційні, теплові. Теплові реле потрібні для відключення ланцюгів при тривалому проходженні струму. Теплове реле використовують як переривач сигналу повороту.

До підрозділу електричних апаратів захисту входять:

– лінійний контактор з реле максимального струму, який виконується в одному блоці та служить для включення та швидкого виключення силового ланцюга вагона при його пуску або при переході на вибіг;

– реле перевантаження і захисту від КЗ;

– плавкі запобіжники.

Після того, як електричний апарат надходять на вказані ділянки, проводять розбирання на вузли. Дрібні деталі мийуть у мийній машині 5 %-вим розчином каустичної соди при температурі 50–60 °С. Деталі для кріплення відправляють в гальванічний цех для цинкування і міднення. Вали і кулачки направляють в цех для хромування. Деталі, які залишились дефектують і сортують. Перевіряється зміна фізико-механічних властивостей: релаксація пружин, корозія. До електротехнічних пошкоджень відносять: вигорання контактів через електричну дугу, пробій ізоляції котушок, обрив гнучких з'єднань, знищення від динамічних навантажень.

Корпуса, кришки, кожухи апаратів сушать, наносять лакофарбове покриття, потім компонують, збирають, змащують.

Методи контролю.

Для перевірки стану ізоляції та технічних даних для всіх електричних апаратів перед встановленням на РС проводиться цикл виробничих

електричних випробувань. До об'єму робіт входять операції: Загальний огляд і перевірка збирання електричних апаратів. Випробування ізоляції. Перевірка опору ізоляції та омичного опору.

Контрольні запитання

1. В якому цеху проводять капітальний ремонт електричних апаратів транспортних засобів?
2. Яким обладнанням оснащені дільниці з ремонту електричних апаратів?
3. Накресліть блок-схему непрямого управління електродвигунами одного з транспортних засобів.
4. На основі яких керівних документів виконують капітальний ремонт електричних апаратів транспортних засобів?
5. З яких технологічних процесів складається технологічний процес ремонту групового реостатного контролера?
6. Викладіть концепцію розробки стенда для випробування електричних апаратів після ремонту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Дудченко О. А. Технічне обслуговування і ремонт рухомого складу : підручник / О. А. Дудченко. – Київ : Знання, 2004. – 478 с.
2. Ремонт автомобілів : навчальний посібник/ Упор. В. Я. Чабанний. – Кіровоград : Кіровоградська районна друкарня, 2007. – 720 с.
3. Коробейник А. В. Ремонт автомобилей. Практический курс / А. В. Коробейник. – Ростов н/Д. : Феникс, 2004. – 512 с.
4. Коробейник А. В. Ремонт автомобилей. Теоретический курс / А. В. Коробейник. – Ростов н/Д. : Феникс, 2004. – 288 с.
5. Иванов В. П. Ремонт автомобилей / В. П. Иванов, В. К. Ярошевич, А. С. Савич. – Минск : Выш. шк., 2009. – 383 с.
6. Кулаков Б. М. Ремонт трамвайных вагонов. / Б. М. Кулаков, М. Я. Резник. – М. : Транспорт, 1980. – 463 с.
7. Молодык Н. В. Восстановление деталей машин: Справочник / Н. В. Молодык, А. С. Зенкин. – М. : Машиностроение, 1989. – 480 с.
8. Коган Л. Я. Эксплуатация и ремонт троллейбусов. / Л. Я. Коган. – М. : Транспорт, 1978. – 248 с.
9. Зеркалов Д. В. Обладнання для технічного обслуговування і ремонту машин. Довідник / Д. В. Зеркалов. – Київ : Урожай, 1991. – 208 с.
10. Устройство и ремонт электропоездов метрополитена / Под ред. Э. А. Сементовского. – М. : Транспорт, 1991. – 335 с.
11. Хасуй А. Техника напыления. Перевод с японского / А. Хасуй. – М. : Транспорт, 1975. – 288 с.

Навчальне видання

КОВАЛЕНКО Андрій Віталійович

ВИПРОБУВАННЯ, ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ ПРИСТРОЇВ

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

*(для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
зі спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіки)*

Відповідальний за випуск *Ю. П. Бархаєв*
За авторською редакцією
Комп'ютерне верстання *А. В. Коваленко*

План 2021, поз. 90Л

Підп. до друку 07.10.2022. Формат 60 × 84/16.
Електронне видання. Ум. друк. арк. 7,7.

Видавець і виготовлювач:
Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків 61002.
Електронна адреса: office@kname.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 5328 від 11.04.2017.