

МЕХАНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра експлуатації та ремонту рухомого складу

**ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЇ РЕМОНТУ
ЛОКОМОТИВІВ**

Конспект лекцій

Частина 1

Харків - 2014

Основи технології ремонту локомотивів: Конспект лекцій / Ю.М. Дацун, О.В. Клименко, М.В. Максимов, В.М. Данько. – Харків: УкрДАЗТ, 2014. – Ч. 1. – 69 с.

Конспект лекцій призначено для студентів академії всіх форм і термінів навчання зі спеціальності "Локомотиви та локомотивне господарство" та відповідає робочій програмі з курсу "Основи технології ремонту локомотивів".

Лл. 25, табл. 5.

Конспект лекцій розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри експлуатації та ремонту рухомого складу 18 лютого 2013 р., протокол № 24.

Рецензент

проф. О.В. Устенко

ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЇ РЕМОНТУ
ЛОКОМОТИВІВ

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ
Частина 1

Відповідальний за випуск Дацун Ю.М.

Редактор Ібрагімова Н.В.

Підписано до друку 25.03.13 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 3,25. Тираж 100. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Українська державна академія залізничного транспорту,
61050, Харків-50, майдан Фейєрбаха, 7.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2874 від 12.06.2007 р.

Міністерство освіти і науки, культури та спорту України
Українська державна академія залізничного транспорту

Кафедра експлуатації та ремонту рухомого складу

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

з дисципліни

"Основи технології ремонту локомотивів"

Частина 1

для студентів спеціальності "Локомотиви та локомотивне
господарство" всіх форм навчання

Зав. каф.
Декан
Голова МК
автори
доцент
доцент
асистент
асистент

Е.Д.Тартаковський
О.В.Устенко
Н.А.Аксьонова

Ю.М.Дацун
В.М.Данько
О.В.Клименко
М.В.Максимов

Харків – 2013

Дацун Ю.М., Клименко О.В., Максимов М.В., Данько В.М.
Основи технології ремонту локомотивів: Конспект лекцій. –
Харків: УкрДАЗТ, 2014. – Ч. 1. – 69 с.

Конспект лекцій призначено для студентів академії всіх форм і термінів навчання зі спеціальності "Локомотиви та локомотивне господарство" та відповідає робочій програмі з курсу "Основи технології ремонту локомотивів".

Іл. 25, табл. 5.

Конспект лекцій розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри експлуатації та ремонту рухомого складу 18 лютого 2013 р., протокол № 24.

Укладачі:

доценти Ю.М. Дацун,
В.М. Данько,
асистенти О.В. Клименко,
М.В. Максимов

Рецензент

проф. О.В. Устинко

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 Основні положення про ремонтне виробництво тягового рухомого складу.....	5
1.1 Основні поняття та визначення.....	5
1.2 Система технічного обслуговування та ремонту тягового рухомого складу.....	6
1.3 Основна нормативно-технічна документація з обслуговування та ремонту локомотивів.....	16
1.4 Експлуатаційні фактори, що впливають на надійність ТРС...23	
1.5 Класифікація видів зносу та пошкоджень деталей ТРС.....	24
2 Етапи технологічного процесу ремонту тягового рухомого складу.....	28
2.1 Основні поняття та визначення	28
2.2 Технологія розбирання ТРС.....	30
2.2.1 Підготовка ТРС до розбирання та ремонту.....	30
2.2.2 Розбирання ТРС.....	30
2.3 Основи технології очищення та миття агрегатів, вузлів, деталей ТРС.....	31
2.4 Контроль стану механічних частин.....	38
2.4.1 Розміри деталей.....	38
2.4.2 Способи вимірювання зносу деталі.....	38
2.4.3 Основні методи й способи неруйнівного контролю деталей ТРС.....	44
2.5 Основні методи й способи відновлення деталей ТРС.....	54
2.5.1 Обробка під ремонтний розмір.....	54
2.5.2 Встановлення додаткової деталі.....	56
2.5.3 Відновлення деталей пластичною деформацією.....	56
2.5.4 Нарощування деталей металізацією.....	57
2.5.5 Нарощування деталей електролітичними (гальванічними) способами.....	58
2.5.6 Відновлення деталей зварюванням і наплавленням...62	
2.5.7 Відновлення електроерозійною обробкою.....	63
2.5.8 Відновлення деталей полімерними матеріалами.....	63
2.5.9 Вибір раціонального способу відновлення.....	64
2.5.10 Критерій довговічності.....	65
2.5.11 Способи підвищення зносостійкості та втомної міцності деталей ТРС.....	66

ВСТУП

Залізничний транспорт є однією з найважливіших складових транспортно-дорожнього комплексу, що відіграє значну роль у забезпеченні життєдіяльності багатогалузевої економіки країни, яка знаходиться на стадії реформування та інтеграції в систему європейських зв'язків.

Одним з головних завдань залізничного транспорту на сьогодні є забезпечення відповідності між зростанням обсягів перевезень вантажів і пасажирів і технічним і технологічним переоснащенням галузі. Важливе місце у цих процесах займає ведуча ланка технологічного ланцюга процесу перевезень – локомотивне господарство, злагоджена робота якого формує такі якісні параметри транспортної послуги, як ритмічність, надійність, безпечність, своєчасність тощо.

Сучасний стан функціонування локомотивного господарства характеризується високим ступенем фізичного та морального зносу основного капіталу. Більша частина тягового рухомого складу українських залізниць побудовано згідно з технічними вимогами минулого століття. Він характеризується збільшеними, постійно зростаючими експлуатаційними витратами і має низьку економічність порівняно з локомотивами нового покоління.

Останнім часом локомотивний парк залізниць України поповнюється новими зразками рухомого складу світових і вітчизняних виробників згідно з затвердженою урядом «Програмою оновлення локомотивного парку».

Тому перед працівниками локомотивного господарства, з одного боку, стоять завдання підтримки належного технічного стану локомотивів, що наближаються до вичерпання свого ресурсу, а з іншого - необхідність освоєння обслуговування та ремонту нових зразків рухомого складу, що висуває підвищені вимоги до кваліфікації фахівців локомотивного господарства.

Під час вивчення дисципліни «Основи технології ремонту локомотивів» майбутні фахівці локомотивного господарства отримують базові знання щодо основних понять і положень, нормативних документів, прийомів і методів з організації і технології ремонту ТРС в умовах локомотивних і моторвагонних депо, ремонтних заводів.

1 ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ ПРО РЕМОНТНЕ ВИРОБНИЦТВО ТЯГОВОГО РУХОМОГО СКЛАДУ

1.1 Основні поняття та визначення

Деталі та вузли тягового рухомого складу (ТРС) у процесі експлуатації зношуються та пошкоджуються. Для підтримання ТРС у працездатному стані передбачено комплекс заходів, найважливішим з яких є ремонт.

Ремонт – сукупність технічних заходів, що проводяться з метою відновлення початкових характеристик ТРС, які були втрачені внаслідок зносу та пошкоджень.

Ремонтне виробництво охоплює такі поняття, як система, організація і технологія ремонту.

Система ремонту – сукупність взаємопов'язаних засобів, документації і виконавців, необхідних для підтримки і відновлення працездатності ТРС.

Система ремонту встановлює порядок проведення заходів з підтримання ТРС в справному стані, тобто визначає види технічного обслуговування чи ремонту, структуру ремонтного циклу та періодичність ремонту.

Організація ремонту включає принципи і методи технічного обслуговування та ремонту, питання наукової організації праці, використання засобів технічної діагностики, поточних і механізованих ліній, засобів автоматизації та механізації виробництва.

Технологія ремонту ТРС – сукупність методів та інструментів, що застосовуються з метою відновлення початкових характеристик ТРС, які були втрачені внаслідок зносу чи пошкоджень.

Технологія включає в себе методи, прийоми, режим роботи, послідовність операцій і процедур, вона тісно пов'язана з матеріалами та засобами, що застосовуються, обладнанням, інструментами.

1.2 Система технічного обслуговування та ремонту тягового рухомого складу

Види технічного обслуговування та ремонту на залізницях України визначені затвердженою планово-попереджувальною системою технічного обслуговування та ремонту. Плановою вона називається тому, що терміни постановки ТРС на огляди та ремонти плануються, а попереджувальною – оскільки направлена головним чином на попередження виникнення несправностей.

Технічні обслуговування та поточні ремонти виконуються в локомотивних і моторвагонних депо, капітальні ремонти – на заводах.

Згідно з наказом Укрзалізниці № 093-ЦЗ від 30.06.2010 р. «Про затвердження Положення про планово-попереджувальну систему ремонту і технічного обслуговування тягового рухомого складу (електровозів, тепловозів, електро- та дизель-поїздів)» систему планово-попереджувального ремонту і технічного обслуговування ТРС складають:

1 Технічне обслуговування ТО-1, ТО-2, ТО-3, поточний ремонт ПР-1 – для попередження появи несправностей ТРС в експлуатації, підтримання його в працездатному і належному санітарно-гігієнічному стані, забезпечення безпечної експлуатації, пожежної безпеки та безаварійної роботи, а також заданого рівня комфортності пасажирських перевезень, що здійснюються дизель- та електропоїздами.

2 Технічне обслуговування ТО-4 – для обточування бандажів колісних пар (без викочування їх з-під локомотива або моторвагонного рухомого складу) з метою підтримання оптимальної величини прокату і товщини гребенів. Дозволяється об'єднувати обточування бандажів, плазмове загартування гребенів колісних пар і діагностування ТРС з виконанням технічного обслуговування ТО-2, ТО-3 та поточних ремонтів ПР-1, ПР-2.

3 Технічне обслуговування ТО-5:

ТО-5а – підготовка (консервація) ТРС для постановки в запас Укрзалізниці та резерв залізниці (РУЗ);

ТО-5б – підготовка (консервація) ТРС до відправлення в недіючому стані на капітальні ремонти на заводи або до інших

депо, у поточний ремонт до інших депо своєї чи інших залізниць; передача на баланс інших депо або передислокації;

ТО-5в – підготовка (розконсервація) до експлуатації після побудування, ремонту на заводах або в інших депо після передислокації;

ТО-5г – підготовка (розконсервація) до експлуатації перед видачею локомотивів із запасу Укрзалізниці або РУЗ.

ТО-5 враховується згідно з нормативами трудомісткості і тривалості, що затверджені залізницею окремо за видами призначення ТО-5 і типами ТРС.

4 Технічне обслуговування ТО-6 – виконання регламентних робіт з продовження терміну служби несучих конструкцій. Дозволяється об'єднувати ТО-6 з проведенням виконання технічного обслуговування ТО-3 та поточних ремонтів ПР-1, ПР-2, ПР-3.

5 Поточний ремонт ПР-2 та ПР-3 – для забезпечення справності ТРС, відновлення основних експлуатаційних характеристик і забезпечення їх стабільності в міжремонтний період виконанням ревізії, ремонту, заміни груп деталей, вузлів та агрегатів, регулювання та випробувань, а також часткової модернізації.

6 Капітальний ремонт КР-1 – для відновлення паспортних характеристик, часткового відновлення ресурсу заміною та ремонтом зношених несправних агрегатів ТРС, вузлів, деталей і їх модернізацією.

7 Капітальний ремонт КР-2 – для відновлення справності та повного ресурсу ТРС, його паспортних характеристик, модернізації агрегатів, вузлів і деталей, повної заміни кабельно-провідникової продукції та обладнання, що відпрацювало свій ресурс, на нові.

8 Капітальний ремонт з продовженням ресурсу (КРП) - для відновлення експлуатаційних характеристик, справності та повного ресурсу на період продовження строку служби понад встановлений після побудови, а також модернізації усіх агрегатів, вузлів і деталей, включаючи базові, повної заміни кабельно-провідникової продукції та обладнання з виробленим моторесурсом відповідно до технічних умов.

Встановлюються такі середньосітьові нормативи проведення технічного обслуговування та ремонту тягового рухомого складу (таблиця 1.1), тривалість простоїв для електровозів, тепловозів і моторвагонного рухомого складу (таблиця 1.2). При плануванні проведення ТО чи ПР враховується вік ТРС, тобто його відповідність нормативному терміну служби (НТС).

Таблиця 1.1 – Середні по Укрзалізниці норми міжремонтних періодів тягового рухомого складу

Вид і серія ТРС	НОРМАТИВНИЙ МІЖРЕМОНТНИЙ ПЕРІОД						Примітка
	Вид технічного обслуговування чи ремонту. Капітальні ремонти						
	ТО-3, тис. км	ПР-1, тис. км	ПР-2, тис. км	ПР-3, тис. км	КР-1, тис. км	КР-2, тис. км	
	1	2	3	4	5	6	
Електровози магістральні, у тому числі:							
- пасажирські							
ЧС2	12,5	25	150	300	600	1800	Експлуатація понад НТС
ЧС4	12,5	25	150	300	600	1800	
ЧС2	14	28	175	350	700	2100	Експлуатація в межах НТС або після виконання КРП
ЧС4	14	28	175	350	700	2100	
ЧС7	15	30	200	400	800	2400	
ЧС8	-	22	200	400	800	2400	
ВЛ60в/і	-	17	165	330	660	1980	
ДС3		75		900		2700	
ВЛ40	-	20	240	480	960	2600	
ВЛ60в/і	-	17	100	300	600	1800	Експлуатація понад подовжений НТС
- вантажні							
ВЛ8	11	22	165	330	660	1980	
ВЛ10, ВЛ11, (м)	15	30	175	350	700	2100	

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4	5	6	7	8
ВЛ11М5 (6)		50	200	400	800	2400	
ВЛ80к, т	-	18	200	400	800	2400	Експлуатація понад НТС до виконання КРП
ВЛ80к, т, с	-	20	240	480	960	2600	У межах нормативного терміну служби або після виконання КРП
ВЛ82 в/і	-	18	240	480	960	2600	Після виконання КРП
ВЛ82 в/і	-	18	200	400	800	2400	Експлуатація понад нормативний термін служби до виконання КРП
ДЕ1	15	30	200	400	800	2400	
2ЕС5К	—	50	250	600	—	3000	
2ЕЛ5	—	50	250	600	—	3000	
2ЕЛ4	—	50	250	600	—	3000	
маневро- ві, вивіз- ні, гіркові (всіх серій)	—	45 діб	2 роки	4 роки	8 років	16 років	
Тепловози магістральні: вантажні та пасажирські							
2ТЕ10В/і	10/-	50/-	110/-	225/-	900/7	1800/1 3	Експлуатація понад НТС

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4	5	6	7	8
2TE10B/i	11/-	55/-	120/-	250/-	990/7,5	1980/14	У межах НТС або після КРП
M62, 2M62	9/-	45/-	90/-	180/-	720/4,5	1440/9	Експлуатація понад нормативний термін служби
	10/-	50/-	95/-	195/-	780/5	1560/10	У межах НТС або після КРП
	13/-	65/-	130/-	260/-	1040/6	2100/12	Після виконання глибокої комплексної модернізації новим силовим обладнанням
	9/-	45/-	90/-	180/-	720/6,0	1440/12	Експлуатація понад НТС
	9/-	45/-	90/-	180/-	780/6,5	1560/13	У межах НТС або після КРП
2M62У	13/-	65/-	130/-	260/-	1040/8	2100/15	Після виконання глибокої комплексної модернізації новим силовим обладнанням
	10/-	50/-	150/-	300/-	900/8	1800/14	Експлуатація понад НТС
2TE116	11/-	55/-	165/-	330/-	990/9	1980/15,5	У межах НТС або після КРП
	10/-	50/-	150/-	300/-	900/8	1800/14	Експлуатація понад НТС
ТЕП70	11/-	55/-	165/-	330/-	990/9	1980/15,5	У межах НТС або після КРП
	15/-	150	300	600	1250	2500/20	

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4	5	6	7	8
Тепловози маневрові з електропередачею							
ЧМЕЗ в/і	-/36	-/8,5	-	-/30	-/8,5	-/17	Експлуатація понад НТС
ЧМЕЗ в/і	-/45	-/8,5	-	-/30	-/8,5	-/17	У межах НТС або після КРП
ЧМЕЗ в/і	-/58	-/11	-	-/39	-/11	-/22	Після виконання глибокої комплексної модернізації новим силовим обладнанням
ЧМЕ2	-/15	-/4	-	-/16	-	-	-
ТУ2, ТУ7	-/15	-/2	-/8	-/16	-/5	-/10	-
ТЕМ103	600 год/ 15 діб	6250 год/	-	18750 год /45	75 000 год	-	
ТЕМ 18	-/30	-/12	-/24	-/48	-/6	-12	
Тепловози маневрові з гідропередачею							
ТГМ23, За, ТГК2	-/10	-/2	-/8	-/16	-/5	-/10	-
Моторвагонний рухомий склад							
ЕР9 в/і	-/7	-/50	150/-	300/-	600/-	1800/-	Експлуатація понад НТС
	-/7	-/60	170/-	350/-	700/-	2100/-	У межах НТС або після КРП
ЕР1,2,2в/і	-/5	-/50	150/-	300/-	600/-	1800/-	Експлуатація понад НТС
	-/7	-/60	170/-	350/-	700/-	2100/-	У межах НТС або після КРП
ЕПЛ9Т	-/7	-/60	175/-	350/-	700/-	2100/-	
ЕПЛ2Т	-/7	-/60	175/-	350/-	700/-	2100/-	
ЕД9М	-/7	-/50	200/-	400/-	800/-	2400/-	
ЕД4М	-/7	-/50	200/-	400/-	800/-	2400/-	

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4	5	6	7	8
Дизель-поїзди							
Д1	-/10	2 міс.	-	150/1	600/	1200/1	
ДР1	-/14	2 міс.	100/1	200/2	600/	-/12	
ДЕЛ-02	10/30	100/ 9 міс.	200/ 18	400/3 6	800/6	1600/ 12	
Дизель-поїзди 2ТЕ116, 2М62 з причіпни-ми вагона-ми вироб- ництва "Луганськтепловоз "	-/15	3 міс.		180/1 8	720/ 6	1440/1 2	
Авто-мотриси, у т. ч. АЧ-2	-/30	-/6 міс.	150/1 8	300/3 6	900/ 9	-	
620М	-/30	-/6 міс.	180/ 12	360/2 4	1000/ 10	-/-	
РА-2	-/30	-/6 міс	150/ 18	300/3 6	600/6	1200/ 12	

Для маневрових тепловозів одиниця нормативного напрацювання: для ТО-3 доба, для ПР місяць, для КР рік. ПР-2 виконується за необхідності виконання тепловозам за рішенням комісії депо по стану ШПГ дизеля. У календарний строк міжремонтних періодів (доба, місяць, рік) включається тільки час перебування ТРС в експлуатованому парку. Чергування ТО та ремонтів локомотивів обумовлюється нормативною документацією. Приклад реалізації планово-попереджувальної системи ремонту наведено на схемі (рисунок 1.1).

Технічні обслуговування та поточні ремонти виконуються в локомотивних і моторвагонних депо, капітальні ремонти – на заводах.

Таблиця 1.2 – Середні по Укрзалізниці норми простоїв на технічному обслуговуванні та поточному ремонті (з урахуванням очікування та поетапного подовження терміну служби)

Вид технічного обслуговування та поточного ремонту	Норма простою		
Електровози			
ТО-3	12 год		
ПР-1	24 год		
ПР-2	2 доби*		
ПР-3	5 діб*		
Тепловози			
	вантажні	пасажирські	маневрові
ТО-3	16 год	12 год	12 год
ПР-1	48 год	36 год	24 год
ПР-2	8 діб	5 діб	4 діб
ПР-3	10 діб	6 діб	5 діб
МВРС			
	електропоїзди	дизель-поїзди (поїзд)	
ТО-3	4 год / поїзд	12 год	
ПР-1	12 год / поїзд	24 год	
ПР-2	2 доби / секція	10 діб	
ПР-3	8 діб / секція	12 діб	

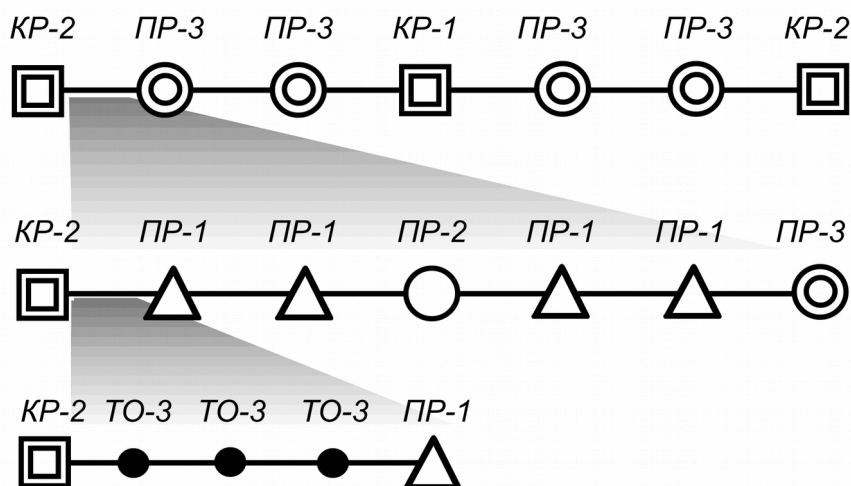


Рисунок 1.1 – Схема виконання ТО і ПР

Перевагами планово-попереджувальної системи ремонту є можливість об'єднувати ремонтні операції по різному обладнанню і таким чином знижувати тривалість простоїв ТРС. При цьому здійснюється довготривале планування програми і обсягів ремонтів, поставка необхідних запасних частин і матеріалів. Недоліками даної системи є те, що при проведенні ТО чи ремонтів здійснюються необхідні ремонтні операції відносно обладнання, незалежно від його технічного стану. Втручання в роботу обладнання, що нормально функціонує, у деяких випадках може погіршити його технічний стан, оскільки виникає момент нового припрацювання деталей, що у свою чергу може викликати граничний знос чи вихід з ладу.

Альтернативні варіанти системи ТО та ремонту базуються на даних про фактичний технічний стан локомотива та його вузлів. При цьому обов'язковою умовою має бути наявність вбудованих (бортових) і стаціонарних засобів технічної діагностики. Ремонті операції в такому випадку проводять тільки вузлам, технічний стан яких потребує втручання за результатами діагностування.

Перевагами такої системи є зниження кількості відмов обладнання в експлуатації, зниження витрат на проведення ремонтних операцій, економія запасних частин і підвищення ступеня використання локомотива.

Основним недоліком системи є висока вартість і складність необхідних баз даних, засобів контролю та пристроїв діагностування з високою достовірністю технічних прогнозів. Складність у реалізації даної системи полягає також у неможливості та недоцільності відстеження технічного стану всіх вузлів і деталей локомотивів.

Організація ремонту включає принципи та методи технічного обслуговування та ремонту, питання наукової організації праці, використання засобів технічної діагностики, поточних і механізованих ліній, засобів автоматизації та механізації виробництва.

Методи організації ремонту ТРС:

1 Агрегатний – замість знятих вузлів та агрегатів на локомотив встановлюються раніше відремонтовані (нові), взяті із

технологічного запасу.

При цьому скорочується тривалість ремонту, підвищується ритмічність виробництва, продуктивність праці, якість і знижується собівартість ремонту.

2 Індивідуальний – на локомотив встановлюються відремонтовані агрегати та вузли, що були зняті з цього ж локомотива.

Форми організації ремонту ТРС

Найбільш ефективною формою організації ремонту ТРС є поточне виробництво, при якому агрегати та вузли переміщуються по ремонтних позиціях за встановленим маршрутом у відповідності з технологічною послідовністю операцій. Переміщення здійснюється найчастіше спеціальними транспортними засобами (конвеєрами) різної конструкції. Форма застосовується в масовому і серійному виробництвах при сталості виробничого процесу, односерійній програмі, значному обсязі випуску і його незмінності в часі. Поширена на заводах з ремонту ТРС і в базових локомотивних депо.

У локомотивних депо, де обсяги робіт невеликі, програма ремонту різносерійна, застосування поточних ліній недоцільне; використовується стаціонарна форма організації ремонту ТРС, при якій локомотив чи вузол встановлюються на одну ремонтну позицію, де і виконуються всі необхідні роботи.

Технологія ремонту ТРС – сукупність методів та інструментів, що застосовуються з метою відновлення початкових характеристик ТРС, які були втрачені внаслідок зносу чи пошкоджень.

Технологія включає в себе методи, прийоми, режим роботи, послідовність операцій і процедур, вона тісно пов'язана з матеріалами та засобами, що застосовуються, обладнанням, інструментами.

1.3 Основна нормативно-технічна документація з обслуговування та ремонту локомотивів

До нормативно-технічної документації, що використовується при обслуговуванні та ремонті локомотивів, належать робочі креслення заводу-виробника, технічні умови на поставку, Правила технічної експлуатації залізниць України, інструкції та правила з технічного обслуговування та ремонту, інструкції зі збереження і транспортування.

Комплектність і правила складання експлуатаційних і ремонтних документів на вироби всіх галузей промисловості, у тому числі і ТРС та його складових частин і деталей, встановлюється Єдиною системою конструкторської і технологічної документації (з ГОСТ 2.001-93 по ГОСТ 2.797-81 і з ГОСТ 3.1001-81 по ГОСТ 3.1901-74).

До основної нормативно-технічної документації з технічного обслуговування та ремонту кожної серії ТРС належать: інструкція з експлуатації, інструкція з технічного обслуговування, правила з поточного ремонту, правила капітального ремонту, технологічні інструкції з ремонту основних складальних одиниць.

Експлуатація, технічне обслуговування та ремонт обладнання загального призначення: автозчіпних приладів, гальмівного обладнання, швидкостемірів, колісних пар, електричних машин, радіоапаратури, приладів безпеки, регламентуються окремими інструкціями та керівництвами, затвердженими Укрзалізницею.

В інструкції з експлуатації наводиться порядок і правила підготовки локомотива до роботи, правила його експлуатації (використання, транспортування, зберігання та технічного обслуговування), методи виявлення та способи усунення несправностей.

В інструкції з технічного обслуговування наводяться обсяги обов'язкових робіт з ТО, терміни та порядок проведення цих робіт.

Правила з технічного обслуговування та поточного ремонту регламентують загальні питання організації та планування, обсяги обов'язкових робіт при різних ТО та ПР, допустимі та

бракувальні розміри вузлів і деталей, перелік деталей, що підлягають магнітному чи ультразвуковому контролю, порядок і режими випробувань вузлів після ремонту.

Технологічні інструкції з ремонту окремих складальних одиниць встановлюють порядок розбирання об'єкта, очищення, контролю стану, відновлення, збирання, регулювання та випробування.

Перелік основної нормативно-технічної документації з технічного обслуговування та ремонту ТРС Укрзалізниці наведено в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Основна нормативно-технічна документація з технічного обслуговування та ремонту ТРС Укрзалізниці

Позначення нормативного документа	Найменування
1	2
Тепловози	
1 ЦТ-0116 від 10.10.05	Правила капітальних ремонтів КР-1, КР-2 тепловозів 2ТЕ116
2 ЦТ-0122 від 13.12.05	Правила капітальних ремонтів КР-1, КР-2 тепловозів серії ТЕП70
3 ЦТ-0124 від 13.12.05	Правила капітальних ремонтів КР-1, КР-2 тепловозів серії ЧМЕЗ, ЧМЕЗТ, ЧМЕЗЕ
4 ЦТВР-ЦТ/4662 от 24.12.88	Правила капітального ремонту тепловозов типа ТЭЗ и ТЭ10
5 ЦТ-0123 від 13.12.05	Правила капітальних ремонтів КР-1, КР-2 тепловозів серії М62, 2М62, М62У
6 ЦТ-0187 від 24.06.09	Правила технічного обслуговування і поточних ремонтів тепловозів ЧМЕЗ, ЧМЕЗТ, ЧМЕЗЕ

Продовження таблиці 1.3

1	2
7 ЦТ-0043 від 30.01.02	Правила технічного обслуговування і поточних ремонтів тепловозів 2ТЕ116
8 ЦТ-0044 від 30.01.02	Правила технічного обслуговування і поточних ремонтів тепловозів М62, 2М62, М62У, 2М62У
9 ЦТ-0045 від 30.01.02	Правила технічного обслуговування і поточних ремонтів тепловозів 2ТЕ10 всіх індексів
Електровози	
10 ЦТ-0117 від 10.10.05	Правила капітального ремонту електровозів серії ЧС2
11 ЦТ-0114 від 27.04.05	Правила капітального ремонту електровозів серії ЧС4
12 ЦТ-0120 від 21.11.05	Правила капітального ремонту електровозів серії ЧС7 та ЧС8
13 ЦТ-0119 від 24.10.05	Правила капітального ремонту КР-1, КР-2 електровозів серій ВЛ8, ВЛ10, ВЛ11
14 ЦТ-0134 від 16.03.06	Правила капітального ремонту КР-1, КР-2 електровозів змінного струму серій ВЛ80в/і, ВЛ82М
15 ЦТ-0037 від 30.01.02	Правила технічного обслуговування і поточних ремонтів електровозів постійного струму ВЛ-8, ВЛ-10, ВЛ-11
16 ЦТ-0038 від 30.01.02	Правила технічного обслуговування і поточних ремонтів електровозів змінного струму ВЛ60к, ВЛ60п, ВЛ80к, ВЛ80с, ВЛ82м
17 ЦТ-0039 від 30.01.02	Правила технічного обслуговування і поточних ремонтів електровозів ЧС2, ЧС4, ЧС7, ЧС8

Продовження таблиці 1.3

1	2
Електропоїзди	
18 ЦТ-0113 від 27.04.05	Правила капітального ремонту КР-1, КР-2 електропоїздів ЕР-1, ЕР-2, ЕР9 в/і
19 ЦТ-0046 від 30.01.02	Правила технічного обслуговування і поточних ремонтів електропоїздів і електросекцій
Дизель-поїзди	
20 ЦТ-0118 від 10.11.05	Правила капітальних ремонтів КР-1, КР-2 дизель-поїздів Д1
21 ЦТ-0125 від 13.12.05	Правила капітальних ремонтів КР-1, КР-2 дизель-поїздів серії ДР1 в/і
22 ЦТ-0040 від 30.01.02	Правила технічного обслуговування і поточних ремонтів дизель-поїздів Д1
23 ЦТ-0041 від 30.01.02	Правила технічного обслуговування і поточних ремонтів дизель-поїздів ДР1
Окремі складальні одиниці ТРС	
24 ЦТ-0063 від 27.02.03	Правила ремонту електричних машин електровозів і електропоїздів
25 ЦТ-0064 від 27.02.03	Правила ремонту електричних машин тепловозів
26 ВНД 32.0.07.001-2001 від 29.05.01 (нова редакція)	Інструкція з формування, ремонту та утримання колісних пар тягового рухомого складу залізниць України колії 1520 мм
27 ЦТ-0058 від 04.02.03	Інструкція з технічного обслуговування, ремонту та випробування гальмового устаткування локомотивів і моторвагонного рухомого складу

Продовження таблиці 1.3

1	2
28 ЦТ-ЦВ-ЦЛ-0015 від 28.10.97	Інструкція з експлуатації гальм рухомого складу на залізницях України (зі змінами та доповненнями згідно з наказом № 312-Ц від 07.06.2001)
29 ЦВ-ЦЛ-ЦТ-0014 від 23.02.98	Інструкція з ремонту і обслуговування автозчіпного пристрою рухомого складу залізниць України
30 ЦТ-0062 від 27.02.03	Інструкція з утримання, ремонту та випробування гасників коливань локомотивів і моторвагонного рухомого складу
31 ЦТ-0066 від 04.03.03	Інструкція з магнітного контролю відповідальних деталей тягового рухомого складу залізниць України
32 ЦТ-0069 від 11.07.03	Інструкція з ультразвукової дефектоскопії відповідальних деталей і нерознімних вузлів при ремонтах ТРС і МВРС
33 ЦТ-ЦШ-0072 від 01.11.03	Інструкція з технічного обслуговування локомотивних пристроїв автоматичної локомотивної сигналізації безперервного типу (АЛС) і пристроїв контролю пильності машиніста на залізницях України
34 ЦТ-0073 від 01.12.03	Інструкція з ремонту локомотивних швидкостемірів
35 ЦТ-0102 від 13.08.04	Інструкція з технічного обслуговування дизель-поїздів і електропоїздів в експлуатації
36 ЦТ-0165 від 26.02.08	Інструкція з технічного обслуговування та ремонту вузлів з підшипниками кочення локомотивів і моторвагонного рухомого складу

Крім того, на кожну одиницю ТРС заповнюється технічний паспорт, разом з яким повинні знаходитись і технічні паспорти (формуляри) основного обладнання та агрегатів (дизель, тяговий

генератор, тягові електродвигуни, візки, колісні пари і т. д.). У технічному паспорті локомотива чи МВРС вказується його номер, завод-виготівник, дата виготовлення, основні технічні дані, дати встановлення та зняття основного обладнання, причини зміни обладнання, відомості про міжремонтні пробіги, виконання ТО, ПР та КР, непланових ремонтів, проведення модернізації ТРС та інші відомості.

Для обліку виконаних робіт при ремонті ТРС, технічних параметрів складальних одиниць існують спеціальні журнали (книги) затверджених форм (таблиця 1.4).

Таблиця 1.4 – Основні форми обліково-звітної документації, що використовується при ТО та ПР ТРС

Позначення форми документа	Найменування
1	2
ТУ-14	Книга обліку огляду, технічного обслуговування, ремонту та випробування гальмівного обладнання локомотивів і моторвагонного рухомого складу
ТУ-17	Книга обліку стану бандажів колісних пар локомотивів, вагонів електропоїздів і дизель-поїздів і строків опосвідчень паровозних котлів
ТУ-18	Кишенькова книжка обміру бандажів локомотивів (тендерів)
ТУ-21	Книга реєстрації опосвідчення колісних пар локомотивів, секцій електропоїздів, дизель-поїздів і тендерів
ТУ-27	Книга реєстрації ремонтів, технічного обслуговування та обліку пробігів локомотивів і секцій електропоїздів і дизель-поїздів між усіма видами ремонтів

Продовження таблиці 1.4

1	2
ТУ-28	Книга запису ремонту локомотивів, залізничних кранів
ТУ-29	Книга пошкоджень і несправностей локомотивів, моторвагонного рухомого складу та їх обладнання
ТУ-31	Акт приймання локомотива
ТУ-91	Ремонтна картка
ТУ-143	Журнал результатів випробувань електричних машин на випробувальній станції (стенді)
ТУ-144	Журнал результатів випробувань електроапаратів на випробувальній станції (стенді)
ТУ-92	Журнал огляду і ремонту підшипників кочення
ТУ-93	Журнал монтажу підшипників кочення
ТУ-131	Посвідчення на право проведення повного опосвідчення колісних пар
ТУ-132	Журнал реєстрації відповідальних деталей локомотивів, що забраковані по тріщинах і інших дефектах, виявлених дефектоскопом
ТУ-138	Журнал реєстрації магнітного контролю основних деталей локомотивів

1.4 Експлуатаційні фактори, що впливають на надійність ТРС

Значний вплив на режими роботи і надійність ТРС мають погодно-кліматичні фактори.

Температура повітря. Низька температура викликає збільшення вібрацій екіпажної частини та всього локомотива з причини підвищення жорсткості залізничної колії, що викликає підвищений знос механічних частин, а в комплексі із збільшеною крихкістю матеріалів – пошкодження деталей. Паморозь на рейках викликає боксування та підвищений знос бандажів колісних пар. Низька температура може викликати зволоження ізоляції електричних машин і їх пошкодження. Часті перепади температури повітря можуть викликати розмерзання та пошкодження елементів систем охолодження. Висока температура повітря сприяє швидкому старінню електроізоляційних матеріалів, погіршенню стану гумовотехнічних виробів, ускладнює режими роботи систем охолодження. При підвищенні температури та зниженні атмосферного тиску повітря знижується потужність дизеля, збільшується нагрівання його деталей.

Вологість повітря негативно впливає на стан лакофарбових покриттів та ізоляції. Волога, що проникає в пори ізоляції, знижує її електричну міцність, створює умови для електричного чи теплового пробую ізоляції, прискорює її старіння. Підвищена вологість прискорює процес утворення окислів на робочих поверхнях електричних контактів і незахищених металічних деталях, сприяє корозії металів.

Запиленість повітря. Тверді частинки, що містяться в повітрі, викликають абразивний знос механічних деталей, негативно впливають на стан ізоляції.

Не менш суттєво впливають на надійність ТРС інтенсивність його використання та режими роботи, що залежать від таких факторів:

- 1 Шляхові умови. Впливають на знос деталей екіпажної частини.

- 2 Маса поїзда.

- 3 Швидкість руху.

1.5 Класифікація видів зносу та пошкоджень деталей ТРС

Робота деталей і вузлів ТРС супроводжується механічними процесами, ускладненими дією фізичних і хімічних факторів, що викликають зниження міцності мікрооб'ємів поверхневого шару.

Процес руйнування і відокремлення матеріалу з поверхні твердого тіла та (чи) накопичення його остаточної деформації при терті, що проявляється у вигляді поступової зміни розмірів і (чи) форми тіла, називається зносом (ГОСТ 30479-97).

Знос при роботі деталей і вузлів є природним і безперервним процесом. Однак його швидкість на різних етапах експлуатації та за різних умов може змінюватись і залежати від ряду причин: конструкції деталей, властивостей їх матеріалів, якості обробки поверхонь, збирання та регулювання, значення та тривалості навантажень, тиску, температури, організації технічного обслуговування, параметрів мастила. Зміна швидкості зносу на різних етапах експлуатації відповідає певній закономірності (рисунок 1.2).

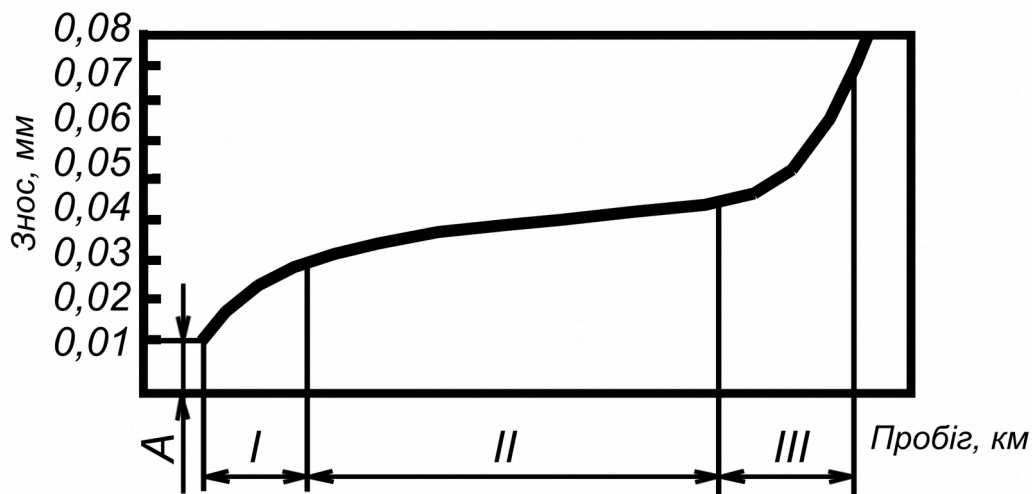


Рисунок 1.2 – Залежність зносу механічних деталей від напрацювання (пробігу)

У першому періоді (зона I) від початкового зазора А знос збільшується швидко, оскільки протікає процес припрацювання поверхонь, згладжування мікронерівностей.

У другому періоді (зона II) знос наростає відносно повільно та рівномірно – це зона нормальної експлуатації. У цей період швидкість зносу залежить від умов роботи рухомого складу і якості догляду за ним. Наприкінці другого періоду настає

гранично допустимий знос, при якому ще не порушується процес змазування та не виникають ударні зусилля, а зміна форми деталей не викликає пошкоджень і поломок.

У третьому періоді (зона III) темп наростання зносу різко підвищується. Наступає період критичного зносу, виникають ударні навантаження, що часто супроводжуються підвищеним шумом, нагріванням, а потім і стукотом деталей. Якщо негайно не припинити роботу вузла, то це може призвести до поломки деталей і виходу з ладу всього механізму.

Норми гранично допустимих зносів наведені в Правилах ремонту та встановлені за результатами тривалих спостережень за роботою вузлів і їх обмірювань.

Виділяють механічний, корозійно-механічний знос і знос при дії електричного струму (рисунок 1.3).

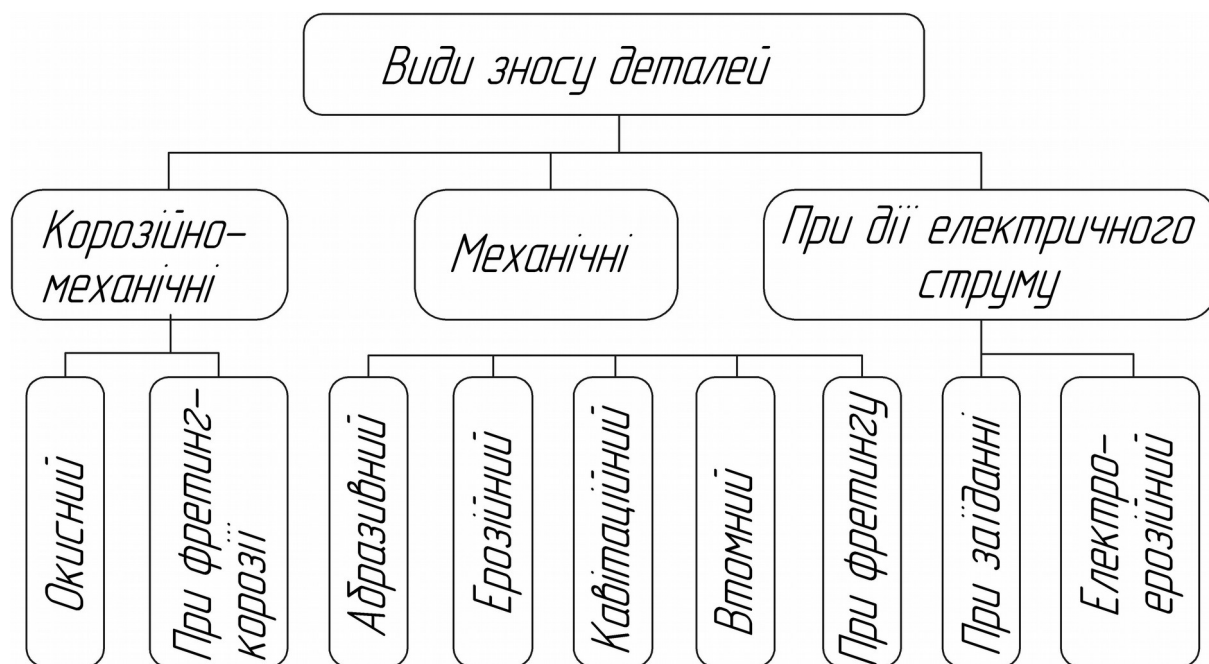


Рисунок 1.3 – Класифікація видів зносу деталей

Найбільш поширеним зносом у машинах є механічний, що розвивається в результаті механічного впливу. Найчастіше це відбувається при дії сил тертя поверхонь деталей. При цьому шляхом стирання (зрізання) поверхневого шару металу змінюються геометричні розміри деталей, що взаємодіють. Знос такого виду виникає при роботі найбільш поширених пар тертя: вал – підшипник, поршень – циліндр.

Найбільш руйнівну дію на деталі має абразивний знос, що виникає при попаданні в зону контакту деталей твердих частинок, що ріжуть чи дряпають поверхні, між якими знаходяться деталі екіпажної частини; щітки та колектори електричних машин; паливна апаратура.

Абразивні частинки можуть впливати на поверхню деталей при переміщенні відносно неї потоком рідини чи газу (деталі дизеля, компресора, паливної апаратури).

Ерозійний знос – механічний вплив потоку рідини (газу) (лопатки лопатних машин).

Кавітаційний знос – гідроабразивний знос при русі твердого тіла відносно рідини, при якому виникають поблизу поверхні пухирці газу, що створює місцеве підвищення тиску чи температури (поверхні охолодження циліндрових втулок, корпус водяного насоса, вкладиші колінчастих валів дизелів з бабітовим шаром).

Втомний знос виникає при повторному деформуванні мікрооб'ємів матеріалів поверхневого шару (деталі підшипників кочення та зубчастих передач).

Знос при заїданні виникає в результаті схоплення, глибинного виривання матеріалу, перенесення його з однієї поверхні на іншу та подальшій взаємодії нерівних поверхонь, що утворилися (деталі ЦПП, підшипники ковзання).

Окисний знос – хімічна реакція, що виникає при впливі на матеріал кисню чи іншого окисного середовища (деталі екіпажної частини, частини кузова).

Знос при фретингу виникає в деталях на щільній посадці, при їх коливанні з малою амплітудою. Може супроводжуватись корозією, як правило, продуктів зносу (фретинг-корозія).

Електроерозійний знос – ерозійний знос поверхні в результаті впливу розрядів при проходженні електричного струму (робочі поверхні контактних з'єднань електричних машин і апаратів).

Розвиток зносу деталей і вузлів призводить до виникнення пошкоджень зносного характеру. Крім того, існують пошкодження механічного та хіміко-теплого характеру.

Пошкодження – подія, що полягає в порушенні справності об'єкта.

Пошкодження механічного характеру виникають при прикладенні знакозмінних чи ударних навантажень, порушенні порядку закріплення деталей, неприпустимому їх скручуванні, заїданні або при надмірних температурних впливах. До цієї групи можна віднести тріщини, деформації, вм'ятини, відколювання, викришування та ін.

Тріщини з'являються головним чином у зонах високих механічних і теплових навантажень і в зонах концентрації напружень, наприклад у підматочинних частинах осі колісної пари і в галтелях шийок колінчастого вала. Тріщини в кришці циліндра дизеля з'являються через її перегрів, різке охолодження чи в результаті деформації кришки, викликані порушенням порядку кріплення.

Викришування у вигляді віспоподібних заглиблень і западин найчастіше спостерігається на робочих поверхнях зубів шестерень і деталей підшипників кочення. Глибина і розміри западин залежать від механічних властивостей металу і величин питомих тисків при контакті.

Деформація деталей, наприклад овалізація ліжок корінних підшипників колінчастого вала дизеля, вигин різних валів, виникає в результаті ударних навантажень, надмірного нагріву, порушення порядку закріплення або регулювання взаємного розташування деталей.

Пошкодження хіміко-теплого характеру - короблення, прогари, оплавлення, раковини.

Короблення, прогари й оплавлення деталей відбуваються найчастіше від температурних перевантажень чи незадовільного охолодження.

Раковини на деталях виникають внаслідок місцевого перегріву або газової корозії. Наприклад, при поганому приляганні випускних клапанів до кришки циліндра газу прориваються в зазор між тарілкою клапана і кришкою, у результаті чого на притиральних поверхнях вигорає метал і з'являються раковини.

Пошкодження вузлів та агрегатів можуть поділятися також за причиною виникнення:

- експлуатаційні – результат неякісної експлуатації та ТО;
- виробничі – результат неякісного виготовлення чи

ремонту;

- конструкційні – помилки конструкторів при проектуванні;
- аварійні – при аварійних ситуаціях.

2 ЕТАПИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РЕМОНТУ ТЯГОВОГО РУХОМОГО СКЛАДУ

2.1 Основні поняття та визначення

Технологічний процес (скор. техпроцес) — частина виробничого процесу, що містить спрямовані дії зі зміни та (чи) визначення стану заготовок, деталей, виробів.

Технологічні процеси складаються із технологічних операцій, які у свою чергу складаються із технологічних переходів.

Технологічна операція – частина технологічного процесу, що виконується безперервно на одному робочому місці над одним чи кількома виробами.

Технологічна операція є основною одиницею виробничого планування та обліку. На основі операцій визначається трудомісткість виготовлення виробів, встановлюються норми часу, задається необхідна кількість працівників, обладнання, пристосувань та інструментів, здійснюється контроль якості і термінів виконання робіт.

Технологічний перехід – закінчена частина технологічної операції, що виконується над однією чи кількома поверхнями деталі одним чи кількома інструментами без зміни режимів роботи обладнання.

Об'єкт ремонту – локомотив, його складальна одиниця чи деталь, що підлягає ТО та ремонту.

Складальна одиниця – виріб, що складається з декількох частин, з'єднаних на підприємстві-виробнику складальними операціями (зварюванням, паянням, клепаанням, пресуванням, склеюванням, згвинченням).

Деталь – виріб, що є частиною машини, виготовлений з однорідного за структурою і властивостями матеріалу без застосування будь-яких складальних операцій.

Деталі (частково або повністю) об'єднують у вузли.

Технологічний процес ремонту складальної одиниці (СО) можна подати у вигляді схеми (рисунок 2.1).

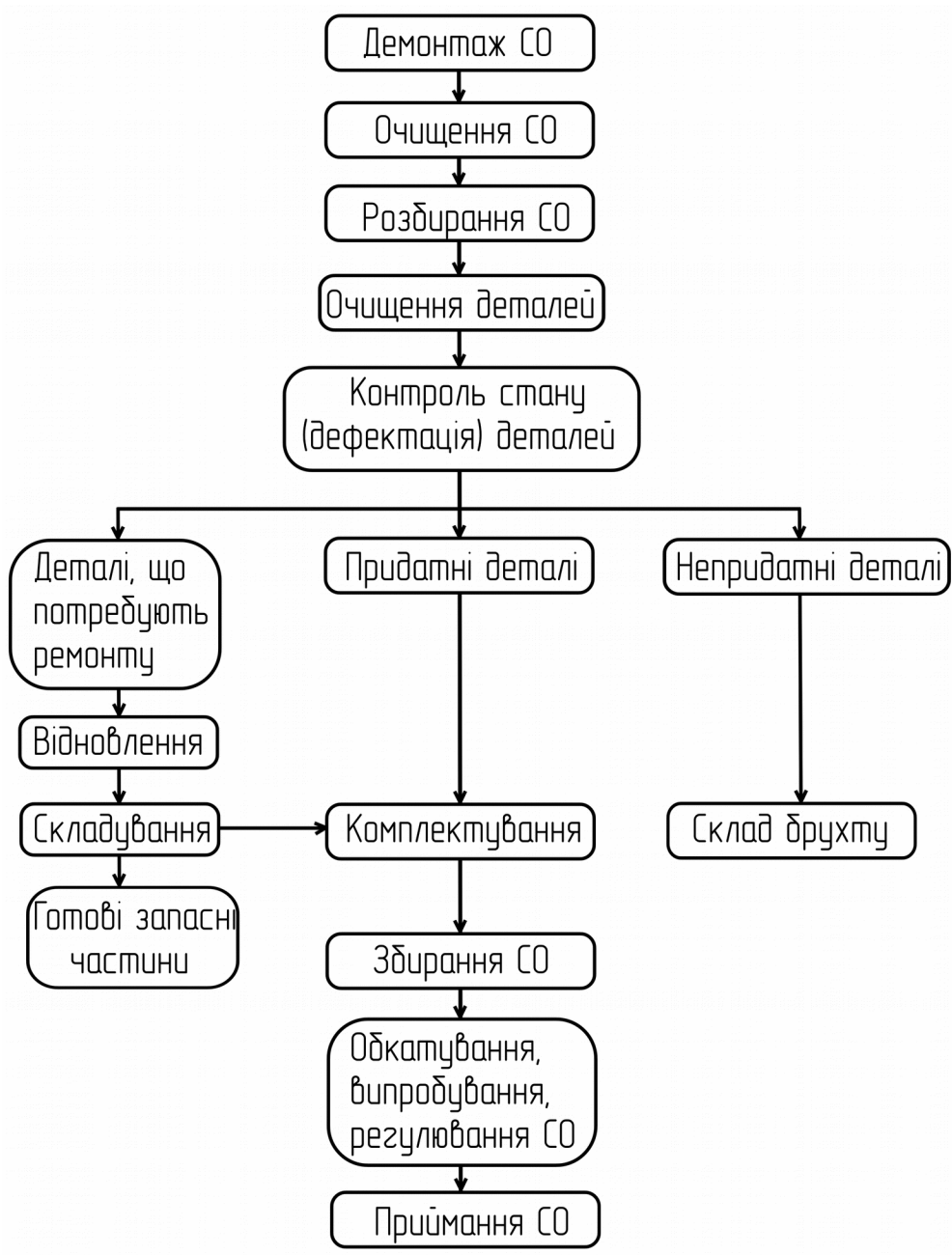


Рисунок 2.1 – Схема технологічного процесу ремонту складальної одиниці

2.2 Технологія розбирання ТРС

2.2.1 Підготовка ТРС до розбирання та ремонту

1 Перегляд технічної документації локомотива чи МВРС (для визначення обсягу ремонтних робіт, що виходять за межі регламенту).

2 Перевірка дії основного обладнання (дизель, електричні допоміжні машини, компресор, пневматичні гальма, електричні апарати і т. д.).

3 Очищення обладнання стисненим повітрям (тягові електродвигуни ззовні та зсередини, жалюзі, секції холодильників).

4 Розекіпірування (зливання палива, мастила, води, видалення піску).

5 Розчеплення локомотива на секції.

2.2.2 Розбирання ТРС

Перед розбиранням проводять ретельний візуальний огляд всього обладнання з метою виявлення явно виражених дефектів, а також відповідності клейм, маркувань, міток.

Залежно від виду поточного ремонту виконують повне чи часткове розбирання ТРС.

При повному розбиранні (ПР-2, ПР-3) виконується:

- 1) піднімання кузова на домкратах;
- 2) викочення та розбирання візків;
- 3) демонтаж і ремонт більшої частини вузлів (у тому числі таких крупногабаритних, як дизель тепловоза, тяговий трансформатор електровоза змінного струму).

При частковому розбиранні (ТО-3, ПР-1) з локомотива знімають окремі вузли чи розбирають їх на місці.

При розбиранні необхідно дотримуватися таких правил:

1 Перед розбиранням визначають положення деталей у СО шляхом вимірювання граничних розмірів і зазорів. Це у свою чергу дозволяє визначити необхідність їхньої подальшої заміни або відновлення. (Наприклад, зазори "на мастило" в підшипниках

колінчастого вала, зазори в зубчастих передачах, зазори в шлицевих з'єднаннях.)

2 Перевіряють на деталях наявність клейм і позначок.

3 Зберігають на місці всі регулювальні і ущільнювальні прокладки і контрольні штифти.

4 Всі порожнини, що відкрилися після зняття СО, закривають кришками або пробками, щоб виключити потрапляння в них сторонніх предметів.

5 Після розбирання всі кріпильні деталі (болти, гайки) встановлюють від руки знову на свої місця (шатунні болти, шпильки корінних підшипників і т. д.).

6 При розбиранні слід максимально механізувати працю за рахунок застосування знімачів, стендів, гайковертів і т. п.

За встановленим маркуванням визначається належність деталей до того чи іншого вузла, місце її розташування.

Для деталей дизелів встановлено маркування, що складається з цифрових і буквених позначень. Кожній з деталей, що повторюється (циліндрові втулки, підшипники), призначають порядковий номер. Нумерацію починають з боку відсіку керування. Деталі правого боку позначають літерою П, лівого Л. Верхні половини вузлів – літерою Г, нижні – Н.

Позначення на вкладиші корінного підшипника АБВГ – дизель секції А, шостий циліндр з боку відсіку керування, верхній колінчастий вал, верхній вкладиш.

Всі операції при розбиранні поділяються на основні і допоміжні. Основні операції – операції, які змінюють стан рухомого складу (РС). Допоміжні – операції з переміщення, встановлення і кріплення РС на стендах, кантувачах і на інших пристроях.

2.3 Основи технології очищення та миття агрегатів, вузлів, деталей ТРС

На частку очисних робіт припадає більше 5-8 % загальної трудомісткості ремонту рухомого складу.

Вплив очисних робіт на якість і ресурс відремонтованих СО і деталей великий. Проведені дослідження показують, що тільки за рахунок поліпшення якості миття і очищення можна

підвищити на 25-30 % ресурс і на 15-20 % продуктивність праці. Тому мета очищення – підвищити культуру виробництва, якість і продуктивність ремонтних робіт.

Процес очищення поділяється на кілька стадій: очищення СО до розбирання і очищення деталей.

Основними забруднювачами об'єкта ремонту локомотива є:

- 1) зовнішні відкладення (волого-пилові, мастильно-пилові);
- 2) залишки мастильних матеріалів;
- 3) вуглецеві відкладення (нагар, лакоподібні та смолисті відкладення);
- 4) продукти корозії та окисли;
- 5) накип;
- 6) залишки лакофарбових покриттів.

За способом впливу на об'єкт очищення способи очищення об'єднують в групи: механічні, фізико-хімічні і термічні (рисунок 2.2).

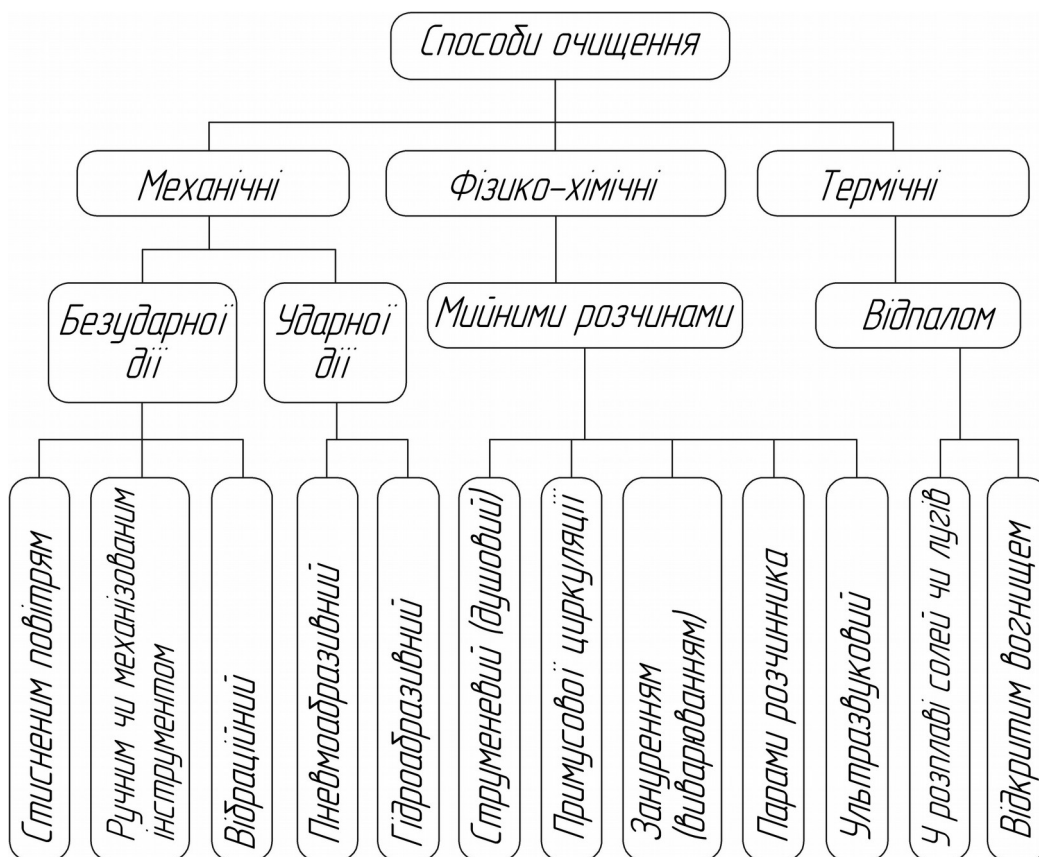


Рисунок 2.2 – Класифікація способів очищення

Механічні способи очищення

Обдування стиснутим повітрям. Застосовують при забрудненні поверхонь сухим пилом, тобто коли забруднення погано зчеплене з поверхнею деталі. Тиск струменя повітря має бути в межах $P = 0,25 - 0,35$ МПа. Перед постановкою ТРС на ТО-3 і ПР виконують обдувку його обладнання як всередині, так і зовні.

Очищення механічним інструментом. Цим способом видаляють з поверхні деталі нагар, корозію, оксиди, стару фарбу. Використовуються щітки, шкребки, шабери, наждачний або скляний папір, серветки.

Вібраційний застосовується при очищенні великої кількості дрібних деталей. Очищення проводять у барабанах, що обертаються, чи контейнерах зі складними коливальними рухами (вібростенди).

Очищення абразивами. При цьому способі забруднену поверхню деталі обробляють м'якими або твердими абразивами, що направляються струменем повітря або води. Частинки абразивів, вдаряючись об поверхню деталі, руйнують забруднений шар і забирають з собою частинки бруду. До м'яких абразивів належать:

зерна кукурудзяного борошна, порошок окису алюмінію, кісточкова крихта (горіха, абрикоса, персика), склосфера, сухий лід. М'які абразиви використовують для очищення деталей з м'яких металів і електричної ізоляції. До твердих абразивів належить: кварцевий пісок, металевий порошок (частинки вибіленого чавуну розміром 0,3-0,8 мм, твердістю HRC 56-68). Тверді абразиви застосовують для видалення нагару, корозії, окислів з поверхні деталей з чорних і кольорових металів.

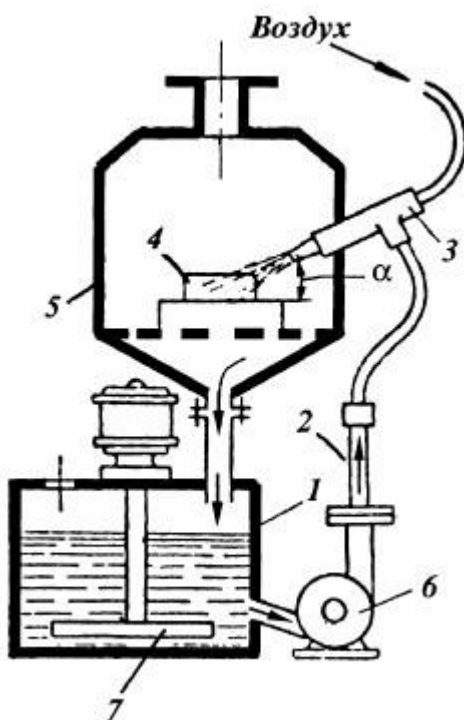


Рисунок 2.3 – Схема установки абразивного очищення

В умовах депо для очищення деталей абразивами застосовуються спеціальні установки (схема подана на рисунку 2.3). Насос 6 подає абразивно-рідинну суміш із бака 1 по трубопроводу 2 до соплового апарату 3, який направляє струмінь суміші на заготовку 4.

Обробка проводиться в герметичній камері 5, звідки суміш стікає в бак 1. Крім повітря, як носія абразиву, може застосовуватися вода. У цьому випадку очищення називається гідроабразивним. Гідроабразивне очищення може виконуватися з роздільною подачею абразиву і води або з попереднім змішуванням цих компонентів. Для зниження корозії у воду додають антикорозійні присадки: нітрит натрію або інгібітори. Тиск повітря $P = 0,4-0,5$ МПа, час очищення 4-5 хв.

Для очищення вузлів і деталей ТРС останнім часом застосовуються установки, що в якості абразива використовують гранули сухого льоду (кріогенний бластинг) (рисунок 2.4).

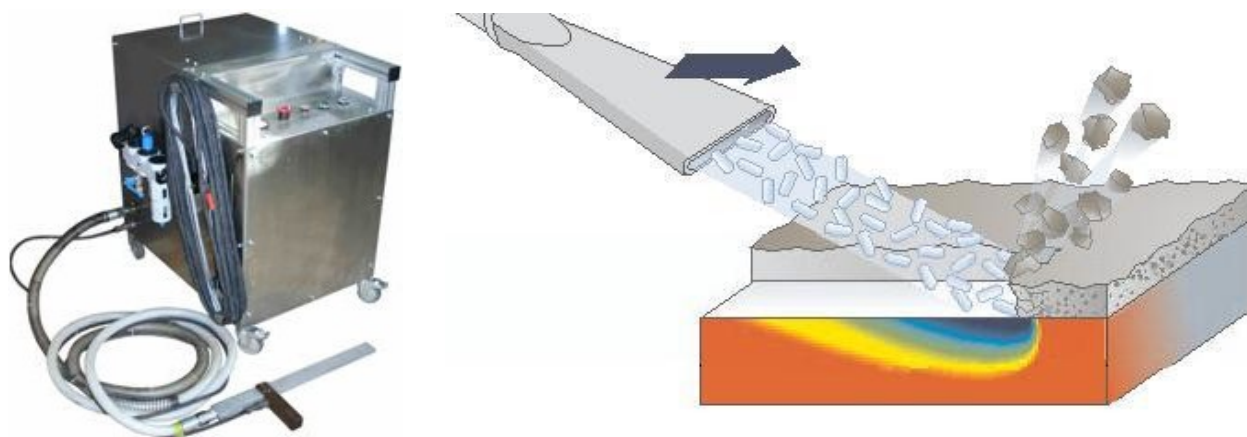


Рисунок 2.4 – Загальний вигляд установки та схема очищення поверхні гранулами сухого льоду

Потрійний ефект впливу потоку сухого льоду (кінетичний, термічний, динамічний) забезпечує високоефективне очищення поверхні навіть м'яких матеріалів без їх пошкодження.

При очищенні сухим льодом досягається ефективне очищення поверхні від масложирових забруднень, лакофарбових покриттів, нагарів і полімерних покриттів. Позитивний ефект при такому очищенні досягається і при очищенні ізоляції.

Недоліками абразивного очищення є те, що очищенню піддаються лише ті поверхні, які потрапляють в зону дії струменя; при неправильному виборі параметрів очищення з'являється можливість пошкодження поверхні; висока трудоемність праці на установках з ручним управлінням сопла; після сухого очищення деталі необхідно обмити.

Фізико-хімічні способи очищення

До недавнього часу основними засобами очищення були водні розчини: лужні (каустична і кальцинована сода) і кислотні (соляна, сірчана, азотна, фосфорна). Перші застосовуються для видалення мастильно-пилових і вуглецевих відкладень. Другі – для видалення накипу, іржі та окислів.

Очищення деталей каустичною та кальцинованою содою має ряд недоліків: невисока миюча здатність, швидке виснаження розчинів. Ці розчини погано утримують відмиті забруднення, які потім повторно осідають на очищені поверхні. Розчини каустику через високу концентрацію руйнують кольорові метали, викликають опіки і подразнення дихальних шляхів у обслуговуючого персоналу. Після промивання цими розчинами потрібна додаткова витрата води на ополіскування деталей.

Останнім часом у вітчизняній і зарубіжній практиці очищення все ширше використовуються технічні мийні засоби (ТМЗ) на основі отриманих з нафти синтетичних поверхнево-активних речовин. Їх використовують у вигляді 0,5 – 2 % водних розчинів, які нетоксичні, негорючі, неагресивні щодо кольорових металів, не викликають опіків і мають тривалий термін використання.

Очищення зануренням. Цим способом найчастіше користуються для очищення громіздких, з внутрішніми порожнинами деталей, що мають вуглецеві відкладення, накип або корозію. Очищення проводиться у ваннах з підігрівом, що мають два відділення: для виварювання й ополіскування. Очищення від нагару здійснюють розчинами Лабомід-203 або АМ-15, останній доцільно застосовувати для очищення фільтрів.

Очищення від накипу виконують у розчині соляної кислоти HCl 8-10 %, з додаванням уротропіну – 0,04 %; $t = 40-50\text{ }^{\circ}\text{C}$;

$T = 10-20$ хв. Після очищення деталей необхідно промити водою з хромпиком або вапняним молоком.

Очищення від корозії виконують у розчині сірчаної кислоти H_2SO_4 20 % з додаванням екстракту інгібітора – 5 %. Для очищення паливної апаратури вміст H_2SO_4 знижують до 10 %, екстракт інгібітора збільшують до 10 %. Перед очищенням деталь необхідно промити гарячим лужним розчином $t = 15-25$ °С. Очищення розчином проводиться при $t = 60-70$ °С, $T = 15-30$ хв. Після очищення деталь промивають гарячою водою.

Основний недолік очищення зануренням – швидке забруднення розчину. Переваги – висока якість очищення внутрішніх порожнин і невеликий час очищення. Очищення зануренням можна підсилити за допомогою ультразвуку.

Очищення струменевим способом. Струменеве очищення здійснюється в одно-, дво- і багатоканальних машинах тупикового або прохідного типу (ММД-6, ММД-12 (13): $\varnothing_c = 2-8$ мм, 290 сопел, тиск струменя – 0,1 - 3,5 МПа, два баки (з розчином і водою), об'єм 6 м³, швидкість візка 0,78 м/хв, хід візка 3,9 м, час очищення 15-25 хв, ополіскування – 7 хв. Для малогабаритних деталей доцільно використовувати машину А-238 з круглим стволом $\varnothing 900$ мм.

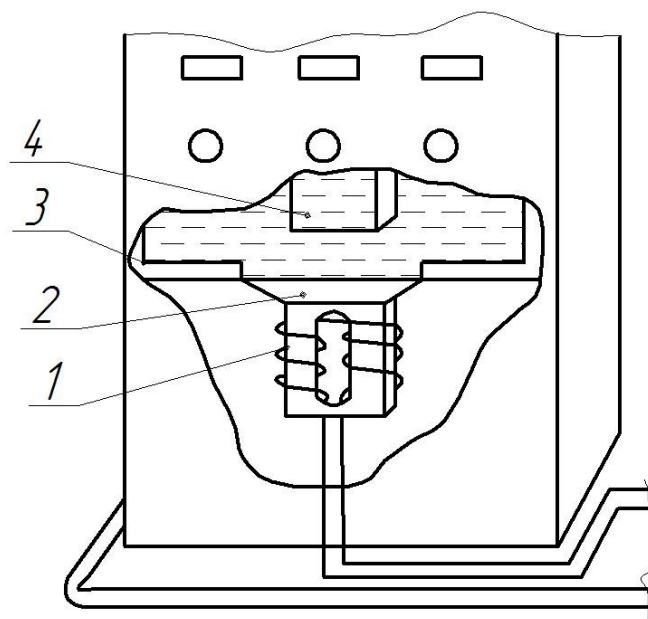
Недоліки струменевого очищення – велика витрата електроенергії для створення тиску і перекачування мийного розчину; недостатнє надходження розчину у складнодоступні місця; велика витрата тепла в струменях.

Очищення примусовою циркуляцією. Застосовують для очищення внутрішніх порожнин деталей шляхом прокачування мийного розчину (наприклад: радіатори холодильника, теплообмінники, водяна і масляна системи тепловоза). Радіатори очищаються на стенді, до якого входить 6 радіаторів, $T = 75$ хв, $t = 80-95$ °С.

Масляна система тепловоза очищається розчином МПТ-2М, що збільшує термін служби мастила на 20 %, знижує трудомісткість очищення картера дизеля на 50 %.

Очищення ультразвуком. Ультразвук створює коливання, під дією яких підвищуються проникаючі та змочувальні характеристики мийного розчину. Також при розповсюдженні ультразвукових хвиль у рідині виникає змінний звуковий тиск,

амплітуда якого досягає декількох десятків атмосфер. Під дією цього тиску рідина поперемінно зазнає стиснення і розтягнення. Розтягуючі зусилля в області розрядження хвилі призводять до утворення в рідині розривів, тобто найдрібніших бульбашок, заповнених газом і паром. Ці бульбашки отримали назву кавітаційних, а саме явище стали називати ультразвуковою кавітацією. Області високого розрядження (вакууму) всередині бульбашок інтенсивно «засмоктують» всередину себе частинки забруднювача з поверхні деталі. Наступна за розрядженням фаза стиснення призведе до закриття більшої її частини. При закритті кавітаційної бульбашки виникає ударна хвиля, що розвиває величезний тиск. Оскільки кавітаційних бульбашок багато і захоплювання їх відбувається десятки тисяч разів у секунду, кавітація може призвести до значних руйнувань. Помірної сили кавітація в поєднанні з мийними засобами нового покоління найбільш ефективна для очищення деталей і вузлів від забруднень. У якості пристроїв ультразвукового очищення застосовуються спеціальні установки (ванни) (рисунок 2.5).



1 – ультразвуковий перетворювач; 2 – мембрана перетворювача;
3 – ванна з мийним розчином; 4 – деталь

Рисунок 2.5 – Схема ультразвукової мийної машини

У якості розчину використовують Лабомід 203, АК-15. Цим способом очищають підшипники кочення, паливну апаратуру, фільтри.

Термічне очищення полягає в нагріванні деталі до температури, при якій забруднення або згорає, або втрачає механічну міцність і відокремлюється від поверхні деталі. У ремонтній практиці термічне очищення деталей проводять або відкритим вогнем (очищення дренажних труб), або в розплаві солей.

Очищення і знежирення деталей у розплаві солей і лугів відбувається добре і швидко. Цим способом можна очищати поршні ДВЗ, внутрішні поверхні корпусу турбокомпресора, кришки циліндра та інші деталі. Однак цьому способу властиві й недоліки: очищення має певний вплив на властивості металу, швидко забруднюється розплав, можлива деформація деталей складної форми, процес очищення складний і малопродуктивний.

2.4 Контроль стану механічних частин

2.4.1 Розміри деталей

Деталі локомотива після очищення піддаються контролю з метою порівняння їх фактичного стану до вимог діючої технічної документації з ремонту локомотивів. У результаті контролю встановлюється придатність деталей до подальшої роботи, можливості їх відновлення або бракування. Існують три різновиди розмірів та інших технічних характеристик деталей: нормальні, допустимі та граничні. Нормальними вважаються деталі, розміри яких відповідають робочим кресленням. Припустимими називаються розміри та інші характеристики, при яких деталь може бути знову використана на локомотиві і буде задовільно працювати протягом майбутнього міжремонтного періоду. Граничними називаються розміри та інші характеристики деталей, за наявності яких вони бракуються або відновлюються. На ескізах ремонтні розміри позначаються в трьох графах: Н, Д, Г.

2.4.2 Способи вимірювання зносу деталі

Знос деталей визначають прямим чи непрямим вимірюванням. При прямому вимірюванні розмір або відхилення

від нього знаходять за показниками приладу, що контактує з вимірюваною деталлю. При непряму вимірюванні розмір визначають за величиною, що певним чином пов'язана із розміром чи відхиленням від нього.

Прямі вимірювання проводять шляхом мікрометражу, який застосовують для визначення величини й характеру зносу, деформації, згину та короблення деталей, а також контролю положення деталей у збиральних одиницях (перпендикулярність, паралельність). При цьому використовують різний вимірювальний інструмент:

- універсально-вимірювальний (штангенциркулі, штангензубоміри, штангенглибиноміри, мікрометри тощо);
- важільно-механічний (індикатори годинникового типу, індикаторні нутроміри, важільні мікрометри, індикаторні скоби тощо);
- одномірні інструменти (щупи, косинці, калібри, шаблони тощо).

Вибір класу інструменту виконують за допомогою спеціальних номограм (рисунок 2.6), де по горизонталі вказується розмір деталі, а по вертикалі - допуски на виготовлення і точність інструменту. Відсутність постійної бази вимірювання, похибки, що виникають від непостійності температури деталі та приладу, є недоліками контактного способу.

До непрямих способів належать:

- а) профілографування;
- б) спосіб штучних баз (лунок);
- в) зважування;
- г) визначення за ступенем забруднення мастила;
- д) за оцінкою службових властивостей;
- е) за рівнем шуму і вібрації.

Спосіб профілографування полягає в тому, що з мікроділянки досліджуваної поверхні знімають профілограми до і після зносу. На профілограмі контури одних і тих же западин залишаються постійними, а виступи внаслідок зносу змінюють свою висоту. При визначенні загального зменшення виступів від лінії западин отримують величину зносу. Застосування методу профілографування для визначення величини зносу дозволяє отримати графічний запис рельєфу зношеної поверхні, що дає

можливість судити про розподіл зносу по цій поверхні в межах ходу голки.

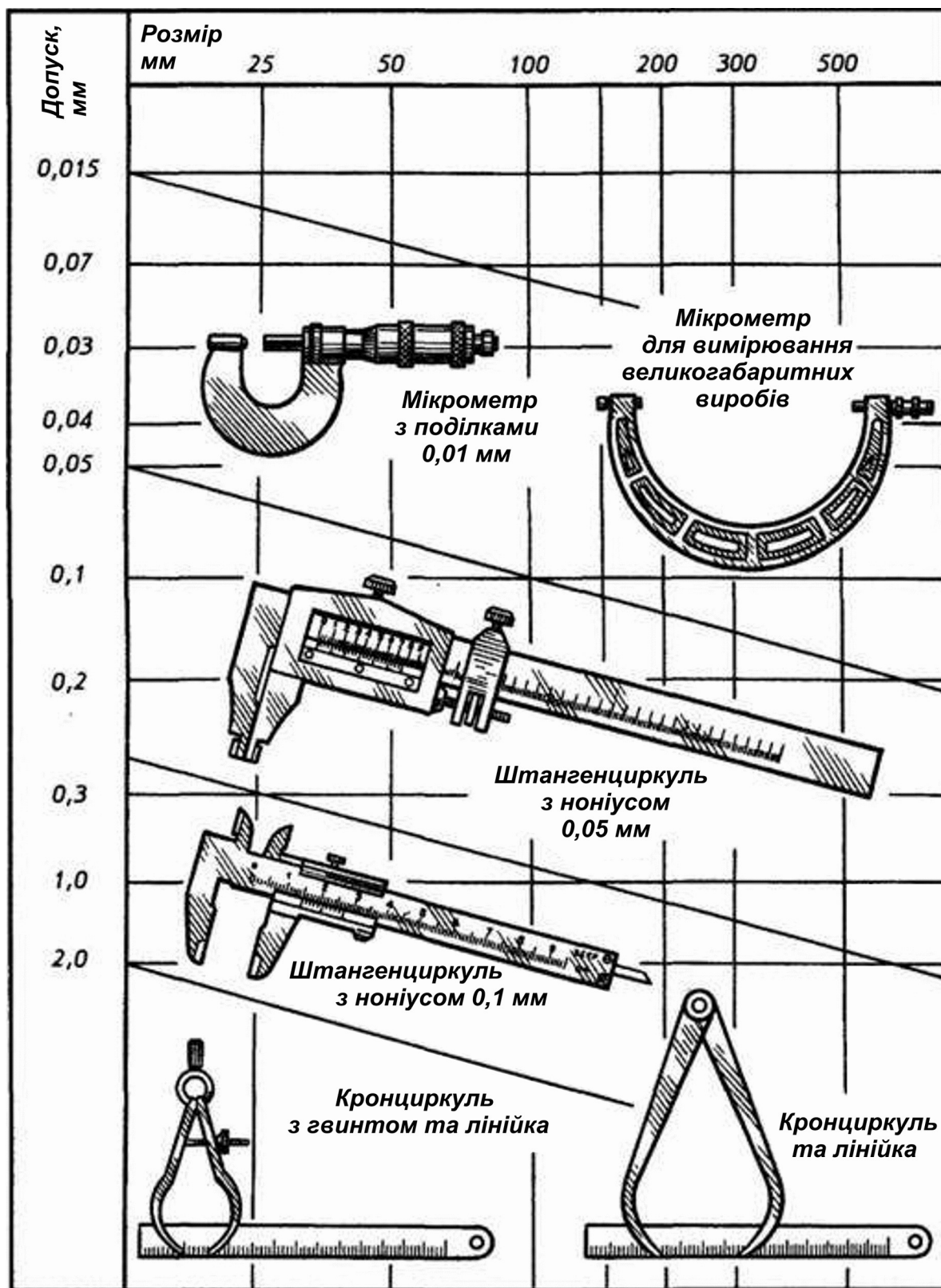


Рисунок 2.6 – Номограма вибору класа інструменту для валів

Так, у локомотивних депо використовується лазерний профілометр, що за допомогою сканування визначає параметри бандажів КП, а потім спеціальна програма порівнює результати сканувань з еталонним профілем і видає рекомендації (рисунок 2.7).

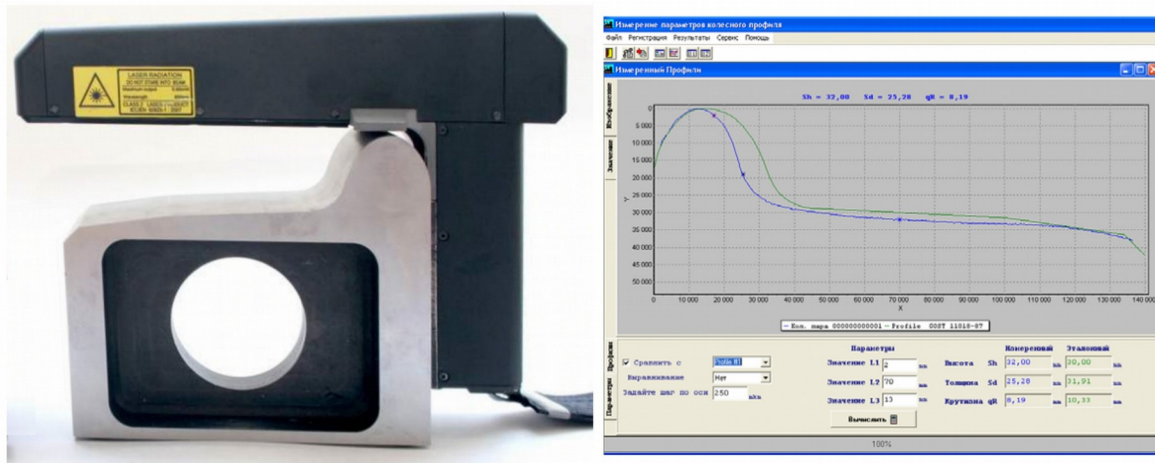


Рисунок 2.7 – Загальний вигляд лазерного профілометра та форма порівняння профілів

До переваг методу слід віднести можливість визначення дуже малих величин зносу з великою точністю. Недоліками методу є відсутність практичної можливості зняття профілограм до і після зносу.

Спосіб штучних баз (лунок) – на поверхні тертя, за допомогою алмазного різця вирізають поглиблення (лунку), що має форму тригранної піраміди. Її розміри: глибина $h = 0,15$ мм і довжина $l = 3$ мм. Лунка розташовується так, щоб її поздовжня вісь була перпендикулярною до напрямку переміщення поверхонь. Після зносу вимірюється довжина лунки l . Вимірювання виконують мікроскопом з точністю $\pm 0,5$ мм. За результатами вимірювань визначають величину зносу.

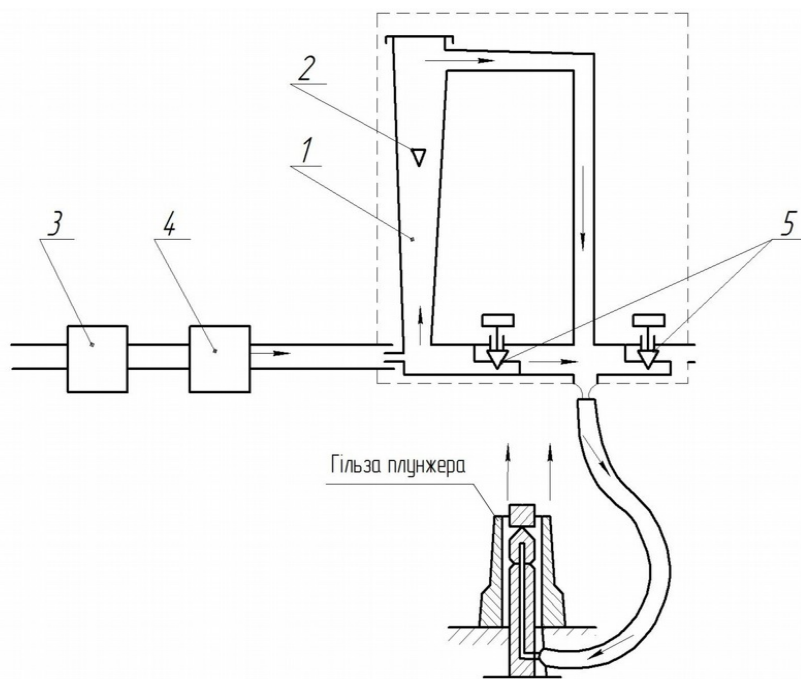
Різниця в глибині лунки до та після зносу відповідає лінійній величині зносу поверхні. Точність вимірювання зносу дуже висока $\pm 0,001$ мм. Використовується при дослідницьких роботах.

Спосіб зважуванням. Зважування проводиться до і після зносу. При цьому може бути досягнута висока точність

вимірювання. Даний спосіб успішно застосовується при визначенні середніх величин зносу поршневих пальців, поршневих кілець і інших деталей зі складною конфігурацією.

Визначення за ступенем забруднення мастила продуктами зносу – полягає в тому, що від мастила через певні проміжки часу відбирають проби. Кожна проба спалюється, і шляхом хімічного, поліграфічного чи спектрального аналізу визначають якісний і кількісний склад продуктів зносу (Fe, Cu, Al, Pb, Si, Ne і т. д.). За наявності цих елементів судять про знос того чи іншого вузла, а саме: Fe – гільзи циліндра, Cu – компресійних кілець дизеля, Pb – підшипників колінчастого вала, Si – забруднення фільтрів очищення повітря, Ne – наявність води в мастилі і т. д. Критичні норми продуктів зносу встановлюються для кожної серії локомотива шляхом визначення співвідношення між геометричними розмірами вузла і концентрацією продуктів зносу в маслі. Спектральний аналіз дозволяє шляхом порівняння отриманої концентрації продуктів зносу в мастилі встановити градацію стану вузла і, як наслідок, встановити необхідний обсяг робіт на найближчий ТО-3 або ПР-1. Крім того, він дозволяє прогнозувати залишковий ресурс вузла і, таким чином, розраховувати точні терміни проведення поточних ремонтів. На сьогодні спектральний аналіз виконується для оцінки стану вузлів дизеля, компресора, моторно-осьових підшипників колісно-моторного блока.

Визначення за оцінкою службових властивостей. Критерієм службових властивостей найчастіше приймають характер зміни тиску чи витрат робочого тіла (повітря, палива, мастила). Так, знос шатунно-поршневої групи дизеля визначають за зменшенням компресії в циліндрі при опресуванні повітрям. Знос плунжерних пар – за збільшенням витрат палива між деталями при випробуваннях. Із приладів, заснованих на залежності між зазором і зміною витрат повітря, набули поширення ротаметри – пневматичні мікрометри (рисунок 2.8), якими можна визначити діаметри отворів гільз плунжерних пар і корпусів розпилювачів форсунок. У конусній скляній трубці 1 розміщений алюмінієвий поплавок 2, що підтримується струменем повітря. При більшому зазорі між калібром і гільзою плунжера збільшуються витрати повітря – поплавок підіймається, і навпаки. Кожному зазору, а отже, кожному діаметру гільзи відповідають свої витрати повітря



- і положення поплавка.
- 1 – скляна трубка;
 - 2 – поплавок;
 - 3 – регулятор тиску;
 - 4 – фільтр-волого-відокремлювач;
 - 5 – регулювальні клапани

Рисунок 2.8 – Схема контролю гільзи плунжера ротаметром

За рівнем шуму і вібрації. Вібрація і шум – природні процеси, що протікають у машинах. Збуджуються вони тими ж динамічними силами, що є причинами зносу й різних видів дефектів і пошкоджень.

На практиці при роботі будь-яких механічних і електромагнітних систем виникають коливання, викликані залишковим дисбалансом, розцентруванням, відхиленнями в елементах зачеплення, зазорами і т. д., що призводить до розсіювання енергії у вигляді механічних коливань. Тому вібрація - один з найбільш інформативних параметрів, який може бути застосований для контролю поточного технічного стану механізмів роторного типу без їх розбирання в процесі виготовлення (випробувань), експлуатації, ремонту і налагодження.

Для механізмів роторного типу (турбіни, турбокомпресори, електродвигуни, генератори, насоси, вентилятори і т. д.) основними джерелами діагностичної інформації, що характеризує поточний технічний стан механізмів, є сигнали вібрації. Обумовлено це тим, що вібрація, будучи наслідком взаємодії різних сил у самому механізмі, несе в собі інформацію про стан

як механізму в цілому, так і його окремих кінематичних зв'язків, вузлів і деталей. При цьому теорія і практика аналізу вібросигналів до цього часу настільки відпрацьована, що можна отримати достовірну інформацію практично з будь-якого дефекту монтажу, виготовлення або зносу.

2.4.3 Основні методи й способи неруйнівного контролю деталей ТРС

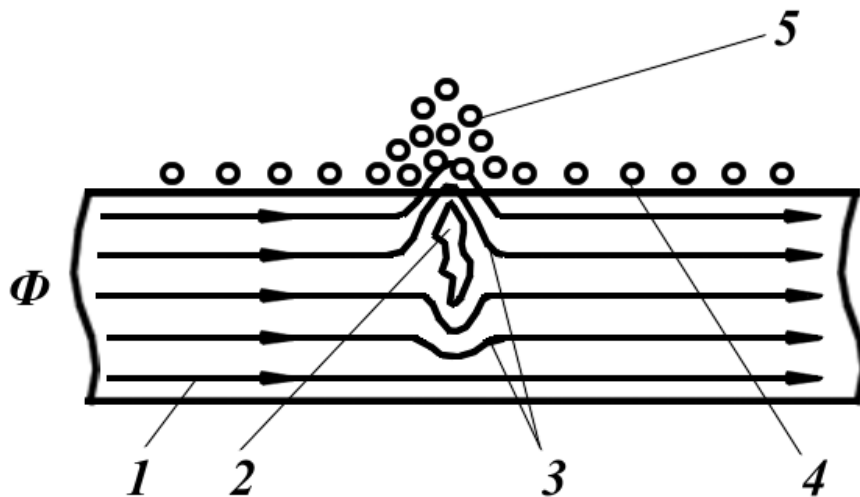
Неруйнівні методи контролю (дефектоскопія) – узагальнююча назва методів контролю матеріалів (виробів), що використовуються для виявлення порушення суцільності або однорідності макроструктури, відхилень хімічного складу та інших цілей, що не потребують руйнування зразків матеріалу та/або виробу в цілому.

Методи неруйнівного контролю (НК) класифікуються у відповідності із взаємодією фізичного поля чи речовини з об'єктом контролю. Види НК виділяються з точки зору фізичних явищ, на яких вони засновані. При контролі деталей рухомого складу залізниць використовують такі види:

- магнітний;
- вихорострумний;
- оптичний;
- акустичний;
- проникаючими речовинами.

Магнітний НК заснований на створенні та дослідженні магнітних полів розсіювання навколо деталей. У місцях порушення суцільності матеріалу деталі відбувається перерозподіл магнітного потоку і різка зміна характеру магнітного поля розсіювання. Характер магнітного поля розсіювання визначається величиною і формою дефекту, глибиною його залягання, а також його орієнтацією відносно напрямку магнітного потоку. Поверхневі дефекти типу тріщин, орієнтовані перпендикулярно до магнітного потоку, викликають появу найбільш різко виражених магнітних полів розсіювання; дефекти, орієнтовані вздовж магнітного потоку, практично не викликають появи полів розсіювання.

Найбільша щільність магнітних силових ліній поля розсіювання спостерігається безпосередньо над тріщиною (або над іншою несучільністю) і зменшується з віддаленням від неї. Для виявлення несучільності на поверхню намагніченої деталі наносять магнітний порошок, зважений у повітрі (сухим способом) або в рідині (мокрим способом). На частинку в полі розсіювання будуть діяти сили магнітного поля, спрямовані в область найбільшої щільності магнітних силових ліній, тобто до місця розташування тріщини. У магнітному полі частинки намагнічуються і з'єднуються у ланцюжки. Під дією результуючої сили частинки притягуються до тріщини і накопичуються над нею, утворюючи скупчення порошку (рисунок 2.9).



1 – магнітне поле; 2 – дефект; 3 – спотворення магнітного поля; 4 – магнітний порошок; 5 – скупчення порошку

Рисунок 2.9 – Схема виявлення скритих дефектів магнітною дефектоскопією

Магнітні лінії мають перетинати дефект, для чого використовують кілька способів намагнічування:

- полюсне (торцеве, бокове, соленоїдне) – для поперечних дефектів;

- циркуляційне – для поздовжніх дефектів (рисунок 2.10).

Намагнічування деталі (чи її ділянки) здійснюється циркуляційним чи поздовжнім полем, що створюється спеціальними намагнічуючими пристроями та живляться імпульсним або постійним струмом.

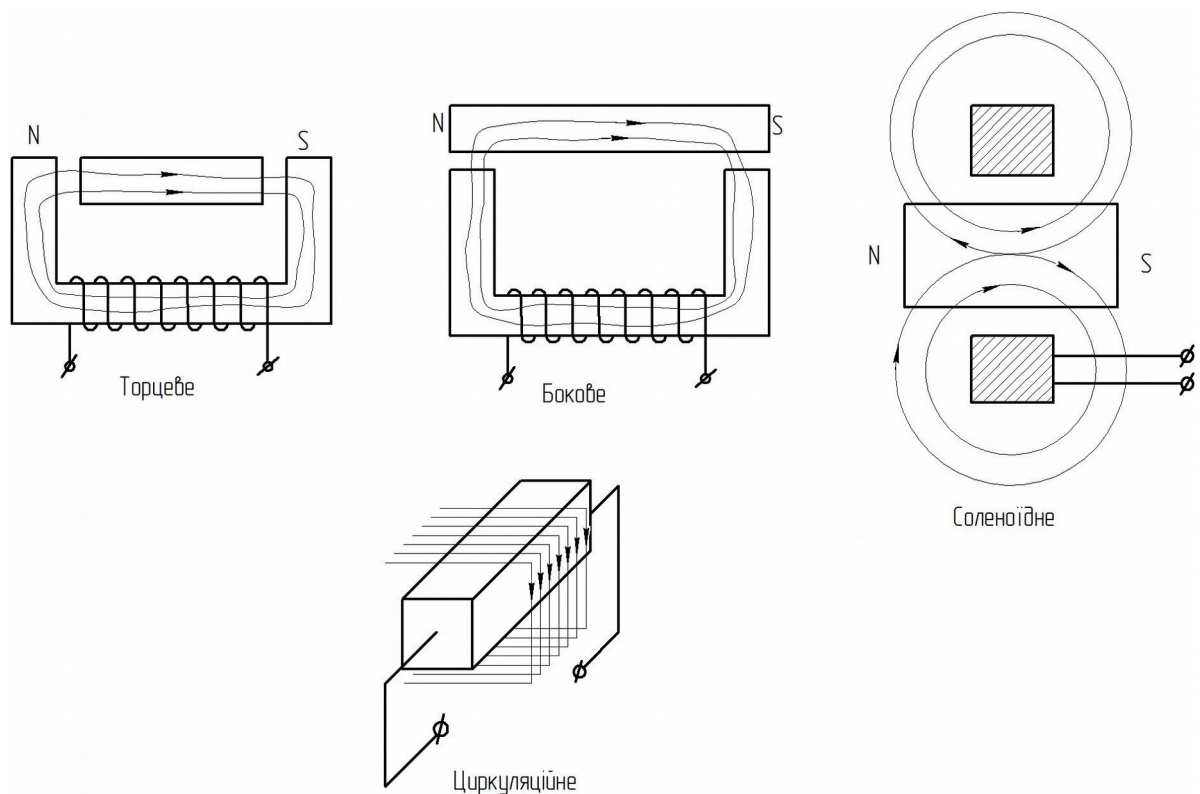


Рисунок 2.10 – Способи намагнічування деталей при дефектоскопії

У депо для проведення магнітопорошкового контролю деталей ТРС найбільшого поширення набув магнітний дефектоскоп МД - 12П (рисунок 2.11).

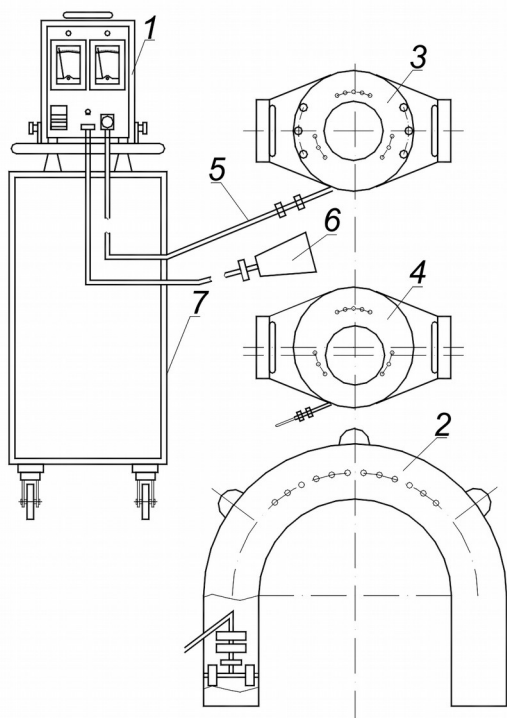
Дефектоскоп магнітопорошковий МД-12П застосовується для виявлення поверхневих поперечних тріщин у внутрішніх шийках і середніх частинах осей колісних пар рейкового рухомого складу - у комплекті з намагнічуючим пристроєм сідлоподібного типу (виконання МД-12ПС). Допускається застосування даного дефектоскопа для контролю інших деталей з ферромагнітних матеріалів за умови, що дефектоскоп забезпечить на поверхні контрольованої деталі напруженість магнітного поля у відповідності зі встановленим рівнем чутливості.

Магнітопорошковий дефектоскоп складається з блока управління, намагнічуючого пристрою сідлоподібного типу (у моделях МД-12ПЕ ексцентриковий тип намагнічуючого пристрою, МД-12ПШ – шиєчний), кабелю живлення та

з'єднувального кабелю.

Корпус блока управління складається зі зварного каркаса і знімного П-подібного кожуха. На лицьовій панелі блока управління розташовані: стрілочні вимірювальні прилади струму намагнічування і напруги мережі, лампи світлової сигналізації включеного стану блока управління і намагнічуючого пристрою, вимикач «МЕРЕЖА», розетка і тумблер «ОСВІТЛЕННЯ» для підключення переносного світильника.

Намагнічуючий пристрій складається з котушки, поміщеної в пластмасовий корпус. На корпусі встановлено тумблер для вмикання намагнічуючого пристрою, рознімач для підключення кабелю і контрольні гнізда. Для створення більшої напруженості магнітного поля намагнічуючий пристрій має сердечник, виконаний з електротехнічної сталі.



- 1 - блок управління;
- 2 - намагнічуючий пристрій МД-12ПС;
- 3 - намагнічуючий пристрій МД-12ПШ;
- 4 - намагнічуючий пристрій МД-12ПЕ;
- 5 - кабель;
- 6 - світильник;
- 7 - підставка футляр

Рисунок 2.11 – Загальний вигляд магніто порошкового дефектоскопа

У якості феромагнітного матеріалу найбільш часто використовуються чорні порошки (закис-окис заліза) або його суспензія в мастилі з дисперсністю частинок 5-10 мкм. Глибина

виявлення дефектів – до 2 мм з шириною розкриття більше 0,001 мм.

Перспективним напрямком розвитку магнітного НК при контролі деталей ТРС є застосування ферозондового методу, при якому для реєстрації полів розсіювання використовуються спеціальні магніточутливі приймачі – ферозонди. Вони мають котушки, що генерують магнітне поле, яке взаємодіє із залишковим або наведеним полем контрольованої деталі. При потраплянні дефекту в зону взаємодії цих полів у котушках датчика виникає електричний сигнал, за його величиною судять про дефект.

Висока чутливість ферозондового методу дозволяє виявляти дефекти з шириною розкриття в кілька мікрометрів і глибиною від 0,1 мм. Можливо виявлення дефектів під немагнітним покриттям товщиною до 6 мм. Шорсткість контрольованих поверхонь – до $Rz=320$ мкм. Дефектоскопи-градієнтметри застосовуються для контролю литих деталей, прокату, зварних з'єднань.

Переваги магнітного НК: висока чутливість, достовірність, простота і універсальність.

Недоліки магнітного НК: контроль тільки феромагнетиків, низька продуктивність контролю, складність автоматизації, високий вплив людського фактора.

Вихорострумний НК заснований на оцінці розподілення вихрових струмів у деталі (контролюються тільки струмопровідні матеріали). Використовуються спеціальні перетворювачі (котушки індуктивності), що збуджують у поверхневому шарі деталі вихрові струми. При встановленні на деталь котушки вихрові струми виникають у формі кільцевих концентричних кіл. При цьому діаметр їх відповідає діаметру котушки (штрихові лінії) (рисунк 2.12).

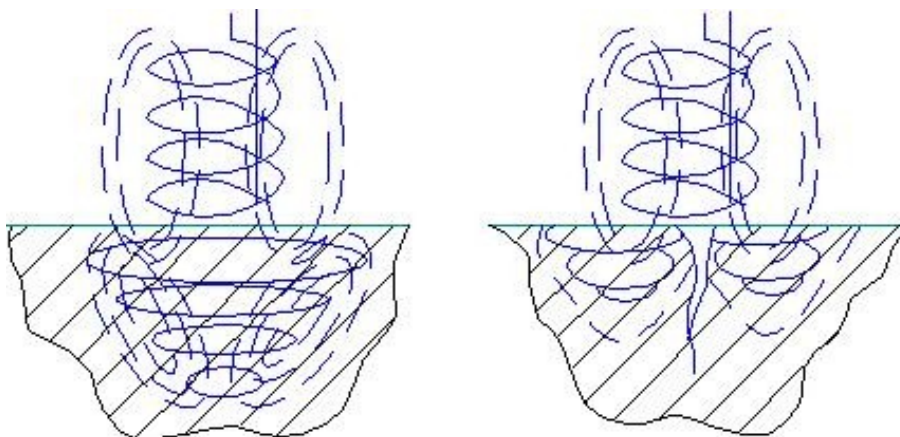


Рисунок 2.12 – Вплив дефектів на розподілення вихрових струмів у деталі

Вихрові струми течуть у поверхневих шарах металів, створюючи своє власне магнітне поле (пунктирні лінії). Якщо датчик помістити над дефектом (тріщиною), то форма вихрових струмів, що протікають у контрольованій деталі, зміниться. Замість одного вихрового поля за наявності тріщини виникають два поля. Вони будуть мати інші характеристики, ніж при проходженні датчика над справною ділянкою. Сигнал виникає у зв'язку з тим, що при зміні магнітного поля, створеного вихровими струмами, у котушці датчика наводиться ЕРС або змінюється її повний опір. Найбільшого поширення набули датчики, що являють собою котушку індуктивності, намотану на феритовий сердечник. При дефектоскопії торцева частина сердечника встановлюється на контрольовану поверхню. Метод вихрових струмів дозволяє проводити також вимірювання електропровідності металів, вивчення їх структури, фізико-механічних властивостей, твердості тощо.

Для контролю деталей рухомого складу з грубою пласкою чи криволінійною поверхнею може використовуватись вихорострумовий дефектоскоп ВД-12НФМ (рисунок 2.13).



Рисунок 2.13 – Загальний вигляд вихорострумового

дефектоскопа ВД-12НФМ

Переваги вихорострумового НК: можливість контролю немагнітних металів, можливий контроль без видалення захисних покриттів і без механічного контакту датчика з деталлю, незначна трудомісткість.

Недоліки вихорострумового НК: виявлення лише поверхневих і підповерхневих дефектів, невисока чутливість (залежність чутливості від розмірів датчиків), відсутність наочності результатів контролю, висока трудомісткість ручного контролю великих поверхонь, складність контролю деталей з магнітних матеріалів.

Оптичний НК використовується для виявлення різних поверхневих дефектів, огляду закритих конструкцій, важкодоступних місць агрегатів і вузлів. Контроль проводиться шляхом спостереження деталей у видимому світлі. Тому його застосовують для пошуку поверхневих дефектів, доступних для безпосереднього огляду, для аналізу характеру пошкоджень, виявлених іншими методами дефектоскопії, для огляду закритих конструкцій з метою виявлення забруднень, наявності сторонніх предметів. За видом реєстрації зображення розрізняють три групи оптичних приладів: візуальні, детекторні і комбіновані. У візуальних приладів приймачем є око (лупи, мікроскопи, ендоскопи і т. д.). Приймачами у детекторних приладах можуть служити фотоемульсії, люмінесцентні речовини, електронні прилади і т. п. Комбіновані прилади придатні для огляду візуального і за допомогою детектора. Для огляду ділянок конструкції, не доступних прямому спостереженню, застосовують технічні ендоскопи, бороскопи, перископічні дефектоскопи.

Переваги: простота контролю, нескладне обладнання, порівняно мала трудомісткість.

Недоліки: недостатньо висока достовірність і чутливість.

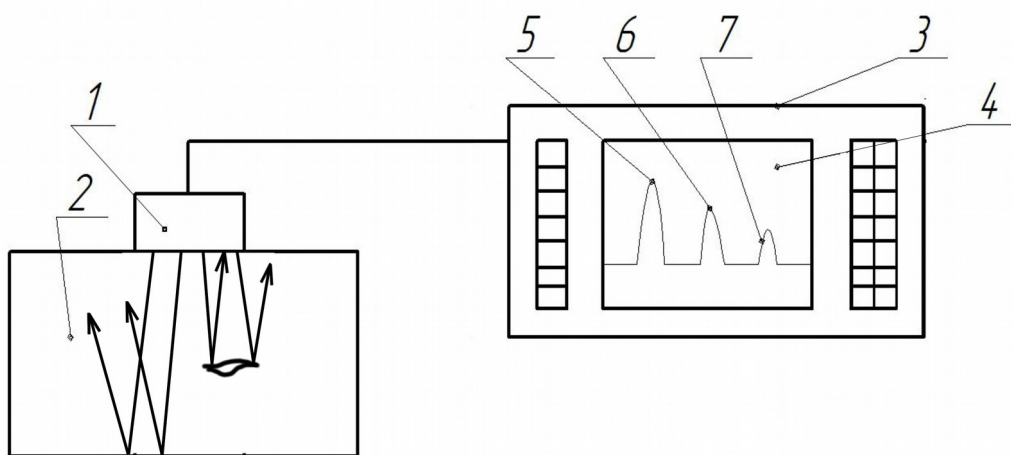
Акустичний НК – розрізняють пасивні та активні акустичні методи контролю деталей. Пасивні методи засновані на дослідженні пружних хвиль, що виникають у контрольованому виробі під час або після закінчення технологічного процесу, або при навантаженні, зокрема в момент утворення або розвитку дефектів. До них належать методи контролю, які використовують

акустичну емісію, а також шумо- і вібродіагностику. Активні методи засновані на дослідженні поширення коливань.

При акустичному контролі зазвичай використовують коливання з частотою 0,5 кГц ... 25 МГц. Коливання звукової частоти використовують при контролі паяних, клеєних або зварених контактним зварюванням конструкцій (імпедансний метод).

У випадку, коли при контролі використовують частоти понад 20 кГц, допустимо застосування терміна «ультразвуковий» замість терміна «акустичний». Для збудження і реєстрації ультразвукових коливань використовують п'єзоелектричний ефект: деякі матеріали (кварц, титанат барію, титанат-цирконат свинцю та ін.) під дією змінного електричного поля змінюють свої розміри з частотою зміни поля. П'єзоелектричну пластину поміщають у спеціальному пристрої – п'єзоперетворювачі (шукачі). Матеріали, використовувані в п'єзоперетворювачі: плексиглас, капролон, фторопласт, полістирол, сприяють гасінню відбитої хвилі, тому що мають великі коефіцієнти згасання ультразвукових коливань і малу швидкість їх поширення.

У сучасних дефектоскопах реалізований луна-метод, при якому ультразвуковий імпульс відбивається від нижньої поверхні об'єкта чи дефекту. За амплітудою імпульсів судять про наявність дефектів (рисунок 2.14).



1 – УЗ-перетворювач; 2 – деталь з дефектом; 3 – УЗ-дефектоскоп; 4 – дисплей; 5 – зондуючий імпульс; 6 – імпульс дефекту; 7 – донний імпульс

Рисунок 2.14 – Схема реалізації луна-методу при ультразвуковій дефектоскопії

Найбільш поширеним ультразвуковим дефектоскопом у локомотивних і моторвагонних депо є УД2-70 (рисунок 2.15).



Рисунок 2.15 – Загальний вигляд ультразвукового дефектоскопа УД2-70

Ультразвукові дефектоскопи виявляють тріщини шириною більше 0,001 мм на будь-якій глибині.

Переваги: висока точність і глибина виявлення дефектів, можливість контролю будь-яких матеріалів.

Недоліки: необхідність розроблення спеціальних методик, а часто і шукачів для кожного типу деталей і матеріалів; відносна складність розшифрування результатів контролю, визначення місця і виду дефекту; труднощі, а в ряді випадків неможливість контролю деталей складної форми; контроль деталей тільки з високою чистотою поверхні; обов'язковим є контакт з деталлю.

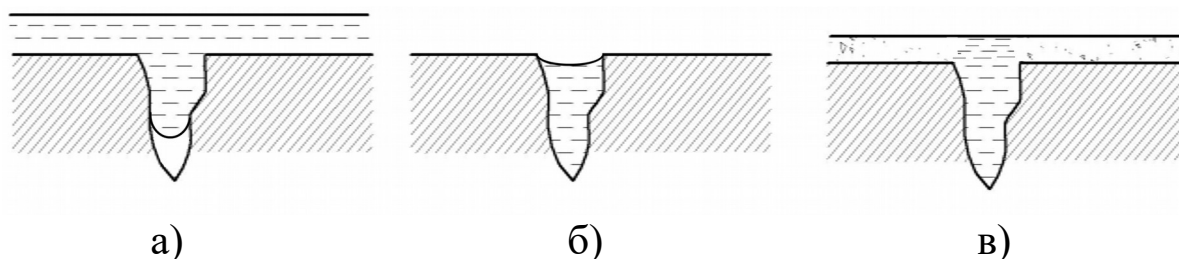
Метод проникаючими речовинами заснований на капілярному проникненні рідин (пенетранту) у дефекти та їх контрастному зображенні. Ці методи застосовуються для виявлення поверхневих дефектів, в основному у виробках з

неметалів і сплавів, для яких неможливо використовувати магнітні методи контролю. Капілярний контроль здійснюють так. Після підготовки (очищення, знежирення) поверхні контрольованої деталі на неї наносять індикаторну рідину, наприклад суміш гасу зі скипидаром з додаванням барвника (рисунок 2.16). Рідина проникає всередину дефектів. Щоб дефекти краще і швидше заповнювалися, при нанесенні рідини підвищують або знижують тиск, впливають на деталь звуковими чи ультразвуковими коливаннями або статичним навантаженням, підігрівають рідину, напилують її у вигляді аерозолю. Після нанесення рідину з поверхні прибирають (втирають або здувають), але в дефектах вона залишається. Далі струменем газу, пензлем або щіткою наносять на поверхню проявник. Це може бути розчин каоліну (білої глини), крейди чи тальку в етиловому спирті. Проникаюча рідина, що залишилася в порожнині під дією капілярних сил, а також у результаті сорбційних і дифузійних процесів, поглинається проявником. На білому фоні проявника утворюється забарвлений індикаторний рисунок, що дає уявлення про форму, протяжність і місце розташування дефекту.

Проявник може бути у вигляді порошку (сухий спосіб).

У якості індикаторної рідини можуть використовуватись розчини люмінофорів (у летючому розчиннику). У такому випадку проявник не потрібен, а дефект світиться в ультрафіолетових променях

Для виявлення наскрізних дефектів використовують опресування.



а) нанесення індикаторної рідини; б) усунення залишків рідини з поверхні; в) нанесення проявника та виявлення дефекту

Рисунок 2.16 – Етапи проведення капілярного контролю деталі

Останнім часом набувають поширення набори для кольорової дефектоскопії, представлені у вигляді аерозольних

балонів з очисником, пенетрантом і проявником.

Капілярні методи застосовують для контролю деталей з метою виявлення відкритих поверхневих дефектів з шириною розкриття більше 1 мкм, глибиною понад 10 мкм і довжиною понад 100 мкм.

Переваги: дозволяє контролювати деталі складної форми відразу по всій поверхні, відрізняється високою чутливістю і роздільною здатністю, наочністю результатів, універсальністю основних технологічних операцій, дозволяє фотографувати рисунок дефектів.

Недоліки: необхідність видалення захисних покриттів, ретельна підготовка поверхні, велика трудомісткість і тривалість, низька достовірність при від'ємних температурах, чутливість до точності виконання технологічних операцій.

2.5 Основні методи й способи відновлення деталей ТРС

Пошкодження в механічних частинах обладнання ТРС виникає, як правило, у з'єднаннях. Відновити початкову посадку деталей з'єднання, працездатність якого порушена зносом, послабленням посадки чи деформацією деталей, можна двома методами:

- відновлення початкової із зміною форми початкових розмірів (застосовується слюсарно-механічна обробка пошкоджених поверхонь);

- відновлення початкового розміру і початкової форми деталі (застосовується один із способів нарощування).

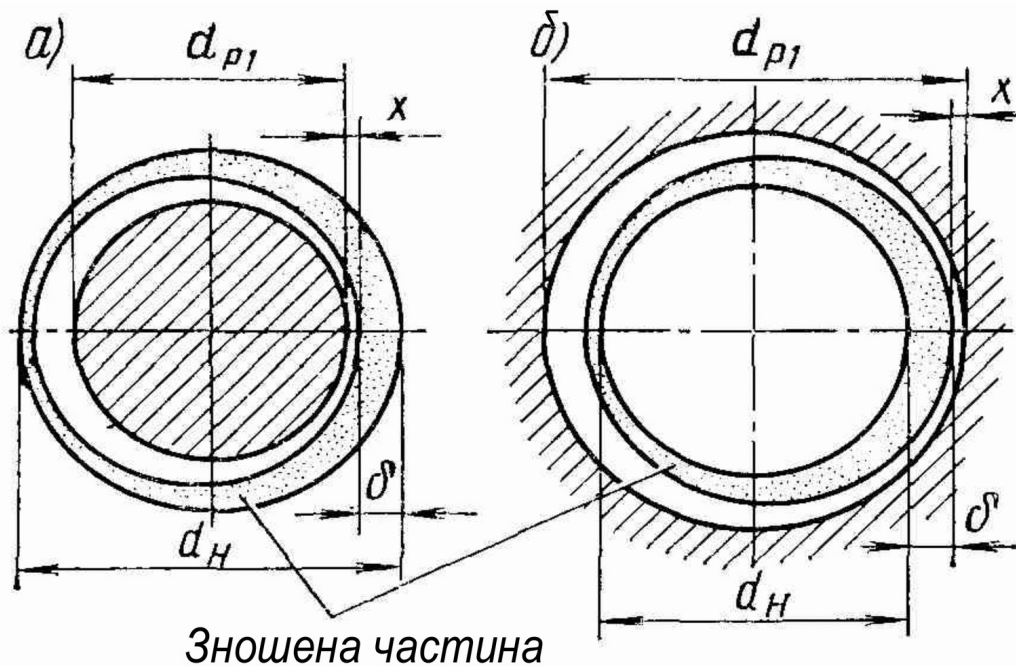
До першого методу відносять способи:

- шабрування;
- обпилювання;
- розвертання;
- свердління;
- штифтування (встановлення гужонів);
- обробка під ремонтний розмір.

Слюсарні роботи виконуються ручним чи механізованим інструментом і доповнюють верстатну обробку.

2.5.1 Обробка під ремонтний розмір

Обробляються, як правило, складні базові деталі системи «вал» чи системи «отвір» (шийки колінчастих валів і циліндри дизелів, компресорів, постелі корінних підшипників) з метою усунення овальності чи конусності, не змінюючи при цьому геометричної осі деталі. Ремонтні розміри застосовують для відновлення початкової посадки деталей з'єднання. При цьому порушення форми й розмірів однієї з деталей усувають механічною обробкою, а іншу деталь замінюють новою. При механічній обробці діаметр шийок валів стає меншим від номінального, а отворів – більше, при цьому зберігають положення геометричної осі вала чи отвору (рисунок 2.17).



а) система «вал»; б) система «отвір»; d_n – номінальний діаметр; δ – максимальний односторонній знос; x – номінальний припуск на сторону; d_p – категорійний ремонтний розмір

Рисунок 2.17 – Визначення категорійних ремонтних розмірів деталей

Переваги способу: простота і дешевизна, не потребує додаткового металу та складного обладнання.

Недоліки: необхідність ремонту чи заміни спряженої деталі

(збільшення часу на ремонт, неможливість взаємозамінюваності деталей).

До другого методу відносять:

- встановлення додаткової деталі;
- відновлення деталей пластичною деформацією;
- нарощування деталей металізацією;
- нарощування деталей електролітичними (гальванічними) способами;
- відновлення деталей зварюванням і наплавленням;
- відновлення електроерозійною обробкою;
- відновлення полімерними матеріалами;
- відновлення паянням.

2.5.2 Встановлення додаткової деталі

Цей спосіб застосовують, коли деталь має значні пошкодження та є нетехнологічною в ремонті. Пошкоджену частину вала чи отвору механічно обробляють і напресовують чи запресовують тонку втулку, яку потім обробляють під номінальний розмір.

Даним методом відновлюють вали якорів тягових електродвигунів, тягових генераторів; допоміжних електричних машин (товщина деталей 3 мм, натяг 0,06-0,08 мм), шийки колісних пар; шийки колінчастого вала компресорів, нарізні отвори і т. п.

Переваги способу: надійність, доступність.

Недоліки способу: потребує додаткових витрат на обробку поверхні зношеної деталі та на виготовлення добавочної деталі, застосування обмежується конструкцією деталі та її міцністю.

2.5.3 Відновлення деталей пластичною деформацією

Використовуються пластичні властивості металу.

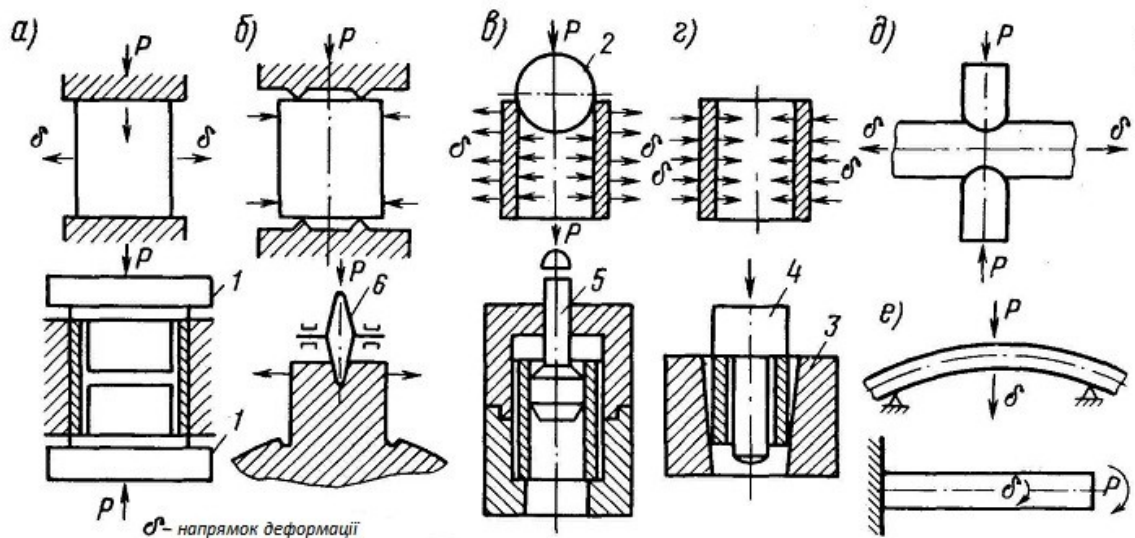
Розділяють:

- у холодному стані (застосовується для усунення незначних зносів чи для деталей з кольорових металів);
- у гарячому стані.

При гарячій обробці на механічні властивості деталі впливає температура початку та кінця обробки. Початкова температура не

повинна викликати перепалу чи перегрівання, мінімальна – не повинна викликати наклепування.

Основні способи обробки деталей пластичною деформацією показані на рисунку 2.18.



а) осаджування; б) вдавлювання; в) роздавання; г) обтискання; д) витягування; е) правлення

Рисунок 2.18 – Способи обробки деталей пластичною деформацією

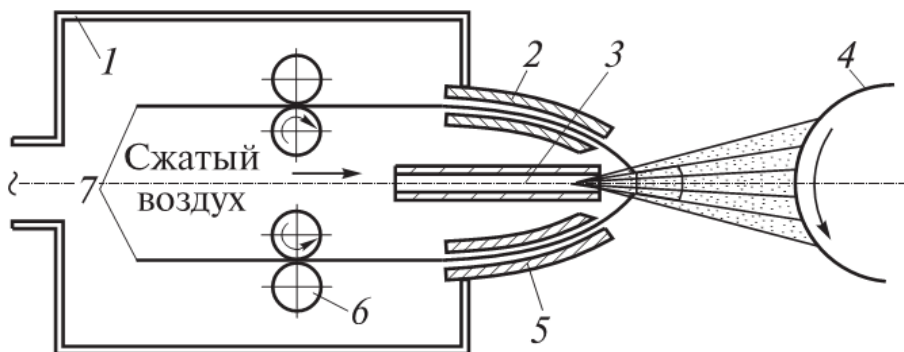
Після обробки для зняття внутрішніх напружень і покращення пластичних властивостей деталі необхідно виконувати термообробку: відпал чи нормалізацію. Приклади відновлення пластичною деформацією: палець шатуна – роздаванням, втулки верхньої головки шатуна – осаджуванням, бронзової втулки верхньої головки шатуна - обтисканням.

Перевага способу: відновлення деталей не вимагає додаткового металу, простота, можливість економити кольорові метали і високоякісні сталі. Застосування способу обмежується наявністю в деталях необхідного запасу металу.

2.5.4 Нарощування деталей металізацією

При металізації розплавлений у металізаторі метал розпиляється струменем стисненого повітря чи газу до дрібних частинок (1,5-10 мкм) і зі швидкістю 100-200 м/с наноситься на попередньо підготовлену шорстку поверхню (рисунок 2.19).

Даний метод дозволяє наносити шар металу товщиною від 0,03 до 1,5 мм на будь-який матеріал. Пористе покриття, що утворюється, добре утримує мастило, що підвищує зносостійкість деталі.



1- живлення металізатора; 2, 5 – напрямні електродного дроту; 3 – сопло; 4 – деталь; 6 – ролики; 7 – електродний дріт
Рисунок 2.19 – Схема роботи металізатора

2.5.5 Нарощування деталей електролітичними (гальванічними) способами

Граничний знос багатьох деталей локомотивів (гільз, поршневих кілець, поршнів, плунжерних пар) складає всього десяти й соті частки міліметра. Велику ефективність при відновленні подібних деталей дають гальванічні покриття, які дозволяють не тільки відновити початкові розміри, але і значно поліпшити якість поверхні, збільшивши її зносостійкість. Структура основного металу при цьому не відчуває ніяких змін, не виникає внутрішня напруга і деформування деталей. Для нанесення більшості гальванічних покриттів анод виготовляють з металу, який осідає на виріб, електролітом служить розчин солі цього ж металу, а катодом - відновлювана деталь. Метал на катоді осаджується з електроліту, а концентрація останнього залишається постійною за рахунок розчинення анода.

Електролітичні (гальванічні) покриття в ремонтному виробництві поділяються на такі групи:

- зносостійкі і ремонтні покриття: хромування гільз, кілець, насталування та цинкування посадочних поверхонь валів тощо;
- покриття, що поліпшують припрацювання деталей:

лудіння поршнів;

- захисні покриття: цинкування і кадміювання кріпильних деталей;

- декоративні покриття: хромування і нікелювання деталей.

При відновленні деталей основне значення має перша група покриттів.

Хромування. Хром – твердий, крихкий метал, сріблясто-сталевого кольору, з температурою плавлення 1890 °С. Процес хромування відрізняється від інших гальванічних покриттів деякими особливостями.

В якості анода застосовується не хром, а свинець; причиною цього є легкість анодного розчинення хрому; крихкість металевго хрому; висока вартість виготовлення масивних електродів. Відношення площі анода до площі катода: 1/1 або 2/1 (рисунок 2.20).

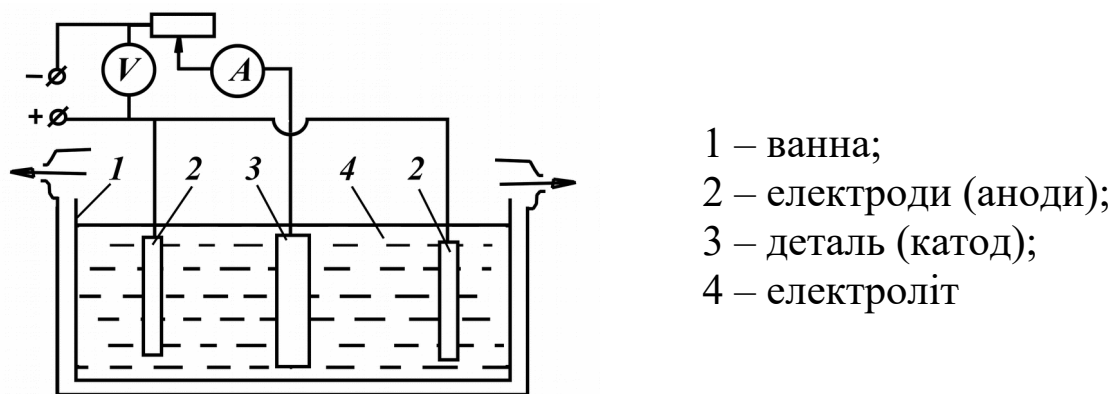


Рисунок 2.20 – Схема електролітичного нарощування деталей

У якості електроліту використовується розчин хромового ангідриду і для поліпшення протікання процесу додають до 4 % H_2SO_4 . Під час електролізу вміст хрому в електроліті постійно зменшується, що потребує постійного додавання CrO_3 . Джерелом живлення можуть служити низьковольтні генератори постійного струму або селенові випрямлячі.

Всі операції (переходи) гальванічного процесу поділяються на три етапи: підготовка, хромування й обробка після хромування. Підготовка до хромування полягає в такому:

- механічна обробка для відновлення геометрії поверхні деталі;
- очищення деталі від іржі і грязьомасляних відкладень;
- хімічне знежирення: промивання в 5-10 % розчині

каустичної соди при $t = 95\text{ }^{\circ}\text{C}$;

- ізоляція місць, що не підлягають покриттю, монтаж деталі на підвіску;

- електрохімічне знежирення: промивання у ванні з лужним розчином при пропусканні електричного струму (деталь - катод, анод - м'яка сталь);

- анодна обробка: у ванні з 30 % розчином H_2SO_4 з додаванням 25 г/л закисного сірчаноокислого заліза (деталь - анод, катод - свинцеві пластини, $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$, $T = 2 - 4$ хв, щільність струму $D = 10 - 60$ А/дм);

- декопірування (травлення), процес видалення окисних плівок з поверхні деталі, проводиться в тих же ваннах, де і основний процес: деталь – анод, пластини – катод, час 0,5-1 хв, щільність струму 30 - 35 А/дм, $t = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Після підготовки проводиться сам процес хромування.

Товщина нарощуваного шару обмежується 0,1 – 0,3 мм. Швидкість нарощування 0,015-0,03 мм/год.

Обробка після хромування полягає:

- в промиванні у холодній проточній воді;
- промиванні протягом 1 хв в нейтралізуючому 3-5 % розчині вуглекислого натрію при $t = 18-25\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- промиванні холодною проточною водою;
- промиванні гарячою проточною водою;
- сушінні в печі при $t = 120 - 130\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- термічній обробці при $t = 200 - 250\text{ }^{\circ}\text{C}$ для видалення водню, $T = 2 - 3$ год. Після хромування деталь піддається механічній обробці.

Хромуванням доцільно відновлювати деталі пар тертя, що супроводжуються невеликим зносом: гільзи циліндра, плунжерні пари паливного насоса, компресійні кільця поршнів дизеля тощо.

Перевага хромування: висока твердість, зносостійкість, жароміцність, низький коефіцієнт тертя і стійкість до впливу вологої атмосфери, більшості кислот і лугів.

Недолік хромування: погана змочуваність мастилом, тривалість процесу і складність підготовчих операцій, неможливість відновлення деталей з великим зносом (більше 0,2 – 0,3 мм), мала продуктивність.

Насталювання. Сутність цього процесу полягає в

електролітичному осадженні заліза на поверхні деталі. За твердістю і зносостійкістю електролітичне залізо, отримане при певних режимах, може відповідати загартованій сталі, у зв'язку з чим процес і отримав таку назву. Застосовуючи різні електроліти і змінюючи режим електролізу, можна отримати як м'які (НВ 150-180), так і тверді (НВ 200-700) покриття.

При насталуванні застосовуються як розчинні (з маловуглецевої сталі), так і нерозчинні (із графіту) аноди. Найбільш поширеним електролітом є розчин хлористого заліза FeCl_2 .

Електроліти з низькою щільністю (200-220 г/л) забезпечують отримання покриттів невеликої товщини (0,3 – 0,4 мм), але з високою твердістю. Електроліти з високою щільністю (650 - 700 г/л) забезпечують отримання покриття товщиною 0,8 – 1,0 мм, але з меншою твердістю. Швидкість покриття складає 0,3 - 0,5 мм/год. Звичайний процес насталування протікає при таких режимах: $f = 80-95 \%$, $C = 1 \text{ г/А год}$, $D = 20-50 \text{ А/дм}^2$.

Насталуванням відновлюють нерухомі посадки валів вертикальної передачі, водяного і масляного насоса; деталей антивібратора, валів редукторів тощо.

Перевага насталування перед хромуванням:

- застосування більш дешевих електролітів;
- застосування розчинних анодів, що виключає проводити коригування електроліту; більш висока швидкість покриттів (0,3 - 0,5 мм / год);
- можливість нарощування шарів більшої товщини.

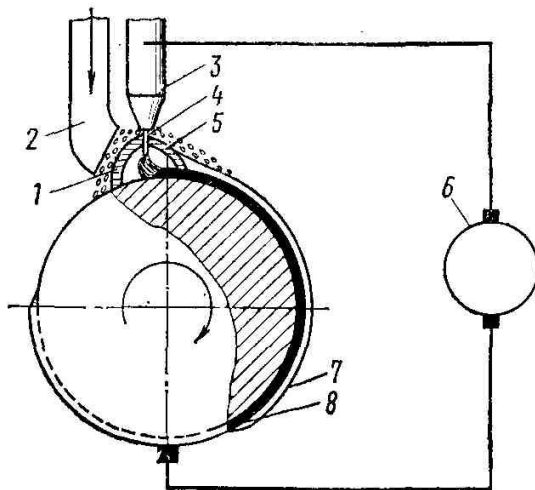
Недоліки насталування: за своєю складністю насталування не поступається хромуванню; електроліти агресивно впливають на метал ванни, що вимагає ізолювати їх внутрішню поверхню хімічно стійкими матеріалами: графітовими плитами, емаллю, гумою, керамікою; необхідно суворо підтримувати температуру в заданих межах ($\pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$).

2.5.6 Відновлення деталей зварюванням і наплавленням

Більшого поширення набули електродугові види зварювання та наплавлення. Розділяють ручне, напівавтоматичне та автоматичне зварювання та наплавлення; наплавлення під шаром флюсу та в середовищі захисних газів, вібродугове наплавлення.

При автоматичному зварюванні механізованими є подача електрода в зону дуги та пересування дуги вздовж шва. При напівавтоматичному – тільки подача електрода.

При зварюванні чи напавленні в захисному середовищі електрична дуга знаходиться під шаром сухого зернистого флюсу 1, що подається перед дугою (рисунок 2.21).



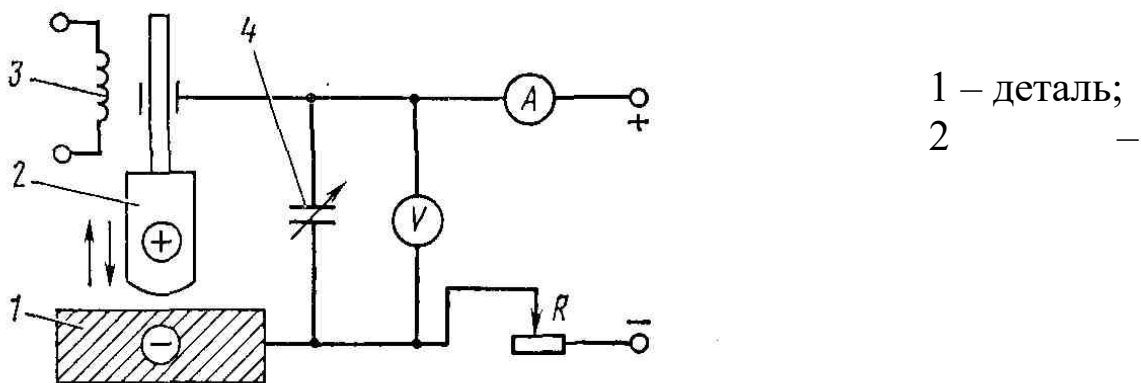
- 1 – флюс;
- 2 – патрубок;
- 3 – мундштук;
- 4 – електродний дріт;
- 5 – газовий пухир;
- 6 – джерело струму;
- 7 – шлакова кірка;
- 8 – напавлений шар

Рисунок 2.21 – Схема наплавлення деталі під шаром флюсу

Для відновлення зносу деталей, що працюють у знакозмінних умовах, застосовується вібродугове наплавлення. При цьому електрод безперервно вібрає (частота 20-100 Гц, амплітуда 1-2,5 мм). Електрична дуга не горить, а збуджується періодично, що сприяє покращенню процесу наплавлення та якості покриття. Результат - щільний шар напавленого металу товщиною 0,5-3,5 мм при малій глибині термічного впливу.

2.5.7 Відновлення електроерозійною обробкою

Застосовують спеціальну установку конденсаторного типу. При наближенні електрода (анод) до деталі (катод) на пробивну відстань виникає розряд (рисунок 2.22). Від анода відділяється крапля розплавленого металу та переноситься на катод. У період розряду температура в його зоні сягає значень 10 000 °С. Товщина шару 0,2-0,5 мм.



- електрод;
- 3 – вібратор;
- 4 – конденсаторна батарея

1

Рисунок 2.22 – Схема установки для електроерозійної обробки

2.5.8 Відновлення деталей полімерними матеріалами

При ремонті найбільшого поширення отримали клеї (БФ, ГЕН) і пасти на основі епоксидних смол. Їх використовують з метою нарощування поверхні та створення натягу, усунення тріщин і пробоїн, склеювання деталей, вирівнювання поверхні.

Застосування епоксидних смол. Епоксидні смоли застосовуються для склеювання металевих деталей, усунення зносу, раковин, великих виробок. Порядок приготування смоли:

- епоксидну смолу нагрівають до температури 120 - 160 °С, витримують якийсь час, щоб видалити вологу;
- вводять пластифікатор, і масу ретельно перемішують;

- вводять наповнювачі (у якості наповнювача для збільшення механічної міцності і температуростійкості, а також додання полімерному складу діелектричних і антифрикційних властивостей застосовується сталевий і чавунний порошок, колоїдний графіт або алюмінієва пудра);

- протягом 10-15 хв підтримують температуру 80 - 100 °С і тільки після цього масу охолоджують до температури 20 °С;

- безпосередньо, перед застосуванням смоли, за 30 хв до затвердіння, вводять затверджувач;

- затвердіння пасти відбувається при температурі 80 - 100 °С протягом 1-5 год, а при температурі 20 °С – протягом 24-70 год. Підігрівати масу відкритим вогнем не допускається!

Порядок нанесення смоли:

- підготовка деталі (оброблення тріщин, зачищення, знежирення);

- нанесення смоли (її наносять акуратно і швидко, поки вона не загусне, металевим шпателем, ущільнюючи її і ретельно втираючи в пори поверхні). Пасту накладають з надлишком, тому що після висихання вона дає усадку;

- термічна обробка (витримка в кімнатній температурі протягом 24 год з подальшим сушінням у печі при температурі 80 - 100 °С протягом 2-4 год);

- механічна обробка.

Епоксидною смолою відновлюють тріщини і пошкодження корпусу водяного насоса, зношену поверхню корпусу масляного насоса, ротора повітродувки (забоїни, задири, ненаскрізні тріщини), секції холодильника і калорифер (поверхня підсилювальної дошки) тощо.

2.5.9 Вибір раціонального способу відновлення

При виборі раціонального способу відновлення враховують три критерії: технологічний, довговічності і техніко-економічний.

За допомогою технологічного критерію можна вибрати спосіб відновлення виходячи з конструктивно-технологічних особливостей деталі, умови роботи і величини їх зносу. Технологічний критерій дозволяє класифікувати деталі за способами відновлення і встановити перелік деталей,

відновлення яких можливе різними способами (таблиці 2.1).

Технологічний критерій не може бути виражений числом і є по суті приблизним, оскільки за допомогою його можна вирішити питання вибору раціонального способу відновлення деталей, якщо цих способів декілька. У таких випадках необхідно застосовувати інші критерії.

Таблиця 2.1 – Класифікація деталей за способами їх відновлення
Спосіб відновлення деталі при зносі, мм

Знос до 0,1	Знос 0,1 -0,3	Знос більше 0,3
1 Клейові та полімерні сполуки	1 Хромування	1 Встановлення додаткової деталі
2 Хромування	2 Пластичною деформацією	2 Наплавлення
3 Пластичною деформацією	3 Встановлення додаткової деталі	3 Насталювання
	4 Наплавлення	4 Обробка під ремонтний розмір
	5 Насталювання	5 Металізація
	6 Електро-ерозійний	
	7 Обробка під ремонтний розмір	
	8 Металізація	

2.5.10 Критерій довговічності

Довговічність деталей, відновлених тими чи іншими способами, залежить від їх експлуатаційних властивостей. Найбільш раціональними способами тут є ті з них, які забезпечують найбільшу довговічність відновлення деталі.

Критерій довговічності, на відміну від технологічного, виражається чисельно через коефіцієнт довговічності для кожного із способів відновлення і кожної конкретної деталі.

$$K_d = S_v/S_n, \quad (2.1)$$

де S_v - термін служби відновленої деталі;

S_n - термін служби нової деталі.

Найбільший Кд має хромування – 1,72; найменший – електро-дугове зварювання – 0,42 та насталування – 0,58.

Техніко-економічний критерій являє собою функцію двох аргументів:

$$K_{тe} = f(k_n; E), \quad (2.2)$$

де k_n – коефіцієнт продуктивності способу;

E – показник економічності способу.

Раціональність застосування того чи іншого способу відновлення деталей доцільно висловити за допомогою техніко-економічного критерію, що враховує собівартість відновлення, і коефіцієнта довговічності для кожного способу.

2.5.11 Способи підвищення зносостійкості та втомної міцності деталей ТРС

Зносостійкість – це властивість матеріалу чинити опір зносу в певних умовах тертя, що оцінюється величиною, зворотною швидкості зносу чи інтенсивності зносу. Зносостійкість залежить від складу і структури оброблюваного матеріалу, вихідної твердості, шорсткості і технології обробки деталі, стану відповідної деталі.

Підвищення зносостійкості та втомної міцності деталей проводиться шляхом впливу на робочу поверхню деталей та елементи кристалічної решітки металу шляхом застосування обробки різного виду.

Слюсарно-механічна обробка. Проводиться для усунення задирів, ризок, напрацювання та інших дефектів поверхні, що можуть стати причиною виникнення пошкоджень в експлуатації. Чим вище чистота поверхні, тим вище зносостійкість деталі. Найчастіше для цих цілей застосовують шабрування, шліфування, полірування, хонінгування.

Термічна обробка (гартування). Застосовується для підвищення твердості поверхні деталі. Для зменшення крихкості і зняття гартівних напруг проводять відпускання. Поєднання гартування з дією магнітного поля збільшує міцність сталі,

оскільки кристали мартенситу приймають одну орієнтацію у всіх зернах. Поверхнєве загартування застосовується для підвищення міцності і зносостійкості деталей, що працюють при ударному навантаженні, при цьому основний метал деталі залишається незагартованим. Таке загартування проводиться струмами високої частоти і газополумєневими пальниками. Поверхнєве гартування в електроліті засновано на нагріванні деталі іскровим розрядом через пароводородну оболонку, що виникає біля поверхні деталі (катода). При цьому не утворюється гартівних тріщин. Обробка холодом застосовується для зменшення кількості залишкового аустеніту в загартованій легованій сталі, оскільки залишковий аустеніт знижує її твердість і зносостійкість. При цьому стабілізуються розміри деталей, що дуже важливо для деталей прецизійних пар.

Хіміко-термічна обробка – це технологічний процес, при якому відбувається зміна хімічного складу, структури і властивостей поверхні металу. Обробка включає в себе азотування, фосфатування, анодування, ціанування, сульфїдування, борування, цементацію.

Азотування застосовується для підвищення зносостійкості, твердості, корозійної стійкості та жароміцності деталей. Його проводять у камері, заповненій газоподібним амїаком. При електричному розряді амїак розпадається на іони азоту і водню, які починають бомбардувати поверхню деталі, внаслідок чого азот насичує поверхнєвий шар. Деталь є катодом, а анодом служать електроди. Так доцільно обробляти шийки валів швидкохідних дизелїв.

Фосфатування – насичення робочї поверхні фосфатами залїза і марганцю. Фосфатна плївка утворюється в результатї взаємодїї металу з дигїдроортофосфатами залїза і марганцю. Вона оберїгає деталі від окислення при високих температурах, тому фосфатуванню підлягають робочї поверхні цилїндрових втулок дизелїв.

Анодування застосовується для підвищення зносостійкості алюмінієвих деталей. Сутність процесу полягає в окисленні атомарним киснем поверхнєвих шарїв алюмінію (у сірчанокислотній ванні під напругою до 120 В).

Анодуванню піддають струмки алюмінієвих поршнів. Для підвищення антифрикційності поверхні струмків покриваються сумішшю, що складається з бакелітового лаку, сульфату молібдену або графіту і спирту або бензину.

Ціанування полягає в одночасному насиченні поверхні металу вуглецем і азотом. Застосовується воно для підвищення поверхневої твердості, зносостійкості і втомної міцності.

Сульфідкування являє собою процес насичення поверхонь сталевих і чавунних деталей сірою для підвищення їх зносостійкості і попередження задирів.

Борування – це насичення поверхні деталей із сталі і сплавів на основі нікелю, кобальту і тугоплавких металів бором для підвищення твердості, теплостійкості, зносостійкості і корозійної стійкості.

Цементация полягає в насиченні поверхні деталі при 900 ... 950 °С вуглецем з наступним гартуванням для підвищення твердості, зносостійкості і втомної міцності.

Гальванічна обробка. Пористе хромування робочої поверхні проводиться в електролітичній ванні. Спочатку наноситься шар хрому товщиною 0,15 ... 0,20 мм. Пористість створюється перемиканням струму на зворотний на 15 ... 20 хв. Зворотний струм викликає випадання частинок хрому з утворенням дрібних пор. Така пористість покращує змащення тертьових поверхонь і підвищує термін служби деталей.

Механічне зміцнення. Для механічного зміцнення деталей застосовують накатування, просте або ультразвукове віброобкатування, дробоструминну і гідроструминну обробки. Накатування шийок і галтелей здійснюється роликками, які притискають до поверхні деталі. Трироликкове пристосування виключає деформацію деталі і розвантажує супорт і ходовий гвинт верстата. Накатування виконується за три оберти при 12 ... 15 об⁻¹. У процесі накатування в зону контакту подається суміш мастила з гасом або полімерна рідина. Одночасно зі зміцненням поверхні підвищується і її чистота.

Віброобкатування полягає в обкатуванні поверхні деталі кулькою, яка вібрує паралельно осі обертання деталі, здійснюючи 2600 подвійних ходів за хвилину при амплітуді 2 мм.

Ультразвукове віброобкатування здійснюють при накладенні на ролик коливань ультразвукової частоти, спрямованих перпендикулярно до оброблюваної поверхні. У результаті при досить малих статичних зусиллях обкатування отримують високий ступінь зміцнення, при цьому в зоні контакту створюється температура 1000 ... 1200 °С. Цей спосіб застосовується для зміцнення загартованої сталі і чавуну.

Дробоструминна обробка полягає в тому, що на механічно і термічно оброблену поверхню з великою швидкістю направляють потік сталевого або чавунного дроби діаметром 0,5 ... 1,5 мм. Дріб викидається енергією стиснутого повітря або лопатками колеса.

Гідроструминна обробка полягає в обробці деталей струменем води під тиском 0,4 ... 0,6 МПа. Високонапірний струмінь води дозволяє зміцнювати поверхні складної конфігурації.

Електромеханічне зміцнення виконується на токарно-гвинторізальному верстаті. При обертанні деталі і переміщенні інструменту з пластинкою з твердого сплаву в зону контакту підводять електричний струм силою 350 ... 1300 А і напругою 2 ... 6 В. Замість різця може використовуватись ролик. У зоні контакту виділяється значна теплова енергія, яка миттєво нагріває зону контакту до температури гарту. За рахунок радіального зусилля інструменту поверхня згладжується, а потім швидко охолоджується за рахунок відведення теплоти всередину деталі. У результаті отримують ефект поверхневого гартування на глибину 0,2 ... 0,3 мм з одночасним поверхневим наклепом, що значно підвищує зносостійкість (до 10 разів) і втомну міцність деталі (до 6 разів).

Електроіскрова обробка. Зміцнення деталей цим способом ґрунтується на ударному впливі спрямованого іскрового розряду, що викликає вибух на поверхні деталі в точці прикладання імпульсу. У результаті відбувається перенесення металу і зміцнення поверхні деталі. Важливу роль у підвищенні зносостійкості і втомної міцності деталей відіграють підбір пар тертя і їх мастила, а також застосування захисних покриттів.

